

# *Der KLIMA-Report 2006*

*April 2007*



## Impressum

Redaktion: Gerhard Müller-Westermeier  
Gestaltung: Patricia Willing

Den vollständigen Klimastatusbericht finden Sie demnächst unter: [www.ksb.dwd.de](http://www.ksb.dwd.de)

# Vorwort



Sehr geehrte Damen und Herren,

die Veränderung des Klimas in Europa und weltweit wird einen nachhaltigen und wachsenden Einfluss auf unsere Gesellschaft haben. Wir alle werden lernen müssen, mit den Konsequenzen dieser Klimaänderung zu leben und uns anzupassen. Wir müssen zugleich bereit sein, den Klimawandel durch geeignete Maßnahmen zu begrenzen. Allerdings werden die notwendigen und schmerzhaften politischen Entscheidungen, die uns der Klimawandel aufzwingt, ohne Beobachtungsergebnisse - also Fakten - keine Akzeptanz finden. Immer wichtiger für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft wird deshalb das Klimamonitoring, also die kompetente Überwachung und Bewertung der Klimaveränderung. In Deutschland hat diese gesetzliche Aufgabe der Deutsche Wetterdienst (DWD).

Als nationaler Wetterdienst der Bundesrepublik Deutschland erfasst der DWD mit einem der weltweit modernsten und dichtesten Mess- und Beobachtungsnetze die Klimaentwicklung in Deutschland und sammelt und archiviert Klimainformationen aus aller Welt. Diese Leistungen sind auch Grundlage für eine weitere Kernaufgabe der Bundesbehörde DWD: Die Bewertung des Klimawandels und seiner Folgen für Deutschland im Rahmen der Politikberatung.

Die vorliegende Zusammenfassung des Klimastatusberichts 2006 - den der DWD jedes Jahr im Sommer publiziert - stellt die wichtigsten Fakten zur aktuellen Klimaentwicklung in Deutschland zusammen. Ich bin überzeugt: Der DWD leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Diskussion über den Klimawandel in unserer Gesellschaft.

A handwritten signature in blue ink that reads "W. Kusch". The signature is written in a cursive style.

Wolfgang Kusch  
Präsident des Deutschen Wetterdienstes

# Die Witterung in Deutschland

Insgesamt war das Jahr 2006 in Deutschland warm und sehr sonnenscheinreich, während die Niederschläge etwa dem langjährigen Mittel entsprachen. Das Jahr begann mit lang anhaltender Kälte und überraschte in der 2. Jahreshälfte mit einer Vielzahl von Wärmerekorden.

Die **Mitteltemperatur** für Deutschland berechnet aus einem interpolierten 1-km-Raster betrug 9,5 °C. Das sind 1,3 K mehr als im internationalen klimatologischen Referenzzeitraum 1961-1990. Damit war das Jahr 2006 das fünftwärmste seit 1901. Nur von Januar bis März sowie im August ergaben sich unterdurchschnittliche Temperaturen, während die übrigen Monate, insbesondere der Juli und die Periode ab September zu warm waren. Alle diese 5 Monate lagen unter den jeweils wärmsten drei seit Beginn des 20. Jahrhunderts.

Der kalte Jahresbeginn und die Wärme in der 2. Jahreshälfte brachten einerseits eine durchschnittliche Anzahl an Frosttagen und andererseits eine weit über dem

Mittel liegende Zahl an Sommertagen. Die Zahl der Sommer- und heißen Tage war meist 2-3-mal so hoch wie im langjährigen Mittel.

Das Jahr 2006 hatte in Deutschland je sechs Monate mit unter- und überdurchschnittlicher **Niederschlags-höhe**. Da die Niederschlagsdefizite meist größer ausfielen als die Überschüsse, wurde das Jahr insgesamt etwas zu trocken. Das Gebietsmittel der jährlichen Niederschlagshöhe ergab sich zu 750 mm. Das sind 39 mm oder 4,9 % weniger als in der Referenzperiode.

Das Jahr 2006 war damit das 31. trockenste seit Beginn des 20. Jahrhunderts.

Hinsichtlich der **Sonnenscheindauer** gab es im Jahr 2006 acht überdurchschnittliche Monate, wobei die Sonnenscheinüberschüsse teilweise sehr groß waren. Dem standen nur vier Monate mit leichten Sonnenscheindefiziten gegenüber, so dass das Jahr insgesamt sehr sonnenscheinreich wurde. Das Gebietsmittel der Sonnenscheindauer für das Jahr 2006 betrug 1770,8 Std.. Das sind 242,4 Std. oder 15,9% über dem Normalwert. Damit wurde das Jahr 2006 das dritte in der Reihe sonnenscheinreicher Jahre seit Mitte des 20. Jahrhunderts (hinter 2003 und 1959).

