

# Atmosphärenorientierte GMES-Aktivitäten in Bayern



*Michael Bittner, Siegfried Specht*

## 1 Einleitung

Weil sie für uns weitgehend unsichtbar ist, wird die uns umgebende dünne Lufthülle, die Erdatmosphäre, im täglichen Leben oftmals gar nicht bewusst wahrgenommen. Dennoch stellt ihre Existenz eine der wesentlichsten Voraussetzungen dafür dar, dass es unsere Lebensform auf diesem Planeten überhaupt gibt. Die Atmosphäre spendet den Sauerstoff, den wir atmen, sie liefert den Regen zur Verteilung von Wasser, sie enthält in ihren obersten Schichten Ozon, das die energiereiche kosmische Strahlung abschirmt und sie beinhaltet die sogenannten Treibhausgase, ohne die es auf unserem Planeten mit einer durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur von etwa minus 18 Grad Celsius unwirtlich kalt wäre. Es mutet daher fast schon ironisch an, dass wir unserer Atmosphäre erst dann gewahr werden, wenn sie buchstäblich stinkt. Und ebenso, dass wir nur zögerlich handeln, wenn es darum geht, mit ihr eine unserer wesentlichsten Lebensgrundlagen zu bewahren, indem wir ihre Existenz bedrohende, anthropogene Einflüsse von ihr fernhalten.



*Bild 1:* Blick aus dem Weltraum auf die dünne Schicht der Erdatmosphäre  
(Quelle: NASA)

Die zentrale Bedeutung der Atmosphäre für das Leben auf der Erde gilt heute als unumstritten. Ebenso unumstritten ist aber auch die Tatsache, dass sich diese Atmosphäre verändert, und zwar global. Das ist zunächst nichts Ungewöhnliches, denn dynamischen Systemen sind Veränderungen eigen. Jahreszeitliche und klimatische Zyklen oder evolutionäre Prozesse beispielsweise sind natürliche Vorgänge, die unsere Atmosphäre charakterisieren. Das Leben hat sich darauf eingestellt.

Neu jedoch ist der Umstand, dass der Mensch nicht länger nur Zuschauer dieser Veränderungen ist. Insbesondere der außergewöhnlich rasche Wandel, den wir in den letzten Jahrzehnten beobachten, ist maßgeblich mit auf sein Tun zurückzuführen, findet seine Ursache also nicht mehr allein in den Auswirkungen der natürlichen Dynamik. Seiner wachsenden Anzahl steht kein zeitgerechter Wandel seiner Methoden in den Bereichen Energieerzeugung, Wasserversorgung, Nahrungsmittelproduktion und Mobilitätsverhalten gegenüber. Zunahme der Treibhausgaskonzentration, Ausdünnung der stratosphärischen Ozonschicht, Veränderung der Länge der Vegetationszeiten, Veränderung der globalen Zirkulationssysteme, Zunahme von Extremwetterereignissen usw. – das sind die jüngsten Schlagzeilen dieser Entwicklung.

Die Konsequenzen für die Menschheit, die diese Veränderungen potentiell in sich tragen, sind atemberaubend und können gar nicht unterschätzt werden. Sie reichen von Beeinträchtigungen der Gesundheit (z. B. Ausweitung von Seuchen, Schwächung des Immunsystems, Hautkrebs, Allergien, Augenschäden) über Schäden für die Volkswirtschaften (z. B. Einbußen bei Ernte- und Fischereierträgen, vorzeitige Erosion von Werk- und Baustoffen, eine Zunahme von Schäden aus Sturm- und Flutkatastrophen) bis hin zu Auswirkungen auf die Biosphäre (z. B. Einschränkung von pflanzlicher Photosynthesefähigkeit und Artenvielfalt, Verschiebung der Vegetationsperioden und -zonen, Veränderungen der Biomasseproduktion, Smog, saurer Regen) oder ganz allgemein auf die regionalen Zukunftschancen und mögliche Neuverteilung von arm und reich auf unserer Erde. Insbesondere könnten sich diese Veränderungen in der Folge auch auf die Sicherheit Europas auswirken: So wird insbesondere eine mit dem Klimawandel einhergehende Umverteilung von Wasserströmen auf der Erdoberfläche und in den Ozeanen die Lebensgrundlagen ganzer Völker nachhaltig verändern; längst hat so der Begriff des »Klimaflüchtlings« Eingang in den nationalen wie internationalen politischen Wortschatz gefunden.

