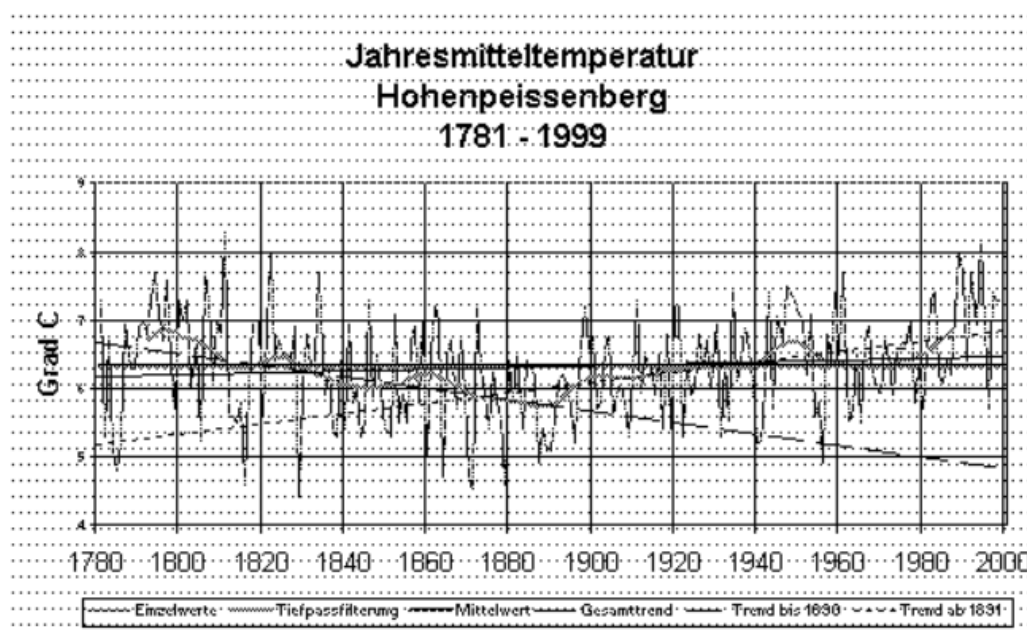




**Erster Bericht
der Regierung
der
Bundesrepublik Deutschland
über
systematische Klimabeobachtungen
in Deutschland
zum
3. Nationalbericht
nach dem Rahmenübereinkommen
der Vereinten Nationen
über Klimaänderungen**



**Zusammengestellt vom Deutschen Wetterdienst
Nationales GCOS-Sekretariat**

Titelbild:**Zeitlicher Verlauf der Jahresmitteltemperatur auf dem Hohenpeißenberg (DWD).**

Die Beobachtungen am Hohenpeißenberg begannen bereits 1781. Ab 1879 liegen die Tageswerte auf Datenträger vor. Für die Aufzeichnung der mittleren Jahrestemperatur ist ein Minimum um 1890 zu erkennen. Daher lassen sich zwei unterschiedliche Trends berechnen. Während vor 1890 ein Temperaturrückgang beobachtet wurde, ist seitdem eine Zunahme der Jahresmitteltemperatur zu erkennen. Inzwischen hat die Jahresmitteltemperatur wieder einen Wert erreicht, wie er bereits Ausgangs des 18. Jahrhunderts beobachtet wurde.

12. November 2001

Deutscher Wetterdienst

Umweltbundesamt

Bundesamt für Naturschutz

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Vorwort

Die Observierung und Überwachung des Klimas im Hinblick auf seine Variabilität und seine möglichen Veränderungen sind seit der Konferenz in Rio de Janeiro, 1992, in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gerückt. Neben den natürlichen Veränderungen werden im Sinne der Klimarahmenkonvention vor allem anthropogene Einflüsse untersucht. Klimabeobachtungen und Untersuchungen über Veränderungen des Klimas werden von den Nationen auf globaler aber auch regionaler Ebene in enger Abstimmung gemeinsam angestellt. Im Weltklimaprogramm der Vereinten Nationen hat man diverse Programme zur Globalen Klimaüberwachung eingerichtet (*GCOS, Global Climate Observing System, GOOS, Global Ocean Observing System, GTOS, Global Terrestrial Observing System, GAW, Global Atmosphere Watch*) und einige andere mehr, an denen sich Deutschland aktiv beteiligt.

Ein nationaler Beitrag ist daher immer auch in einen größeren Kontext eingebunden. Das Klimasystem ist dabei als komplexes interdisziplinäres physikalisches System aus Atmosphäre (einschließlich seiner luftchemischen Beimengungen), Ozean, Biosphäre und Kryosphäre zu verstehen. Dementsprechend widmen sich viele operationelle Beobachtungssysteme und Forschungsvorhaben diesem ehrgeizigen Ziel.

Der vorliegende Nationalbericht erfüllt einen Beschluss der Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention und soll als eine Bestandsaufnahme der Anstrengungen Deutschlands verstanden werden, welche Beiträge für die Überwachung des Klimasystems geleistet werden. In einem ersten Schritt wurden die Beobachtungsnetze analysiert und auf ihre Nutzbarkeit zur Überwachung des Klimas auf allen Zeitskalen eingeschätzt.

Diese Aufgabe wurde dem Deutschen Wetterdienst federführend übertragen, weil im Bereich der Meteorologie umfangreiche Aktivitäten zur Beobachtung des Wettergeschehens und des Klimas in internationaler Abstimmung seit langem erfolgreich operieren.

Die Zusammenstellung dieser Informationen erfolgte im nationalen GCOS – Sekretariat, das nach der RIO – Konferenz beim Deutschen Wetterdienst eingerichtet wurde. Als Leiter dieses Sekretariats möchte ich mich bei allen Institutionen und deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bedanken die zu diesem Bericht beigetragen haben. Soweit uns die Namen bekannt wurden, haben wir diese nachfolgend aufgeführt. Ich bin mir aber sicher, dass dieser Bericht ohne die Mitarbeit weiterer nicht genannter Kolleginnen und Kollegen nicht in dieser ausführlichen Form fertig geworden wäre. Mein besondere Dank gilt meinem Mitarbeiter Herrn Stefan Rösner, der mit sehr viel persönlichem Engagement diesen Bericht zusammengestellt hat.

Der Bericht ist sicher erst ein Anfang in dieser Bestandsaufnahme, denn neben den reinen Beobachtungen steht die Analyse und Diagnose der erhobenen Daten an erster Stelle. Letztendlich steht am Horizont das ehrgeizige Ziel, das Klima im Monatsrhythmus, für Jahreszeiten und später auch für längere Zeitperioden vorherzusagen.

Für alle diese Aufgaben müssen wir aber zunächst das Klimasystem in allen seinen Facetten beobachten und Daten sammeln. Ich verbinde daher mit diesem Bericht auch die Hoffnung, dass die bestehenden Stationsnetze für nachhaltige Untersu-

chungen des Klimas erhalten und bestehen bleiben. Da wo wir Lücken entdeckt haben sollen Anstrengungen unternommen werden, diese zu schließen und operationelle Netze aufzubauen, damit auch nachfolgende Generationen diese wertvollen historischen Informationen nutzen können.

Leitender Regierungsdirektor Volker Vent-Schmidt
Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main
Leiter der Abteilung Klima und Umwelt und Leiter des nationalen GCOS-Sekretariats

Danksagung

Koordinator des gesamten Berichts:

Stefan Rösner, nationales GCOS Sekretariat, DWD

Koordinator des Bereichs "Atmosphäre":

Stefan Rösner, nationales GCOS Sekretariat, DWD

Beitragende:

Hans Bauer, DWD	Gerhard Müller-Westermeier, DWD
Johannes Behrendt, DWD	Dr. Joachim Neisser, DWD
Klaus Behrens, DWD	Helga Nitsche, DWD
Wolfgang Benesch, DWD	Dr. Justus Notholt, AWI
Dr. Wolfgang Bille, DWD	Volker Vent-Schmidt, DWD
Dr. Wolfgang Fricke, DWD	Dr. Volker Wagner, DWD
Dr. Annegret Gratzki, DWD	Elmar Weigl, DWD
Dr. Gert König-Langlo, AWI	Dr. Rolf Weller, AWI

Koordinator des Bereichs "Ozean":

Dieter Kohnke, nationales GOOS Sekretariat, BSH

Beitragende:

Eberhard Fahrback, AWI	Dr. Alexander Sy, BSH
Fritz Holzkamm, BSH	Dr. Volker Wagner, DWD
Wolfgang Lange, BSH	Dr. Walter Zenk, IfM-Kiel
Prof. Dr. Jens Meincke, IfM-Hamburg	Reinhard Zöllner, DWD
Prof. Dr. Friedrich Schott, IfM-Kiel	

Koordinator des Bereichs "Terrestrische Beobachtungen":

Dr. Klaus Bürger, BfN

Beitragende:

Johannes Behrendt, DWD	Dr. Wolfgang Fröhlich, BfG
Dr. Wolfgang Bille, DWD	Gerlinde Knetsch, UBA
Ekko Bruns, DWD	

Koordinator des Bereichs "weltraumgestützte Beobachtungssysteme":

Stefan Rösner, DWD

Beitragende:

Wolfgang Benesch, DWD	Peter Ritter, DLR
Prof. Dr. Herbert Fischer, IMK	Prof. Dr. Ulrich Schumann, DLR
Dr. Annegret Gratzki, DWD	

Inhaltsangabe

Ausführliche Zusammenfassung

A. Allgemeine Angaben zum Thema „systematische Beobachtungen“

- A.1. NATIONALE PROGRAMME FÜR DIE SYSTEMATISCHE BEOBACHTUNG DER ATMOSPHÄRE
- A.2. NATIONALE PROGRAMME FÜR DIE SYSTEMATISCHE BEOBACHTUNG DER OZEANE
- A.3. NATIONALE PROGRAMME FÜR DIE SYSTEMATISCHE BEOBACHTUNG DER TERRESTRISCHEN KLIMAKOMPONENTEN

B. Meteorologische und atmosphärische Beobachtungen

- B.1. ALLGEMEINES
- B.2. BEITRÄGE ZU DEN GCOS-NETZWERKEN
- B.3. ANDERE BEOBACHTUNGSNETZE FÜR METEOROLOGIE UND ZUSAMMENSETZUNG DER ATMOSPHÄRE
- B.4. DIE REORGANISATION DES BODENMESSNETZES DES DWD (PROJEKT MESSNETZ 2000)
- B.5. GRUNDLAGEN DER METEOROLOGISCHEN UND ATMOSPHÄRISCHEN BEOBACHTUNGEN
- B.6. DATENAUSTAUSCH UND DATENPOLITIK
- B.7. QUALITÄTSSICHERUNG

C. Ozeanographische Beobachtungen

- C.1. ALLGEMEINES
- C.2. DAS NETZ DER VOLUNTARY OBSERVINGG SHIPS (VOS)
- C.3. BOJEN
- C.4. TIEFENDRIFTER
- C.5. DAS AUTOMATED SHIPBOARD AEROLOGICAL PROGRAMME (ASAP)
- C.6. DAS SHIP OF OPPORTUNITY PROGRAMME (SOOP)
- C.7. MESSUNGEN DES MEERESSPIEGELS
- C.8. ANDERE OZEANOGRAPHISCHE MESSNETZE
- C.9. HYDROGRAPHIEPROGRAMM

D. Terrestrische Beobachtungssysteme

- D.1. ALLGEMEINES
- D.2. BETEILIGUNG AN GTN-P
- D.3. BETEILIGUNG AN GTN-G
- D.4. BETEILIGUNG AN GTN-H
- D.5. BETEILIGUNG AN FLUXNET
- D.6. ANDERE TERRESTRISCHE BEOBACHTUNGSNETZE

E. Weltraumgestützte Beobachtungssysteme

- E.1. ALLGEMEINES
- E.2. EUMETSAT
- E.3. ANDERE SATELLITENSYSTEME
- E.4. VERFÜGBARKEIT DER DATEN
- E.5. EINHALTUNG DER GCOS-STANDARDS

F. Liste der Abkürzungen

G. Die GCOS-Standards

H. Literatur

Ausführliche Zusammenfassung

Das globale Klimaüberwachungssystem (Global Climate Observing System – GCOS) wurde 1992 eingerichtet. Ziel von GCOS ist es, Beobachtungen und Informationen, die zur Behandlung klimarelevanter Fragestellungen benötigt werden, allen Nutzern zur Verfügung zu stellen. GCOS wird gemeinsam von der Weltorganisation für Meteorologie (WMO), der zwischenstaatlichen Organisation für Ozeanographie (IOC) der UNESCO, dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und dem internationalen Rat für die Wissenschaften (ICSU) getragen. Mit dem GCOS soll ein langfristig angelegtes, von den Nutzern der bereitgestellten Informationen gesteuertes System zur Überwachung des Klimas bereitgestellt werden. Mit GCOS sollen Klimaänderungen und deren Ursachen aufgedeckt, Abschätzungen über die Auswirkungen von Klimaänderungen und Klimavariabilität sowie Forschungsaktivitäten für eine Verbesserung des Verständnisses und der Vorhersage des Klimasystems ermöglicht werden.

In Deutschland sind die Zuständigkeiten für die systematische, langfristig angelegte Beobachtung der verschiedenen Variablen, mit denen sich das Klimasystem beschreiben lässt, auf eine Reihe unterschiedlicher Bundesministerien verteilt. Diese sind das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) mit den nachgeordneten Behörden Deutscher Wetterdienst (DWD) und Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) mit den nachgeordneten Behörden Umweltbundesamt (UBA) und Bundesanstalt für Naturschutz (BfN). Auch Forschungseinrichtungen leisten einen Beitrag.

Darüber hinaus leistet Deutschland einen erheblichen Beitrag zu den europäischen weltraumbasierten Beobachtungssystemen, die von der European Space Agency (ESA) sowie von EUMETSAT (*the European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites*) betrieben werden.

Zur Koordinierung der Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Institutionen auf nationaler Ebene wurde im Herbst 1993 beim Deutschen Wetterdienst in Offenbach ein nationales GCOS-Sekretariat eingerichtet. Das BSH betreibt ein nationales GOOS-Sekretariat.

Der vorliegende Bericht ist der erste Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland über systematische Klimabeobachtung in Deutschland als Teil des 3. Nationalberichts nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention – KRK; United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC). Er enthält Beschreibungen über ein breites Spektrum an Beobachtungs- und Überwachungssystemen, für die Informationen bereitgestellt wurden. Obwohl klar ist, dass er in einigen Bereichen unvollständig ist, stellt er die derzeit kompletteste Übersicht über Klimabeobachtungssysteme in Deutschland dar.

Für ergänzende Informationen zu Umweltbeobachtungssystemen des Bundes im Allgemeinen sei auf das UBA verwiesen (UBA, 1998).

Atmosphärische Beobachtungen

Meteorologische Beobachtungen haben in Europa eine lange Tradition. Schon im Jahre 1780 gründete Karl Theodor, Kurfürst der Pfalz, die *Societas Meteorologica Palatina*, die vom Ural über Grönland bis Amerika 39 Stationen unterhielt. Ende des vorletzten Jahrhunderts begann die Sammlung klimatologischer Daten durch staatliche Wetterdienste, aber erst seit der Wiedervereinigung im Jahr 1990 werden in Deutschland alle Daten nach einheitlichen Regeln erhoben und aufbereitet. Durch den Einsatz automatischer Stationen konnte die zeitliche Dichte der gemessenen Elemente erheblich erhöht werden.

An GCOS beteiligt sich Deutschland in vielfacher Weise. Zum *GCOS Surface Network* (GSN) trägt Deutschland mit 3 Stationen und einem Zentrum zur Überwachung der Verfügbarkeit und Qualität der von den GSN-Stationen gemeldeten Klimadaten bei (GSN Monitoring Centre, GSNMC - gemeinsam mit dem japanischen Wetterdienst betrieben). Als weiterer Beitrag zu GCOS kommt das *Global Precipitation Climatology Centre* (GPCC), das vom Deutschen Wetterdienst (DWD) betrieben wird, hinzu. Zwei von Deutschland betriebene Stationen tragen zum *GCOS Upper Air Network* (GUAN) bei. Eine davon liegt in der Antarktis. Auch zum *Global Atmosphere Watch* (GAW) tragen deutsche Stationen bei. Alle Stationen, die zum GSN, GUAN oder GAW gehören, werden auch bis 2005 in Betrieb bleiben.

Neben diesen Stationen gibt es eine Vielzahl weiterer Messstellen für meteorologische und atmosphärische Variablen, deren räumlichen Dichten von den gemessenen Größen abhängig sind. Die Anzahl der Stationen reicht von ca. 4000 Stationen an denen Niederschlag gemessen wird bis herunter zu einigen wenigen für (klimarelevante) Gase. Betreiber sind im wesentlichen der DWD (Meteorologie) und das Umweltbundesamt (UBA, Luftchemie). Auf die von den Bundesländern betriebenen Messnetze wird in diesem Bericht nicht eingegangen.

Ozeanographische Beobachtungen

Die Überwachung von Klimaänderungen erfordert in der marinen Sphäre abgestimmte Beobachtungssysteme sowohl in der Atmosphäre wie im Ozean. An der Grenzfläche zwischen Ozean und Atmosphäre sorgen Energie- und Stoffflüsse für eine starke Koppelung beider Systeme. Wegen des überragenden Flächenanteil des Meeres an der Gesamtoberfläche der Erde ist ihr Einfluss auf das Klimageschehen von erheblichem Gewicht. Zur Quantifizierung bedarf es einer zeitlich und räumlich breiten Datenbasis, welche die laufenden Veränderungen der klimarelevanten Variablen einschließt. Die Datenerhebung auf den Ozeanen gestaltet sich schwierig und muss alle internationalen Kooperationsmöglichkeiten und denkbaren Ressourcen nutzen.

Driftende und verankerte Bojen liefern ozeanographische und meteorologische Größen aus den jeweiligen Sphären und damit auch aus der Grenzschicht beider Medien. In diesem Bereich arbeitet auch das VOS-Programm, meist Handelsschiffe (weltweit 6.700, Deutschland mehr als 700), die am freiwilligen Wetterbeobachtungsdienst teilnehmen und sowohl meteorologische wie ozeanographische Messwerte liefern.

Die Vertikalsondierung der Ozeane wird derzeit noch überwiegend von Schiffen aus durchgeführt (ship-of-opportunity-Programm - SOOP). In SOOP werden Temperaturdaten bis zu einer Tiefe von ca. 1.100 m gewonnen. Der größte Teil dieser Da-

ten wird in nahezu Echtzeit über das weltumspannende Telekommunikationsnetz GTS für zeitkritische Anwendungen zur Verfügung gestellt. Für Spezialanwendungen wird auf die qualitätsgeprüfte Archivversion dieser Daten zurückgegriffen, die eine höhere und präzisere Auflösung hat. In Zukunft werden verstärkt profilierende Tiefendrifter in den oberen 2000 m Wassertiefe Temperatur und Salzgehalt messen (ARGO Drifter). Wie die SOOP-Daten werden auch die Messwerte der ARGO Drifter über das GTS weltweit bereit gestellt.

Auf der anderen Seite stellen die maritim-aerologischen Aufstiege (ASAP) Vertikalsondierungen von Luftdruck, -temperatur, -feuchte und Wind bis in 20 km Höhe bereit.

Neben den operationellen Verfahren werden immer wieder einzelne Experimente, z.B. auf Forschungsschiffen durchgeführt, die spezielle Fragestellungen verfolgen, wie etwa ein Projekt des BSH zur Untersuchung geostrophischer Transportraten zwischen Subtropen und Subpolarwirbel. Auch die Meteorologie führt Experimente zur Erkundung der maritimen atmosphärischen Grenzschicht und zum großräumigen Energietransport aus.

Das BSH nimmt die Funktion eines nationalen Sekretariats für das Global Ocean Observing System (GOOS) zur Koordinierung der deutschen Beiträge für GOOS wahr.

Terrestrische Beobachtungen

Ein Vielzahl terrestrischer Beobachtungen werden in den einzelnen Bundesländern durchgeführt, für die aber keine bundesweite Zusammenschau bekannt ist. Terrestrische Beobachtungen, die nach einheitlichen Verfahren für die gesamte Fläche durchgeführt werden, gibt es bei nur wenigen Bundesbehörden.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) betreibt z.B. ein Messnetz mit über 280 Stationen an denen die Erdbodentemperatur in verschiedenen Tiefen gemessen wird. Ein weiterer wichtiger Beitrag zur Klimaüberwachung sind die ebenfalls vom DWD durchgeführten phänologischen Beobachtungen, die derzeit an ca. 1600 Standorten in Deutschland regelmäßig durchgeführt werden. Für einige Standorte liegen z.T. über 50-jährige Zeitreihen vor.

Mit seinem Niederschlagsmessnetz und dem *Global Precipitation Climatology Centre* (GPCC) leistet der DWD auch einen Beitrag zu dem im Aufbau befindlichen GTN-H.

Über Veränderungen der Verbreitungsgrenzen von Pflanzen und Tieren liegen fast nur Einzelbeobachtungen vor. Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) unterhält Datenbanken zum Vorkommen von Gefäßpflanzen (FLORKART) und Schmetterlingen (LEPIDAT).

Methodische Konzepte für die Erfassung der Verbreitung von Biotypen und Arten wurden für die Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS) entwickelt. Über eine Umsetzung ist jedoch noch nicht entschieden.

Im Rahmen der Flauna-Flora-Habitat-Richtlinie sowie der Vogelschutzrichtlinie der EU werden jedoch europaweit mit voraussichtlich gleichen Standards Informationen über den Zustand ausgewählter Schutzgebiete erhoben.

Veränderungen im Zugverhalten wandernder Tierarten werden an verschiedenen Universitäten und der Vogelwarte Radolfzell erhoben.

In Deutschland wurde noch keine Kontaktstelle für das *Global Terrestrial Observing System* (GTOS) eingerichtet. Entsprechend schwierig gestaltete sich die Zusammenschau für diese Art der Beobachtungen.

Weltraumgestützte Beobachtungen

Die meisten Satellitensysteme in Europa werden gemeinschaftlich im Rahmen der *European Space Agency* (ESA) durchgeführt. Meteorologische Satellitensysteme werden dabei von EUMETSAT betrieben. In beiden Organisationen ist Deutschland einer der größten Beitragszahler.

Die ersten METEOSAT-Daten stammen aus dem Jahre 1977. Das gleiche System wird noch mindestens bis Ende 2003 in Betrieb bleiben. Im Rahmen der sogenannten "*Satellite Application Facilities*" (SAF) von EUMETSAT hat der Deutsche Wetterdienst die Aufgabe übernommen, als Leitinstitution für die Ableitung klimarelevanter Parameter aus einer neuen Generation von Satelliten (MSG, EPS_METOP) zu fungieren und das "SAF on Climate Monitoring" aufzubauen. Ab dem Jahre 2004 wird diese Einheit voraussichtlich in den prä-operationellen Betrieb gehen.

Im Rahmen der ESA beteiligt sich Deutschland an der Finanzierung weiterer Erdbeobachtungsprogramme.

A. Allgemeine Angaben zum Thema „systematische Beobachtung“

A.1. NATIONALE PROGRAMME FÜR DIE SYSTEMATISCHE BEOBACHTUNG DER ATMOSPHÄRE

A.1.1 Die rechtlichen Grundlagen

Die Bundesrepublik Deutschland hat ihre Verpflichtungen für die Durchführung systematischer (Klima)Beobachtungen in verschiedenen nationalen Gesetzen niedergelegt (z.B. Umweltinformationsgesetz, DWD-Gesetz).

Für die meteorologischen Beobachtungen ist der nationale Wetterdienst der Bundesrepublik Deutschland, der Deutsche Wetterdienst (DWD)¹, per Gesetz verpflichtet (DWD-Gesetz von 11.11.1952, in neuer Fassung vom 01.01.1999). Damit erfüllt der DWD die Verpflichtungen, die sich hinsichtlich systematischer Beobachtung der meteorologischen Variablen aus der Klimarahmenkonvention ergeben.

Im Herbst 1993 wurde beim DWD ein nationales GCOS-Sekretariat² eingerichtet, das seitdem aktiv an der Entwicklung des GCOS-Programms beteiligt ist. Seit August 2001 ist das nationale GCOS-Sekretariat auch für die Erstellung des Nationalberichts über systematische Klimabeobachtung zuständig, der nun in seiner ersten Ausgabe vorliegt.

Meteorologische Variablen werden auch von anderen Bundes- und Landesbehörden gemessen.

Das ursprünglich von der Deutschen Forschungsgemeinschaft aufgebaute Messnetz zur Luftüberwachung hatte die Aufgabe, die Luftqualität in Deutschland zu überwachen und untersuchte zu diesem Zweck Reinluftstandorte und Ballungsgebiete gleichermaßen. Mit der Übernahme der Überwachung durch die Länder und dem damit einhergehenden Aufbau der Ländermessnetze beschränkte sich das UBA-Luftmessnetz auf die Feststellung der Hintergrundbelastung an ausgesuchten Reinluftstandorten und wurde mit dem Zeitpunkt der Gründung des UBA von diesem 1974 übernommen.