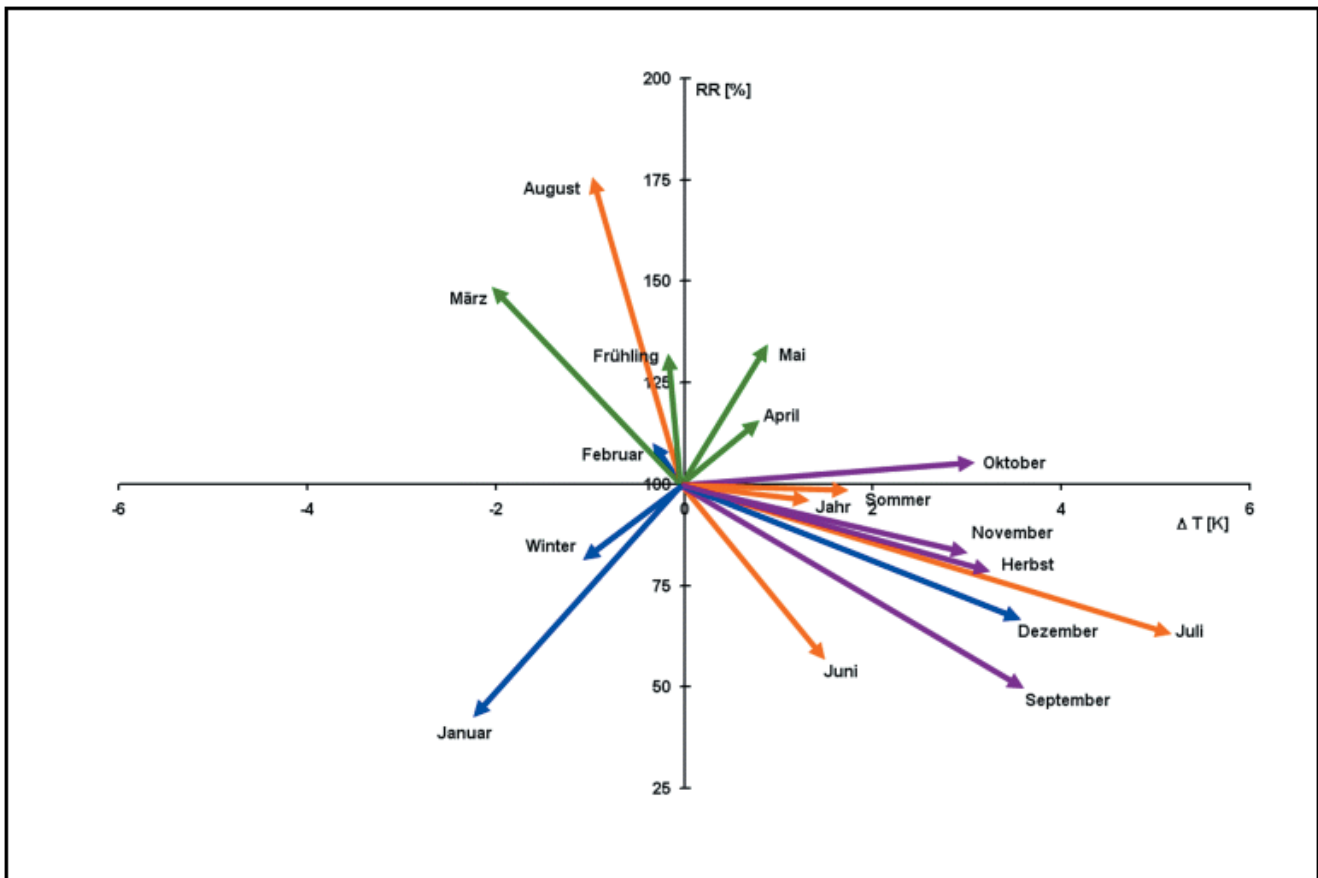


Abb. 1: Thermopluviogramm (Abweichung der Mitteltemperatur vom Mittel der Referenzperiode 1961 - 1990 ( $\Delta T$ ) und Niederschlagshöhe (RR) in Prozent des Mittelwerts der Referenzperiode für die einzelnen Monate, die Jahreszeiten und das Jahr)