Bei all diesen Aussagen herrscht jedoch der Konjunktiv vor und das aus gutem Grund, denn das System Erde stellt ein komplexes System aus ineinander greifenden und sich wechselseitig beeinflussenden dynamischen, chemischen und energetischen Prozessen dar. Die eindeutige und quantitative Zuordnung von

Ursache und Wirkung in diesem vielschichtigen Beziehungsgeflecht, in dem letztlich auch sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Aspekte berücksichtigt werden müssen, ist außerordentlich schwierig.

Die Prognose, wie sich der Zustand der Atmosphäre in Zukunft entwickeln wird und welches die konkreten Folgen auf den jeweils globalen, kontinentalen und regionalen Skala sein werden, erfordert ein genaues Verständnis all dieser komplexen Mechanismen. Dieses Verständnis ist noch längst nicht auf allen Gebieten ausreichend entwickelt. Die noch existierenden wissenschaftlichen Unsicherheiten müssen beseitigt werden, und zwar rasch. Die Wissenschaft ist hier in der Pflicht, den politischen Entscheidungsträgern möglichst präzise und belastbare Informationen bereitzustellen, denn signifikante politische Entscheidungen in diesem Umfeld werden unvermeidbar tief greifende wirtschaftliche und soziale Konsequenzen nach sich ziehen. Das Ziel muss daher ein wissenschaftsbasiertes politisches Handeln sein, unabhängig davon, ob die zu entwickelnden Strategien und die dafür von der Gesellschaft aufzubringenden erheblichen Investitions- und Betriebsmittel auf die Begrenzung des Klimawandels oder auf die Anpassung von Wirtschaft und Gesellschaft an eine veränderte Umwelt ausgerichtet sind. Angesichts der langen Zeitskalen und der globalen Dimension der zu erwartenden und zumindest teilweise bereits irreversiblen Umweltveränderungen ist vorsorgendes Eingreifen erforderlich, lange bevor wissenschaftliche Gewissheit erreicht ist; bewusstes, durchdachtes und künftigen Generationen verpflichtetes Management der Erde ist die zentrale gegenwärtige Herausforderung für unsere Gesellschaft.

## **2 GMES und Atmosphäre**

»Global Monitoring for Environment and Security (GMES)« ist eine gemeinsame Initiative der Europäischen Kommission<sup>1</sup> und der europäischen Raumfahrtagentur ESA für eine globale Umwelt- und Sicherheitsüberwachung. Ziel ist es hier, durch eine arbeitsteilige Zusammenarbeit in Europa eine eigenständige, dauerhaft verfügbare, kosteneffiziente und nutzerfreundliche Beobachtungskapazität für politische Entscheidungsträger zu schaffen. Dabei sollen weltraumgestützte Beobachtungskapazitäten genauso genutzt werden wie bodengebundene, flugzeuggestützte und sonstigen Messungen. Die geeignete Verbindung dieser Messungen mit einer Kapazität für Datenintegration und –verwaltung für die Bereiche Umwelt, Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung soll zu einer intensiveren Nutzung derselben führen. Auch humanitäre Hilfe, Entwicklungshilfe und sicherheitsrelevante Themen sollen bei GMES berücksichtigt werden.

