

Aktive
Forschung
und
Technologie
in
Deutschland



Dokumentation '92

BfP

A U S D E M I N H A L T

Vorwort	1	Chancen für das Elektroauto? <i>Dr.-Ing. Ernst Hagenmeyer, Vorstandsmitglied der Energieversorgung Schwaben AG</i>	35
Forschungs- und Technologiepolitik in Deutschland <i>Dr. Heinz Riesenhuber, MdB, Bundesminister für Forschung und Technologie</i>	4	Für eine saubere, lebenswerte Umwelt <i>Karlfried Theilig, Kernkraftwerk Obrigheim</i>	40
Neue Wege in der Krebsforschung <i>Prof. Dr. Harald zur Hausen, Vorsitzender und wissenschaftliches Mitglied des Stiftungsvorstandes des Deutschen Krebsforschungszentrums in Heidelberg</i>	8	Eine wirksame Dioxinminderung in Abfallverbrennungsanlagen ist möglich <i>Dr.-Ing. O. Hasenkopf, Technische Werke der Stadt Stuttgart AG</i>	42
Künstliche Adern für den Menschen <i>Prof. Dr. Jürgen Engemann und Prof. Dr. Dr. C. James Kirkpatrick</i>	15	Solvay Deutschland GmbH <i>Prof. André Lecloux, Direktor des Zentralbereiches Forschung und Entwicklung der Solvay Deutschland GmbH, Hannover</i>	44
CAPD – Computer Aided Protein Design <i>Prof. Dr. Dietmar Schomburg Gesellschaft für Biotechnologische Forschung mbH – GBF – Braunschweig</i>	17	Genzenlos präsent <i>Wolfgang Lohmann, Siemens AG</i>	48
Neues vom Laser <i>Prof. Dr. rer. nat. Rudolf Steiner, Institut für Lasertechnologie in der Medizin an der Universität Ulm</i>	20	Nicht nur l'art pour l'art <i>SEL Alcatel, Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart</i>	52
Aids-Erreger sicher erkennen <i>Dr. Heiner Ahrberg Leica Mikroskopie und Systeme GmbH, Wetzlar</i>	24	Forschung und Entwicklung in der Luft- und Raumfahrt <i>Dr. Erich Riedl, Parlamentarischer Staatssekretär beim Bundesminister für Wirtschaft und Koordinator für die deutsche Luft- und Raumfahrt</i>	56
Biologische Meßfühler im Einsatz <i>Prof. Dr. Frieder Scheller, Dorothea Pfeiffer, Dr. Ulla Wollenberger, Klaus Riedel und Reinhard Renneberg</i>	25	Stand der Raumfahrttechnologie 1992 <i>Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Wild, Generaldirektor der DARA</i>	58
Umweltforschung in der Bundesrepublik Deutschland <i>Prof. Dr. Joachim Klein, Geschäftsführer des GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH</i>	28	Kompetenz in der Hochtechnologie <i>Deutsche Aerospace AG</i>	61
Stand der Klimaforschung in der Bundesrepublik <i>H. Graßl, K. Hasselmann, M. Latif, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg</i>	30	Das Tor zum Weltraum <i>Dipl.-Ing. Joachim Klein, Industrieanlagen- Betriebsgesellschaft mbH, Ottobrunn</i>	64
ISET – Neue Akzente in der Forschung <i>Dr. T. Schott, Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V., Kassel</i>	33	Die neue Triebwerksfamilie der BMW Rolls-Royce GmbH <i>BMW Rolls-Royce GmbH AeroEngines</i>	68