Die Durchführung der Luftmessungen beruht auf mehreren Gesetzen und Protokollen:

- Protokolle zur UN-ECE Konvention zu grenzüberschreitenden Luftverunreinigungen (Genfer Luftreinhaltkonvention): SO₂-Protokoll, NO_x-Protokoll, VOC-Protokoll, 2. Schwefelprotokoll, Schwermetallprotokoll, POP-Protokoll, Multi-komponenten-Protokoll.
- European Monitoring and Evaluation Program (EMEP)
- International Cooperation Program Integrated Monitoring (ICP IM)
- International Cooperation Program Mapping (ICP M)
- HELCOM
- OSPARCOM
- GAW (als Nachfolge von BAPMon, GO₃OS³)

¹ <http://www.dwd.de/>

² <http://www.dwd.de/research/kliis/internat/gcos/>

³ GO₃OS = *Global Ozone (O₃) Observation System*

A. 1.2 Nationale Pläne und organisatorische Strukturen

Nationale Pläne im Bereich der meteorologischen Beobachtungen werden vom DWD auf Basis der gesetzlichen Grundlagen entwickelt und fortgeschrieben. Ein nationaler Plan für die Klimaüberwachung liegt nicht vor.

Die Durchführungen der meteorologischen Beobachtungen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland obliegen dem DWD. Dieser ist eine teilrechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) und hat die folgenden, im DWD-Gesetz festgelegten und die systematische Beobachtung betreffenden, Aufgaben:

- kurzfristige und langfristige Erfassung, Überwachung und Bewertung der meteorologischen Prozesse, Struktur und Zusammensetzung der Atmosphäre,
- Erfassung der meteorologischen Wechselwirkung zwischen der Atmosphäre und anderen Bereichen der Umwelt,
- Betrieb der erforderlichen Mess- und Beobachtungssysteme zur Erfüllung der oben genannten Aufgaben und
- Bereithaltung, Archivierung und Dokumentierung meteorologischer Daten und Produkte.



Abb. 1: Die Darstellung zeigt die räumliche Verteilung der zu den verschiedenen Netzen des DWD gehörenden Stationen.

Für die Fortschreibung und Modernisierung der Messnetze sowie um weitere Einsparungen zu erzielen, wurden mit dem Großprojekt „Messnetz 2000“ die zukünftige Ausstattung der Stationen, deren räumliche Verteilung und Messprogramme neu festgelegt. Mit der Umsetzung der Ergebnisse dieses Projektes wurde begonnen. Weitere Informationen können beim DWD angefordert oder auf der Home Page des DWD im Internet nachgelesen werden.

Zur Erfüllung seiner Aufgaben betreibt der DWD verschiedene Messnetze, deren Stationszahlen sich nach den Anforderungen und dem meteorologischen Parameter richten.

Abb. 1 gibt einen Überblick über die Stationsdichte in den vom DWD betriebenen Messnetzen in Deutschland. Eine Übersicht über die vom DWD betriebenen Stationen bieten in Tabellenform die „Stationsinformationen“ im Klimainformationssystem des DWD (KLIS⁴). Weitere Informationen sind in Kapitel B zu finden.

In einigen Bundesländern wird die Dichte der Stationen noch durch von diesen Ländern betriebene regionale Messnetze erhöht. Neben dem Niederschlag wird in diesen Messnetzen auch die Lufttemperatur sowie Windgeschwindigkeit und -richtung erhoben. Eine neuere Entwicklung ist der Betrieb privater Messnetze. Die Messstandards entsprechen jedoch nur teilweise denen des DWD, und die Daten stehen dem DWD in der Regel nicht für den internationalen Austausch zur Verfügung. Daher wird in diesem Bericht nicht näher auf diese Netze eingegangen.

Das Messnetz des Umweltbundesamtes kann in 5 aufgabenspezifische Bereiche unterteilt werden:

1. Immissionsmessnetz
2. Depositionsmessnetz
3. Solares UVB-Monitoring BfS/UBA
4. Luftchemisches Messprogramm im Rahmen von *Global Atmosphere Watch*
5. Beiträge zur Umweltbeobachtung

Immissionsmessnetz und Depositionsmessnetz sind hinsichtlich der Standorte weitgehend identisch. Eine Karte der Standorte des UBA-Luftmessnetzes ist unter:

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/mblage.htm>

einzusehen. Die Anzahl der personell besetzten Messstellen wurde durch die GAW-Station Zugspitze/Hohenpeißenberg auf neun erhöht, dagegen sind die automatischen Messstellen auf 14 reduziert worden. Das UVB-Messnetz besteht aus den 3 UBA-Standorten Zingst, Langen und Schauinsland, die mit dem BfS-Standort Neuherrberg assoziiert sind.

Neben der Messung von Luftverunreinigungen wird als Zusatzinformation die Meteorologie erfasst. Die GAW-Globalstation (Zugspitze/Hohenpeißenberg) für das WMO/UNEP-Programm befindet sich noch in der Einrichtungsphase, experimentelle Messungen haben begonnen. Damit erfahren die Messungen von Klimagasen (CO₂ seit 1972, CH₄ seit 1993) eine weitere Vertiefung. An zwei Stellen (Zugspitze, Schauinsland) werden nunmehr auch N₂O und SF₆ gemessen.

Die Arbeiten der früher im Rahmen des IMIS-Messnetzes durchgeführten Messungen der Radioaktivität wurden 1999 eingestellt.

Untersuchungsparameter und Probenahme: Eine ausführliche Beschreibung der Parameter für jede Station sind unter:

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/mback.htm>

⁴ <http://www.dwd.de/research/klis/daten/>

Die Messdaten sind auf Anfrage in der Außenstelle Langen des Umweltbundesamtes verfügbar. Ein öffentlicher Zugang zu den Daten besteht nicht. Zur Zeit sind Ozondaten im Internet zusammen mit den Länderdaten verfügbar.

Die Ergebnisse aus dem Messnetz fließen in die folgenden Produkte ein:

- UBA Intranet-Seiten
- Monatsberichte aus dem Messnetz
- Jahresbericht
- Datenlieferung an internationale Organisationen
- Deutschlandweite Ozonprognose und Darstellung der Istsituation

A.1.3 Beteiligung an Fernerkundungsprogrammen

Im Hinblick auf weltraumgestützte Beobachtungen ist die Bundesrepublik Deutschland Mitglied in der *European Space Agency* (ESA) sowie von EUMETSAT (*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*). Bei EUMETSAT werden die Interessen der Bundesrepublik Deutschland durch den DWD vertreten. Auf diesem Weg erfolgt auch die Beteiligung an der Gestaltung der *Integrated Global Observing Strategy* (IGOS).

A.1.4 Internationaler Datenaustausch und Datenpolitik

Die Daten des DWD werden entsprechend den WMO-Regeln (WMO-Resolution 40) international ausgetauscht. Die vom DWD festgelegten Daten und Produkte für die Unterstützung von WMO-Programmen liegen international somit vor. Daten und Produkte, die über diesen Umfang hinausgehen, werden vom DWD auf Anforderung zur Verfügung gestellt. Die Nutzungsbedingungen werden in diesem Fall entsprechend der nationalen Datenpolitik vertraglich geregelt.

Der DWD hat im Jahre 1999 gemeinsam mit dem japanischen Wetterdienst mit dem Aufbau eines *GCOS Surface Network Monitoring Centres* (GSNMC) begonnen. Ziel ist es, die Verfügbarkeit und Qualität von Klimadaten der GSN-Stationen zu verbessern. Da die internationale Verfügbarkeit von Klimadaten u.a. davon abhängt, dass die zu ihrer Übermittlung verwendeten Formate fehlerfrei sind, wird halbjährlich darüber berichtet, welche formalen Fehler entdeckt wurden. Fehler dieser Art können die Verwendung der übermittelten Klimadaten erschweren, teilweise auch ganz verhindern. Ferner wird über die Qualität der übermittelten monatlichen Niederschlagssumme sowie die der Monatsmitteltemperatur der Luft berichtet. Die so erhobenen Daten werden monatlich an das ICSU Weltdatenzentrum A für Meteorologie (WDC-A) übermittelt und stehen damit über das System der Weltdatenzentren zur Verfügung.

A.1.5 Aktivitäten zur Unterstützung von Entwicklungsländern

Das BMZ ist zuständig für die Planung und Umsetzung der Entwicklungspolitik der Bundesregierung. Seine Aufgaben konzentrieren sich auf folgende Bereiche:

- Mitgestaltung globaler Rahmenbedingungen
- Entwicklung bilateraler und multilateraler Förderstrategien und
- Unterstützung von Entwicklungsprogrammen und -projekten der Partnerländer
- Förderung der entwicklungspolitischen Zusammenarbeit nichtstaatlicher Organisationen

A. 1.2 Nationale Pläne und organisatorische Strukturen

Nationale Pläne im Bereich der meteorologischen Beobachtungen werden vom DWD auf Basis der gesetzlichen Grundlagen entwickelt und fortgeschrieben. Ein nationaler Plan für die Klimaüberwachung liegt nicht vor.

Die Durchführungen der meteorologischen Beobachtungen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland obliegen dem DWD. Dieser ist eine teilrechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) und hat die folgenden, im DWD-Gesetz festgelegten und die systematische Beobachtung betreffenden, Aufgaben:

- kurzfristige und langfristige Erfassung, Überwachung und Bewertung der meteorologischen Prozesse, Struktur und Zusammensetzung der Atmosphäre,
- Erfassung der meteorologischen Wechselwirkung zwischen der Atmosphäre und anderen Bereichen der Umwelt,
- Betrieb der erforderlichen Mess- und Beobachtungssysteme zur Erfüllung der oben genannten Aufgaben und
- Bereithaltung, Archivierung und Dokumentierung meteorologischer Daten und Produkte.

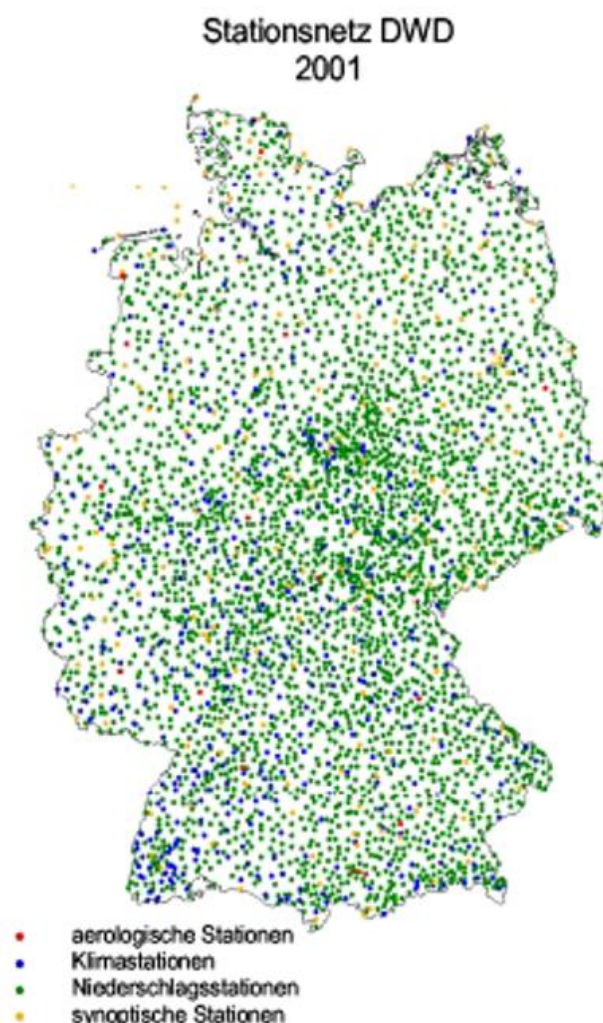


Abb. 1: Die Darstellung zeigt die räumliche Verteilung der zu den verschiedenen Netzen des DWD gehörenden Stationen.

- Erfolgskontrolle und Kontrolle der Mittelverwendung.

Projekte werden auch von der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH betreut, die seit 1975 als Dienstleistungsunternehmen in der internationalen Entwicklungszusammenarbeit tätig ist. Mit mehr als 10.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in über 120 Ländern der Welt ist die GTZ das größte deutsche Unternehmen dieser Art.

Seit 1993 unterstützt die Bundesrepublik Deutschland die Implementierung der Klimarahmenvereinbarung der Vereinten Nationen in Entwicklungsländern. In einer ersten und zweiten Phase hat das deutsche Klimaschutzprogramm *"Measures to implement the UNFCCC"* seine Aktivitäten darauf konzentriert, Entwicklungsländer bei der nationalen Erfassung von GHG Emissionen und GHG Reduzierungsmöglichkeiten zu unterstützen.

Die dritte Phase konzentriert sich nun auf die Implementierung des Kyoto Protokolls.

Die Entwicklungszusammenarbeit der Bundesregierung hat verschiedene Formen. Neben der Technischen Zusammenarbeit, mit der vor allem die GTZ betreut ist, gibt es vor allem die Finanzielle Zusammenarbeit (Deutsche Kreditanstalt für Wiederaufbau), sowie Deutschlands Beiträge an internationale Organisationen (multilaterale Zusammenarbeit).

Dem Deutschen Wetterdienst stehen weder die rechtlichen noch finanziellen Möglichkeiten zur Verfügung, sich an der technischen Zusammenarbeit zu beteiligen. Er kann jedoch über die direkte Zusammenarbeit mit meteorologischen Organisationen in Partnerländern Kenntnisse und Fähigkeiten vermitteln und mithelfen, dass diese ihre nationalen und internationalen Aufgaben besser erfüllen können.

A.1.6 Defizite

Die 10 Prinzipien für die Klimaüberwachung (Kapitel G) werden im DWD grundsätzlich beachtet.

Der Tabelle S1 zu entnehmende Abbau von Niederschlagsstationen im Bereich des DWD wird teilweise durch Nutzung regionaler Niederschlagsmessnetze der Länder sowie radargestützter Messungen des DWD-Radarverbundes kompensiert (s. auch Kapitel B).

Derzeit wird im DWD überlegt, ob herausragenden, klimatologisch wertvollen Stationen ein besonderer Schutzstatus verliehen werden kann.

A.2. NATIONALE PROGRAMME FÜR DIE SYSTEMATISCHE BEOBACHTUNG DER OZEANE

A.2.1 Die rechtlichen Grundlagen

Die Bundesrepublik Deutschland ist gesetzlich zur Durchführung systematischer Beobachtungen der Meeresumwelt verpflichtet. Gemäß Seeaufgabengesetz in der Fassung vom 18.09.1998 hat das BSH Veränderungen der Meeresumwelt zu überwachen, durch naturwissenschaftliche Forschungen die Seeschifffahrt und Seefischerei zu fördern und die nautischen und hydrographischen Dienste wahrzunehmen. Die Verpflichtung zur Erhebung maritimmeteorologischer Beobachtungen ist

u.a. im Gesetz über den Deutschen Wetterdienst vom 11.11.1952 in der Fassung vom 01.01.1999, im Schiffssicherheitsvertrag International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS, von 1974 mit den entsprechenden Amendments und dem Protokoll von 1978 sowie in zahlreichen internationalen Übereinkommen im Rahmen der Weltorganisation für Meteorologie, WMO, und der Zwischenstaatlichen Ozeanographischen Kommission, IOC, verankert.

Darüber hinaus hat die Bundesregierung durch die Beteiligung am Global Ocean Observing System (GOOS) die notwendige Einbindung der Überwachungsaufgabe in internationale Aktivitäten vorgenommen und der Einrichtung des nationalen GOOS – Sekretariats im BSH zugestimmt, das eng mit dem Deutschen GCOS-Sekretariat beim DWD zusammenarbeitet. Viele der im Kapitel C. Ozeanographische Beobachtungen dargestellten Messsysteme sind Bestandteile des nationalen Beitrages zu GOOS.

A.2.2 Nationale Pläne und organisatorische Strukturen

Im nationalen ozeanographischen Bereich wurde das Messnetz MARNET auf der Grundlage eines dem BMVBW vorliegenden Konzeptes entwickelt und aufgebaut. Zur Zeit wird es durch Ausrüstung zweier Stationen in Nord- und Ostsee ergänzt. Voraussichtlich wird die „Nordseeboje III“ zu Beginn des Jahres 2002 in der Nähe der Position der früheren „Forschungsplattform Nordsee“ verankert und in Betrieb genommen, die Station „Arkona Becken“ im 1. Quartal 2002 (Stationsplan s. Kapitel C. Ozeanographische Beobachtungen). Weitere Stationen sind gegenwärtig nicht geplant, lediglich die Einführung neuer Messmethoden und die Verbesserung der messtechnischen Ausrüstung sind im Interesse bestmöglicher Datenqualität und Datenverfügbarkeit vorgesehen. Dabei wird versucht, im Rahmen des „European workshop on fixed monitoring networks in the North Sea region“ (SeaNet) eine Abstimmung zwischen den zuständigen Behörden der europäischen Länder herbeizuführen, in Zusammenarbeit mit der „European Association for the Global Ocean Observing System“ (EuroGOOS). Im Rahmen der internationalen ozeanographischen Datengewinnung auf Handelsschiffen (*Ships of Opportunity Programme*, SOOP), ist das BSH aktiv beteiligt.

Wie im Kapitel A.1.2 bereits dargelegt, ist in Deutschland für die Durchführung der meteorologischen und damit auch für die maritimmeteorologischen Beobachtungen der Deutsche Wetterdienst zuständig. Seine Aufgaben und organisatorische Einbindung sind dort beschrieben.

Zur Gewinnung von maritimmeteorologischen *in situ* Daten in Meeresoberflächennähe nutzt der DWD das nationale System der weltweit operierenden, freiwillig beobachtenden Handels-, Forschungs- und Fischereischiffe. Es ist integriert in das internationale *VOS-Scheme*, das im Rahmen der WMO koordiniert wird und an dessen Aufbau, Unterhalt und Auswertung er maßgebend beteiligt ist.

Im Rahmen von EGOS (*European Group on Ocean Stations*), deren Vorsitz zur Zeit ein Mitarbeiter des DWD innehat, wird der Einsatz von driftenden und verankerten meteorologischen Bojen auf dem Nordatlantik koordiniert. Der Deutsche Wetterdienst, der u.a. Driftbojen für dieses Programm beisteuert, plant die Fortsetzung seiner Beteiligung.

Im deutschen Küstenvorfeld betreibt der DWD maritimmeteorologische Messsysteme, z.T. in Zusammenarbeit mit dem BSH.

Für die maritime Meteorologie unverzichtbar ist die Sondierung der maritimen Atmosphäre bis in größere Höhen. Deshalb hat der DWD eine Reihe von mobilen automatisierten aerologischen Aufstiegsstellen auf Seeschiffen eingerichtet und betei-

ligt sich damit am internationalen *Automated Shipboard Aerological Programme*, ASAP.

Organisatorisch sind die maritimmeteorologischen Aktivitäten im DWD in den Bereich Maritimes Datenmanagement und Klimaüberwachung integriert.

A.2.3 Beteiligung an Fernerkundungsprogrammen

Über die Beteiligung des DWD an Fernerkundungsprogrammen wird in Kapitel A.1.3 berichtet.

Für die Beobachtung der Meeresoberfläche werden die Satelliten der NOAA sowie von EUMETSAT und ESA routinemäßig für die Erfassung von Meereis und Oberflächentemperaturen sowie zum Umweltmonitoring genutzt. Die programmatischen Interessen werden durch Beteiligung an den nationalen Vorbereitungssitzungen und an Tagungen der relevanten ESA- und EUMETSAT-Gremien (s. Kap. A.1.3) sowie in nationalen und internationalen Nutzergruppen vertreten.

A.2.4 Internationaler Datenaustausch und Datenpolitik

Für den vereinfachten und sicheren Austausch operationeller ozeanographischer Daten hat SeaNet ein EU-Projekt „*SeaNet Data Interface*“ (SNDI) beantragt und durchgeführt, das den Austausch zunächst im europäischen Bereich und beschränkt auf 6 Länder gewährleisten soll. Die Datenpolitik bei SeaNet sieht die kostenfreie Nutzung der Messnetz-Daten durch Behörden und Forschungseinrichtungen vor, die kommerzielle Nutzung dagegen ist entsprechend den nationalen Vorschriften des Herkunftslandes der Daten ggf. kostenpflichtig. Ein reduzierter MARNET-Datensatz wird über das GTS der WMO global zur Verfügung gestellt.

Letztlich wird sich im ozeanographischen Bereich die nationale Datenpolitik an GOOS orientieren, das zur uneingeschränkten Freigabe der Beobachtungsdaten tendiert.

Die national erhobenen Daten des *Ship of Opportunity Programme* (SOOP) werden an das *Global Surface Data Centre* abgegeben.

Der maritimmeteorologische internationale Datenaustausch wird in Deutschland durch den DWD wahrgenommen. Das geschieht auf der Grundlage internationaler Vereinbarungen und Verpflichtungen im Rahmen der WMO, z.B. im *VOS-Scheme*, bei dem das GTS der WMO genutzt wird, oder im *Marine Climatological Summaries Scheme*, MCSS. Für die Politik des Austausches und der Abgabe maritim-meteorologischer Daten stellt die Resolution 40, die auf dem 12. Kongress der WMO verabschiedet wurde, eine wichtige Orientierungslinie dar.

A.2.5 Aktivitäten zur Unterstützung von Entwicklungsländern

In zeitlich eng begrenzten Aktionen und zumeist innerhalb von oder in Verbindung mit Entwicklungsprojekten, die vom BMBF oder der EU gefördert werden, wird vom BSH wissenschaftlich/technische Beratung durchgeführt, wenn Interesse am Einsatz und Kauf von ozeanographischen Beobachtungssystemen, die das Produkt der angeführten Projekte sind, von Entwicklungsländern bekundet wird (z.B. China und Indonesien in Verbindung mit den BMBF-Projekten „MERMAID“, „CANVAS“ u.a.). Für weiterführende und umfangreichere Aktivitäten sind zusätzliche Ressourcen erforderlich.

A.2.6 Defizite

Wenn GOOS und EuroGOOS effektive operationelle Instrumente zur Erreichung der definierten Ziele werden sollen, muss den Absichtserklärungen der Länder die Bereitstellung angemessener Finanzmittel folgen. Bereits vorhandene Messnetzkomponenten sind zwar ein willkommener Anfang, können aber angesichts des gewaltigen Datenbedarfs nur die Keimzelle für ein erheblich ausgeweitetes Gesamtsystem sein.

A.3. NATIONALE PROGRAMME ZUR SYSTEMATISCHEN BEOBACHTUNG DER TERRESTRISCHEN KLIMAKOMPONENTEN

A.3.1 Die rechtlichen Grundlagen

A.3.1.1 Landnutzung

Im Jahre 1979 wurde, als eine Aktivität in Folge der KSZE-Schlußakte von 1975, in Genf von damals 34 Mitgliedstaaten der UN-Wirtschaftskommission für Europa (nach den politischen Umstrukturierungen in Europa sind es 1998 nunmehr 43 der insgesamt 55 Mitgliedstaaten) und von der Europäischen Gemeinschaft das "Übereinkommen über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigung" (*Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*, UN/ECE-CLRTAP) unterzeichnet. Es sollte als erstes völkerrechtlich verbindliches Instrument die Probleme der Luftverunreinigungen auf einer weiträumigen Basis angehen. "Neben der Festlegung der allgemeinen Prinzipien für internationale Kooperation zur Bekämpfung der Luftverschmutzung hat es einen Rahmen geschaffen, um Forschung und Politik institutionell zu vereinigen" (UN/ECE 1996). Über seine Ausfüllung befindet ein Exekutivorgan (*Executive Body*), das sich von 3 Arbeitsgruppen und dem *European Monitoring and Evaluation Program* (EMEP)⁵ zuarbeiten lässt. Diese Arbeitsgruppen werden von Sonderarbeitsgruppen mit Experten aus den Mitgliedstaaten unterstützt.

A.3.1.2 Biota

Für den Bereich naturschutzorientierter biotischer Informationen (Artenvielfalt, Verbreitung von Arten) gibt es zur Zeit keine rechtlichen Grundlagen für die Durchführung bundesweiter Beobachtungen. Bei der derzeit laufenden Novellierung des Bundesnaturschutzgesetzes ist vorgesehen, die ökologische Umweltbeobachtung als Aufgabe von Bund und Ländern und die gegenseitige Unterstützung und Abstimmung festzuschreiben. Detaillierte Regelungen über den Inhalt dieser Umweltbeobachtung liegen noch nicht vor. Die Zuständigkeit für Erhebungen im Bereich des Naturschutzes liegt bei den Ländern.

Die EU-Richtlinie 2001/18/EG schreibt eine Überwachung von Freisetzungen und des Inverkehrbringens von gentechnisch veränderten Organismen vor. Dazu sind zur Ermittlung der ökologischen Auswirkungen Daten zum Artenvorkommen und zur Verbreitung von Arten zu erheben. Die entsprechenden Monitoringkonzepte sind zur Zeit in Entwicklung. Es ist aber noch nicht abzusehen, ob hier klimarelevante Informationen erwartet werden können. Die EU-Richtlinie ist bis Oktober 2002 in deutsches Recht umzusetzen (GenTG).

⁵ http://www.unece.org/env/lrtap/conv/lrtap_o.htm

A.3.2 Nationale Pläne und organisatorische Strukturen

A.3.2.1 Landnutzung

Der deutsche Beitrag des *International Co-operative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems* bezieht sich auf mehrere Bausteine.