---

<sup>1</sup> [http://ec.europa.eu/comm/space/gmes/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/comm/space/gmes/index_en.htm)

Bei der Auslegung von GMES sollen Anwenderinteressen im Vordergrund stehen und die Systemdefinition bestimmen. Am Ende soll ein aus europäischer Sicht eigenständiges und operationelles Beobachtungssystem vorhanden sein, das in der Verantwortung der Anwender bzw. Nutzerorganisationen dauerhaft ohne Einsatz weiterer FuE-Mittel betrieben wird. Der Aufbau der GMES-Kapazität soll im Bereich der Atmosphärenkomponente nach der gegenwärtigen Planung bis 2011 abgeschlossen sein und dann in den operationellen Betrieb sowie eine evolutionäre Weiterentwicklung übergeführt werden. Gegenwärtig gibt es zwei große europäische Entwicklungslinien, die auf die Bildung eines zukünftigen operativen GMES Atmosphärenservice (GAS) ausgerichtet sind: Es sind diese das von der ESA finanzierte und vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) koordinierte GMES-Service Element PROMOTE<sup>2</sup> (PROtocol MONiToring for the GMES Service Element: Atmosphere) und das von der EU finanzierte und vom Europäischen Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage (ECMWF) koordinierte FP6-Projekt GEMS<sup>3</sup> (Global and regional Earth-system (Atmosphere) Monitoring using Satellite and in-situ data). Praktisch alle größeren europäischen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, Observatorien und Wetterdienste sind durch ihre Beteiligung jeweils in PROMOTE oder GEMS in diese Initiative eingebunden. Gegenwärtig laufen Vorbereitungen, beide Entwicklungslinien, PROMOTE und GEMS, im Rahmen des 7. Europäischen Forschungsrahmenprogramms (FP7) zusammenzuführen. In den nächsten Jahren sollen dazu jeweils ein Projekt für die Vorbereitung der Basisdatenverarbeitung (»Core-Service«) und die Produktion anwendungsorientierter Daten- und Informationsprodukte (»Downstream-Service«) aufgelegt werden; beide Linien sollen dann 2011 in den operativen GMES Atmosphärenservice, GAS, münden. Es leuchtet ein, dass eine solche Herausforderung letztlich nur durch die Schaffung eines ausgewogenen Interessensausgleichs der vielen beteiligten Partner zu bewältigen sein wird.

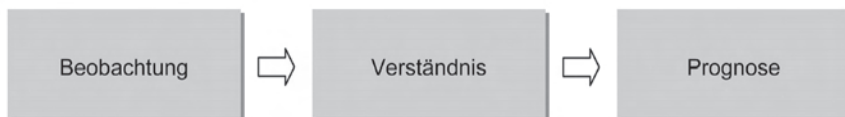
### 3 GMES Servicearchitektur

Aus den obigen Ausführungen folgt, dass GMES auf Nachhaltigkeit ausgelegt sein muss. Was wiederum bedeutet, dass die Architektur eines atmosphärenorientierten GMES-Services letztlich alle Ebenen von der Beobachtung des Atmosphärensystems, also der qualifizierten Erfassung darin enthaltener Schlüsselparameter, dem Verständnis der dort ablaufenden Prozesse bis hin zur Prognose der künftigen Entwicklung der Atmosphäre umfassen sollte (Bild 2). Diese Ebenen sind nicht in allen Bereichen der Atmosphäre gleich weit entwickelt; sie werden jeweils von einer anderen Anwendergruppe nachgefragt. Diese

<sup>2</sup> <http://www.gse-promote.org>

<sup>3</sup> [http://www.ecmwf.int/research/EU\\_projects/GEMS/](http://www.ecmwf.int/research/EU_projects/GEMS/)

Aspekte stellen dabei ein wichtiges Kriterium für die Implementierung eines GMES-Services dar.