High-Tech aus der Heide <i>Hans Ehrhardt Schwerdtner, Geschäftsführer des TZN Forschungs- und Entwicklungszentrum, Unterlüß</i>	71	Der Servohydraulische Mehrachsenprüfstand der IABG <i>Dr. Georg Lachenmayr, IABG mbH, Abt. TFM, Ottobrunn</i>	89
“Made in Germany” soll auch in Zukunft Spitze bleiben <i>Dr.-Ing. Tom Sommerlatte, Managing Director Europe, Arthur D. Little, Wiesbaden</i>	72	CLOOS Schweißtechnik <i>Carl Cloos Schweißtechnik GmbH, Haiger</i>	93
Hochschule und Forschung <i>Werner Siefer, Dipl.-Biologe, Wissenschaftsjournalist, München</i>	74	Polarforschung in Deutschland <i>Prof. G. Hempel, Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven</i>	94
Neue Wege zu Elastomerverbunden werden möglich <i>Dr. Hans Jadamus, Leiter der Abteilung Neue Polymere und Verfahren, Hüls AG, Marl</i>	76	Das Informatikzentrum der Sparkassenorganisation (SIZ) <i>Dr. Dr. Heike von Benda, Geschäftsführerin Informatikzentrum der Sparkassenorganisation (SIZ)</i>	97
Tradition, Präzision, Innovation Leitz Mikroskope <i>Dr. Karin Jacoby, Leica, Wetzlar</i>	80	Elektronische Bildverarbeitung im Fotofinishing <i>Agfa-Gevaert AG, Leverkusen</i>	99
Die neue Dimension des Schiffbaus <i>Dr. Jürgen Rohweder, Direktor der Howaldtswerke-Deutsche Werft AG, Kiel</i>	82	GDV – Schwerpunkt der Graphischen Datenverarbeitung	101
Forschung und Entwicklung im Maschinenbau <i>Prof. Dr. h.c. mult. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Warnecke, Leiter des Fraunhofer Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung, Stuttgart</i>	85	“Europas Farbfilm des Jahres 1991/92” <i>Agfa-Gevaert AG, Leverkusen</i>	103

IMPRESSUM

Redaktionsleitung:
Wolfgang Fraschka

Lithografie:
Bernd Böhm,
Repro- & Scantechnik,
Angelbachtal

Produktionsleitung:
Uwe Schneider

Druck:
Colordruck Kurt Weber GmbH,
Leimen

Anzeigen:
Franziska Bader

Photos:
Wir danken allen beteiligten
Institutionen, Verbänden, Agentu-
ren und Unternehmen für die
freundliche Unterstützung;
Werkfotos der verschiedenen sich
präsentierenden Institutionen,
Verbänden und Unternehmen.

Verkaufspreis:
DM 18,- incl. gesetzl. MwSt.
zzgl. Versand

ISBN 3-922270-18-2

Erschienen im Verlag
Büro für Publizistik GmbH
6951 Neckarzimmern
Weinbergweg 1
Tel. 0 62 61/40 74
Fax 0 62 61/1 49 33
Telex 466 102

© bei BfP 1992

Stand der Klimaforschung in der Bundesrepublik

Zwei zentrale Fragen stehen im Blickpunkt des öffentlichen Interesses, eine vom zusätzlichen "Treibhauseffekt" verursachte globale Erwärmung der Erdoberfläche und die als "Ozonloch" bezeichnete Ausdünnung der lebenswichtigen Ozonschicht. Die Klimaforschung in der Bundesrepublik ist im wesentlichen an diesen zwei Problemkreisen ausgerichtet. So sind im Klimaprogramm der Bundesregierung (betreut vom BMFT) als Förder-Schwerpunkte der zusätzliche Treibhauseffekt und das Ozonforschungsprogramm eingerichtet. Außerdem ist die Klimawirkungsforschung im Aufbau begriffen. Jeder dieser Schwerpunkte deckt ein breites Spektrum auch der Grundlagenforschung gewidmeten Aktivitäten ab, die zusätzlich noch durch Untersuchungen in Sonderforschungsbereichen (SFBs) sowie Schwerpunktprogrammen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gestützt werden. Im folgenden können nur exemplarisch einige wenige Aktivitäten kurz beschrieben werden.

Der Treibhauseffekt ist eine natürliche Eigenschaft der Atmosphäre. Bestimmte klimarelevante Spurengase (Treibhausgase), allen voran Wasserdampf und Kohlendioxid (CO₂) behindern, ähnlich wie das Glas beim Treibhaus, die direkte Abstrahlung von Wärme von der Erdoberfläche. Die zum ausgeglichenen Energiehaushalt notwendige Erwärmung der Erdoberfläche und unteren Luftschichten beträgt etwa 30°C. Sie sorgt damit für optimale Bedingungen für Leben auf der Erde. Der stark vermehrte und noch weiter wachsende

Ausstoß bestimmter Treibhausgase durch den Menschen, vor allem des CO₂ aus den Industrienationen, führt zu einer Verstärkung des Treibhauseffekts und somit zu einer weiteren Aufheizung der Erdatmosphäre mit möglicherweise weitreichenden Konsequenzen für das Klima der Erde.