- UBA: Internationales Kooperativprogramm integrierter Überwachung der Wirkung von Luftschadstoffen auf Ökosysteme (*ICP Integrated Monitoring*)
- Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL): Internationales Kooperativprogramm zur Bewertung der Wirkungen von Luftverunreinigungen und anderen Stressfaktoren auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen und die natürliche Vegetation (*ICP Crops*)
- Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege: Programm zur Untersuchung der Wirkungen auf Materialien, einschließlich historischer und kulturellen Bauwerke (*ICP Materials*)
- BML: Internationales Kooperativprogramm zur Erfassung und Überwachung der Einwirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (*ICP Forest*)
- Internationales Kooperativprogramm zur Beurteilung und Überwachung der Versauerung von Oberflächengewässern (*ICP Freshwater*)

Bei dem *Integrated Monitoring* steht zunächst die Erfassung des Istzustandes von Ökosystemen und dessen Veränderungen unter der Einwirkung anthropogener Schadstoffe im Mittelpunkt. Hierzu werden neben der Ermittlung von Konzentrationen und Depositionen von Luftschadstoffen insbesondere die Wechselwirkungen der aus der Atmosphäre eingetragenen Stoffe mit den verschiedenen Teilkompartimenten der betrachteten Ökosysteme - hier sind z.B. der Boden oder das Grund- und Oberflächenwasser sowie Biota zu nennen - untersucht.

Zur Abgrenzung der durch den Eintrag von anthropogenen Luftverunreinigungen erzeugten ökosystemaren Veränderungen von denen, die durch natürlich auftretende Schwankungen hervorgerufen werden, sind langfristige Beobachtungen von Pflanzen und Tieren (Biomonitoring) sowie die gleichzeitige Erfassung physikalisch-chemischer Umweltfaktoren an der gleichen Messstelle erforderlich. In 27 Staaten Europas und Nordamerikas werden derzeit an 50 Messstellen diese Untersuchungen durchgeführt⁶ Federführend für dieses Programm ist Schweden; das Internationale Programmzentrum befindet sich in *Helsinki, Finnish Environment Institute*. Ein Überblick zu den Metadaten aller beteiligter Länder findet sich unter

http://www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/datatab1.htm.

Deutschland beteiligt sich mit einer Messstelle an dem Programm.

Standort: Bayerischer Wald (Größe: 0,64 km²), Beginn: 1989, bis 1992 als Pilotprogramm, ab 1992 Dauermessprogramm.

Für das Messgelände liegt eine vollständige Kartierung vor, die eine Inventarisierung der vorhandenen Flora und Fauna umfasst. Die Messungen in dem Untersuchungsprogramm mit 90 Unterprogramme pro Jahr enthalten mehr als 10000 gemessenen/beobachteten Parametern. Unterprogramme gliedern sich in Pflichtprogramme und optionale Programme. Sie umfassen neben Klima und Luftchemie auch Untersuchungen zu Böden, Sicker- und Grundwasser, Waldschäden und Vegetation. Die Daten aus dem deutschen Programm werden in den vorgegebenen Datenformaten an die Datenzentrale nach Finnland weitergeleitet. Dort wird ein gemeinsamer

⁶ http://www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/im_map.htm

Bericht erstellt. Jährlich erscheinende internationale Berichte sind unter der folgenden Adresse zur Verfügung:

http://www.vyh.fi/eng/orginfo/publica/electro/fe_427/fe_427.htm

Weitere Informationen dazu unter der Adresse:

http://www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/im.htm

Dort finden sich weitere Angaben zum Manual sowie links zu weiteren Programmen etc.. In der GTOS-Homepage wird auch auf dieses Programm verwiesen.

A.3.2.2 Boden

Für den Bereich Boden werden im Zusammenhang mit der Umsetzung des Bundesbodenschutzgesetzes und der Bodenschutzverordnung von 1999 Bodenuntersuchungen im Bereich des UBA-Luftmessnetzes durchgeführt. An 17 Mess- und Probenahmestellen ist eine Bodenkartierung zur Flächennutzung durchgeführt worden. Es werden neben bodenchemischen und –physikalischen Eigenschaften auch Bodenkenndaten erhoben, die unter anderem die Carbonatgehalte, die Kationenaustauschkapazität, pH-Werte und die organische Substanz bestimmt. Diese Untersuchungen im Bereich des UBA-Luftmessnetzes sind integraler Bestandteil der Untersuchung an den etwa 700 Bodendauerbeobachtungsflächen der Länder. Vorgaben im Hinblick der methodischen Vorgehensweise und des Spektrums der Untersuchungsparameter sind im Zuge der Umsetzung des Bundesbodenschutzgesetzes erarbeitet worden.

A.3.2.3 Biota

Nationale Pläne für eine naturschutzorientierte Umweltbeobachtung bestehen nicht. Auf fachlicher Ebene haben die zuständigen Landesämter und das BfN eine Konzeption für eine naturschutzorientierte Umweltbeobachtung entwickelt. Über die Umsetzung dieser Fachkonzeption ist noch nicht entschieden. Die Länder führen in ihrem Bereich Erhebungen nach eigenen Plänen durch, deren Ergebnisse aber in der Regel nicht auf nationaler Ebene zusammengeführt werden können, weil die Inhalte, Kriterien und Zeitintervalle dieser Erhebungen unterschiedlich ausgelegt sind.

A.3.3 Beteiligung an Fernerkundungsprogrammen

Schwerpunkt des 1985 initiierten EU-Programms mit Namen CORINE – *Coordination de l'Information sur l'Environnement* sind:

- Schutz der Biotope
- Bekämpfung von Luftverschmutzung
- Schutz der Umwelt im Mittelmeerraum.

Auf der Basis von Satellitendaten wird eine Inventur der Bodenbedeckung erstmals für Deutschland 1990 durchgeführt, die sowohl eine Abbildung der natürlichen Bodenbedeckung als auch der durch den Menschen geprägten Landnutzung beinhaltet. Dies wird als CORINE-Land Cover bezeichnet. Das europäische Programm sah eine nationale Erhebung auf der Basis eines abgestimmten "Technical Guide" und die Zusammenführung zu einem europäisch, harmonisierten Datensatz vor.

1991 hat das UBA das Statistische Bundesamt mit der Erhebung für Deutschland beauftragt. Mit Gründung der Europäischen Umweltagentur (EUA) wurde diese Aufgabe im EEA- Projekt *Land Cover – Ecological Monitoring* weiter betrieben.

1995 wurde das *European Topic Centre Land Cover* (ETC/CL) als internationales Koordinierungsgremium bei der EUA gegründet, um das hier eingestellte Projekt *LC- Ecological Monitoring* zu koordinieren. In den Mitgliedsländern der EUA wurden *National Reference Centres* (NRC) eingerichtet, die als nationale Kontaktstelle fungie-

ren. Im Zusammenhang mit der Ersterhebung in Deutschland wirkte das Statistische Bundesamt als NRC Deutschland.

Methodik:

Die international festgeschriebene Nomenklatur nach insgesamt 44 Bodenbedeckungsarten für Europa berücksichtigt neben der Aufteilung in Hauptnutzungsarten, wie bebaute Flächen, landwirtschaftliche Flächen, Wälder und Wasserflächen auch Kategorien von wesentlicher Bedeutung für den Natur- und Landschaftsschutz. Für Deutschland sind 36 Arten relevant. Der Erfassungsmaßstab ist 1:100.000, wobei Flächen ab einer Minimalgröße von 25 ha (500m x 500m) und Linienausprägungen, wie Flüsse, Verkehrswege etc. ab 100 m Breite erfasst wurden. Die Methodik ist ausführlich im "*Technical Guide*" beschreiben und liegt als deutsche Version mit zusätzlichen Digitalisierungshinweisen vor.

EUROSTAT fügte die internationalen Erhebungen im Informationssystem GISCO zusammen. Die Daten sind nach Anforderung über die *EEA – ETC CORINE Land Cover* mit Neugründung der neuen ETCs ab 2001 über das *ETC Terrestrial Environment* erhältlich.

Informationen zu den internationalen Aktivitäten sind einsehbar unter folgender Adresse:

<http://etc.satellus.se/index.htm>

http://etc.satellus.se/the_project/about_etc/index.htm

Für die Ökologischen Flächenstichprobe soll dieser Datensatz genutzt werden.

Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS) der Landesvermessungsämter enthält als topographische Grundlage eine ähnliche Darstellung zur Flächennutzung, allerdings in höherer Auflösung (ab 1:25.000). Wegen vermessungsrelevanter Fragestellungen werden hier herkömmliche Nutzungsklassen definiert, die auf topographischen Grundkarten erwartet werden. Für flächendeckende Fragestellungen in Deutschland bietet ATKIS auch wegen der höheren Auflösung und dem damit verbundenen enormen Daten- und Kostenvolumen keine Alternative.

Planung:

Mit der ersten Fortschreibung der Landnutzungsänderungen gegenüber der Ersterhebung auf der Basis von aktuellen Szenen wurde im Jahr 2000 begonnen. Diese Aktualisierung wird innerhalb eines Gemeinschaftsprojekts der EU/EEA mit den Mitgliedsstaaten durchgeführt. Die gemeinsame Planung mit der EEA sieht vor, dass die Mitgliedstaaten bis Ende 2004 die aktualisierte Aufnahme beenden. So soll auch die deutsche Aktualisierung für die gesamte Fläche Deutschlands in 2004 abgeschlossen sein. Dieses Gemeinschaftsprojekt beinhaltet zwei Teilprojekte:

IMAGE2000: Aktivitäten im Zusammenhang mit der Satellitenbeschaffung und Prozessierung

CLC2000: Aktivitäten im Zusammenhang mit der Interpretation und der Kartierung der Änderung der Bodenbedeckung

Während der Teil I der Aktivitäten im Auftrag der EU/EEA für alle Mitgliedstaaten zentral gesteuert und koordiniert vom Joint Research Centre in Ispra durchgeführt wird, liegt der Teil II (Interpretation und Kartierung der Änderung der Bodenbedeckung) in der Verantwortung der Mitgliedsländer.

Der Aufnahmeschlüssel und die Methodik entsprechend denen der Ersterhebung. Dabei sind Änderungen mit einer Mindestfläche von 5 ha auf der Basis der innerhalb des Projektes IMAGE2000 prozessierten Satellitenszenen und im Vergleich der Daten der Ersterhebung zu detektieren und zu kartieren.

Weitere Informationen dazu unter:

<http://etc.satellus.se/I&CLC2000/download.htm>

A.3.4 Internationaler Datenaustausch und Datenpolitik

A.3.4.1 Boden

Der Datenaustausch mit den Ländern wird durch die Verwaltungsvereinbarung zum Datenaustausch im Umweltbereich (Anhang II 4) geregelt. Dort sind Inhalt und Umfang der Daten festgelegt. (z.B. bodenkundliche Grundlagendaten, Hintergrundwerte, Standortparameter). Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) leistet einen wesentlichen Beitrag zum Aufbau des Bundesinformationssystems, da einzelne Fachinformationssysteme der BGR (z.B. FIS Bodenkunde) wichtiger Informationen zur Verfügung stellen, die für die Arbeit des UBA notwendig sind.

Derzeit ist das Bundes-Bodeninformationssystem im UBA im Aufbau. Mit einer kontinuierlichen Datenlieferung der Länder an den Bund ist erst in den nächsten Jahren zu rechnen.

A.3.4.2 Biota

Informationenslieferungen an die internationale Ebene werden im Rahmen verschiedener internationaler Abkommen und aufgrund von EU-Richtlinien durchgeführt. Hier sind zu nennen:

- FFH-Richtlinie
- Vogelschutzrichtlinie
- Afrikanisch-Eurasisches Wasservogelabkommen (AEWA)
- Regionalabkommen Fledermäuse (EUROBATS)
- Kleinwalabkommen Nord- und Ostsee (ASCOBANS)
- Seehundabkommen für das Wattenmeer
- Ramsarkonvention
- Berner Konvention
- Helsinki-Konvention
- Alpenkonvention

Datenlieferanten sind die Bundesländer, der Bund führt teilweise Zusammenfassungen durch oder erstellt Nationalberichte. Ein einheitliches bundesweites Regelwerk bezüglich der Erfassungsmethoden oder von Messnetzen besteht nicht. Lediglich bei der FFH-Richtlinie und bei der Vogelschutzrichtlinie sind rechtlich bindende Vorschriften vorgegeben, die noch von den Bundesländern unter Mitarbeit des BfN ausgefüllt und standardisiert werden müssen.

A.3.5 Defizite

A.3.5.1 Boden

Ergebnisse der Bodendauerbeobachtungsflächen aus der Vergangenheit weisen eine hohen Grad an Heterogenität auf und sind somit zum Teil nur begrenzt vergleichbar. Aufgrund unzureichender Vorgaben hinsichtlich von Standard in der Vergangenheit zur Ausweisung von Bodendauerbeobachtungsflächen, der Probenahme und der Analytik sind „historische“ Daten nur begrenzt kompatibel. Mit den Verordnungen und Durchführungsbestimmungen zum BBSchG soll dieser Harmonisierungsprozess der Datenerhebung vorangetrieben werden.

A.3.5.2 Biota

Defizite bestehen vor allem bezüglich einer Koordination und Standardisierung biologischer Erhebungen, weshalb bundesweite Übersichten nicht erstellbar sind. Die Überwachung der biologischen Vielfalt, wie sie nach Artikel 7 des Übereinkommens zur Erhaltung der biologischen Vielfalt gefordert wird, ist in Deutschland noch nicht

umgesetzt. Die bestehenden Erhebungen der Länder konzentrieren sich fast ausschließlich auf geschützte, gefährdete und schützenswerte Arten und Lebensräume. Damit können mit diesen Informationen nur Aussagen zu Teilmengen der Artenvielfalt und zu einem geringen Anteil der Landesfläche von Deutschland gemacht werden. Für die Überwachung des Leitprinzips der Nachhaltigkeit und auch für klimarelevante Betrachtungen sind aber Informationen erforderlich, die repräsentative Aussagen zur Gesamtfläche Deutschlands ermöglichen.

B. Meteorologische und atmosphärische Beobachtungen

B.1. ALLGEMEINES

Meteorologische Beobachtungen haben in Europa eine lange Tradition. Schon im Jahre 1780 gründete Karl Theodor, Kurfürst der Pfalz, die *Societas Meteorologica Palatina*, die unter der Obhut ihres Sekretärs Johann Jakob Hemmer vom Ural über Grönland bis Amerika 39 Stationen unterhielt. Die Mess- und Beobachtungsergebnisse wurden um 07, 14 und 21 Uhr mittlerer Ortszeit (Mannheimer Stunden) erhoben und mit der Diplomatenpost nach Mannheim gesandt. Ende des vorigen Jahrhunderts begann die Sammlung klimatologischer Daten durch staatliche Wetterdienste, aber erst seit der Wiedervereinigung im Jahr 1990 werden in Deutschland alle Daten nach einheitlichen Regeln erhoben und aufbereitet. Durch den Einsatz automatischer Stationen konnte die zeitliche Dichte der gemessenen Elemente erheblich erhöht werden, so dass jetzt von Stationen mit automatischer Messwerterfassung Werte im Abstand von Minuten oder 10 Minuten erhoben und archiviert werden. Daneben gibt es bis auf weiteres aber auch noch eine große Anzahl nebenamtliche Klima- und Niederschlagsstationen an denen von Beobachtern täglich bzw. dreimal täglich meteorologische Parameter beobachtet oder gemessen werden.

Die klimatologischen Anforderungen, z.B. an die vom DWD betriebenen Netze, erfuhren stets besondere Beachtung, da die für klimatologische Zwecke benötigten Genauigkeiten zusammen mit einer schnellen Verfügbarkeit sowohl für die Anwendungen im Echtzeitbereich als auch für die der Klimatologen vorteilhaft sind. Daher anerkennt und respektiert auch der DWD die Prinzipien zur Klimaüberwachung (Karl et al., 1995, s. Annex I). Dennoch betreibt der DWD derzeit kein rein klimatologisch ausgerichtetes, hauptamtliches Messnetz mehr.

Im Herbst 1993 wurde im DWD ein nationales GCOS-Sekretariat eingerichtet, das die Koordinierung der nationalen Aktivitäten zur Klimaüberwachung übernommen hat. Ferner überwacht es, gemeinsam mit dem japanischen Wetterdienst, die Verfügbarkeit und Qualität der Meldungen der Stationen des GSN und betreibt hierzu ein *GSN Monitoring Centre* (GSNMC). Der DWD beteiligt sich aktiv am *GCOS Surface Network* (GSN), *GCOS Upper Air Network* (GUAN) und *Global Atmosphere Watch* (GAW).

Einen weiteren Beitrag zu GCOS stellt das ebenfalls vom DWD betriebene Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN, besser bekannt als *Global Precipitation Climatology Centre*, GPCC) dar. Es ist ein deutscher Beitrag zu den internationalen Klimaanalyse- und Klimaforschungsaktivitäten, und eine Komponente des *Global Precipitation Climatology Project* (GPCP), das in das *Global Energy and Water Cycle Experiment* (GEWEX) des *World Climate Research Programme* (WCRP) eingebunden ist.

B.2. BEITRÄGE ZU DEN GCOS NETZWERKEN

Eine Übersicht über die deutschen Beiträge zu GCOS ist in Tabelle 1 dargestellt.

B.2.1 Beiträge zum GCOS Surface Network (GSN)

Für das *GCOS Surface Network* (GSN) wurden in der Bundesrepublik Deutschland 3 Stationen des Deutschen Wetterdienstes ausgewählt:

- Hamburg-Fuhlsbüttel (WMO-Nr. 10147),
- Lindenberg (10393) und
- Hohenpeißenberg (10962).

Weitere Stationen stehen für eine eventuelle regionale Untersetzung und/oder Ergänzung des GSN bereit.

Die Station Hamburg-Fuhlsbüttel ist eine Flugwetterwarte die im Jahre 1891 als Observatorium eingerichtet und sich, seitdem sie 1955 um ca. 270 m nach Westen verlegt wurde, auf dem Gelände des Hamburger Flughafens befindet. 1995 wurde die Station erneut verlegt, diesmal um ca. 700 m nach Südwesten. Der Übergang zu einem teilautomatischen Betrieb erfolgte 1995. Seitdem werden Lufttemperatur in 2 m und 5 cm Höhe sowie die Erdbodentemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Niederschlag und Sonnenscheindauer automatisch erfasst.

Das Meteorologische Observatorium Lindenberg wurde 1905 von Richard Assmann, dem Entdecker der Stratosphäre, gegründet und begann zum gleichen Zeitpunkt mit den Messungen. In den Jahren 1956 und 1971 wurde der Standort der Beobachtungen/Messungen jeweils innerhalb von ca. 200 m verlegt. Der teilautomatische Betrieb begann bereits 1992. Wie in Hamburg-Fuhlsbüttel werden die Lufttemperatur in 2 m und 5 cm Höhe sowie die Erdbodentemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Niederschlag und Sonnenscheindauer automatisch erfasst.

Die Station ist als Nationale Referenzstation vorgesehen. D.h. alle konventionellen Messungen und Beobachtungen werden parallel zur automatischen Datengewinnung fortgesetzt.

Mit den Messungen am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg (Abb. 2) wurde bereits im Jahre 1781 im Rahmen der *Societas Meteorologica Palatina* begonnen. Bis 1932 gab es immer wieder kurze Unterbrechungen in den Beobachtungen. Seit 1932 liegen die Beobachtungen und Messungen ohne Unterbrechung vor. An dieser Station erfolgte der Übergang zu einem teilautomatischen Betrieb 1993. Seitdem werden Lufttemperatur in 2 m und 5 cm Höhe sowie die Erdbodentemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Niederschlag und Sonnenscheindauer automatisch erfasst.

Auch diese Station ist als Nationale Referenzstation vorgesehen. D.h. alle konventionellen Messungen und Beobachtungen werden parallel zur automatischen Datengewinnung fortgesetzt.

Die 10 Prinzipien der Klimaüberwachung werden weitgehend eingehalten. Die folgende Tabelle B.1 spiegelt die Einhaltung der 10 Prinzipien (s. Kapitel G) an den GSN-Stationen wieder (soweit Angaben möglich waren):

#	Hamburg-Fuhlsbüttel	Lindenberg	Hohenpeißenberg
1	k.A.	k.A.	k.A.
2	Nein	ja	Ja
3	k.A.	k.A.	k.A.
4	Ja	ja	ja
5	k.A.	k.A.	k.A.

#	Hamburg-Fuhlsbüttel	Lindenberg	Hohenpeißenberg
6	Ja	ja	ja
7	k.A.	k.A.	k.A.
8	k.A.	k.A.	k.A.
9	k.A.	k.A.	k.A.
10	Ja	ja	Ja

Tabelle B1: Erfüllung der 10 Prinzipien zur Klimaüberwachung für die 3 deutschen GSN-Stationen

Auswirkungen der Einführung neuer Messsysteme und von Änderungen existierender Systeme werden durch Parallelmessungen an ausgewählten Stationen des Messnetzes des DWD geprüft.

Die Erhaltung der Stationen wird auf Grund ihres Status als Flugwetterwarte bzw. meteorologisches Observatorium garantiert.



Abb. 2: Das Meteorologische Observatorium Hohenpeißenberg des DWD

B.2.2 Beiträge zum GCOS Upper Air Network (GUAN)

Für das *GCOS Upper Air Network* (GUAN) wurde eine Station des DWD sowie eine vom AWI betriebene Station ausgewählt:

- Stuttgart-Schnarrenberg (10739),
- Neumayer (89002).

An der Station Stuttgart-Schnarrenberg werden um 00, 12 und 18 Uhr UTC Radiosondenaufstiege mit Höhenwindmessungen durchgeführt. Die Radiosondenaufstiege begannen im Januar 1957. Seit Februar 1995 wird sie GUAN-Station geführt. Kurz nach ihrer Nominierung als GUAN-Station wurde sie jedoch in eine automatische Wetterstation umgewandelt. Dies beinhaltet auch ein System zum automatischen Starten von Radiosonden.

B.2.3 Beiträge zum Global Atmosphere Watch (GAW)

Zum *Global Atmosphere Watch (GAW)* trägt die Bundesrepublik Deutschland mit den folgenden Stationen bei:

- Zugspitze/Hohenpeißenberg, der
- Neumayer-Station (Antarktis, Betreiber AWI) sowie den
- Regionalstationen Schauinsland und Neuglobsow.



Abb. 3: Die GAW-Globalstation Zugspitze.

Die GAW-Globalstation Zugspitze/Hohenpeißenberg besteht aus 2 Plattformen: die eine befindet sich in der Umweltforschungsstation Zugspitze, die andere im Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg des DWD.

Meteorologische und luftchemische Messungen haben am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg eine lange Tradition. Seit 1781 werden hier ununterbrochen meteorologische Beobachtungen durchgeführt. 1967 lief das inzwischen umfangreiche Ozon-Messprogramm an. 1994 wurde mit dem Aufbau der GAW-Station begonnen und das Messprogramm des Observatoriums erheblich ausgeweitet. Entsprechend den GAW-Anforderungen für eine Globalstation werden verschiedene reaktive Spurengase, physikalische und chemische Eigenschaften des Aerosols, Inhaltsstoffe des Niederschlags, sowie eine Reihe von Hilfsgrößen für die Interpretation der luftchemischen Daten gemessen.

Auf der Zugspitze (Abb. 3) wird die Globalstation in Kooperation von Umweltbundesamt und Deutschem Wetterdienst betrieben. Der DWD misst dort meteorologische Komponenten, Aerosolkonzentrationen und verschiedene Radionuklide; das Umweltbundesamt reaktive und klimawirksame Spurengase sowie Aerosol- und Niederschlagschemie. Das Umweltbundesamt betreibt darüber hinaus zwei GAW-Regionalstationen (Schauinsland und Neuglobsow), an denen ebenfalls klimarelevante Spurengase gemessen werden. Die Globalstation Zugspitze/Hohenpeißenberg

pfllegt eine enge Abstimmung und Kooperation mit den Observatorien auf dem hohen Sonnblick in Österreich und dem Jungfraujoch in der Schweiz. Die nächsten Nachbarstationen liegen im Osten in Tibet, im Norden am Polarkreis, im Westen auf den Irischen Inseln und im Süden auf den Kanaren. Einzigartig für das GAW-Netz ist die Messung der Konzentrationen in der freien Troposphäre im dicht besiedelten und vergleichsweise hoch industrialisierten Gebiet.

Die GAW-Station Zugspitze/Hohenpeißenberg erfüllt die 10 Prinzipien für die Klimaüberwachung (s. Kap. G) zum überwiegenden Teil.

B.3. ANDERE BEOBACHTUNGSNETZE FÜR METEOROLOGIE UND ZUSAMMENSETZUNG DER ATMOSPHÄRE

Neben den Stationen in den globalen Beobachtungsnetzen (GAW; GUAN; GSN) werden vom DWD mehrere nationale Stationsnetze betrieben, in denen routinemäßig meteorologische Daten aus dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland erhoben werden. Die Daten werden Maßnahmen der Qualitätssicherung unterzogen und als Zeitreihen in einer Klimadatenbank archiviert. Die Zeitreihen beginnen meistens in den 40iger Jahren des 20. Jahrhunderts, gehen vereinzelt aber auch bis in das 19. und 18. Jahrhundert zurück.