*Bild 2:* Die Nachhaltigkeit eines GMES-Services erfordert die Behandlung aller Ebenen von der Beobachtung eines Systems über das Verständnis der dort ablaufenden Prozesse bis hin zur Vorhersage zukünftiger Entwicklungen

Atmosphärenbezogene Daten und Informationen sind aber längst nicht mehr nur für die Bereiche der reinen Grundlagenforschung, der Verbesserung der kurzfristigen Wettervorhersage, der Verifikation computergestützter Klimamodelle oder der Beobachtung des Globalen Wandels allein von Bedeutung. Zunehmend werden darüber hinausgehend auf der Grundlage von satellitengestützten Basisdaten weltweit Produkte entwickelt (»Value Adding«) etwa für ökologische Fragestellungen u. a. mit den Zielrichtungen Beobachtung, Bewertung und Prognose der Luftqualität auf allen Skalen, wie sie beispielsweise in Europa von der European Environmental Agency (EEA) formuliert werden, oder Überwachung von internationalen Umweltabkommen, wie etwa die Protokolle von Montreal (fluorierte Kohlenwasserstoffe, Ozonproblematik, UV-Strahlungsbelastung) und Kyoto (Treibhausgase, Erderwärmung). Aber auch Produkte für die kommerzielle Anwendung werden zunehmend unter Verwendung von atmosphärenbezogenen Daten und Informationen entwickelt. So werden bereits heute spezifische Informationen über die Verfügbarkeit direkter und diffuser Strahlung im Bereich der Photovoltaik und der Solarthermie von den Energieerzeugern nachgefragt (siehe z. B. das vom DLR geführte Marketing Development Projekt Environmental Information Services for Solar Energy Industries, ENVISOLAR<sup>4</sup>, der ESA oder das HGF-Virtuelle Institut für Energiemeteorologie, viEM<sup>5</sup>). Bereits heute zeichnet sich ab, dass zukünftig zusätzlich Informationen auch über die Verfügbarkeit photosynthetisch verwertbarer Strahlung zur Bewertung der Biomassepotentiale von der Industrie nachgefragt werden. Die Bemühungen der Industrie stehen hier im Kontext der Anpassung der Energiewirtschaft an den Klimawandel, einschließlich der sich verändernden Ressourcenverfügbarkeit und reflektieren die politischen Randbedingungen hierzu, wie sie auch von der Bundesregierung kürzlich festgelegt wurden.

<sup>4</sup> <http://www.envisolar.com>

<sup>5</sup> <http://www.viem.de>

Auch robuste operative Verfahren und Systeme, wie sie für eine automatische Atmosphärenkorrektur von satellitenbasierten Beobachtungen der Landoberfläche zum Zweck etwa einer Ernteertragsprognose erforderlich sind, werden von der Industrie nachgefragt. Dabei wird es insbesondere auf eine hervorragende Qualität der Atmosphärenkorrektur ankommen, wenn die Wirtschaftsunternehmen hier im internationalen Wettbewerb bestehen wollen. Beispielsweise soll das Satellitensystem Rapid Eye der Firma Rapid Eye AG, unterstützt durch das DLR, unter Verwendung von fünf Satelliten mit optischen Kameras, die erstmals in der Lage sein werden, hohe Wiederholraten und damit eine hohe Aktualität der Informationsprodukte zu gewährleisten, ab 2008 kommerzielle Kunden aus Landwirtschaft, Ernährungsindustrie, von Versicherungen, aber auch von Organisationen, die im Bereich Katastrophenhilfe tätig sind, mit Datenprodukten versorgen. Benötigt werden mithin kontinuierlich Daten und sehr weit reichende Informationen über den aktuellen Zustand der Atmosphäre (Aerosole, Spurengase, wolkenphysikalische Parameter).

Es steht außer Frage, dass mit der Verfügbarkeit dieser neuartigen Messverfahren zur Erdbeobachtung – sofern diese ausreichend qualitätsgesichert angeboten werden können – auch die diesbezüglichen Tätigkeiten im Bereich der staatlichen Verwaltung kostengünstiger und hinsichtlich ihrer Aussagekraft deutlich verbessert gestaltet werden können.