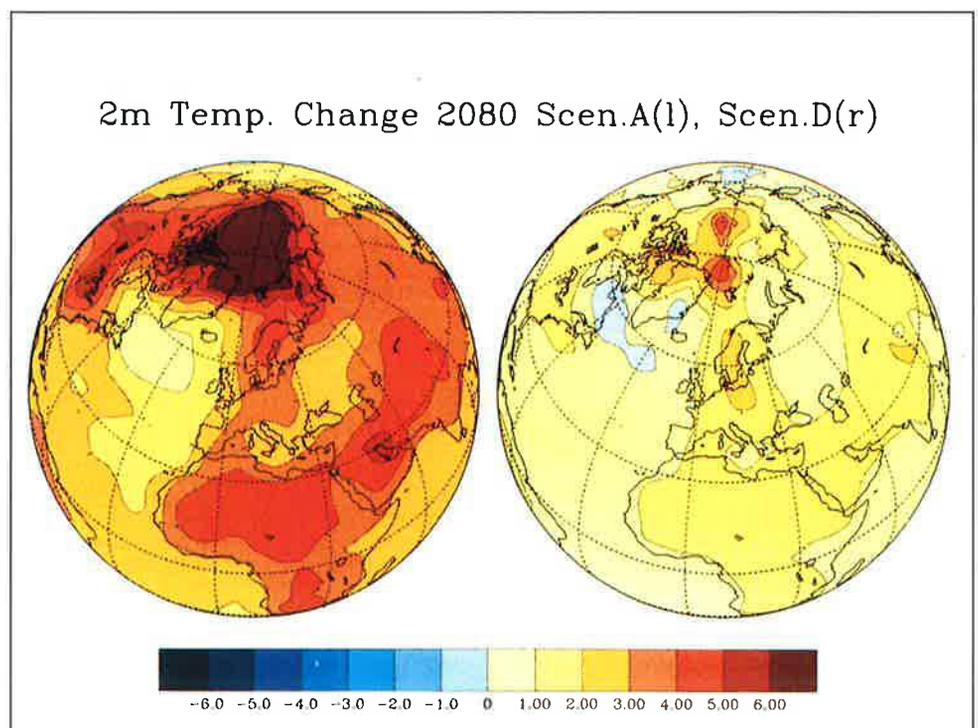
Für die zukünftige Klimaentwicklung kommt dem Ozean eine entscheidende Rolle zu.

Daher sind glaubhafte Berechnungen des zukünftigen Klimas nur möglich mit numerischen gekoppelten Ozean-Atmosphärenmodellen. Derartige gekoppelte Modelle wurden jüngst am Hamburger Max-Planck-Institut für Meteorologie und dem Meteorologischen

Institut der Universität Hamburg entwickelt und gemeinsam für zeitabhängige CO₂-Szenarienrechnungen angewendet, wobei der Effekt der anderen Treibhausgase durch eine erhöhte CO₂-Konzentration in den Rechnungen berücksichtigt wurde. In den Rechnungen wurden für die nächsten 100 Jahre mögliche Klimaszenarien berechnet (Abb. 1). Im Szenarium

H. Graßl, K. Hasselmann, M. Latif, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

Abb. 1: Mittlere Temperaturänderungen (°C) im Jahrzehnt 2076 – 2085 berechnet mit einem gekoppelten Ozean-Atmosphärenmodell für zwei Treibhausgas-szenarien. Links: Szenarium A ("business as usual"), rechts: Szenarium D ("draconian measures").



A ("business as usual") unterliegt der Ausstoß der Treibhausgase keinerlei Restriktionen, was zu Temperaturerhöhungen im Jahre 2080 von mehreren Grad führt. Die stärksten Erwärmungen werden in Polnähe und über dem Inneren der Kontinente simuliert. Im Szenarium D ("draconian measures") hingegen wird der Ausstoß der Treibhausgase sehr stark beschränkt. Diese einschneidenden Maßnahmen haben einen deutlichen Einfluß auf die Klimaentwicklung, wobei vielerorts die Änderungen noch im Bereich der natürlichen Klimavariabilität liegen. Diese Simulationen verdeutlichen, daß eine Kontrolle der Treibhausgasemission durchaus geeignet ist, die globale Erwärmung zu verhindern.