Im Deutschen Wetterdienst werden seit Mitte der siebziger Jahre alle meteorologischen Daten, die von den Stationsnetzen des Deutschen Wetterdienstes beobachtet werden, routinemäßig auf EDV - Datenträger gebracht, einer Qualitätskontrolle unterzogen und archiviert. Zusätzlich wurden Daten, die davor erhoben wurden und z.T. in Form von Tabellen oder (seit den fünfziger Jahren) auf Lochkarten vorlagen, erfasst, in einheitlicher Form auf Magnetbändern archiviert und später in die Klimadatenbank eingebracht.

Die Daten im Bereich des Meteorologischen Dienstes der ehemaligen DDR wurden bis 1990 in ähnlicher Weise - wenn auch im einzelnen durchaus unterschiedlich - aufbereitet und in einem entsprechenden Datenarchiv (EMDS = Einheitlicher Meteorologischer Datenspeicher) zusammengetragen. Dieses Datenarchiv wurde so weit wie möglich in die Klimadatenbank des Deutschen Wetterdienstes integriert. Die Zusammenführung der Archive wurde 1992 abgeschlossen. Aus der unterschiedlichen Datenaufbereitung in den alten und neuen Bundesländern vor 1990 resultieren formale und inhaltliche Unterschiede in den Daten.

Seit 1997 werden aktuelle Klimadaten in ein relationales Datenbanksystem - die MIRAKEL-Datenbank -eingebracht. Die Migration des Datenarchivs nach MIRAKEL ist weitgehend abgeschlossen, so dass jetzt die hier beschriebenen Klimadaten in einem relationalen Datenbanksystem archiviert sind und so sehr viel besser genutzt werden können.

Die gesamte Klimadatenbank wird in Datenkollektive unterteilt, die im wesentlichen durch die Zusammenstellung der Elemente und die zeitliche Datendichte definiert sind. Als Quelle für die Datenkollektive dienen die Stationsnetze des Deutschen Wetterdienstes (Zahlen: Stand 2000):

- ca. 230 synoptisch-klimatologische Meldestellen ("Wetterstationen") mit Fachpersonal als Beobachter und/oder als automatische Stationen.
- ca. 530 Klimastationen mit einem umfassenden Messprogramm durch Laienbeobachter

- ca. 3500 Niederschlagsstationen mit einem eingeschränkten Messprogramm durch Laienbeobachter
- ca. 260 Stationen mit Messungen der Erdbodentemperatur
- zusätzlich Auswertungen von analogen Registrierungen an ausgewählten Stationen bzw. stündliche Werte an Automaten (Wind, Temperatur, Feuchte und Sonnenscheindauer)
- ca. 230 automatische Stationen für 10 - Minuten – Werte (davon ca. 50 nur für Windparameter)
- ca. 20 aerologische Stationen (davon 12 mit einem vollständigen Messprogramm)

Ca. 130 synoptische Meldestellen sind gleichzeitig Klimastationen (synoptisch-klimatologische Meldestellen) und alle Klimastationen sind gleichzeitig Niederschlagsstationen. Die Auswertungen der analogen Registrierungen wurden inzwischen fast ausschließlich durch die Berechnung von Stundenwerten aus den 10-Minutenwerten automatischer Stationen ersetzt.

Informationen über die Beobachtungsstationen in den einzelnen Messnetzen werden ebenfalls in der MIRAKEL-Datenbank verwaltet und können über das Internet abgefragt werden.

Details sind in den Tabellen S1 und S3 zusammengestellt. Die Tabellen S2 und S4 listen die im DWD vorhandenen homogenen Zeitreihen auf.

Der DWD beteiligt sich an weiteren globalen Messnetzen. Das Meteorologische Observatorium Lindenberg ist integriert in das BSRN (*Baseline Surface Radiation Network*)⁷ und liefert damit einen Beitrag zur globalen Überwachung der atmosphärischen Strahlungsbedingungen. Weiterhin wird das Meteorologische Observatorium



Abb. 4: Messsystem Troposphärenwindprofiler/RASS "LAP-16000" am Meteorologischen Observatorium Lindenberg (DWD).

zu einer Referenzstation des Projektes GVaP ausgebaut (*GEWEX-Global Water Vapor Project* des WCRP).

Die in Tab. S. 3 aufgeführten Messsysteme "Vertikalsondierer" sind Windprofiler-RADAR-Anlagen mit einer radioakustischen Komponente (RASS). Die Systeme ermöglichen ein zeitlich und räumlich hochaufgelöstes Monitoring der Profile des Windvektors und der virtuellen Temperatur in einem Höhenbereich von ca. 0,5 bis maximal 18 km. Ein Prototyp dieser Anlagen ist seit Juli 1996 am Meteorologischen Observatorium Lindenberg im quasioperationellen Routineeinsatz (Abb. 4). In der folgenden Tabelle B2 sind die wesentlichen Charakteristika dieses 482-MHz-Windprofilers und des 482-MHz-BRAGG-RASS sowie der Messdaten (Windvektor und virtuelle Temperaturprofile) zusammengefasst.

	482 MHz WPR	482 MHz Bragg-RASS
Betriebsfrequenz	482.0078 MHz	1000 - 1150 MHz
Spitzenleistung	16 kW	4 x 20 W
Effektive Antennenfläche	140 m ²	2,5 m ²
Antennengewinn (On-axis gain above isotropic)	35 dBi	25 dBi
Halbwertsbreite (One-way-half power)	3°	etwa 12°
Anzahl der Strahlrichtungen	max.: 5	4 x 1
Neigungswinkel	75°	-
Vertikale Auflösung	250 ... 500 m	250 m
Vertikale Reichweite	Low Mode (250 m): 0.5 - 8 km High Mode (500 m): 3 - 18 km	0,5 - 4 km
Mittlungsintervall	25 min	5 min

Tabelle B2: Charakteristika des Fernerkundungssystems für Wind- und Temperaturprofile (482 MHz Wind Profiler Radar (WPR) ergänzt mit einem Radio-Acoustic Sounding System (RASS)).

Der DWD plant im Rahmen des Projektes "Messnetz 2000" die Ergänzung des operationellen Radiosondennetzes mit drei 482-MHz-Windprofiler/RASS-Anlagen. Damit wird zusammen mit der bereits vorhandenen Messanlage am Meteorologischen Observatorium Lindenberg an 4 ausgewählten Standorten in Deutschland ein operationell verfügbares hochaufgelöstes Monitoring der vertikalen Wind- und Temperaturverteilung ermöglicht.

Der Aufbau dieses DWD-Fernerkundungsnetzes ist im Zeitraum 2002-2004 geplant. Als Standorte sind neben Lindenberg 2 Anlagen im norddeutschen und 1 Anlage im süddeutschen Raum vorgesehen

Wie in Tabelle S1 aufgeführt, betreibt der DWD ein Wetterradarverbundnetz mit 16 Standorten. Im Rahmen des von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) finanziell unterstützten Projektes "RADOLAN" sollen ab 2003 operationell stündliche Niederschlagsdaten mit 1 km² Auflösung bereitgestellt werden. Derzeit wird das Routineverfahren zur Online-Aneicherung der Radarniederschlagsdaten mit Hilfe von automatischen Bodenniederschlagsstationen entwickelt. Rohdaten der Radarreflekti-

⁷ <http://bsrn.ethz.ch/>

vität liegen von einigen Standorten bereits seit 1991 vor, eine flächendeckende Abdeckung Deutschlands ist aber erst seit 2001 gegeben. Weitere Informationen können dem KLIS des DWD im Internet entnommen werden.

Aus Deutschland trägt auch das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung⁸ (AWI) zur globalen Klimaüberwachung atmosphärischer und ozeanografischer Variablen bei. Es betreibt dazu 2 Stationen in polnahen Gebieten: Koldewey-Station in Ny Ålesund auf Spitzbergen und die Neumayer-Station auf dem Ekström-Schelfeis in der Atka-Bucht, nordöstliches Weddell-Meer in der Antarktis. Hinzu kommt das Forschungsschiff "Polarstern", das als das Forschungs- und Versorgungsschiff das wichtigste Werkzeug der deutschen Polarforschung ist (s. auch Kapitel C).

Die erste "Georg von Neumayer"-Station in der Antarktis wurde 1981 auf dem Ekström-Schelfeis als wissenschaftliches Observatorium für Geophysik, Meteorologie und Luftchemie sowie als logistische Basis für Sommerexpeditionen errichtet. Der Namensgeber der Station, Georg von Neumayer, war ein bedeutender Förderer der deutschen Südpolarforschung. Eisbewegung und Schneelast machten Anfang der neunziger Jahre einen Neubau des Stationsgebäudes notwendig. Im März 1992 wurde, nur zehn Kilometer vom ursprünglichen Standort entfernt, die Neumayer-Station fertiggestellt. Das Forschungs- und Meßprogramm der Station wurde seitdem ständig erweitert und schließt auch die Erfassung des atmosphärischen Ozons ein (Abb. 5). Die luftchemischen Messungen von Neumayer werden in Zusammenarbeit mit dem DWD, dem Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg und der Universität Mainz durchgeführt⁹. Die Neumayer-Station trägt zum GUAN und GAW bei.

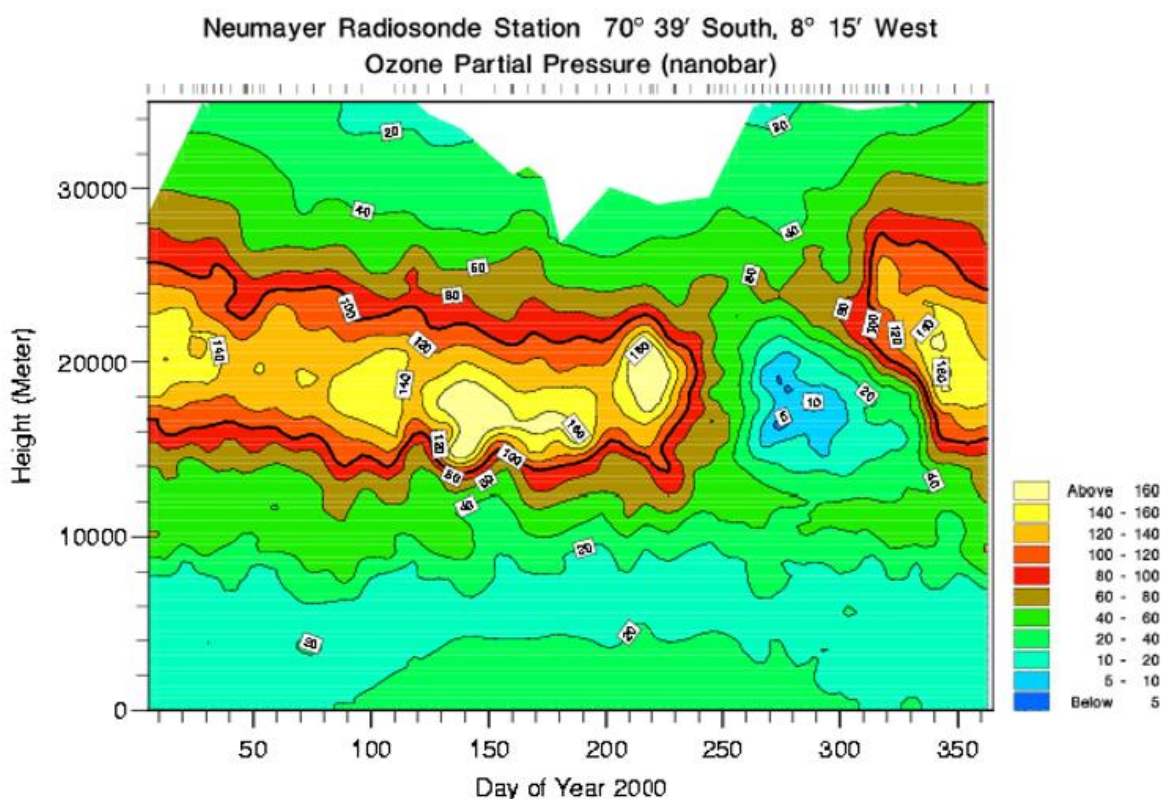


Abb. 5: Jahresgang der Ozonkonzentration über der Neumayer-Station

⁸ <http://www.awi-potsdam.de/www-pot/index-d.html>

⁹ <http://www.awi-bremerhaven.de/GPH/SPUSO.html>



Abb. 6: Start einer Radiosonde an der Neumayer Station.

Seit 1988 arbeiten Wissenschaftler des Alfred-Wegener-Instituts in Ny-Ålesund. Im August 1991 wurde hier die deutsche Forschungsstation "Koldewey" eingeweiht. Die Station bietet Forschungsmöglichkeiten für Wissenschaftler aus den Bereichen Biologie, Chemie, sowie Geo- und Atmosphärenphysik. Seit 1992 gehört die Koldewey-Station zum "Network for Detection of Stratospheric Change" (NDSC), einem globalen Netzwerk, das langfristige Veränderungen in der Stratosphäre erfasst. Sie liefert wichtige Langzeitbeobachtungen, die für ein besseres Verständnis der chemischen und physikalischen Vorgänge erforderlich sind. Das stratosphärische Messprogramm führt das AWI in Kooperation mit der Universität Bremen und dem Norwegischen Institut für Luftforschung (NILU) durch. Die an der Station gemessenen meteorologischen und aerologischen Daten werden regelmäßig der WMO gemeldet.

Alle Daten sind innerhalb des „Meteorologischen Informationssystems des Alfred-Wegener-Instituts“ (MISAWI) validiert, postprozessiert sowie archiviert¹⁰. Die Messungen in Ny-Ålesund erfolgen in enger Zusammenarbeit mit dem norwegischen Wetterdienst sowie dem NORSK POLARINSTITUUT. Die Strahlungsmessungen erfolgen im Rahmen des BSRN des WCRP.

Die beiden Stationen des AWI sind in den Tabellen S1, S3 und S5 berücksichtigt.

B.4. DIE REORGANISATION DES BODENMESSNETZES DES DWD (PROJEKT MESSNETZ 2000)¹¹

Der DWD beabsichtigt, bis etwa zum Jahr 2007 das haupt- und nebenamtliche Bodenmessnetz zu reorganisieren und zu modernisieren.

Ziel ist ein Nationales Basismessnetz (NABAM), das gemeinsam vom zivilen staatlichen Wetterdienst und dem militärischen Wetterdienst unter Einbeziehung ehrenamtlicher Stationen nach einheitlichen Prinzipien und einer abgestimmten Netzkonfiguration betrieben wird.

Gründe für die Netzreorganisation:

Die zunehmenden Anforderungen an die Mess- und Beobachtungsnetze hinsichtlich der Versorgung numerischer Modelle, der Auskunfts- und Gutachtentätigkeit, der Klimaüberwachung, der Versorgung des operationellen Warn- und Vorhersagedienstes und der Versorgung von Kunden mit Mess- und Beobachtungsdaten können mit den vorhandenen Netzen nicht mehr in der geforderten Quantität und Qualität und mit hoher ökonomischer Effektivität erfüllt werden.

Defizite im hauptamtlichen Netz:

- An den Stationen des zivilen und militärischen Wetterdienstes sind mehrere unterschiedliche automatische bzw. teilautomatische bzw. manuelle Datenerfassungs- und Übertragungssysteme im Einsatz; Unterschiede in Hard- und

¹⁰ <http://www.awi-bremerhaven.de/MET/>

¹¹ Weitere Informationen über das Projekt „Messnetz 2000“ sind auf der Home Page des DWD zu finden: <http://www.dwd.de/general/projects/mn2000/mn2000.html>

UND MIT HOHER ÖKONOMISCHER EFFEKTIVITÄT ERFÜLLT WERDEN .

Defizite im hauptamtlichen Netz :

An den Stationen des zivilen und militärischen Wetterdienstes sind mehrere unterschiedliche automatische bzw. teilautomatische bzw. manuelle Datenerfassungs - und Übertragungssysteme im Einsatz ; Unterschiede in Hard- und

¹⁰ <http://www.awi-bremerhaven.de/MET/>

¹¹ Weitere Informationen über das Projekt „Messnetz 2000“ sind auf der Home Page des DWD zu finden : <http://www.dwd.de/general/projects/mn2000/mn2000.html>

Software und instrumenteller Ausstattung. Die technische Ausstattung ist z.T. veraltet.

- Es gibt Unterschiede in der Methodik der Datengewinnung im zivilen und militärischen Wetterdienst.
- Nicht von allen Stationen liegen zeitlich hochaufgelöste Daten vor.
- Es gibt unterschiedliche Datenübertragungswege (teils automatisiert, teils manuell).
- Die Möglichkeiten der Automation der Datengewinnung sind noch nicht voll ausgeschöpft.
- Der Anteil bemannter Stationen (3 bis 6 Beobachter) ist sehr hoch und damit der Betrieb des Netzes außerordentlich kostenaufwändig.

Defizite im nebenamtlichen Netz:

- Die Datengewinnung erfolgt ausschließlich konventionell (manuell). Dadurch ist auch eine relativ hohe Fehlerquote gegeben.
- Die Datenübertragung erfolgt ausschließlich off line; zum geringen Teil über elektronische Datenträger, zum größten Teil über Tabellen (Papier).
- Eine real time Nutzung der Daten ist nicht möglich.
- Die Daten werden nur zu den 3 Klimaterminen 06:30, 13:30 und 20:30 UTC gewonnen; hochaufgelöste Daten liegen nicht vor.
- Die Gewinnung ehrenamtlicher Beobachter gestaltet sich zunehmend schwieriger.

Defizite in der Datenaufbereitung:

- Wegen der unterschiedlichen Übertragungswege und des hohen manuellen Anteils ergibt sich ein unvermeidbar hoher manueller Arbeitsaufwand bei der Datenprüfung und -bereitstellung für Folgeroutinen.
- Die non real time Produkte stehen z.T. sehr spät zu Verfügung.

Mit der Reorganisation soll erreicht werden:

- Real time bzw. quasi real time Verfügbarkeit von hochwertigen, nach einheitlichen methodischen Grundsätzen gewonnen Datensätzen und daraus abgeleiteter Produkte in hoher zeitlicher und räumlicher Dichte für operationelle und nicht operationelle Anwendungen.
- Alle haupt- und nebenamtlichen Stationen des zivilen und die Stationen des militärischen Wetterdienstes (NABAM) arbeiten nach einer einheitlichen Methodik, die technische Ausrüstung (Informationstechnik und Messtechnik) ist identisch bzw. kompatibel.
- In das NABAM sind nebenamtliche Klima-, Niederschlags- und Windmessstationen einbezogen. Dadurch wird eine deutliche räumliche Verdichtung real time verfügbarer Daten erreicht.
- Alle Stationen setzen die zeitlich hochaufgelösten Daten real time bzw. quasi real time an die Zentrale ab. Es werden dabei die modernsten on line Datenübertragungsverfahren angewandt – frühere Verfügbarkeit für nicht operationelle Anwendungen.
- Es kommen moderne, weitestgehend automatisierte Datenprüfverfahren für alle Stationen des NABAN zur Anwendung – qualitative Verbesserung der Klimadatenbasis.
- Die Netzkonfiguration des zivilen und militärischen Wetterdienstes ist aufeinander abgestimmt.

- Alle Möglichkeiten der Automation der Messungen und der Augenbeobachtungen werden entsprechend dem neuesten Stand der Technik ausgeschöpft – Personaleinsparung.
- Wesentliche Erhöhung der ökonomischen Effektivität des Netzbetriebes durch o.g. Automation wesentlicher Komponenten der Datengewinnung und Datenprüfung.

B.5. GRUNDLAGEN DER METEOROLOGISCHEN UND ATMOSPHERISCHEN BEOBACHTUNGEN

Meteorologische Beobachtungen werden für die gesamte Fläche der Bundesrepublik Deutschland vom Deutschen Wetterdienst (DWD), dem nationalen meteorologischen Dienst, durchgeführt. Grundlage für die Arbeiten des DWD bildet das Gesetz über den Deutschen Wetterdienst (DWD-Gesetz). Darin werden u.a. folgende Aufgaben des DWD formuliert:

1. die Erbringung meteorologischer Dienstleistungen für die Allgemeinheit oder einzelne Kunden und Nutzer, insbesondere auf den Gebieten des Verkehrs, der gewerblichen Wirtschaft, der Land- und Forstwirtschaft, des Bauwesens, des Gesundheitswesens, der Wasserwirtschaft, des Umwelt- und Naturschutzes und der Wissenschaft,
2. die meteorologische Sicherung der Luft- und Seefahrt,
3. die Herausgabe von Warnungen über Wettererscheinungen, die zu einer Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung führen können,
4. die kurzfristige und langfristige Erfassung, Überwachung und Bewertung der meteorologischen Prozesse, Struktur und Zusammensetzung der Atmosphäre,
5. die Erfassung der meteorologischen Wechselwirkung zwischen der Atmosphäre und anderen Bereichen der Umwelt,
6. die Vorhersage der meteorologischen Vorgänge,
7. die Überwachung der Atmosphäre auf radioaktive Spurenstoffe und die Vorhersage deren Verfrachtung,
8. der Betrieb der erforderlichen Mess- und Beobachtungssysteme zur Erfüllung der unter den Nummern 1 bis 7 genannten Aufgaben und
9. die Bereithaltung, Archivierung und Dokumentierung meteorologischer Daten und Produkte.

B.6. DATENAUSTAUSCH UND DATENPOLITIK

Als nationaler meteorologische Dienst der Bundesrepublik Deutschland nimmt der DWD an der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Meteorologie teil und erfüllt die sich daraus ergebenden Verpflichtungen. So werden z.B. auch die Daten der oben genannten Stationen international ausgetauscht. Metadaten und historische Daten der Stationen wurden den zuständigen Datenzentren übermittelt.

B.7. QUALITÄTSSICHERUNG

Der DWD führt für alle gemessenen und beobachteten Variablen Verfahren zur Qualitätssicherung durch, die je nach Variable und Datenkollektiv unterschiedlich ausgeprägt sind.

Es ist seine Aufgabe die erhobenen Daten für zukünftige Anwendungen sicher aufzubewahren und zugänglich zu machen. Daher werden alle erhobenen Daten und die sie beschreibenden Metadaten in einer relationalen Datenbank abgelegt, um den Zugriff weiter zu optimieren und sowohl die Nutzungsmöglichkeiten als auch die Qualitätssicherung weiter zu verbessern. In der Datenbank sind Kennzahlen abgelegt, die beschreiben, welche Maßnahmen der Qualitätssicherung angewendet wurden und mit Hilfe von Qualitätsbytes wird beschrieben, welchen Qualitätsstatus einzelne Elemente haben.

Problematisch ist die Beschreibung der Qualität von Daten, die vor der Einführung automatisierter Verfahren der Qualitätskontrolle erhoben wurden. Bei diesen historischen Daten wurden in der Regel zwar manuelle Verfahren der Qualitätssicherung angewendet, es ist aber eine noch ausstehende Aufgabe, auch die historischen Daten einer einheitlichen Qualitätssicherung zu unterziehen.

Nicht klimatologische Störungen in den Messreihen, die insbesondere durch Veränderungen in den Mess- und Auswertungsverfahren, Veränderungen in der Stationsumgebung sowie durch Stationsverlegungen entstehen, werden mit Hilfe von Homogenitätstests bestimmt. Soweit möglich, werden die Stationsreihen auf die neuesten Mess- und Standortbedingungen homogenisiert.

Für die beiden langen Reihen vom Hohenpeißenberg und von Hamburg wurde bereits eine Vielzahl monatlicher Kenngrößen homogenisiert. Hierzu gehören insbesondere mittlere Tagesmitteltemperatur, mittleres tägliches Temperaturmaximum und -minimum, Niederschlagssumme sowie die Anzahl der Tage, die bestimmte Schwellenwerte überschreiten (Frosttage, Sommertage, Tage mit mindestens 1 mm Niederschlag usw.). Entsprechende homogenisierte Zeitreihen liegen vor (Tabelle S2). Für die Station Lindenberg ist eine analoge Homogenisierung geplant.

Im DWD liegen von einer Vielzahl von Stationen sehr lange Beobachtungsreihen vor. Hierzu zählen auch die in Tabelle S2 erwähnten 19 Stationen. Neben den hier genannten, zu GSN, GUAN oder GAW beitragenden Stationen zählen weitere von denen lange Beobachtungsreihen bodennaher und aerologischer Größen vorliegen. Die dem somit DWD zur Verfügung stehenden langen Zeitreihen meteorologischer Beobachtungen und Messungen stellen - zumindest auf nationaler Ebene - ein einmaliges Kulturerbe dar und sind daher besonders schützenswert.

Die Tabelle 1 gibt eine kurze Übersicht über die Anzahl der Stationen, mit denen die Bundesrepublik Deutschland zu globalen Netzwerken für die Klimaüberwachung beiträgt.