Es deutet sich bereits an, dass die national wie international zu fordernde Präzision zielführender Klimastrategien und in deren Folge auch der Effizienznachweis für intern oder als Entwicklungshilfe extern eingesetzte Haushaltsmittel den Testeinsatz neuer, insbesondere flächendeckender Methoden der Erdbeobachtung bzw. ob zügige Methodenvergleiche zwischen den neu entwickelten und den bislang eingesetzten Methoden nahe legen. Insbesondere ist zu prüfen, ob z. B. satellitengetragene Messverfahren zu schnelleren, kostengünstigeren und weniger personalintensiven Lösungen führen oder bislang nur in zeitlich weit auseinander liegenden Kampagnen erhobene Datensätze durch derartige Messungen zwischenzeitlich aktualisiert werden können. Als Anwendungsbeispiele kommen die bereits genannten Anwendungen im Bereich Land- und Forstwirtschaft, die Beobachtung von Hangrutschungen oder der Gletscher- und Schneebedeckungen, die Verfolgung der Bodenversiegelung bzw. der konkurrierenden Nutzungsänderungen des Bodens, die Erstellung digitaler Geländemodelle, die Ermittlung der Basisdaten für Lärmschutzkarten udgl. in Betracht

Hinzu kommt, dass die Weitergabe von erfolgreich in den Industriestaaten erprobter Methoden der Erdbeobachtung dazu beitragen können, Entwicklungs- und Schwellenländer überhaupt erst in den Stand zu versetzen, bislang

geschätztes oder plausibel hochgerechnetes Datenmaterial zu konkretisieren und sich mit belegten Informationen ernsthaft in die internationale Klimadiskussion einzuschalten.

Im Bereich der Katastrophenvorsorge werden zunehmend operativ verfügbare Informationen über den Zustand der Atmosphäre für die Verwendung in verschiedenen Komponenten eines Multi-Hazard-Frühwarnsystems der nächsten Generation nachgefragt, wie es derzeit im Auftrag der Vereinten Nationen unter Federführung der WMO (Natural Disaster Prevention and Mitigation Programme) konzipiert wird. Hier entwickelt etwa die Firma Kayser-Threde GmbH in Kooperation mit dem DLR-DFD und der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS), unterstützt vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, ein optisches System zur kontinuierlichen Vermessung der Temperatur in der Mesopausenregion (ca. 87 Kilometer Höhe), um den Infraschall, der z. B. stets mit einem Tsunami-Ereignis einhergeht, schnell detektieren zu können. Auch hier sind in der Perspektive satellitenbasierte Informationen außerordentlich präzise zu validieren, allein schon, um einen Fehlalarm zu vermeiden.

Im Bereich der Frühwarnung bei Schadstoffausbreitungen in der Atmosphäre in Folge von Industrieunfällen, Explosionen, Vulkanausbrüchen oder Großbränden baut die Industrie verstärkt satellitenbasierte Überwachungssysteme auf. Hier sei beispielhaft die Kooperation der GAF-AG mit dem DLR-DFD bei der Einrichtung eines solchen Systems für verschiedene Staaten im arabischen Raum genannt.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass auch im Bereich der Bewertung der Gesundheitsrisiken im Kontext des Globalen Wandels zunehmend atmosphärenbezogene Informationen nachgefragt sind. So geht es hier beispielsweise um die Entwicklung maßgeschneiderter so genannter Gesundheitsindizes, die unter Zusammenführung verschiedener atmosphärenphysikalischer Parameter und Kenngrößen (z. B. Temperaturvariation, UV-Strahlung, Luftqualität) mit medizinischen Daten und medizinischem Fachwissen einen direkten Bezug zu bestimmten Gesundheitsrisiken erlauben.