Zudem werden im Rahmen des Schwerpunkts "Treibhauseffekt" nicht nur "anthropogene" (durch menschliche Aktivität verursachte) Klimaveränderungen untersucht, sondern insbesondere auch natürliche Klimaschwankungen. Das Studium natürlicher Klimaschwankungen ist einerseits wichtig für das Verständnis der Physik des Klimasystems, andererseits aber auch, da sie einer durch den Menschen induzierten Klimaveränderung überlagert sind und daher deren Erkennung erschweren. Die natürlichen Klimaschwankungen bilden darüber hinaus eine willkommene Testmöglichkeit für Klimamodelle.

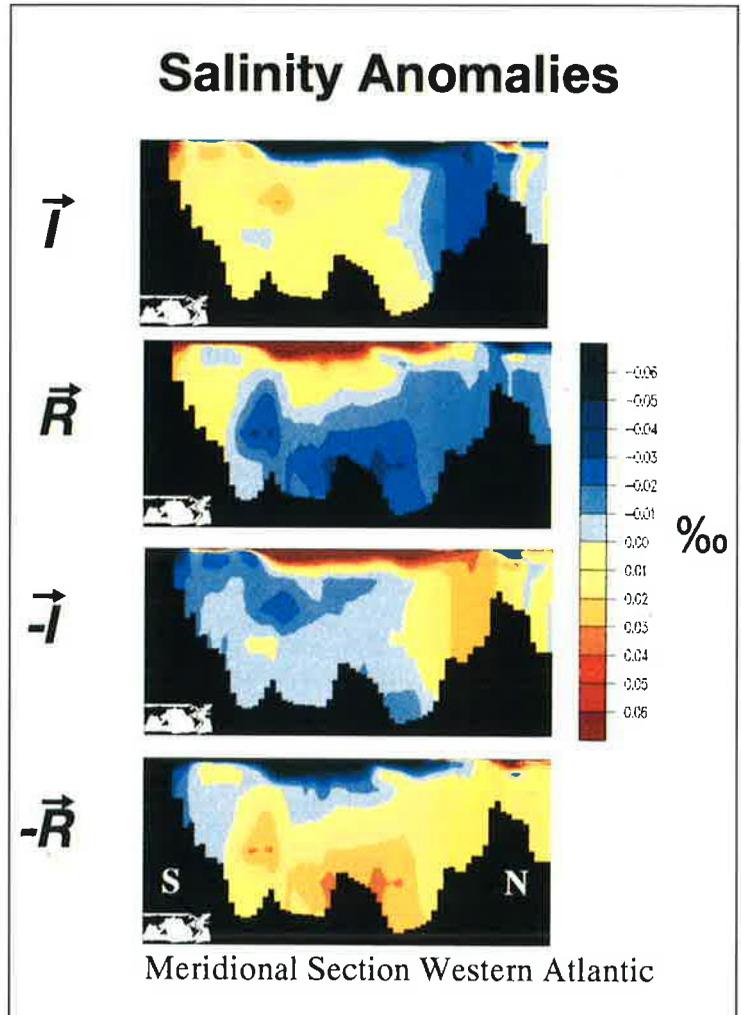
Ein besonders interessantes Beispiel natürlicher Klimavariabilität ist eine Eigenschwingung der Atlantischen Ozeanzirkulation, die durch die zufälligen Wetterschwankungen angeregt wird. Diese Schwingung wurde mit Hilfe eines Modells der ozeanischen Zirkulation entdeckt. Das ozeanische Modell wurde mit zufälligen Anomalien des Frischwasserflusses (Verdunstung – Niederschlag) angetrieben, welche die hochfrequenten Wetterfluktuationen repräsentieren. Die Simulationsdauer betrug ca. 4.000 Jahre. Das herausragende Ergebnis dieser Studie ist das Auftreten einer ausgeprägten Schwingung mit einer mittleren Periode von etwa 320 Jahren. Die Schwingung umfaßt die gesamte thermohaline Zirkulation des Atlantiks (Abb. 2). Von besonderer Bedeutung für Mitteleuropa sind die mit der Schwingung verbundenen starken Anomalien im polwärtigen ozeanischen Wärmetransport, welche einen direkten Einfluß auf unser Klima haben. Untersuchungen an grönländischen Eisbohrkernen für die vergangenen 10.000 Jahre zeigen in der Tat, daß die verfügbaren paläoklimatischen Daten mit der im Modell simulierten Eigenschwingung des Atlantiks verträglich sind.