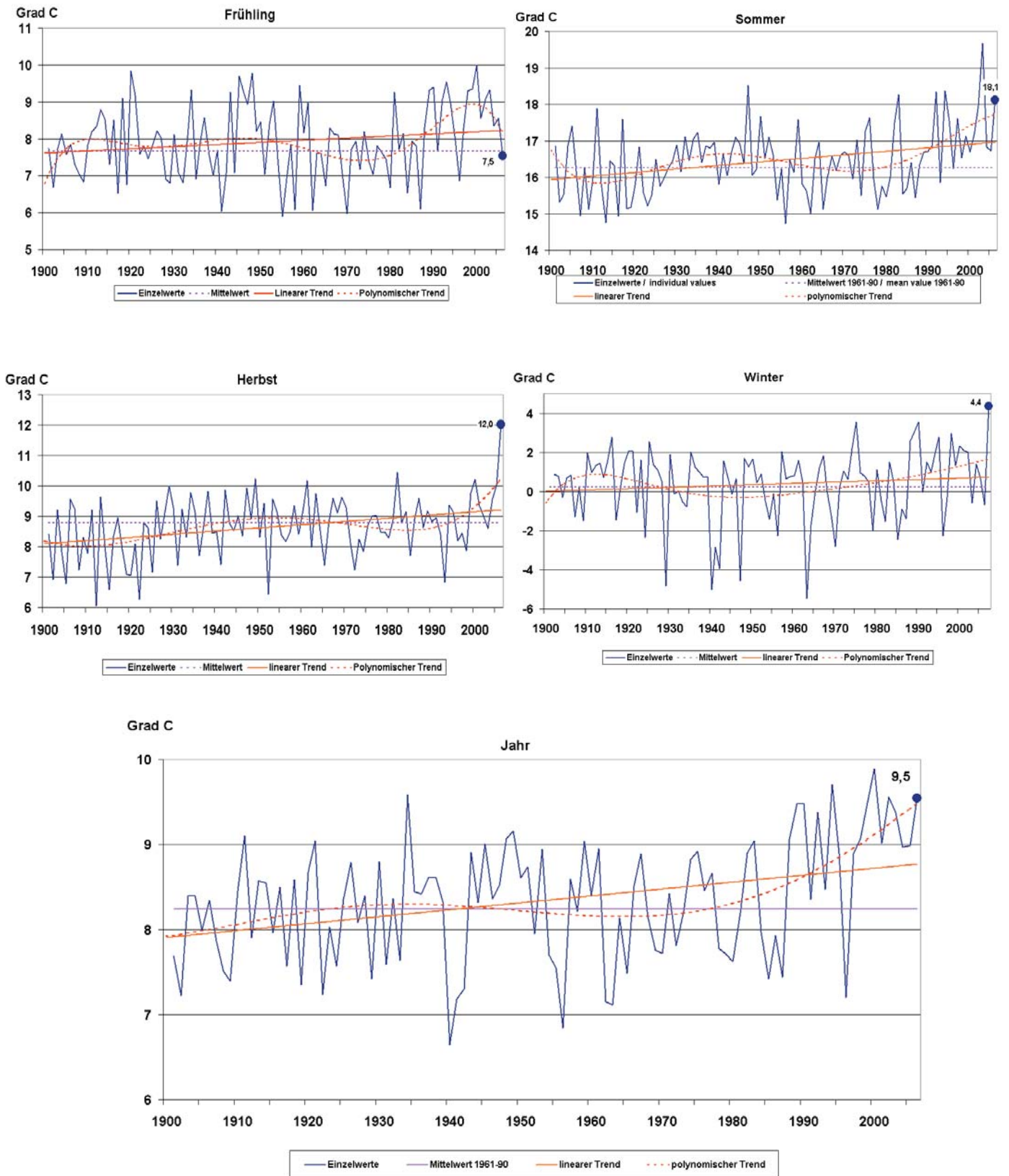
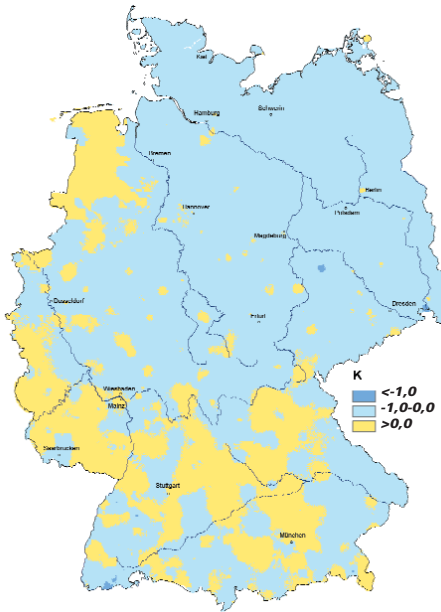
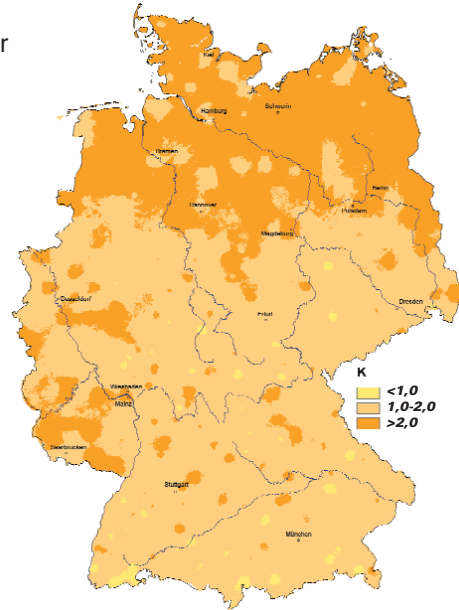