Es besteht derzeit Konsens darüber, dass ein atmosphärenorientierter GMES-Service insbesondere auf die nachfolgenden Themenbereiche fokussieren sollte:

- Überwachung klimawirksamer Spurenstoffe (Gase und Aerosole), der Luftverschmutzung, der Ozonschicht, der ultravioletten Strahlungsbelastung sowie der solaren Einstrahlung und der Quantifizierung von Trends dieser Parameter

- Integrierte globale und europaweite Analysen und Re-Analysen von Treibhausgasen, Aerosolen, Luftqualität, Ozon und UV-Strahlung und Solarstrahlung
- Integrierte globale und europaweite Vorhersagen von Luftqualität, Ozon und UV-Strahlung und Solarstrahlung

Die Diskussionen hierzu sind jedoch noch nicht abgeschlossen und werden sich in den nächsten Jahren weiter fortsetzen. Als Architektur für die Umsetzung eines solchen atmosphärenorientierten GMES-Service wird gegenwärtig ein räumlich dezentrales Netzwerk favorisiert, welches aus

- verteilten spezialisierten Beobachtungszentren,
- einem zentralen, großen Assimilationszentrum für globale Anwendungen (inkl. Fähigkeit zu inverser Modellierung und Re-Analyse) und
- Postprocessing/Endnutzerverarbeitungs-Zentren bestehen soll.

#### **4 Standortvorteil Bayern**

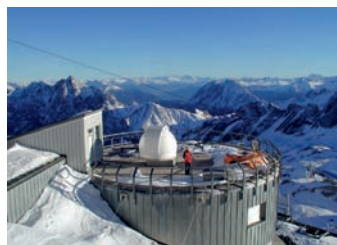
Viele in Bayern ansässige und international renommierte Forschungsinstitute können auf eine langjährige Erfahrung im Bereich der Klima- und Atmosphärenforschung sowie der Validierung von Satellitendaten zurückblicken. Durch die gemeinsame Verwertung von Erfahrungen, Fähigkeiten und Ergebnissen entsteht in Bayern aktuell eine weltweit einmalige Forschungsplattform, die Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS). Ihre Konstellation als virtuelles Institut dieser eng vernetzten Forschungseinrichtungen gewährleistet eine High-Tech-Produktentwicklung mit extrem kurzen Entwicklungszyklen in den Bereichen Messtechnik und Datenanwendung und schafft beste Voraussetzungen, einen wichtigen Beitrag zur globalen Umweltüberwachung im Rahmen von GMES zu leisten.

#### **5 Beispielhafte Aktivitäten in Bayern**

Das in der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus angesiedelte »Zentrum für Höhen- und Klimaforschung in Bayern-Schneefernerhaus« stellt mit seiner Lage auf 2650 m ü.NN am Nordrand der Alpen sowohl für Langzeituntersuchungen als auch für Forschungsarbeiten eine nahezu ideale Experimentierplattform dar. In Verbindung mit seinen einzigartigen infrastrukturellen Möglichkeiten kommt diese Höhenforschungsstation dem Bedürfnis entgegen, diese Aktivitäten in die Kontinuität eines dauerhaft betriebenen Observatoriums einzubetten. Es bietet damit gleichzeitig die besten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Teilhabe am europäischen GMES-Programm.



Dies soll an Hand der nachstehend aufgeführten Untersuchungsvorhaben demonstriert werden, die von den ivernetzten Forschungsgruppen aktuell realisiert werden:



*Bild 3:* Umweltforschungsstation Schneefernerhaus(UFS) auf der Zugspitze  
(Fotos: Dr. L. Ries, 2006; Dr. H. Vogelmann, 2006)

Der Deutsche Wetterdienst und das Umweltbundesamt betreiben gemeinsam die Station »Zugspitze/Hohenpeißenberg«, eine von 24 Globalstationen des »Global Atmosphere Watch-Programm« der WMO. Diese Globalstation, bestehend aus dem höhengestaffelten Stationenverbund Hohenpeißenberg (988 m), Schneefernerhaus (2650 m) und Zugspitzgipfel (2964 m) liefert im weltweiten Vergleich eines der umfangreichsten Datensets zur Meteorologie, Radionukliden, Strahlung, Ozon, Spuren- und Klimagasen, Aerosolen sowie der chemischen Zusammensetzung des Niederschlags.