Das Studium natürlicher Klimaschwankungen auf geologischen Zeitskalen spielt ebenfalls eine wichtige Rolle in der Klimaforschung. Eiszeiten beispielsweise sind geeignete Epochen für die Überprüfung von Klimamodellen. Da während der Eiszeiten das Globalklima von dem heutigen sehr verschieden gewesen ist, kann anhand dieser Ergebnisse beispielsweise geprüft werden, inwieweit Klimamodelle in der Lage sind, an-

dere Klimaregime zu simulieren. Dies setzt allerdings eine genaue Kenntnis vergangener Klimazustände voraus. Die Paläoklimatologie ist damit befähigt, die zeitlichen und räumlichen Variationen des Klimas während der Erdgeschichte zu rekonstruieren. In der Bundesrepublik steht dabei vor allem der letzte klimatische Großzyklus, also die letzten 130.000 Jahre im Vordergrund der Forschung.

In der Projektgruppe "Terrestrische Paläoklimatologie" (koordiniert von Prof. Frenzel, Stuttgart) wurden

Abb. 2:
Zeitliche und räumliche Struktur der mit einem Ozeanmodell bei Vorgabe von zufälligen Schwankungen im Frischwasserfluß simulierten Eigenoszillation des Atlantiks. Dargestellt ist die Salzgehaltsanomalie (Promille) in einem Schnitt durch den Atlantik (siehe kleines Bild unten links). Von oben nach unten sind vier Zustände mit einem Abstand von jeweils 80 Jahren dargestellt.



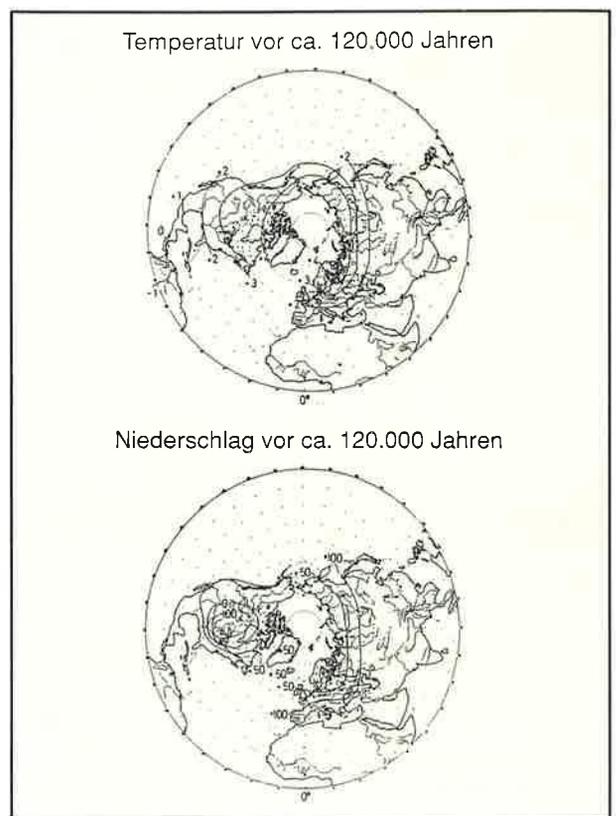
die verschiedensten Daten, z.B. aus Eis- und Sedimentbohrkernen, zusammengeführt, und Anomaliekarten der Temperatur und des Niederschlags für verschiedene Klimaextreme erstellt. Ein Beispiel ist in der Abbildung 3 gegeben, in der die Temperatur- und Niederschlagsanomalien auf der Nordhalbkugel während der vorletzten Warmzeit vor ca. 120.000 Jahren gegenüber dem heutigen Klima dargestellt sind. Die Temperaturen waren zu dieser Zeit typischerweise um etwa 1,5 – 3°C höher als heute, wobei die stärksten Abweichungen in den polaren Regionen zu finden sind. Mit der Erwärmung ging im allgemeinen eine Zunahme des Niederschlags über den Kontinenten einher. Eine Ausnahme bildet Nordamerika, allerdings fehlt gerade aus dieser Region genügend Datenmaterial. (Anzumerken ist noch, daß das wärmere Klima vor ca. 120.000 Jahren aus den verschiedensten physikalischen Gründen kein Analogon zum anthropogenen Treibhauseffekt darstellt.)