Tabelle 1. Beitrag zu den globalen Klimabeobachtungssystemen

	GSN	GUAN	GAW	BSRN*
Für wie viele Stationen ist der Vertragsstaat verantwortlich?	3	1	4	3
Wie viele dieser Stationen sind derzeit im Betrieb?	3	1	4	3
Wie viele werden nach den GCOS Standards betrieben?	3	1	4	3
Wie viele werden in 2005 voraussichtlich in Betrieb sein?	3	1	4	3
Wie viele liefern Daten an internationale Datenzentren?	3	1	3	3

*Basic Surface Radiation Network des WCRP

Tabelle S1. Bodennahe atmosphärische Beobachtungssysteme für Klima

Systeme	Klima Parameter (z.B. Temp. Niederschlag, andere)	Gesamtzahl der Stationen ¹²	Zur Charakterisierung des nationalen/regionalen Klimas angemessen?			Zeitreihen			Adequate Qualitätskontrolle?			Verfügbare Metadaten Totale # Stationen (%digitalisiert)	Kontinuität # der in 2005 voraus. Betriebenen Stationen/Plattformen
			(bitte eine Box ankreuzen)			# Stationen/Plattformen (# Daten digitalisiert)			(bitte eine Box ankreuzen)				
			vollständig	teilweise	nicht	30-50J	50-100J	>100J	vollständig	teilweise	nicht		
Stationen, die für die nationale Klimaüberwachung sinnvoll sind	Luftdruck	191		X		10	69	0	X			191 (100%)	197
	Bedeckungsgrad/Wolkenhöhe, -art	628		X		122	266	12	X			628 (100%)	502 ¹³
	Feuchte	628		X		122	266	12	X			628 (100%)	502
	Niederschlag (flüssig)	4022		X		1145	2565	60	X			4022 (100%)	2100
	Niederschlag (fest)			X		122	266	12	X				
	Niederschlag (Radar)	16	X			0	0	0		X		16 (100%)	16
	Globalstrahlung (Satellitenmessung)	Raster, METEOSAT-Auflösung	X			0	0	0	X			(100%)	Ja
	Globalstrahlung	44 ¹⁵	X			11	2	0	X			44 (0%)	32 ¹⁵
	Diffuse Sonnenstrahlung	30		X		4	1	0	X			30 (0%)	32 ¹⁵
	Wärmestrahlung der Atmosphäre	13		X		0	0	0	X			13 (0%)	13
	Sonnenscheindauer	380		X		666	132	4	X			380 (100%)	502
	Temperatur (2 m)	628 ¹⁴		X		122	266	12	X			628 (100%)	502
	Sichtweite	628		X		122	266	12	X			628 (100%)	502
	Windgeschwindigkeit und -richtung	298		X		89	18	2	X			298 (100%)	292
	International verbreitete Stationsmeldungen	Luftdruck	191				10	69	0	X			
Bedeckungsgrad/Wolkenhöhe, -art		147				10	69	0	X				197 ¹³
Feuchte		191				10	69	0	X				197
Niederschlag (flüssig)		189				10	69	0	X				195
Niederschlag (fest)													
Globalstrahlung		44				11	2	0	X				32
diffuse Sonnenstrahlung		30				4	1	0	X				32

¹² Einschließlich 19 Stationen der Bundeswehr (künftige NABAM-Stationen) sowie den Stationen Ny Ålesund und Neumayer des AWI.

¹³ Davon 85 Stationen nur automatisiert

¹⁴ Plus 16 synoptische Stationen, deren Daten weder geprüft noch archiviert werden!

¹⁵ Plus etwa 120 Stationen, die mit dem SCAPP (Scanning Pyrheliometer Pyranometer) ausgerüstet werden sollen. Diese sollen zur Lückenschließung vor allem für Anwender dienen. Wegen des größeren Meßfehlers (> 5%) sind diese Daten nur bedingt für klimatologische Zwecke geeignet.

¹⁶ Davon ca. 50 Stationen nur automatisiert

Systeme	Klima Parameter (z.B. Temp. Niederschlag, andere)	Gesamtzahl der Stationen ¹⁾	Zur Charakterisierung des nationalen/regionalen Klimas angemessen?			Zeitreihen			Adäquate Qualitätskontrolle?			Verfügbare Metadaten Totale # Stationen (%digitalisiert)	Kontinuität # der in 2005 voraus. Betriebenen Stationen/Plattformen
			(bitte eine Box ankreuzen)			# Stationen/Plattformen (# Daten digitalisiert)			(bitte eine Box ankreuzen)				
			vollständig	teilweise	nicht	30-50J	50-100J	>100J	vollständig	teilweise	nicht		
	Wärmestrahlung der Atmosphäre	4				0	0	0	X				13
	Sonnenscheindauer	172				10	69	0	X				197
	Temperatur (2 m)	191				10	69	0	X				197
	Sichtweite	191				10	69	0	X				197
	Windgeschwindigkeit und -richtung	191				10	69	0	X				197
Stationen, die CLIMAT melden		119							X				196
Reference Climate Stations (RCS)		3				0	0	3	X				3

Tabelle S2. Verfügbare homogene Datensätze für bodennahe meteorologische Beobachtungen.

Name des Datensatzes	Klimaparameter	# Stationen oder Gitterweite und Region	Zeitraum	Referenzen
HOMDAT	Temperatur (mittleres tägliches Maximum, Mittel und Minimum), Niederschlag (monatliche Summe), Wasserdampfdruck (monatliches Mittel); 21 abgeleitete Parameter (Anzahl der Tage, die gewisse Bedingungen erfüllen (z. B. Frosttage))	19	Variabel, Beginn zwischen 1870 and 1912, Ende frühestens 1980, 15 heute noch in Betrieb	Deutscher Wetterdienst Gerhard.mueller-westemeier@dwd.de
Globalstrahlung	Globalstrahlung (Satellitenmessung)	~8 km, Deutschland	04/1985 - fortlaufend	http://www.dwd.de/research/satmet/global/index.html
3-stündige synoptische Bodenbeobachtung	Luftdruck, Bedeckungsgrad/Wolkenhöhe/-art, Feuchte, Temperatur (2m), Sichtweite, Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Wettererscheinungen, Wetterverlauf	Neumayer Antarktis (70° 39' Süd, 8° 15' West)	ab 1981	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/Neumayer/lobse.html gkoenig@awi-bremerhaven.de
Strahlungsbilanzmessungen	10-Minuten-Mittel von Global, Reflex, Gegen, Aus, Luftdruck, Feuchte, Temperatur (2m, 10m), Windgeschwindigkeit und Windrichtung (2m, 10m)	Neumayer Antarktis (70° 39' Süd, 8° 15' West)	ab 1982	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/Neumayer/radiation.html gkoenig@awi-bremerhaven.de
Baseline Surface Radiation Measurements	5-Minuten-Mittel von Global, Reflex, Gegen, Aus, RG8, OG1, UV integral, UV-Spektral, Sonnenfotometrie, Luftdruck, Feuchte, Temperatur (2m, 10m), Windgeschwindigkeit und Windrichtung (2m, 10m)	Neumayer Antarktis (70° 39' Süd, 8° 15' West)	ab 1992	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/Neumayer/radiation.html gkoenig@awi-bremerhaven.de
Baseline Surface Radiation Measurements	5-Minuten-Mittel von Global, Reflex, Gegen, Aus, RG8, OG1, UV integral, UV-Spektral, Sonnenfotometrie, Luftdruck, Feuchte, Temperatur (2m, 10m), Windgeschwindigkeit und Windrichtung (2m, 10m)	Ny Alesund Spitzbergen (78° 55' Nord, 11° 55' Ost)	ab 1992	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/NyAlesund/radiation.html gkoenig@awi-bremerhaven.de

Tabelle S3. Atmosphärische Beobachtungssysteme der freien Atmosphäre.

Systeme, die für die nationale Klimaüberwachung sinnvoll sind	Gesamtzahl der Stationen	Zur Charakterisierung des nationalen/regionalen Klimas angemessen?			Zeitreihen				Adäquate Qualitätskontrolle?			Verfügbare Metadaten Totale # Stationen (%digitalisiert)	Kontinuität # der in 2005 voraus. Betriebenen Stationen/Plattformen
		(bitte eine Box ankreuzen)			# Stationen/Plattformen (# Daten digitalisiert)				(bitte eine Box ankreuzen)				
		vollständig	teilweise	nicht	5-10J	10-30J	30-50J	>50J	vollständig	teilweise	nicht		
Radiosonden Stationen	15 ¹⁷	X			0	4	9	2	X			15 (100%)	15
International verbreitete Stationen	15 ¹⁸				0	4	9	2	X				15
Stationen, die CLIMAT TEMP melden	11 ¹⁹				0	2	0	0	X				14
ASAP Stationen	4				0	0			X			4 (100%)	4
Vertikalsondierer ²⁰	1				1	0			X			2 (100%)	4
Flugzeuge (Instrumententräger bei Fluggesellschaften) ²¹	48				0	0				X		48 (100%)	ca 60.
GPS	3				0				X			3 (100%)	12
Gesamtes Netz zur Beobachtung der freien Atmosphäre			X										

¹⁷ Feuchttemperatur und Wind

Tabelle S4. Verfügbare homogene Datensätze von Beobachtungen der freien Atmosphäre.

Name des Datensatzes	Klimaparameters	# der Stationen oder Gitterweite und Region	Zeitraum	Referenzen
Radiosondierung Neumayer Station	Räumlich hochaufgelöste Höhenprofile von: Temperatur, Feuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung	Neumayer, Antarktis (70° 39' Süd, 8° 15' West)	ab 1983	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/gkoenig@awi-bremerhaven.de
Ozonsondierung Georg Forster Station	Hauptdruckflächen von: Temperatur, Feuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ozon	Georg Forster, Antarktis (70°46' Süd, 11°41'Ost)	1985 - 1992	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/gkoenig@awi-bremerhaven.de
Ozonsondierung Neumayer Station	Räumlich hochaufgelöste Höhenprofile von: Temperatur,	Neumayer, Antarktis	ab 1992	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/

¹⁷ davon 3 Bundeswehrstationen

¹⁸ inklusive 3 Stationen des AWI: Ny Ålesund, Neumayer und Polarstern

¹⁹ inklusive 2 Stationen des AWI: Ny Ålesund und Neumayer

²⁰ Wind, Temperatur

²¹ Temperatur, Druck, Wind

Name des Datensatzes	Klimaparameters	# der Stationen oder Gitterweite und Region	Zeitraum	Referenzen
	Feuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ozon	(70° 39' Süd, 8° 15' West)		gkoenig@awi-bremerhaven.de
Ozonsondierung Ny Ålesund	Räumlich hochaufgelöste Höhenprofile von: Temperatur, Feuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ozon	Ny Ålesund, Spitzbergen (78° 55' Nord, 11° 55' Ost)	ab 1991	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/ gkoenig@awi-bremerhaven.de

Tabelle S5. Beobachtungssysteme für klimarelevante Spurengase.

Spurengas	Gesamtzahl der Stationen	Zur Charakterisierung des nationalen/regionalen Klimas angemessen?			Zeitreihen				Adäquate Qualitätskontrolle?			Verfügbare Metadaten Totale # Stationen (%digitalisiert)	Kontinuität # der in 2005 voraus. Betriebenen Stationen/ Plattformen
		(bitte eine Box ankreuzen)			# Stationen/Plattformen (# Daten digitalisiert)				(bitte eine Box ankreuzen)				
		vollständig	teilweise	nicht	5-20 J	20-30 J	30-50 J	>50 J	vollständig	teilweise	nicht		
Kohlendioxid CO ₂	3		X		3				X			3 (0%)	3
Ozon O ₃ (Erdboden)	7		X		4	0	2		X			7 (40%)	7
Ozon O ₃ (Säule)	4	X			1	0	2			X		4 (100%)	3
Ozon O ₃ (Profil)	4	X			0	0	2		X			4 (100%)	4
Atmosphärischer Wasserdampf H ₂ O	2		X		1	0	0			X		2 (50%)	2
NO ₂ (Säule)	1			X	1	0	0			X		1 (100%)	1
Methan CH ₄	3		X		0	0	0		X			3 (0%)	3
Anderer: SF ₆	2		X		0	0	0		X			2 (0%)	2
Aerosole	4		X		3	0	0			X		4 (50%)	5
Optische Dicke des Aerosols	5		X		3	0	0		X			5 (100%)	5

Tabelle S6. Verfügbare homogene Datensätze für klimarelevante Spurengase.

Name des Datensatzes	Spurengas	# der Stationen oder Gitterweite und Region	Zeitraum	Referenzen
GAW-Station Zugspitze	Kohlendioxid	1	1995 – heute	
GAW-Station Zugspitze	Ozon	1	1980 – heute	
GAW-Station Zugspitze	Wasserdampf	1	1994 – heute	

Name des Datensatzes	Spurengas	# der Stationen oder Gitterweite und Region	Zeitraum	Referenzen
GAW-Station Zugspitze	Andere Treibhausgase (CH ₄)	1	1995 – heute	
GAW-Regionalstation Schauinsland	CO ₂ /O ₃ /CH ₄	1	1980 – heute	
GAW-Regionalstation Neuglobsow	CO ₂ /O ₃ /CH ₄	1	1990 – heute	
Hohenpeißenberger Ozon-säule	Ozon (Säule)	1	1968 – heute	Arbeitsergebnisse der Abteilung Forschung im DWD, Nr. 31
Hohenpeißenberger Ozon-profil	Ozon (Profil)	1	1968 – heute	Köhler, U., and H. Claude, 1996
Lindenberg, AERO	Water Vapour (profile)	1	1961-ongoing	Leiterer,U., Dier,H. and Naeber,T.,1998
Lindenberg, RSASAEULE	Water Vapour (column) ²²	1	1993-ongoing	
Lindenberg SPECTROMETER	Aerosol optical depth	1	1986 - ongoing	Weller,M. et al. 2000
Lindenberg	Ozon (Profil)	1	1975-ongoing	
Lindenberg, O ₃ DICKEN	Ozone (column)	1	1993 - ongoing	Tagesmittel-Werte (Brewer 078)
Ozonsondierung Georg Forster Station	Hauptdruckflächen von: Temperatur, Feuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ozon	Georg Forster, Antarktis (70°46' Süd, 11°41'Ost)	1985 - 1992	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/gkoenig@awi-bremerhaven.de
Ozonsondierung Neumayer Station	Räumlich hochaufgelöste Höhenprofile von: Temperatur, Feuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ozon	Neumayer, Antarktis (70° 39' Süd, 8° 15' West)	ab 1992	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/gkoenig@awi-bremerhaven.de
Ozonsondierung Ny Ålesund	Räumlich hochaufgelöste Höhenprofile von: Temperatur, Feuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ozon	Ny Ålesund, Spitzbergen (78° 55' Nord, 11° 55' Ost)	ab 1991	http://www.awi-bremerhaven.de/MET/gkoenig@awi-bremerhaven.de
Sonnenphotometer-messungen (Georg Forster)	Optische Dicke des Aerosols im Spektralbereich von 350 – 1050 nm	Georg Forster, Antarktis (70°46' Süd, 11°41'Ost)	1988 - 1992	aherber@awi-bremerhaven.de
Sonnenphotometer-messungen (Neumayer Station)	Optische Dicke des Aerosols im Spektralbereich von 350 – 1050 nm	Neumayer, Antarktis (70° 39' Süd, 8° 15' West)	ab 1992	aherber@awi-bremerhaven.de
Sonnenphotometer-messungen (Ny Ålesund)	Optische Dicke des Aerosols im Spektralbereich von 350 – 1050 nm, Vertikalprofil aus Flugzeug-messungen	Ny Ålesund, Spitzbergen (78° 55' Nord, 11° 55' Ost)	ab 1991	aherber@awi-bremerhaven.de
Aerosol-Lidar Profile	Aerosol in Tropo- und Stratosphäre (Rückstreu-Koeffizienten)	Ny Ålesund, Spitzbergen (78° 55' Nord, 11° 55' Ost)	ab Jan. 1989 jeweils in den	

²² Referenzdaten für Mikrowellenradar und GPS-Sondierung im Rahmen der GVAP-Station Lindenberg

Name des Datensatzes	Spurengas	# der Stationen oder Gitterweite und Region	Zeitraum	Referenzen
			Wintermonaten	
FTIR-Messungen von Spurengasen in Ny-Ålesund ²³	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , CFC-12, CFC-22, HCl, HF	Ny Ålesund, Spitzbergen (78° 55' Nord, 11° 55' Ost)	Ab 1992	http://www.awi-potsdam.de/www-pot/flir/inoholt@awi-potsdam.de
FTIR-Messungen von auf FS Polarstern ²³	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , CFC-12, CFC-22, HCl, HF	Forschungsschiff Polarstern (80°N bis 70°S)	1994, 1996, 1999	http://www.awi-potsdam.de/www-pot/flir/inoholt@awi-potsdam.de
Bodennahes Ozon	Kontinuierliche in situ Messung des bodennahen Ozons, zeitliche Auflösung 3 Minuten	Neumayer, Antarktis (70° 39' Süd, 8° 15' West)	ab 1983	rweller@awi-bremerhaven.de
Kondensationskerne (CN)	Kontinuierliche in situ Messung von Kondensationskernen (ø > 10 nm), zeitliche Auflösung 1 Minuten	Neumayer, Antarktis (70° 39' Süd, 8° 15' West)	ab 1983	rweller@awi-bremerhaven.de

²³ Es werden Absorptionsmessungen mit der Sonne (in der Polarnacht mit dem Mond) im infraroten Spektralbereich durchgeführt. Die Spektren liefern die Gesamtkonzentration von 20-30 atmosphärischen Spurengasen. Die wichtigsten klimarelevanten Spurengase sind aufgeführt.

C. Ozeanographische Beobachtungen

C.1. ALLGEMEINES

Die Überwachung von Klimaänderungen in der marinen Sphäre erfordert abgestimmte Beobachtungssysteme sowohl in der Atmosphäre wie im Ozean. An der Grenzfläche zwischen Ozean und Atmosphäre sorgen Energie- und Stoffflüsse für eine starke Koppelung beider Systeme.

Dem Ozean kommt im Klimageschehen eine herausragende Bedeutung zu. Wegen der 3100mal höheren Wärmespeicherkapazität von Wasser gegenüber Luft können Meeresströmungen gewaltige Wärmemengen über große Entfernungen transportieren und somit zu regionalen Klimaverschiebungen führen. Der Nordatlantische Strom z. B. führt zu einem gemäßigten Klima in Europa bis Nordskandinavien, einer nördlichen geographischen Breite, in der im kanadischen und sibirischen Sektor Permafrost herrscht und deshalb nur sehr wenige Menschen wohnen. Die Überwachung des Wärmetransports mit dem ozeanischen Stromsystem ist deshalb eine wichtige Aufgabe bei der Erklärung und Vorhersage von Klimaveränderungen. Die hohe Wärmekapazität von Wasser führt außerdem dazu, dass der Ozean schnelle und starke Klimaveränderungen in der Atmosphäre dämpft.

Eine weitere wichtige Eigenschaft des Ozeans ist seine Speicherfähigkeit für Kohlendioxid (CO_2) und andere Treibhausgase. Während in der Atmosphäre nur etwa 700 Gigatonnen (Gt) CO_2 gebunden sind, vermutet man im Ozean 40.000 Gt CO_2 . Tiefreichende Konvektionsgebiete im nördlichen Nordatlantischen Ozean und in der Weddellsee transportieren Kohlendioxid und andere Treibhausgase in die Tiefen der Meere, wo sie für lange Zeiträume der Atmosphäre entzogen sind. Ozeanische Auftriebsgebiete, wie z. B. vor den Westküsten Afrikas und Südamerikas, können größere Mengen CO_2 wieder frei geben. Austauschraten und -prozesse von CO_2 zwischen Atmosphäre und Ozean sind noch nicht hinreichend genau bekannt.

Der maritimen Atmosphäre kommt schon aufgrund ihres überwiegenden Anteils hinsichtlich der Land-/Meerverteilung im Gesamtklimageschehen erhebliche Bedeutung zu. Wegen der genannten Kopplung beider Sphären, also insbesondere auch der Rückkopplung der Atmosphäre auf die Ozeane schließt dieses Kapitel die relevanten maritimmeteorologischen Beobachtungssysteme ein.

C.2. DAS NETZ DER VOLUNTARY OBSERVING SHIPS (VOS)



Abb. 7: typisches Containerschiff im freiwilligen maritim meteorologischen Beobachtungsdienst.

Der Deutsche Wetterdienst hat derzeit mehr als 700 Handels- und Forschungsschiffe für den freiwilligen meteorologischen Beobachtungsdienst angeworben.

Ein Großteil der erhobenen Daten wird in nahezu Echtzeit über Satellitenkommunikationsverbindungen in das weltweite meteorologische Datennetz (GTS – *Global Telecommunication System*) eingesteuert und dient zunächst der aktuellen Wettervorhersage sowie jeder Art des

meteorologischen Service. Die Gesamtheit der Daten wird an Bord im back up (Diskette/Tagebuch) gespeichert und von den meteorologischen Hafendiensten regelmäßig von Bord geholt.

Für klimatologische Zwecke werden die Beobachtungen im NAMD (*Nationales Archiv für Maritime Daten*) des DWD sorgfältig geprüft und archiviert. Außerdem wird das Gesamtkollektiv im Rahmen des MCSS (*Marine Climatological Summaries Scheme*) weltweit mit anderen Nationen ausgetauscht. Dazu betreiben der DWD und der britische Wetterdienst im Auftrag der WMO je ein Globales Sammelzentrum für Schiffswettermeldungen (*Global Collecting Centre – GCC*).

Die dem MCSS angeschlossenen Länder (weltweit etwa 40 "Contributing Members" (CM)) schicken vierteljährlich alle meteorologischen Beobachtungen ihrer freiwilligen Wetterbeobachtungsschiffe an die GCCs. Die Daten werden auf die Einhaltung von Mindestqualitätsstandards geprüft und anschließend in einem einheitlichen Qualitätsstandard an 8 Subzentren ("Responsible Members" (RM)) weitergegeben, die diese Daten archivieren und klimatologischen Auswertungen gemäß JCOMM-Vereinbarung unterziehen.

Dieses System der VOS wird hinsichtlich klimatologischer Qualitätsanforderungen ständig weiterentwickelt (VOS Climate - Project) und bildet damit eine Referenz für andere Datenquellen (Remote sensing durch Satelliten und Modelldaten).

C.3. BOJEN



Abb. 8: typische meteorologische Driftboje vom FGGE Typ.
(Bild: CMR, Bergen, Typ Conmar)

In der Ozeanographie werden für die Messung klimarelevanter Variablen (z.B. Temperatur, Salzgehalt und Meeresströmung) neben Forschungsschiffen automatisch registrierende Plattformen eingesetzt: verankerte Messplattformen, Driftkörper an der Meeresoberfläche und neuerdings auch profilierende Tiefendrifter. Die Oberflächendrifter sind mit meteorologischen und ozeanographischen Sensoren bestückt. die Messwerte in der meeresoberflächennahen Schicht gewinnen.

Das System der *Voluntary Observing Ships* (VOS) wird unterstützt durch driftende meteorologische Bojen, die im Unterschied zu den meisten ozeanographischen Bojen mit speziellen meteorologischen Messinstrumenten ausgestattet sind. Sie werden so platziert, dass sie sich möglichst in datenarmen Gebieten außerhalb der Schiffsrouten aufhalten und so zu einer besseren räumlichen meteorologischen Datenabdeckung beitragen.

Der DWD engagiert sich hier im Rahmen von EGOS mit der Beisteuerung eigener driftender Bojen. EGOS (*European Group on Ocean Stations*) ist ein Zusammenschluss von derzeit 9 europäischen Staaten zum optimierten Betrieb von driftenden und verankerten Bojen. Diese Kooperation minimiert den Aufwand der einzelnen

Teilnehmer durch Aufgaben und Ressourcenteilung. Auf diese Weise sind ca. 2-6 deutsche Bojen permanent operationell. Die Qualitätskontrolle erfolgt durch das EGOS Monitoring, die Archivierung wieder im NAMD.

C.4. TIEFENDRIFTER

Deutschland (Institut für Meereskunde an der Universität Kiel, IfM Kiel) beteiligt sich an dem Programm ARGO mit profilierenden Tiefendriftern im Rahmen des von der EU finanzierten Projekts GYROSCOPE. Es handelt sich hierbei um Drifter, die in etwa 2000 Meter Tiefe mit der Meeresströmung (inaktiv) treiben und alle 2 Wochen zur Oberfläche auftauchen, wobei sie Temperatur und Salzgehalt messen. Nachdem die Messwerte über einen Satelliten abgegeben wurden, tauchen die Drifter wieder auf ihre „Ruhetiefe“ ab.

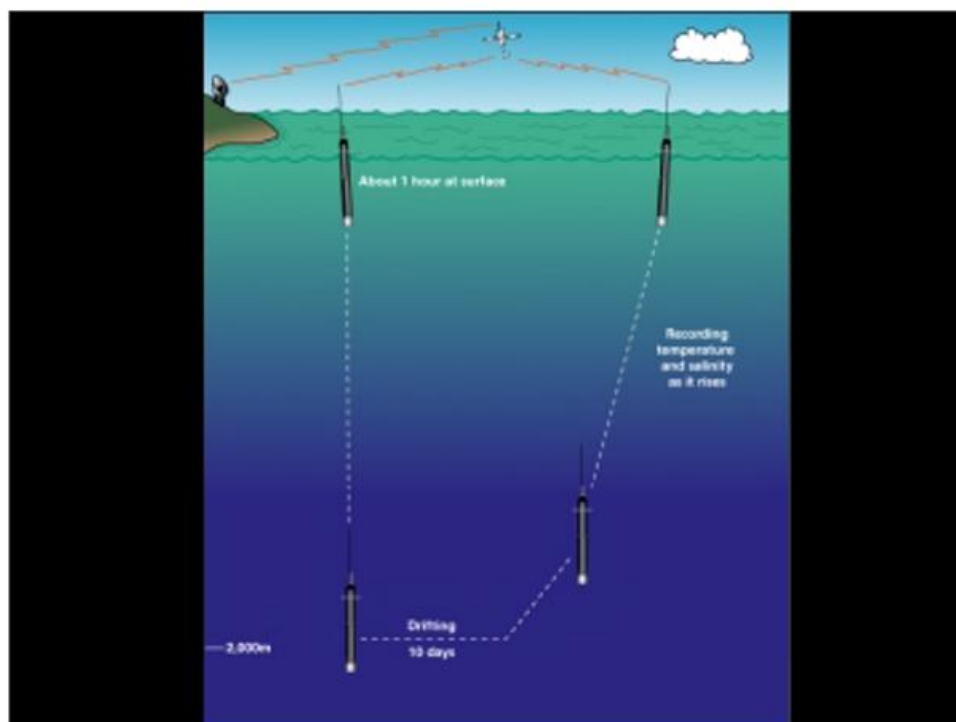


Abb. 9: Prinzip der Arbeitsweise von profilierenden Tiefendriftern (NOAA-Darstellung)



Abb. 10: ASAP Aufstieg in der Startphase.