*Bild 4:*  
Messstation des Deutschen Wetterdienstes im »Münchener Haus« auf der Zugspitze  
(Foto: Dr. C. Mikulla, 2007)

Das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) in Oberpfaffenhofen bildet zusammen mit dem Institut für Methodik der Fernerkundung den Institutsverbund »Angewandte Fernerkundung« im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt. Hier sind viele der Aktivitäten des DLR zur Erdbeobachtung mit Satelliten und Flugzeugen gebündelt. Das DFD befasst sich mit dem Empfang, der Archivierung, der Bereitstellung und der Entwicklung von höherwertigen Daten- und Informationsprodukten für die wissenschaftliche, behördliche,

privat-wirtschaftliche und öffentliche Nutzung. Im Auftrag des International Council for Science (ICSU) ist das DFD der Sitz des Weltdatazentrums für Fernerkundung der Atmosphäre (<http://wdc.dlr.de>). Das DFD führt im Auftrag der Europäischen Weltraumbehörde ESA das europäische GMES Service Element Promote zur Etablierung von Pilotdiensten für die Kartierung und Prognose des Atmosphärenzustandes hinsichtlich Luftqualität, Treibhausgaskonzentration, UV-Strahlungsbelastung und Ozonverteilung. Mit dem Mandat der Weltmeteorologischen Organisation, WMO, koordiniert das DFD den Aufbau eines internationalen Netzwerkes zur Beobachtung der Mesopausentemperatur (NDMC).

Das zum Karlsruher Forschungszentrum gehörige Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) betreibt Stationen auf der Zugspitze, im Schneefernerhaus, dem Wank sowie in Garmisch-Partenkirchen und hat wissenschaftlich zur Überwachung des Montreal-Protokolls beigetragen. Diese einmalige Stationskette ist Bestandteil des globalen Umweltüberwachungsnetzwerks NDSC/NDACC und wurde Mitte der 90er Jahre durch die Ground-Truthing Station »Zugspitze / Garmisch« ergänzt, die mit innovativen Messgeräten zur bodengebundenen Fernerkundungsverfahren ausgestattet ist. Dieser international renommierte Standort war bereits maßgeblich an zahlreichen Validierungskampagnen beteiligt und ist in die laufenden Programme der ESA zur Langzeitvalidierung von ENVISAT, zur operationellen Validierung von EPS/MetOp in Zusammenarbeit mit EUMETSAT sowie zur Validierung von ACE (NASA) eingebunden. Darüber hinaus erfolgt derzeit die Vorbereitung zur Validierung des Weltraumlidars CALIPSO.

Zusammenfassend legt das vorgestellte Kompetenzpotential der im Rahmen der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS) vernetzten Forschungsinstitute nahe, diesen auch im weltweiten Vergleich als wissenschaftlich hochkarätig einzustufenden Standort künftig stärker in die GMES-Aktivitäten einzubinden. Als aktuell wichtigster Baustein wird dafür der Aufbau einer überregionalen Service-Einheit im Bereich der Satelliten-Navigation gesehen, die allen Betreibern und Anwendern einschlägiger Satelliten-Missionen nach dem besten Stand von Wissenschaft und Technik zur Verfügung steht.

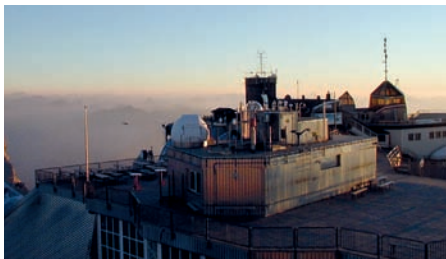


Bild 4:  
Messstation des IMK-IFU auf der  
Zugspitze

(Foto: Dr. H. Vogelmann, 2006)