Neben der Erforschung vergangener Klimazustände ist selbstverständlich auch die Beobachtung des heutigen Klimazustandes von großer Bedeutung, auch für die Verifizierung und Initialisierung von Klimamodellen. Hier kommt der Fernerkundung der Erde vom Weltraum aus eine immer größere Bedeutung zu, da nur Satelliten langfristig in der Lage sind, die benötigten Daten in ausreichender räumlicher und zeitlicher Auflösung zu liefern. Unter dem Namen "Earth Radiation Budget Experiment" (ERBE) wurde ein groß angelegtes internationales Satellitenmeßprogramm durchgeführt, um tiefere Einblicke in den Strahlungshaushalt der Erde zu bekommen. Ein Resultat der deutschen Gruppe (koordiniert von Prof. Raschke, Geesthacht) ist in der Abbildung 4 dargestellt, die für den Monat Juli 1986 die den Planeten Erde verlassende Wärmestrahlung zeigt. Besonders gut sind die Gebiete mit starken Niederschlägen in den Tropen erkennbar. Da der tropische Niederschlag aus sehr hochreichenden Wolken fällt, die bis in sehr kalte Atmosphärenschichten reichen, mißt man über diesen "konvektiv" aktiven Gebieten eine vergleichsweise geringe Wärmestrahlung. Klar erkennbar sind u.a. die Starkregenbänder in den Innertropen sowie das mit dem Monsun verbundene Niederschlagsgebiet über Indien und Südostasien.

Besonders wichtig sind daneben auch Parameter, welche für die großskalige Wechselwirkung zwischen Ozean und Atmosphäre von Bedeutung sind, wie das oberflächennahe Windfeld, die Temperatur und die Topographie der Meeresoberfläche, die wichtige Rückschlüsse auf die Meeresströmungen ermöglichen. Der mit deutscher Beteiligung entwickelte und im Sommer 1991 gestartete europäische Satellit ERS-1 liefert derartige Daten. Er liefert zusätzlich Informationen über den Seegang, erlaubt damit die Eichung von Seegangmodellen und ist daher für die Schifffahrt von großer Wichtigkeit.

Trotz dieser in den 80er Jahren stark angewachsenen Aktivitäten ist in vielen Teilbereichen ein noch besseres Verständnis des Klimasystems notwendig. Daher ist die Bundesrepublik auch an zahlreichen internationalen Forschungsaktivitäten dazu beteiligt. Ein Schwerpunkt liegt in der Erforschung der globalen Stoffkreisläufe im Klimasystem. Vor allem der Kohlenstoff-Kreislauf und seine Störungen sind noch nicht ausreichend bekannt. Diese Aktivitäten werden im "International Geosphere Biosphere Program" (IGBP) koordiniert. Im Weltklimaforschungsprogramm dient ein weiterer Schwerpunkt dem besseren Verständnis der Rolle des Ozeans im Klimasystem. Im "World Ocean Circulation Experiment" (WOCE) werden vor allem Meßkampagnen durchgeführt, um eine bessere Datenbasis zu erhalten. Das "International Satellite Cloud Climatology Program" (ISCCP) erlaubt die Erstellung einer verbesserten Wolkenklimatologie und damit einen tieferen Einblick in die Wechselwirkung zwischen Wolken und Strahlung. Insbesondere diese Wechselwirkung ist noch nicht zufriedenstellend in den Klimamodellen berücksichtigt. Im "Global Energy

Abb. 3:
Abweichungen der
Temperatur (°C) (oben)
und des Niederschlags
(mm) (unten) gegenüber
heute während der vor-
letzten Warmzeit vor ca.
120.000 Jahren.



and Water Cycle Experiment" (GEWEX) soll der komplette Wasserkreislauf näher erforscht werden. Schließlich müssen chemische Prozesse detaillierter in Klimamodelle eingebaut werden, um beispielsweise die Auswirkungen von Vulkanausbrüchen oder die Wechselwirkungen zwischen dem stratosphärischen Ozonabbau und dem zusätzlichen Treibhauseffekt besser simulieren zu können.

Abb. 4:
Die im Juli 1986 mit einem Satelliten
gemessene, den Planeten Erde ver-
lassende Wärmestrahlung (W/m^2).