Ob sich Deutschland mit einem national geförderten Beitrag an ARGO beteiligt, ist noch nicht endgültig entschieden.

C.5. DAS AUTOMATED SHIPBOARD AEROLOGICAL PROGRAMME (ASAP)

Für die Meteorologie ist nicht nur die meeresoberflächennahe Information von Bedeutung sondern vor allem auch der Zustand der Grenzschicht und der freien Atmosphäre. Die Erfassung geeigneter Daten geschieht durch die maritime Aerologie im Rahmen des Auto-

ated Shipboard Aerological Programme (ASAP). Der DWD unterhält bis zu 4 operationelle Einheiten. Auch diese Daten werden im GTS verbreitet, einer Qualitätskontrolle unterzogen und archiviert.

C.6. DAS SHIP OF OPPORTUNITY PROGRAMME (SOOP)

Deutschland beteiligt sich seit Beginn an dem *Ship-of-Opportunity-Programme* (SOOP). Das BSH unterhält 2 SOOP-Linien im Atlantischen Ozean, auf denen Handelsschiffe die Temperaturverteilung mit XBTs bis 1100 Meter Tiefe messen: dies sind (a) die Linie AX-11 vom Ausgang des Englischen Kanals nach Rio de Janeiro und (b) die Linie AX-3 vom Englischen Kanal zur Westküste der USA. Einige deutsche Forschungsschiffe beteiligen sich ebenfalls zeitweise mit XBT-Messungen an SOOP, z.B. Meteor, Polarstern, Gauss und Walther Herwig.

Darüber hinaus sind zahlreiche Handelsschiffe mit sog. Kontaktthermometern ausgerüstet, die die oberflächennahe Temperatur des Meerwassers messen.

Alle Messwerte werden in nahezu Echtzeit über das GTS weltweit verteilt, in folgenden Codes: BATHY (vertikale Temperaturprofile), TESAC (vertikale Temperatur- und Salzgehaltsprofile) sowie TRACKOB (Oberflächentemperatur und –salzgehalt).

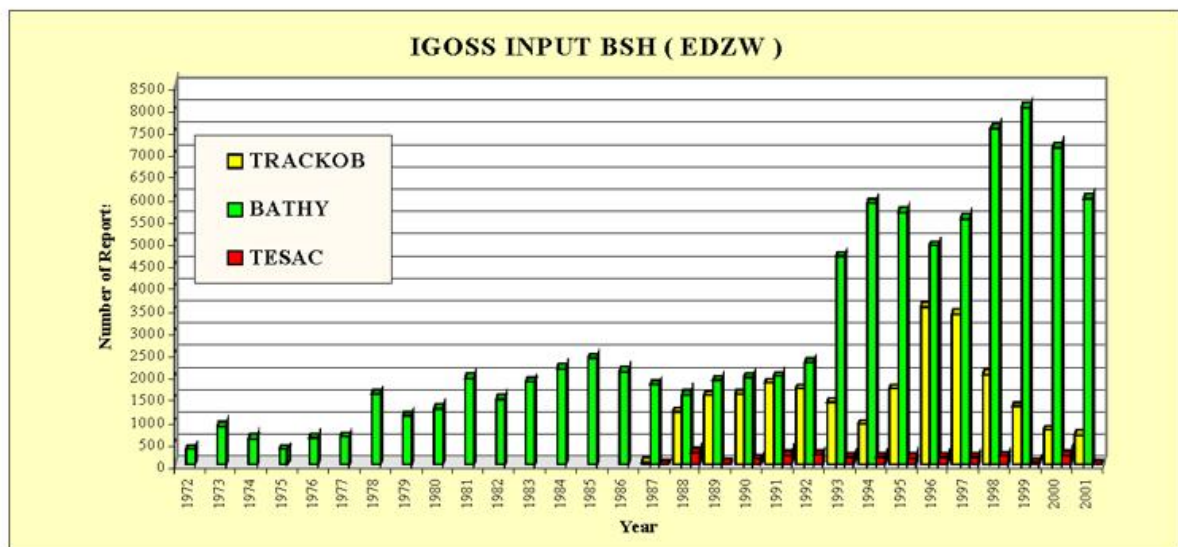


Abb: 11: Statistik über deutsche SOOP-Messungen, die in das GTS eingespeist wurden, für die Jahre 1972 bis 2001.

C.7. MESSUNGEN DES MEERESSPIEGELS

Die Gezeitenpegel an der deutsche Küste werden von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung betrieben. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) benutzt die Pegelmesswerte für seine Wasserstandsvorhersagen. Jährlich werden Wasserstandsdaten der Pegel Borkum (Fischerbalje), Cuxhaven (Steubenhöft) und Amrum (Wittdün) an den *Permanent Service for Mean Sea-Level* (PSMSL) in Birkenhead (Großbritannien) geschickt.

Die Zeitreihen reichen zurück

bei Borkum	bis 1963
bei Cuxhaven	bis 1843
bei Amrum	bis 1963

Ausführliche Informationen darüber, wie sich im Laufe der Zeit Pegelnull und Δt der Daten von den 3 Pegeln geändert haben, findet man auf den Webseiten des PMSL²⁴.

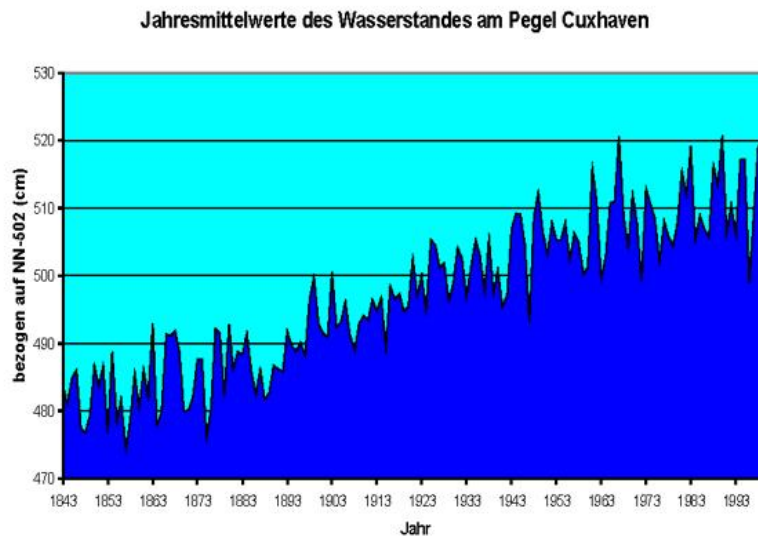


Abb.: 12: Verlauf der Jahresmittelwerte des Wasserstandes am Pegel Cuxhaven.

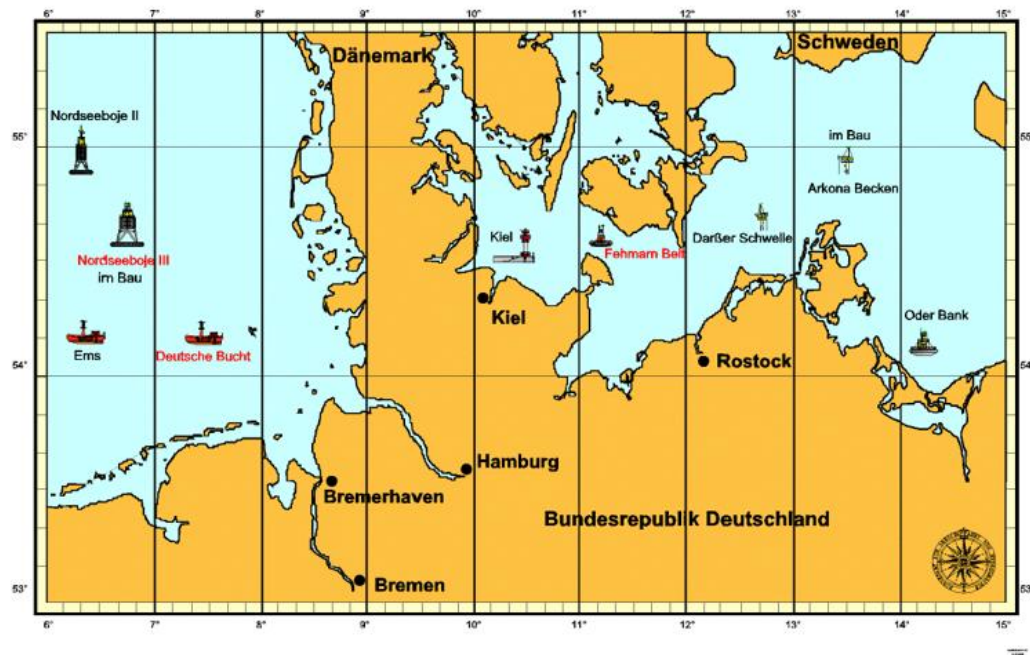


Abb.13: Die automatischen Stationen des Marinen Umweltmessnetzes des BSH in Nord- und Ostsee.

C.8. ANDERE OZEANOGRAPHISCHE MESSNETZE

In der Nordsee und der westlichen Ostsee betreibt das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) sein marines Umweltmessnetz MARNET, das gegenwärtig aus 7 Messstationen besteht und bis Ende des Jahres 2002 auf 9 Stationen aufgerüstet wird (Abb. 13). Auf den MARNET-Stationen werden stündlich Messwerte erzeugt von folgenden Variablen: Lufttemperatur, Luftdruck, Windrichtung und -ge-

²⁴ <http://www.pol.ac.ak/pmsml/>

schwindigkeit sowie in mehreren Wassertiefen: Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Brutto-Gamma-Strahlung und an 2 Stationen Nährstoffe. Die meteorologischen Messwerte sowie Wassertemperatur und Salzgehalt werden zu den meteorologischen Hauptterminen, also viermal am Tag, in das GTS eingestellt²⁵.

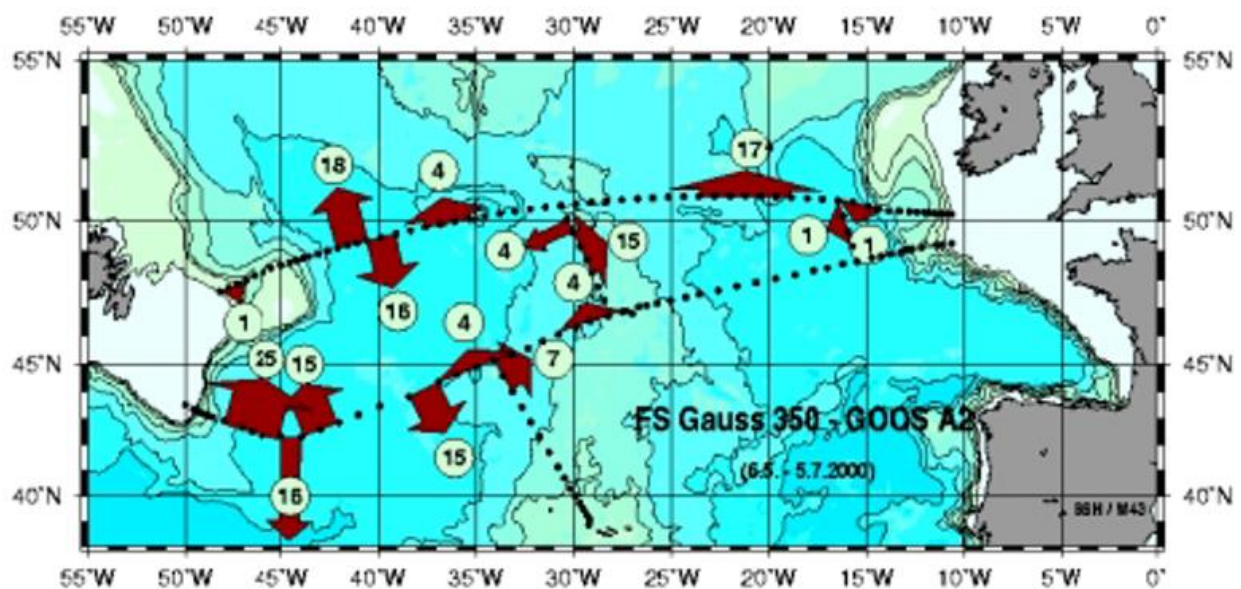


Abb. 14: Hauptstromarme mit ihren Transportraten in Sv ($10^6 \text{ m}^3/\text{s}$) durch die Ränder der hydrographischen Boxen. Die Fläche der Strompfeile ist ein Äquivalent für den Volumentransport. a) Gauss Reise 316, 1998, b) Gauss Reise 350, 2000.

Auch am AWI werden ozeanographische Messdaten, die eine Grundlage für die globale Klimabeobachtung darstellen, archiviert. Die Tabelle C1 gibt einen Überblick.

²⁵ <http://www.bsh.de/Meeresumweltschutz/MARNET/MARNET.html>

Messdaten	Zeitraum	insgesamt	Nordpolargebiet	Südpolargebiet	Zugriff
CTD	Nov. 1983 bis Jan. 2001	4280	1217	3063	www.awi-bremerhaven.de/OZE/index.html
Verankerungen	Sep. 1986 bis Jan. 2001	1104	508	596	www.awi-bremerhaven.de/OZE/index.html
XBT	Okt. 1984 bis Sep. 1998	3549	-	-	www.awi-bremerhaven.de/OZE/index.html

Tab. C1: Am AWI archivierte ozeanographische Messdaten (Stand September 2001).

Die vom Thermosalinograph (Oberflächen-Temperatur und –Salzgehalt) gemessenen, unbearbeiteten Daten ab Mai 1993 sind in der meteorologischen Datenbank archiviert. Die Daten sind noch nicht bearbeitet, d.h. auf Messfehler überprüft, und sind deshalb noch nicht über die entsprechende AWI-Web-Seite²⁶ zu sehen und abrufbar. Anfang des kommenden Jahres werden erste Datensätze bearbeitet sein. Alle weiteren Datensätze sollen kontinuierlich bearbeitet werden. Die Aufbereitungsroutinen sind so abgefasst, dass danach künftig aktuelle Daten in kurzer Zeit kontrolliert werden können und somit unmittelbar zur Verfügung stehen werden.

C.9. HYDROGRAPHIEPROGRAMM

Als Fortsetzung der nordatlantischen Aktivitäten unter WOCE (*World Ocean Circulation Experiment*) führt das BSH im Rahmen seiner Beteiligung an GOOS seit 1998 ein modifiziertes Messprogramm regelmäßig in der Übergangszone zwischen Subtropen- und Subpolarwirbel durch. Entlang von zwei hydrographischen Schnitten vom Englischen Kanal bis zu den Neufundlandbänken (A2-Korridor) werden über die gesamte Wassersäule Temperatur, Salz- und Sauerstoffgehalt sowie Nährstoffe gemessen. Die durch die Folge der Stationen gebildeten abgeschlossenen hydrographischen quasi-synoptischen Boxen erlauben eine verbesserte Abschätzung von geostrophischen Transportraten und damit des für das europäische Klimasystem relevanten ozeanischen Wärmetransportes. Flankiert wird dieses Programm durch die in zweimonatlichem Abstand stattfindenden XBT-Messungen von Frachtschiffen aus für den Bereich der dynamischen Deckschicht im A-2 Korridor im Rahmen des SOOP (AX-3).

Tabelle 2. Beteiligung an globalen Ozeanbeobachtungssystemen

	VOS	SOOP	TIDE GAUGES	SFC DRIFTERS	SUB-SFC FLOATS	MOORED BUOYS	ASAP
Für wie viele Plattformen ist der Vertragsstaat verantwortlich?	725 ²⁷	2 (XBT) 5 (SST)	3	2-6	28	7	4
Wie viele von diesen stellen die Daten internationalen Datenzentren zur Verfügung?	725 ¹	2 (XBT) 5 (SST)	3	2-6	28	7	4
Wie viele werden in 2005 voraussichtlich betrieben?	ca. 600	2 (XBT) 5 (SST)	3	2-6	58	9	4

²⁶ <http://www.awi-bremerhaven.de/MET/Polarstern/met.html>

²⁷ Ohne Bundeswehr

Tabelle S7. Ozeanographische Beobachtungssysteme für das Klima

System Komponente	Totale # Stationen/Schnitte	Zur Charakterisierung des nationalen/regionalen Klimas angemessen?			Zeitreihen			Adäquate Qualitätskontrolle?			Verfügbare Metadaten Totale # Stationen (%digitalisiert)	Kontinuität # der in 2005 voraus. betriebenen Stationen/Plattformen
		(bitte eine Box ankreuzen)			# Stationen/Plattformen (# Daten digitalisiert)			(bitte eine Box ankreuzen)				
		vollständig	teilweise	nicht	30-50 J	50-100 J	>100 J	vollständig	teilweise	nicht		
SOOP: - TRACKOB ²⁸ - XBT ²⁹	AX-3:140 Schnitte AX-11: 76 Schn.		X X					X	X		8000 Stat. digital	X X
MARNET (verankerte ozeanogr. Stationen in Nord- u. Ostsee) ³⁰	7		X		1 digital	2 digital			X		7 Stat.	9 Stat.
Oberflächendrifter												
Profilierende Tiefendrifter - GYROSCOPE ³¹	18 22 ³² 10		X X	X				X X			18 100 % 10 Drifter	? ³³ 40 Drifter
Strömungsmessungen	2 Verankerungen 15 ³⁴		X					X			2 Verankerungen 50 %	X
	6 Verankerungen ³⁵	X						X			X	6

²⁸ TRACKOB: SST-Messungen auf unregelmäßigen Fahrtrouten in Nord- u. Ostsee

²⁹ XBT: auf 2 SOOP-Linien (AX-3 und AX-11) des BSH

³⁰ MARNET: Informationen über das Marine Umweltmessnetz des BSH in Nord- und Ostsee unter

<http://www.bsh.de/Meeresumweltschutz/MARNET/MARNET.html> oder http://www.bsh.de/Marine_Environment/MARNET/MARNET.html

³¹ GYROSCOPE ist ein von der EU finanziertes Projekt als Beitrag zu ARGO, an dem das Institut für Meereskunde an der Universität Kiel beteiligt ist.

³² Institut für Meereskunde, Kiel: a) Tiefendrifter in CLIVAR – Tropisch-Subtropische Wechselwirkungen (15 Drifter)

b) Tiefendrifter im SFB 460 – TP A4 subpolarer Nordatlantik (7 Drifter); Daten werden in das GTS eingegeben.

³³ Verbundprojekt-Antrag (AWI – BSH – IfM Kiel) als Beteiligung an ARGO bei BMBF gestellt. Fördersumme bislang unbekannt. Deshalb Anzahl der Tiefendrifter im Jahr 2005 unbekannt.

³⁴ Institut für Meereskunde, Kiel: a) Strömungsmesser-Arrays in der Labradorsee (11 Verankerungen)

b) Strömungsmesser-Arrays vor Brasilien (4 bis 5 Verankerungen)

System Komponente	Totale # Stationen/ Schnitte	Zur Charakterisierung des nationalen/regionalen Klimas angemessen?			Zeitreihen			Adäquate Qualitätskontrolle?			Verfügbare Metadaten Totale # Stationen (%digitalisiert)	Kontinuität # der in 2005 voraus. betriebenen Stationen/ Plattformen
		(bitte eine Box ankreuzen)			# Stationen/Plattformen (# Daten digitalisiert)			(bitte eine Box ankreuzen)				
		vollständig	teilweise	nicht	30-50 J	50-100 J	>100 J	vollständig	teilweise	nicht		
Atlantischer hydrogr. Schnitt (48° N) - WOCE-A2 ³⁶ - A2-Korridor ³⁷	4 Schnitte	X						X			4 Schnitte	0 Schnitte
	4 Schnitte	X						X			4 Schnitte	2 Schnitte
Langzeitreihe „Helgoland Reede“ (T,S, Nährst., Meteorol.)	1	X					digital		X		Methodenbeschreibungen, 50% digital	1
Annual Autumn Groundfish Survey round Greenland	140	X			digital			X				140
Wasserstandspegel	3		X		2 digital		1 digital	X			3 digital	3
Meteorologische Beobachtungen (z.B. Temperatur, Luftdruck, Wind)	725		X		X ³⁸			X			725 (100%)	Ca. 600
Andere Programme (ggf. unter Anmerkungen näher beschreiben)		X ³⁹						X			X	

³⁵ Institut für Meereskunde, Hamburg: Denmark Strait Overflow & East Greenland Current Freshwater content.

³⁶ Auf dem hydrographischen Schnitt WOCE-A2 wurde in den Jahren 1993, 1994, 1996 u. 1997 im Rahmen des *World Ocean Circulation Experiment (WOCE)* gearbeitet.

³⁷ 1998 und 2000 wurde der WOCE-A2 Schnitt vom BSH jeweils ergänzt durch einen weiteren, weiter nördlich verlaufenden Schnitt, so dass beide Schnitte einen Korridor bilden (A2-Korridor).

³⁸ Hierzu wurden Seegebiete von jeweils etwa 5°x5° betrachtet, zu dem genügend lange Zeitreihen gebildet werden können.

³⁹ Atlantischer hydrographischer Schnitt Irland-Grönland, 2-jährlich.

Tabelle S8. Verfügbare homogene Datensätze für ozeanographische Beobachtungen (meereskundlicher Beitrag)

Integrierte Datensätze Name und kurze Beschreibung	Klima Parameter	# Plattformen und/oder Gitterweite und Region	Zeitraum	Referenzen
„Deutsche Bucht“	Windrichtung, Windstärke, Seegang, Wassertemperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Radioaktivität	54° 10' N, 07° 27' E	1969 – 1988, 1989 - 2001	archiviert im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD) des BSH
„Fehmarnbelt“	Windrichtung, Windstärke, Seegang, Wassertemperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Radioaktivität, Lufttemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck	54° 36' N, 11° 09' E	1924 – 1945, 1947 – 1984, 1984 – 1996, 2001	archiviert im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD) des BSH
„Kiel“	Windrichtung, Windstärke, Seegang, Wassertemperatur, Salzgehalt, Lufttemperatur, Radioaktivität	54° 30' N, 10° 16' E	1936 – 1945, 1947 – 1967, 1969 - 2001	archiviert im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD) des BSH
„Ems“	Wassertemperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Radioaktivität	54° 10' N, 06°20,8' E	1989 - 2001	archiviert im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD) des BSH
„Nordseeboje II“	Wassertemperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Lufttemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck	55° 00' N, 06° 20' E	1991 – 1998, 2001	archiviert im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD) des BSH
„Dassler Schwelle“	Wassertemperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Druck, Lufttemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck, Luftfeuchte, Solarstrahlung, Regen, Radioaktivität	54° 41,9' N, 12° 42' E	1993 - 2001	archiviert im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD) des BSH
„Oderbank“	Wassertemperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Druck, Lufttemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck, Luftfeuchte	54° 04,6' N, 14° 09,6' E	1996 - 2001	archiviert im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD) des BSH
„Elbe“	Windrichtung, Windstärke, Seegang, Wassertemperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Radioaktivität	54° 00' N, 08° 06,5' E	1924 – 1939, 1945, 1947 – 1988, 1989 - 1999	archiviert im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD) des BSH
SOOP-Schnitt AX-3	Wassertemperatur (XBT) Räumliche Auflösung: 30 sm	Nordatlantik: Korridor Engl. Kanal bis Neufundland	1988 - 2001	Berichte aus dem BSH: ISSN 0936-0298; ISSN 0936-0298; ISSN 0946-6010
SOOP-Schnitt AX-11	Wassertemperatur (XBT) Räumliche Auflösung: 60 sm	Atlantik: Route Engl. Kanal bis Rio de Janeiro	1990 - 2001	
Pegel Borkum	Wasserstand	53° 33,48' N; 06° 44,91' E	1963 - 2001	
Pegel Cuxhaven	Wasserstand	53° 52,08' N; 08° 43,17' E	1843 - 2001	
Pegel Amrum	Wasserstand	54° 37,91' N; 08° 23,12' E	1963 - 2001	
Annual Autumn Groundfish Survey round Greenland since 1	Temperatur, Salzgehalt	Ostgrönland, Westgrönland	1963 - 2001.	archiviert im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD) des BSH
„Helgoland Reede“	Temperatur, Salzgehalt, Nährstoffe, meteorologische Variable	54° 11,18' N; 07° 54,00' E	1873 - 2001	archiviert im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD) des BSH
Dänemark Straße Overflow	Kaltwassertransport (Temperatur, Salzgehalt, Strömung)	SE-Grönland	1997-2001	
N-Atlantischer Hydrographischer Schnitt auf 55° N	Warmwassertransport (Temperatur, Salzgehalt, Strömung)	Irland - Grönland	seit 1991 2-jährlich	

Anmerkungen:

Deutsche Bucht:	Bemanntes Feuerschiff von 1969 – 1988, 2 stündliche Werte: Windrichtung, Windstärke, Seegang und Strom, Wassertemperatur und Salzgehalt täglich um 08:00 Uhr und zu Spring- Nipp- und mittlerer Tide. Unbemanntes Feuerschiff, seit 1989 stündliche Werte der Wassertemperatur in 7 Tiefen, Salzgehalt und Sauerstoff in 2 Tiefen, ab 1998 Ammonium, Nitrat und Phosphat, ab 2001 Radioaktivität
Fehmarnbelt:	Bemanntes Feuerschiff von 1924 – 1984, 2 stündliche Werte: Windrichtung, Windstärke, Seegang und Strom, Wassertemperatur und Salzgehalt täglich um 08:00 Uhr und zu Spring- Nipp- und mittlerer Tide. Unbemannte Großtonne, seit 1984 stündliche Werte der Wassertemperatur in 6 Tiefen (ab 2001 in 7 Tiefen), Salzgehalt und Sauerstoff in 2 Tiefen, Lufttemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Luftdruck, Radioaktivität, ab 2001 Ammonium, Nitrat und Phosphat
Kiel:	Bemanntes Feuerschiff von 1936 – 1967, 2 stündliche Werte: Windrichtung, Windstärke, Seegang und Strom, Wassertemperatur und Salzgehalt täglich um 08:00 Uhr und zu Spring- Nipp- und mittlerer Tide. Leuchtturm Kiel, seit 1969 stündliche Werte der Wassertemperatur in 6 Tiefen, Salzgehalt in 2 Tiefen, Lufttemperatur, Radioaktivität
Ems:	Unbemanntes Feuerschiff, seit 1989 stündliche Werte der Wassertemperatur in 7 Tiefen, Salzgehalt und Sauerstoff in 2 Tiefen, Radioaktivität
Nordseeboje II:	Unbemannte Großboje, seit 1991 stündliche Werte der Wassertemperatur in 7 Tiefen (ab 2000 in 8 Tiefen), Salzgehalt und Sauerstoff in 2 Tiefen, Lufttemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Luftdruck
Darsser Schwelle:	Unbemannter Messmast, seit 1993 stündliche Werte der Wassertemperatur in 6 Tiefen, Salzgehalt in 4 Tiefen und Sauerstoff in 2 Tiefen, Druck, Lufttemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck, Luftfeuchte, Solarstrahlung und Regen, Radioaktivität
Oderbank:	Unbemannte Großboje, seit 1996 stündliche Werte der Wassertemperatur in 2 Tiefen, Salzgehalt in 2 Tiefen und Sauerstoff in 2 Tiefen, Druck, Lufttemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck, Luftfeuchte
Elbe:	Bemanntes Feuerschiff von 1924 – 1988, 2 stündliche Werte: Windrichtung, Windstärke, Seegang und Strom, Wassertemperatur und Salzgehalt täglich um 08:00 Uhr und zu Spring- Nipp- und mittlerer Tide. Unbemanntes Feuerschiff, seit 1989 stündliche Werte der Wassertemperatur in 5 Tiefen, Salzgehalt und Sauerstoff in 2 Tiefen, Radioaktivität, ab 1998 Ammonium, Nitrat und Phosphat
SOOP-Linie AX-3:	Handelsschiffe der Reederei Hapag-Lloyd („Köln Express“ und „Bonn Express“) sowie Forschungsschiffe „Gauss“, „Meteor“, „Prof. Multanovsky“
SOOP-Linie AX-11:	Handelsschiffe der Reederei Hamburg- Süd („Monte Rosa“ und „Cap Finisterre“)

D. Terrestrische Beobachtungen

D.1. ALLGEMEINES

Der DWD führt eine Reihe von Beobachtungsprogrammen durch, die als Beitrag zu terrestrischen Beobachtungssystemen gesehen werden können (Tabellen S9, S10). Er unterstützt insbesondere die Einrichtung des GTN-H.

D.2. BETEILIGUNG AN GTN-P

Durch die geographische Lage Deutschlands spielen Böden mit Permafrost keine Rolle.

D.3. BETEILIGUNG AN GTN-G

Am der weltweiten Überwachung von Gletschern beteiligen sich nur wenige Universitätsinstitute. Auf dem Gebiet Deutschlands gibt es keine nennenswerten Gletscher.

D.4. BETEILIGUNG AN GTN-H

Als Bestandteil seiner meteorologischen Beobachtungsaufgaben betreibt der DWD ein eigenes Niederschlagsmessnetz, das einen Beitrag zur hydrologischen Komponente von GTOS darstellt. Details sind in Kapitel B beschrieben (s. auch Abb. 1).

Mit diesem Messnetz wird auch die Schneehöhe (absolut und Neuschneehöhe), Wasseräquivalent gemessen.

D.5. BETEILIGUNG AM FLUXNET

Im Rahmen des FLUXNET, das als globales Stationsnetzwerk den Austausch von CO₂, Wasserdampf und Energie zwischen der Atmosphäre und den terrestrischen Ökosystemen untersucht, wird von CarboEurope⁴⁰ ein Prototyp eines verlässlichen und kontinuierlich arbeitenden Monitoringsystems entwickelt, das zum Ziel hat, eine umfassende Kohlenstoffbilanz für Europa zu erstellen. Das europäische Netzwerk umfasst mehr als 30 Stationen, die Kohlenstoff- und Energieflüsse in Wäldern des borealen, gemäßigten und mediterranen Bereichs *in situ* messen. Das Netzwerk wurde im Frühjahr 2000 gegründet und besteht aus 69 Forschungsinstitutionen in 15 europäischen Ländern.

Deutschland ist mit zwei Standorten Tharandt und Bayreuth beteiligt. Eine dritte Station im Solling befindet sich derzeit im Aufbau. Eine Übersicht zu den Standorten in Europa einschließlich der Stationsbeschreibung ist im Internet einsehbar⁴¹.

D.6. ANDERE TERRESTRISCHE BEOBACHTUNGSNETZE

D.6.1 Boden

An vielen Stationen des DWD werden die Erdbodentemperaturen in unterschiedlichen Tiefenstufen bis in eine Tiefe vom 100 cm gemessen. An einer Station (Pots-

⁴⁰ <http://www.unitus.it/dipartimenti/disafri/progetti/eflux/euro.html>

⁴¹ <http://www.unitus.it/dipartimenti/disafri/progetti/eflux/euromap2.html>

dam) wird die Erdbodentemperatur seit über 100 Jahren sogar noch in 12 m Tiefe gemessen.

Die Beobachtungen der Erdbodentemperaturen werden auf bilateralen Vereinbarungen basierend ausgetauscht.

D.6.2 Biota

Die phänologischen Beobachtungen des DWD (Tabelle S10) werden international nicht ausgetauscht, da es für den Austausch dieser Daten zwischen den Wetterdienste keine Vereinbarungen gibt. Andererseits werden Beobachtungen dieser Art nur in wenigen Ländern durchgeführt. Um vergleichbare Aussagen zu erhalten, wurde in den 50er Jahren das Netz der internationalen phänologischen Gärten (IPG) gegründet. Dieses wurde bis 1995 Jahre vom DWD betreut. 1996 wurde im Zuge von Einsparmaßnahmen die Zuständigkeit an die Humboldt-Universität in Berlin abgegeben. Der Betrieb der IPG wird nicht als eine elementare Aufgabe des DWD angesehen.

Weitere Informationen über die phänologischen Beobachtungen im DWD sind im Klimainformationssystem des DWD (KLIS) im Internet zu finden.

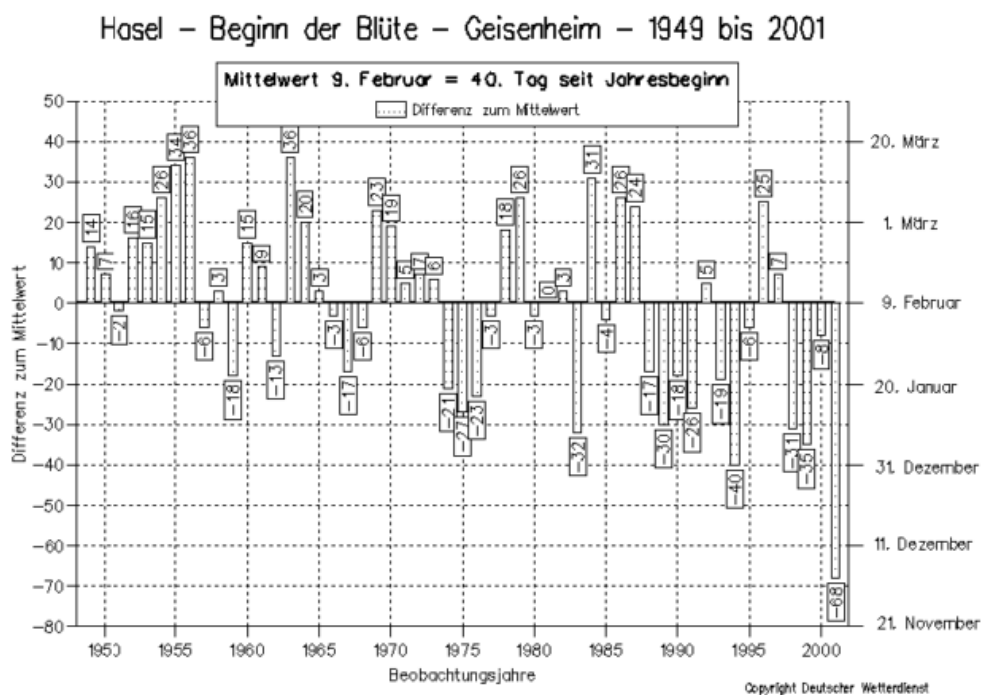


Abb. 15: Lange Zeitreihen zeigen wie sich der Beginn bestimmter phänologischer Phasen verändert.

Rechtlicher Rahmen: Das Forstliche Monitoring ist ein gemeinsames Programm der Europäischen Union und der Vereinten Nationen, welches auf der Grundlage der Ratsverordnung Nr. 3528 (1986) der EU eingerichtet wurde.

Mit dem forstlichen Umweltmonitoring wird der Waldzustand anhand verschiedener Indikatoren erfasst und bewertet. Es umfasst die folgenden Untersuchungsbereiche:

- Erhebungen auf einem systematischen Stichprobennetz (mit ca. 420 Punkten in einem 16 x 16 km Raster, teilweise mit Verdichtungen), das ganz Deutschland im Bereich der Wälder abdeckt und in dem der Kronenzustand jährlich erfasst wird. Diese Waldschadenserhebung (WSE) wird bezüglich ihrer Intensitätsstufe als „Level I“ eingeordnet.

- Zu Level I gehört auch die bisher einmal (im Zeitraum 1987 bis 1993) durchgeführte Bodenzustandserhebung (BZE), die auf einem 8 x 8 km Raster (z.T. mit Verdichtungen) auf ca. 1800 Punkten stattfand. Hier werden Elementgehalte in Nadeln und Blättern sowie bodenchemische und Kapazitäts- und Intensitätsparameter erfasst. Es ist vorgesehen, diese Erhebung alle 10 bis 15 Jahre zu wiederholen.
- Unter Level II fallen Beobachtungen auf 89 Dauerbeobachtungsflächen, die wöchentlich bis jährlich, z.T. auch kontinuierlich durchgeführt werden. Erfasst werden (zusätzlich zu Level I) Stoffeinträge mit dem Niederschlag, Stoffflüsse im Bodenwasser und meteorologische Daten.

Die Erhebungen werden von den Bundesländern durchgeführt und ausgewertet. Der Bund koordiniert die Arbeiten und fasst ein Bundesergebnis zusammen.

Regelmäßige Beobachtungen zu Veränderungen der Verbreitungsareale von Tieren und Pflanzen könnten Hinweise auf Klimaveränderungen liefern. Hierzu liegen jedoch fast nur Einzeluntersuchungen vor. Das BfN unterhält zwei Datenbanken in denen Beobachtungen zum Vorkommen von Gefäßpflanzen (FLORKART) und Schmetterlingen (LEPIDAT) zusammengefasst sind. Hier wäre noch zu prüfen, ob diese Informationen geeignet sind, weil sie auf Meldungen ehrenamtlicher Beobachter aufbauen und somit jahresgenaue zeitliche Aktualisierungen nicht möglich sind.

Methodische Konzepte für die Erfassung der Verbreitung von Biotoptypen und Arten liegen mit der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) vor. Damit könnten in einer fünfjährigen Periodik Veränderungen z.B. bezüglich der Arten- und Strukturvielfalt repräsentativ für die Fläche Deutschlands erfasst werden. Über eine Umsetzung dieser Monitoringmethode ist noch nicht entschieden. Eine ähnliche Methode (Country-side Survey) wird im UK seit längerem durchgeführt. Die Schweiz hat im Jahr 2001 mit dem Biodiversitätsmonitoring (BDM) begonnen, bei dem in einem rasterbezogenen Stichprobennetz Daten zur Artenvielfalt erhoben werden. Ob es künftig ein europaweit abgeglichenes Erhebungsprogramm zur biologischen Vielfalt geben wird, ist noch ungeklärt.

Im Rahmen der Berichtspflichten bei der FFH-Richtlinie und der Vogelschutzrichtlinie sollen Informationen zum Zustand der NATURA-2000-Gebiete erhoben werden. Dieses Gebietsnetz repräsentiert zwar nur eine Auswahl wertvoller Gebiete in Deutschland, wird jedoch europaweit mit voraussichtlich gleichen Standards ausgebaut.

Veränderungen im Zugverhalten wandernder Tierarten könnten ebenfalls zur Verifizierung von Klimaänderungen herangezogen werden. Längere Beobachtungsreihen liegen in bundesweiter Übersicht nicht vor. Hier wäre zu prüfen, ob die Ergebnisse der Vogelzugforschung verschiedener Universitäten und der Vogelwarte Radolfzell⁴² Verwendung finden könnten. Gegebenenfalls können auch die Erhebungen im Rahmen der Berichtspflichten der Vogelschutzrichtlinie und des Afrikanisch-Eurasischen Wasservogelabkommens (AEWA) künftig genutzt werden.

⁴² http://vowa.ornithol.mpg.de/forschinf_d.html

D.6.3 Hydrologische Messungen an oberirdischen Gewässer

Hydrologische Routinemessnetze werden in Deutschland von den Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder und an den Bundeswasserstraßen von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes betrieben. Grundlage bildet hierfür die Pegelvorschrift. Diese wurde 1935 erstmals herausgegeben. Die seit 1997 gültige 4. Fassung wurde von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und dem Bundesministerium für Verkehr erarbeitet.

Rechtliche Grundlage für die Beobachtung, Auswertung und Verwendung von Pegel-

daten bilden das Wasserhaushaltsgesetz des Bundes, die Wassergesetze der Länder sowie das Bundeswasserstraßengesetz in ihrer jeweils gültigen Fassung.



Abb. 16: Hydrologische Messstelle Heldra an der Weser.

Das Oberflächenwassermessnetz umfasst in Deutschland insgesamt 4379 Beobachtungspegel (Abb. 16). Neben dem Wasserstand wird an 3019 Messstellen außerdem auch der Durchfluss bestimmt. Die längsten kontinuierlichen Beobachtungsreihen der täglichen Durchflüsse sind von Stationen an Rhein (1802 Rees), Elbe (1806 Dresden) und Weser (1820 Vlotho) vorhanden. An der Donau liegen kontinuierliche Aufzeichnungen der Wasser-

stände ab 1876 für den Pegel Passau vor.

Von diesen Stationen wurde ca. 1000 Messstellen als besonders wichtig eingestuft (Abb. 17). Ausschlaggebend hierfür ist deren Bedeutung für die Wasserbewirtschaftung, den Hochwasserschutz, die Verkehrswasserwirtschaft sowie für Planung, Beweissicherung und Forschung. Die Beobachtungsdaten dieser Stationen werden in dem seit 1901 herausgegebenen Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch (DGJ) veröffentlicht. Dieses erscheint nach Flussgebieten geordnet in 10 Teilbänden. Inzwischen sind dort die Beobachtungsdaten von 1032 hydrologischer Pegel enthalten. Neben Angaben zu Wasserstand und Durchfluss werden im DGJ noch die Monatsmittelwerte der an ca. 50 Messstellen ermittelten Schwebstofffrachten und an ca. 200 ausgewählten Grundwasserpegel bestimmten Wasserstände veröffentlicht.

Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) betreibt 561 hydrologische Messstellen mit regionaler und überregionaler Bedeutung. Diese Zahl enthält nicht die lediglich für den technischen Betrieb der Anlagen erforderlichen Pegel. An 161 der WSV-Pegel werden auch die Durchflüsse bestimmt. Im DGJ werden Wasserstände von 190 und Durchflüsse von 78 der WSV-Messstellen veröffentlicht. Über dieses rein hydrologische Messprogramm hinaus bestimmt der Bund an seinen Stationen noch eine Vielzahl weiterer Parameter (Geschiebe, Radioaktivität, Leitfähigkeit und verschiedene chemische Größen). Außerdem wird an ca. 250 Stationen Luft- und Wassertemperatur gemessen.

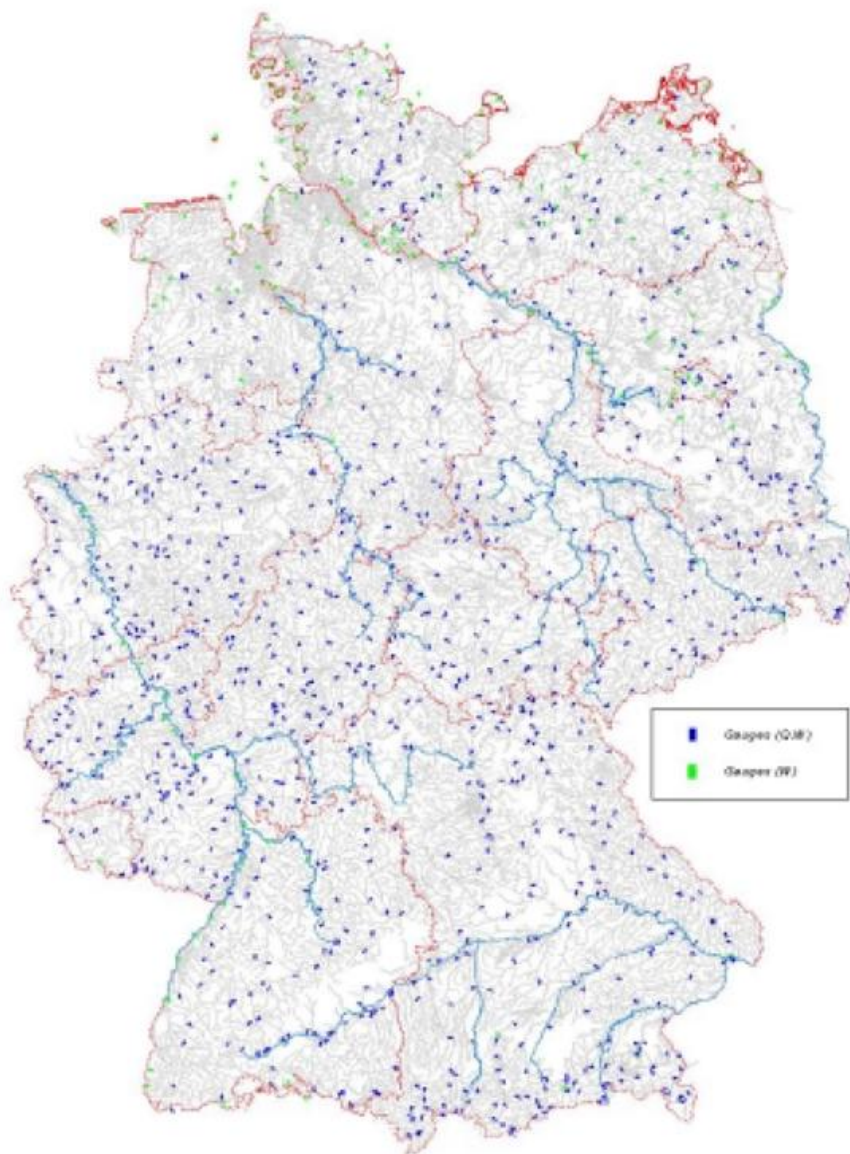


Abb. 16: Gewässerkundliche Pegel im DGJ

Die Prüfung und Archivierung der Wasserstände und Durchflüsse führen die jeweils verantwortlichen Stellen in eigener Verantwortung durch. Als einziger zentrale Stelle wird an der BfG ein historisch gewachsener Bestand an Durchflussdaten in der Hydrologischen Datenbank HYDABA vorgehalten, in der neben Datenreihen der Bundespegel auch historische Datenreihen einer Anzahl Länderpegel enthalten ist.

Der Datenaustausch zwischen den Ländern und den Ländern und dem Bund ist in gegenseitigen Verwaltungsvereinbarungen geregelt. Gleichermäßen gibt es Vereinbarungen die den internationalen Datenaustausch mit den Nachbarländern betreffen. Darüber hinaus ist Deutschland aktiv an der Pflege und Fortführung des Globalen Abflussdatenzentrums (GRDC) der WMO beteiligt. An das GRDC werden regelmäßig Updates der dort geführten Durchflussreihen von 94 deutschen Stationen übergeben.



Abb. 18: "Online"-Pegel in ELWIS.

Als Beitrag für eine schnelle Umweltinformation betreibt die WSV seit einigen Jahren das elektronische Wasserstraßen Informationssystem ELWIS (Abb. 18). Hier kann jeder Interessierte sich über die augenblickliche hydrologische Situation an den Bundeswasserstraßen informieren. Gegenwärtig können dort aktuelle Wasserstände von ca. 100 Pegeln im Internet angezeigt werden⁴³.

⁴³ <http://www.elwis.bafg.de>

Tabelle 3. Beteiligung an globalen terrestrischen Beobachtungssystemen

	GTN-P	GTN-G	FLUX-NET	ICP IM	ICP Forest/Level II	ICP Vegetation/Crops	ICP Materials	ICP Fresh water	ICP Mapping
Für wie viele Beobachtungsstellen ist der Vertragsstaat verantwortlich?	0	0	3	1	89	5	6	41	k.A.
Wie viele dieser Stellen sind derzeit in Betrieb?	0	0	2	1	89	5	6	41	*
Wie viele liefern Daten an internationale Datenzentren.	0	0	2	1	89	5	6	41	k.A.
Wie viele werden in 2005 voraussichtlich in Betrieb sein?	0	0	3	2	89	5	6	?	k.A.

* Daten der Ländermessnetze

Tabelle S9. Terrestrische Beobachtungssystem für das Klima.

Systeme, die für die nationale Klimüberwachung sinnvoll sind	Totale # Stationen	Zur Charakterisierung des nationalen/regionalen Klimas angemessen?			Zeitreihen			Adequate Qualitätskontrolle?			Verfügbare Metadaten Totale # Stationen (%digitalisiert)	Kontinuität # der in 2005 voraus. Betriebenen Stationen/ Plattformen
		(bitte eine Box ankreuzen)			# Stationen/Plattformen (# Daten digitalisiert)			(bitte eine Box ankreuzen)				
		vollständig	teilweise	nicht	30-50y	50-100y	>100y	vollständig	Teilweise	nicht		
Schnee	4022		X		1145	2565	60	X			4022 (100%)	2100
Erbodentemperatur (2, 5, 10, 20, 50, 100 cm unter der Oberfläche)	287		X		20	19	0		X		287 (100%)	315
Erbodentemperatur (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 m unter der Oberfläche)	1			X	0	0	1		X		1 (100%)	1
CORINE: Landnutzung, Bodenbedeckung (satellitendaten)	500x500 m		X		0	0	0	X			100 %	
UBA-Luftmessnetz: Niederschlag, Temperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit, relative Luftfeuchte, Luftdruck, O3, So2 (24); Co2 (8)	24		X		0	0	0	X			24 (100%)	Reduzierung geplant
Bodendauerbeobachtung: Landnutzung, KAK, Kohlenstoff- und Karbonatgehalte	~700		X		0	0	0			X	700 (100%) aber nicht alle Flächen sind digitalisiert	X
Bodenzustandserhebung: Kohlenstoff organisch gelöste Humusmenge, C/N und C/P-Verhältnis	16x16 km Raster (ca. 1800)		X		0	0	0		X		X (bei BMVEL)	Wiederholung geplant
Durchfluss	3019	(X)	X		456	376	42	X			100%	?

Tabelle S10. Ökologische Beobachtungssysteme für das Klima.

Systeme, die für die nationale Klimaüberwachung sinnvoll sind	Totale # Stationen	Zur Charakterisierung des nationalen/regionalen Klimas angemessen? (bitte eine Box ankreuzen)			Zeitreihen # Stationen/Plattformen (# Daten digitalisiert)				Adequate Qualitätskontrolle? (bitte eine Box ankreuzen)			Verfügbare Metadaten Totale # Stationen (%digitalisiert)	Kontinuität # der in 2005 voraus. Betriebenen Stationen/Plattformen
		vollständig	teilweise	nicht	30-50y	50-100y	100-300y	>300y	vollständig	teilweise	nicht		
Phänologie	6400 ⁴⁴		X		2000	4				X		9000 (70%)	1400
NDVI ⁴⁵	Gitter, 1km Auflösung		X		0	0	0	0		X		X (100%)	X
Pflanzenbedeckungsgrad ⁴⁵	Gitter, ca. 7 km Auflösung		X		0	0	0	0		X		X (100%)	X

⁴⁴ Derzeit aktiv: 1600

⁴⁵ Produkt, abgeleitet aus Strahlungsgrößen, die von Satelliten (NOAA) gemessenen werden.

E. Weltraumgestützte Beobachtungsprogramme

E.1. ALLGEMEINES

Über das Raumfahrtaufgabenübertragungsgesetz (RAÜG) ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR in Deutschland für die Erstellung des Weltraumprogramms, für seine Durchführung und für die Wahrnehmung der internationalen Kontakte in Vertretung des Bundes zuständig. Das DLR stimmt sich dabei eng mit den beteiligten Bundesressorts, vor allem dem BMBF und dem BMVBW ab. Über den Ausschuss für Raumfahrt (Bundesressorts) und seine Programmausschüsse (hier Erderkundung) finden regelmäßig Beratungen mit weiteren Ressorts, z.B. dem BMVg, BMU, BMVEL, BMI, den Wissenschaftlern (z.B. Vertreter des Nationalen Komitees für Global Change Forschung NKGCF der DFG und des Sachverständigenausschusses für Globale Umweltaspekte SVGUA des BMBF) sowie der Industrie statt. Der Interministerielle Ausschuss für Geoinformation IMAGI beschäftigt sich u.a. mit der Integration von Fernerkundungsdaten in GIS für hoheitliche Anwendungen. Das DLR berät diverse Organisationen im Hinblick auf die Nutzung von Fernerkundungsdaten, wie z.B. das Deutsche Komitee für Katastrophenvorsorge DKKV.

Das DLR nimmt im Rahmen des RAÜG die Vertretung der deutschen Interessen bei der ESA wahr. In Bezug auf die Erderkundung betrifft dies vor allem den Programmrat Erdbeobachtung (PB-EO) und den technischen Unterausschuss DOSTAG. Der deutsche Beitrag bei der ESA beträgt ca. 1040 Mio DM pro Jahr. Davon beträgt der Beitrag Deutschlands zu den verschiedenen Erderkundungsprogrammen ca. 80 Mio DM pro Jahr. Darüber hinaus zahlt Deutschland, d.h. das BMVBW über EUMETSAT Beiträge an die ESA zur Entwicklung der Zweiten Generation Meteosat (MSG) und der polarumlaufenden Satelliten Metop.

E.2. EUMETSAT

Die europäischen meteorologischen Dienste koordinieren ihre operationellen meteorologischen Satellitenaktivitäten über EUMETSAT (die Europäische Organisation zur Nutzung meteorologischer Satelliten). Die Höhe der Beiträge zu EUMETSAT richtet sich nach dem Bruttosozialprodukt, wodurch die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Deutschen Wetterdienst (DWD), zum größten Beitragszahler für EUMETSAT wird. Im Jahre 2001 zahlte Deutschland über 68 Millionen Euro. Die EUMETSAT-Programme, welche die europäischen Beiträge zur WMO und Weltraumkomponente des GOS (Global Observing System) sind, sind für GCOS von hoher Bedeutung wegen:

- den langfristigen Verpflichtungen der EUMETSAT-Programme (besonders wichtig für die Klimaüberwachung);
- den Vorteilen der weltraumgestützten Beobachtungen im Vergleich zu *in-situ* Messungen:
 - verschiedene Teile der Welt werden mit ein und demselben Beobachtungssystem betrachtet,
 - die Informationen sind weitgehend flächendeckend
 - die Beobachtungen haben eine hohe zeitliche Wiederholrate .

An dieser Stelle sei besonders darauf hingewiesen, dass die Konvention von EUMETSAT zur Wahrnehmung von Aufgaben im Bereich der Klimaüberwachung erweitert wurde. Artikel 2 der Konvention von EUMETSAT sagt: "*A further objective of EUMETSAT is to contribute to the operational Monitoring of the climate and the detection of global climatic changes*".

EUMETSAT betreibt mit METEOSAT geostationäre Satelliten und realisiert mit dem EUMETSAT Polar System (EPS) ein Programm zur Entwicklung von Betrieb von polarumlaufenden meteorologischen Satelliten. Die ersten METEOSAT-Daten stammen aus dem Jahr 1977. Das gleiche METEOSAT-System, nun MTP (METEOSAT Transition Programme) genannt, wird mindestens bis Ende 2003 in Betrieb bleiben. Das fest entschiedene MSG-Programm (Meteosat Second Generation) wird von Ende 2002/ Anfang 2003 bis zum Jahr 2012/ 2014 und das EUMETSAT Polar System (EPS) von 2006 bis ungefähr 2020 operationell verfügbare Daten bereitstellen.

MSG und EPS werden bestimmte Instrumente für Klimaüberwachung und Klimaforschung tragen, z.B. das GERB (*Geostationary Earth Radiation Budget*)-Instrument an Bord von MSG oder das GOME-2 (Global Ozone Monitoring Experiment) an Bord der METOP (*ESA Meteorological Operational Programme*) Satelliten im Kontext vom EPS (*EUMETSAT Polar System*). Aber auch alle anderen Instrumente der MSG und EPS/METOP Nutzlast stellen wertvolle Informationen mit Relevanz für GCOS bereit. Details über EUMETSAT, die Programme, Daten und Produkte können auf der EUMETSAT Homepage gefunden werden⁴⁶.

Im Rahmen der sog. "Satellite Application Facilities" (SAF) von EUMETSAT hat der Deutsche Wetterdienst die Aufgabe übernommen, als Leitinstitution für die Ableitung klimatauglicher Parameter aus einer neuen Generation von Satelliten (MSG, EPS, METOP) zu fungieren und das "SAF on Climate Monitoring" aufzubauen. Ab dem Jahre 2004 wird diese Einheit voraussichtlich in den prä-operationellen Betrieb gehen.

E.3. ANDERE SATELLITENSYSTEME

Folgende über die operationellen meteorologischen Satelliten hinausgehende Satellitensysteme werden von Deutschland betrieben bzw. über den Beitrag zur ESA mitfinanziert. Auf nationaler Ebene:

- BIRD (High temperature event detection like fires, volcanoes, Start in 2001)
- CHAMP (CHALLENGING Minisatellite Payload, for geoscientific and atmospheric research, seit 2000)
- GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment, Start in 2002)
- MOS (Ocean Colour, chlorophyll and other water constituents, atmospheric aerosol mapping, seit 1996)
- SRTM (Global digital elevation models by single pass SAR interferometry in 2000)
- TerraSAR (High-Resolution X-Band SAR for Land observation, forestry, agriculture, regional planning, cartography, biomass, Start in 2005)

⁴⁶ <http://www.eumetsat.de/>

Bei der ESA:

- ERS-2 (Earth Remote Sensing Satellite –2, seit 1995)
- ENVISAT (Environmental Satellite, Start in 2002)
- GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer, Start in 2005)
- CRYOSAT (Messungen der Eisbedeckung der Polkappen, Veränderungen Meeresspiegel, Start 2004)
- SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity, Start in 2006)
- Aeolus/ADM (Atmospheric Dynamics Mission, Start in 2007)
- ACE - Atmospheric Profiling (Temperature and Humidity Soundings)
- SWIFT (auf GCOM, 2006/2007)

Sowie zukünftige Earth Explorer Missionen.

E.4. VERFÜGBARKEIT DER DATEN

Das EUMETSAT Sekretariat extrahiert geophysikalische Parameter von den METEOSAT-Daten, archiviert sie im sogenannten meteorologischen Archivierungs- und Wiedergewinnungssystem (Meteorological Archiving and Retrieval Facility - MARF) und stellt sie allen interessierten Benutzern zur Verfügung. Unter anderen sind einige Produkte, so z.B. der Klimadatensatz, der Niederschlagsindex, einige Wolken-Produkte oder die Meeresoberflächentemperatur (SST-Produkt) von besonderem Interesse für Klima-Anwendungen. Details über MARF und wie die archivierten Daten zurückzuholen sind, kann wieder unter <http://www.eumetsat.de> gefunden werden, klicken Sie auf "Daten, Produkte und Dienste" und dann "archivierte Daten-Wiedergewinnung".

Im DLR werden Satellitendaten im Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum in Oberpfaffenhofen empfangen, verarbeitet, gespeichert und bereitgestellt. Hierzu zählen u.a. Daten von NOAA-AVHRR und -TOVS, von GOME auf ERS-2 und zukünftig die von MIPAS, GOMOS und SCIAMACHY auf ENVISAT.

Bei der ESA werden die Daten im Rahmen von sogenannten *Announcements of Opportunity* für wissenschaftliche Forschungsarbeiten kostenlos herausgegeben. Außerhalb dieser Aufrufe werden die Daten zu Forschungszwecken auf Antrag zu reduzierten Tarifen (*Costs for fulfilling the user request*) herausgegeben. Bei kommerziellen/operationellen Nutzungen werden Vollkosten erhoben. Spezielle Konditionen bei Abonnements oder großflächigen Datenwünschen können verhandelt werden.

Im nationalen Rahmen wird bei den genannten Projekten eine ähnliche Politik betrieben.

E.5. ERFÜLLUNG DER GCOS-STANDARDS

Wesentlich ist hier die Forderung nach der Kontinuität der Messungen, die für die genannten Systeme zwar angestrebt, aber nicht immer verwirklicht werden kann. Vielfach handelt es sich bei den genannten Missionen um Demonstratormissionen oder Missionen, die eine spezielle Fragestellung im System Erde beantworten helfen sollen. Durch die enge Kooperation zwischen ESA und EUMETSAT ist aber in der Vergangenheit bereits mehrfach eine Übernahme von erfolgreichen Demonstratoren in den routinemäßigen Betrieb praktiziert worden und wird für die Zukunft auch wei-

terhin angestrebt. Die ESA hat sich mit dem *Earthwatch* Programm dafür einen organisatorischen und programmatischen Rahmen geschaffen. Auch über die mit der EU gemeinsam verabschiedete Europäische Weltraumstrategie ist mit GMES (*Global Monitoring for Environment and Security* ein solches Element) vertraglich vereinbart worden.

Die genannten GCOS-Standards zur Kalibrierung/Validierung, Qualitätskontrolle, zeitlicher Überlappung alter und neuer Sensoren, Archivierung und Zugang sind Standards, die bei allen genannten Satellitensystemen grundlegend angestrebt und auch eingehalten werden. Kritisch ist jedoch teilweise die zeitliche Verzögerung zwischen Messung und Datenlieferung zum Nutzer, die je nach Verarbeitungsgrad und –aufwand bis zu mehreren Wochen betragen kann.

F. Liste der Abkürzungen

AEWA	Afrikanisch-Eurasisches Wasservogelabkommen
ARGO	Array for real-time geostrophic oceanography
ASCOBANS	Kleinwalabkommen Nord- und Ostsee
ASAP	Automated Shipboard Aerological Programme
AWI	Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
BAPMon	Background Air Pollution Monitoring Network
BATHY	GTS Code (temperature profile vs. depth)
BDM	Biodiversitätsmonitoring der Schweiz
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BfS	Bundesamt f. Strahlenschutz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMI	Bundesministerium des Innern
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BMVg	Bundesministerium der Verteidigung
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BSRN	Baseline Surface Radiation Network des WCRP
BZE	Bodenzustandserhebung
CLIVAR	Climate Variability and Predictability
CORINE	Coordination de l'Information sur l'Environnement
CTD	Conductivity/Temperature/Depth (Messgerät)
DGJ	Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch
DOD	Deutsches Ozeanographisches Datenzentrum
DWD	Deutscher Wetterdienst
ECT/CL	European Topic Centre Land Cover
EEA	European Environmental Agency
EGOS	European Group on Ocean Stations
ELWIS	elektronisches Wasserstraßen Informationssystem
EMDS	Einheitlicher Meteorologischer Datenspeicher
EMEP	European Monitoring and Evaluation Program
ENVISAT	Environmental Satellite, ESA
EPS	EUMETSAT Polar System
ERS-2	Earth Remote Sensing Satellite, ESA
ESA	European Space Agency
EUA	Europäischen Umweltagentur
EUMETSAT	the European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites; die Europäische Organisation zur Nutzung meteorologischer Satelliten
EUROBATS	Regionalabkommen Fledermäuse
FFH	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der EU
GAW	Global Atmosphere Watch

GCC	Global Collecting Centre
GCOS	Global Climate Observing System
GentG	Gentechnikgesetz
GERB	Geostationary Earth Radiation Budget
GEWEX	Global Energy and Water Cycle Experiment
GHG	Greenhouse Gas
GMEA	Global Monitoring for Environment and Security
GOCE	Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer, ESA
GOME	Global Ozone Monitoring Experiment (instrument to measure ozone profiles, ERS-2 and EPS satellites)
GOMOS	Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars
GOOS	Global Ocean Observing System
GPCC	Global Precipitation Climatology Centre
GPCP	Global Precipitation Climatology Project
GPS	Global Positioning System
GRDC	Global Runoff Data Centre of WMO; Globales Abflussdatenzentrum der WMO
GSN	GCOS Surface Network
GSNMC	GSN Monitoring Centre
GTOS	Global Terrestrial Observing System
GTS	Global Telecommunication System of WMO
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH
GVaP	GEWEX (tropospheric) Water-vapour Climatology Project
GYROSCOPE	Development of a real time in situ observing system in the North Atlantic Ocean, by an array of Lagrangian profiling floats
GZS	Globales Zentrum für Schiffswettermeldungen
HELCOM	Helsinki-Kommission zum Schutz der Ostsee
HYDABA	Hydrologische Datenbank
ICP IM	International Cooperation Program Integrated Monitoring
ICP M	International Cooperation Program Mapping
ICSU	International Council for Science
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO
IfM	Institut für Meereskunde
IGOS	Integrated Global Observing Strategy
IMIS	Integriertes Mess- und Informationssystem Radioaktivität
IPG	International Phenological Garden
JCOMM	Joint WMO/IOC Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology
KLIS	Klimainformationssystem des DWD im Internet
KRK	Klimarahmenkonvention
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
MARNET	Marines Umweltmessnetz in Nord- und Ostsee des BSH
MCSS	Marine Climatological Summaries Scheme der WMO
MERMAID	Marine Environmental Remote-controlled Measuring and Integrated Detection System
METOP	ESA Meteorological Operational Programme
MISAWI	Meteorologischen Informationssystems des Alfred-Wegener-Instituts

MSG	Meteosat Second Generation
NABAM	Nationales Basismessnetz
NAMD	Nationales Archiv für Maritime Daten des DWD
NDSC	Network for Detection of Stratospheric Change
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration, USA
ÖFS	Ökologische Flächenstichprobe
OSPARCOM	Oslo-Paris-Kommission zum Schutz der Nordsee
PSMSL	Permanent Service for Mean Sea-Level
RADOLAN	Radar-Online-Aneichung; offizieller Titel des Projektes: Routineverfahren zur Online-Aneichung der Radarniederschlagsdaten mit Hilfe von automatischen Bodenniederschlagsstationen (Ombrometer)
SCAPP	Scanning Pyrheliometer Pyranometer
SCIAMACHY	Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography
SFB	Sonderforschungsbereich der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)
SNDI	SeaNet Data Interface
SOOP	Ship-of-Opportunity Programme
TESAC	GTS Code (Temperature, Salinity, Currents vs. depth)
TIROS	Television and Infrared Operational Satellite
TOVS	TIROS Operational Vertical Sounder
TRACKOB	GTS Code (along-track measurements)
UBA	Umweltbundesamt
UN-ECE	United Nations Economic Commission
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UTC	Universal Time Co-ordinated
VOS	Voluntary Observing Ships
WCRP	World Climate Research Programme
WDC	ICSU World Data Centre
WMO	World Meteorological Organization
WSE	Waldschadenserhebung
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
XBT	Expendable Bathythermograph

G. Die GCOS-Standards

OPTIMALER UMGANG MIT GSN-STATIONEN („MANUAL ON OBSERVATIONS“ 2.10.3.19)

- Für jede GSN-Station ist der Langzeitbetrieb vorzusehen. Das erfordert die Bereitstellung notwendiger Ressourcen einschließlich gut ausgebildeten Personals und möglichst wenige Veränderungen an der Station.
- Bei wesentlichen Änderungen im Bereich der Messfühlvorrichtungen oder des Standortes ist von den Mitgliedern eine ausreichend lange Überlappungszeit (mindestens ein, vorzugsweise aber zwei Jahre) vorzusehen, in der das alte und das neue System parallel betrieben werden, damit Vergleichsdaten erhoben und Inhomogenitäten und andere Messeigenschaften ermittelt werden können.
- CLIMAT-Werte sind akkurat und fristgerecht bereitzustellen. CLIMAT-Meldungen sind bis zum fünften Tag des Monats, spätestens aber bis zum achten Tag des Monats zu übermitteln.
- Die Messungen und die codierte Übermittlung müssen einer strengen Qualitätskontrolle unterliegen. Zur Gewährleistung einer akkuraten Übermittlung an die National-, Regionalen und Weltzentren erfordern CLIMAT-Meldungen im Hinblick auf die dortige Weiterverwendung Qualitätskontrollen der Messwerte selbst und auch der Verschlüsselung. Qualitätskontrollen sollen am Standort und an einem zentralen Ort vorgenommen werden, damit Gerätefehler zu einem möglichst frühen Zeitpunkt erkannt werden. Der „Guide to Instruments and Methods of Observation“ (WMO Nr. 8) beinhaltet entsprechende Empfehlungen.
- Beim Aufbau der Station sollen die Empfehlungen des „Guide on the Global Observing System“ (WMO Nr. 488) eingehalten werden.
- An Station und Instrumenten sind regelmäßig Inspektionen und Wartungen gemäß den Empfehlungen der WMO („Guide to Instruments and Methods of Observation“, WMO, Nr. 8) durchzuführen. Als Teil der Wartung sollen die erforderlichen Kalibrierungsarbeiten auf der Grundlage der im Guide festgelegten Standards erfolgen.
- Es ist ein nationaler Plan zu entwickeln, wie die täglichen Werte und Metadaten jeder Klimastation in einem nationalen Plan zu archivieren sind. Die Metadaten sollen Angaben über Errichtung der Station, spätere Wartungsarbeiten, Änderungen der Umgebungseinflüsse und Austausch von Messinstrumenten oder Personal beinhalten. Die Werte und Metadaten sind sowohl in der ursprünglichen Form als auch im digitalen Format zu archivieren.
- Dem GSN-Datenzentrum sind detaillierte Metadaten und historische Klimadaten zu jeder GSN-Station zur Verfügung zu stellen. Sowohl die Werte als auch die Metadaten müssen dem aktuellen Stand entsprechen.

OPTIMALER UMGANG MIT GUAN-STATIONEN („MANUAL ON OBSERVATIONS“ 2.10.4.9)

- Für jede GUAN-Station ist der Langzeitbetrieb vorzusehen. Das erfordert die Bereitstellung notwendiger Ressourcen einschließlich gut ausgebildeten und möglichst wenige Veränderungen an der Station.
- Die Bewertung von Bias-Änderungen nach Instrumententausch soll auf der Grundlage eines ausreichend lange überlappenden Beobachtungszeitraumes (von vielleicht sogar einem Jahr) oder auf der Grundlage der Ergebnisse aus Instrumentenvergleichen an ausgewiesenen Teststationen erfolgen.
- Radiosondenaufstiege sind vorzugsweise zweimal täglich durchzuführen und sollen - unter Berücksichtigung der Anforderungen von GCOS für Aufstiege bis zu einer Höhe von 5 hPa - eine größtmögliche Höhe erreichen. Da für die Überwachung von Änderungen der Zirkulation, Zusammensetzung und Chemie der Atmosphäre Klimadaten aus der Stratosphäre benötigt werden, ist unbedingt zu versuchen, die Radiosondenaufstiege regelmäßig unter Berücksichtigung der o.a. GCOS-Anforderungen bis in die größtmögliche Höhe durchzuführen.
- CLIMAT TEMP-Werte sind akkurat und fristgerecht bereitzustellen. CLIMAT TEMP-Meldungen sind bis zum fünften Tag des Monats, spätestens aber bis zum achten Tag des Monats zu übermitteln.
- Jede GUAN-Station ist einer strengen Qualitätskontrolle zu unterziehen. Im Hinblick auf eine dauerhafte Qualität der Beobachtungen sind die Geräte regelmäßigen Kalibrierungs-, Validierungs- und Wartungsarbeiten zu unterziehen.
- Um exakte Werte gewährleisten zu können, soll vor jedem Sondenaufstieg ein Grundcheck durchgeführt werden. Weitere Checks sind auch während und am Ende eines jeden Sondenaufstieges durchzuführen, um so vor Übermittlung der Daten zu gewährleisten, dass unvollständige Aufstiege oder Fehler korrigiert werden können.
- Bei Ausfällen sind Reservesonden zu starten, damit die Aufzeichnungen der GUAN-Station fortgeführt werden können.
- Detaillierte Metadaten sollen zur Verfügung gestellt werden. Für jeden Flug muss die Batchkennung auf der Radiosonde notiert werden, damit fehlerhafte Batches herausgefunden und die Daten erforderlichenfalls korrigiert oder in den Klimaaufzeichnungen gelöscht werden können. Meldungen mit aktuellen Metadaten sind in einem Standardformat an die GUAN-Datenzentren zu leiten, damit Abweichungen in den Werten nicht für Klimaänderungen gehalten werden. Die Metadaten sollen detaillierte Angaben über die Station enthalten, z.B. Angaben über Standort, Höhe, eingesetzte Instrumente und deren Austausch im Laufe der Zeit. Änderungen in der Bedienung und Korrekturgänge sind ebenfalls zu melden. Sowohl die korrigierten als auch die nichtkorrigierten Werte der aerologischen Beobachtungen sind zu archivieren. Studien über Klimaänderungen erfordern eine äußerst hohe Stabilität hinsichtlich systematischer Fehler bei den Radiosondenmessungen.

DIE KARL-PRINZIPIEN⁴⁷ (KARL ET AL., 1995)

1. Die Auswirkungen der Einführung neuer Systeme oder von Änderungen an existierenden Systemen wird vor der Implementierung abgeschätzt.
2. Die Überlappung von neuen und alten Systemen wird über einen genügend langen Zeitraum sichergestellt.
3. Die Ergebnisse aus Kalibration, Validierung, Änderung der Algorithmen und Abschätzungen zur Homogenität der Daten werden mit gleicher Sorgfalt wie die Daten selbst behandelt.
4. Die Fähigkeit, routinemäßig die Qualität und Homogenität von Extremwerten abschätzen zu können, inklusive der hochauflösenden Daten und beschreibende Informationen, wird sichergestellt.
5. Klimaüberwachungsprodukte und Einschätzungen, wie die des IPCC, werden bei der Priorisierung der globalen Beobachtungsaktivitäten integriert.
6. Stationen mit ununterbrochenen Beobachtungsreihen werden erhalten.
7. Zusätzlichen Beobachtungen in datenarmen Gebieten, die besonders empfindlich für Änderungen sind, wird eine hohe Priorität eingeräumt.
8. Netzwerkbetreibern, –designern sowie Instrumentenentwicklern werden von vornherein langfristige Anforderungen für Design und Implementierung an die Hand gegeben.
9. Die Überführung von Beobachtungssystemen zu Forschungszwecken in langfristige Beobachtungsprogramme wird gefördert und sorgfältig geplant.
10. Systeme zum Datenmanagement, die den Zugang, die Nutzung und die Interpretation erleichtern, werden als essentiell angesehen.

⁴⁷ S. auch <http://www.gcrio.org/CONSEQUENCES/spring95/Climate.html>.

H. Literatur

- Karl, T.R., Derr, V.E., Easterling, D.R., Folland, C.K., Hofmann, D.J., Levitus, S., Nicholls, N., Parker, D.E., & Withee, G.W., 1995:** Critical Issues for Long-Term Climate Monitoring. *Climatic Change* 31.
- Köhler, U., and H. Claude, 1996:** Homogenised O3 records of Hohenpeissenberg. Proc. Quad. Ozone Symp. 1996, L'Aquily, Italy
- Leiterer, U., Dier, H. and Naebert, T., 1998:** Improvements in Radiosonde Humidity Profiles Using RS80/RS90 Radiosondes of Vaisala. Summerized paper in WMO/TD-No. 877, TECO-98
- Von Klitzing, Friedrich, Andreas Corsten, Andreas Mischke, 1998:** Umweltbeobachtungsprogramme des Bundes – Integration der Beobachtungsprogramme anderer Ressorts. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – Luftreinhaltung -. Forschungsbericht 204 01 119. UBA-FB 98-112. Texte 73/98. ISSN 0722-186X
- Weller, M. et al. 2000:** Ten Years of Aerosol Optical Depth Observation at the Lindenberg Meteorological Observatory. *Contr. Atmos. Phys.* Nov. 1998, Vol. 71, No.4 p.387-400 and Weller, M. et al.: Regional differences of column-related aerosol parameters in Germany. *Atmospheric Environment* 34 (2000) 5107-5118