Abb. 2-6: Zeitreihen der Mitteltemperatur in den Jahreszeiten und im Jahr für das Gebietmittel von Deutschland

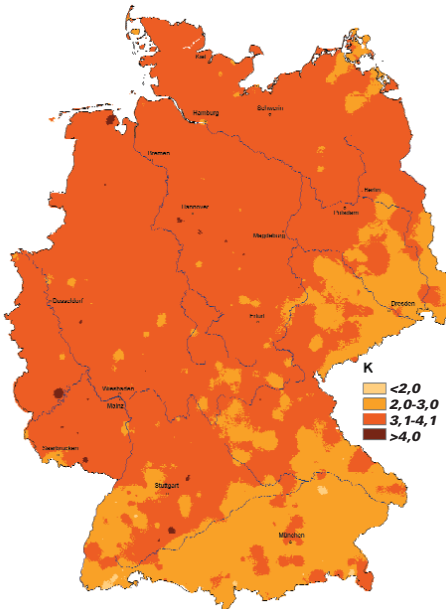
Frühling



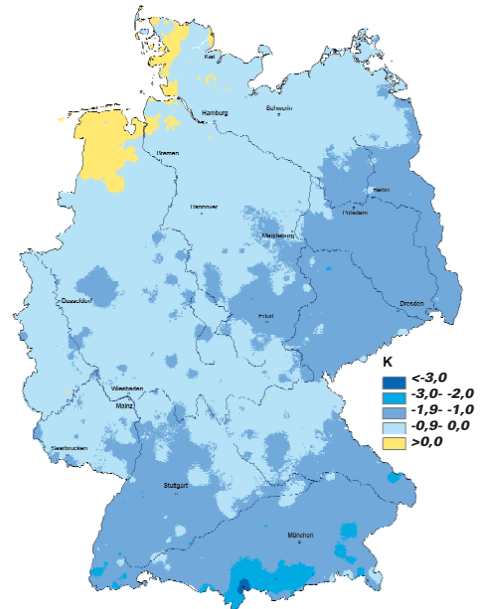
Sommer



Herbst



Winter



Jahr

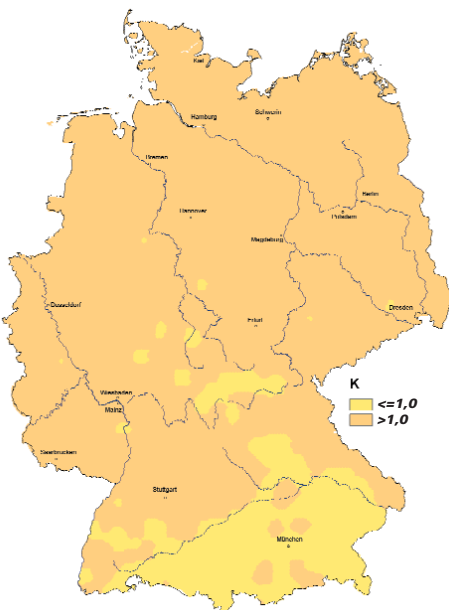


Abb. 7-11: Temperaturabweichung 2006 vom Mittel der Periode 1961 - 1990

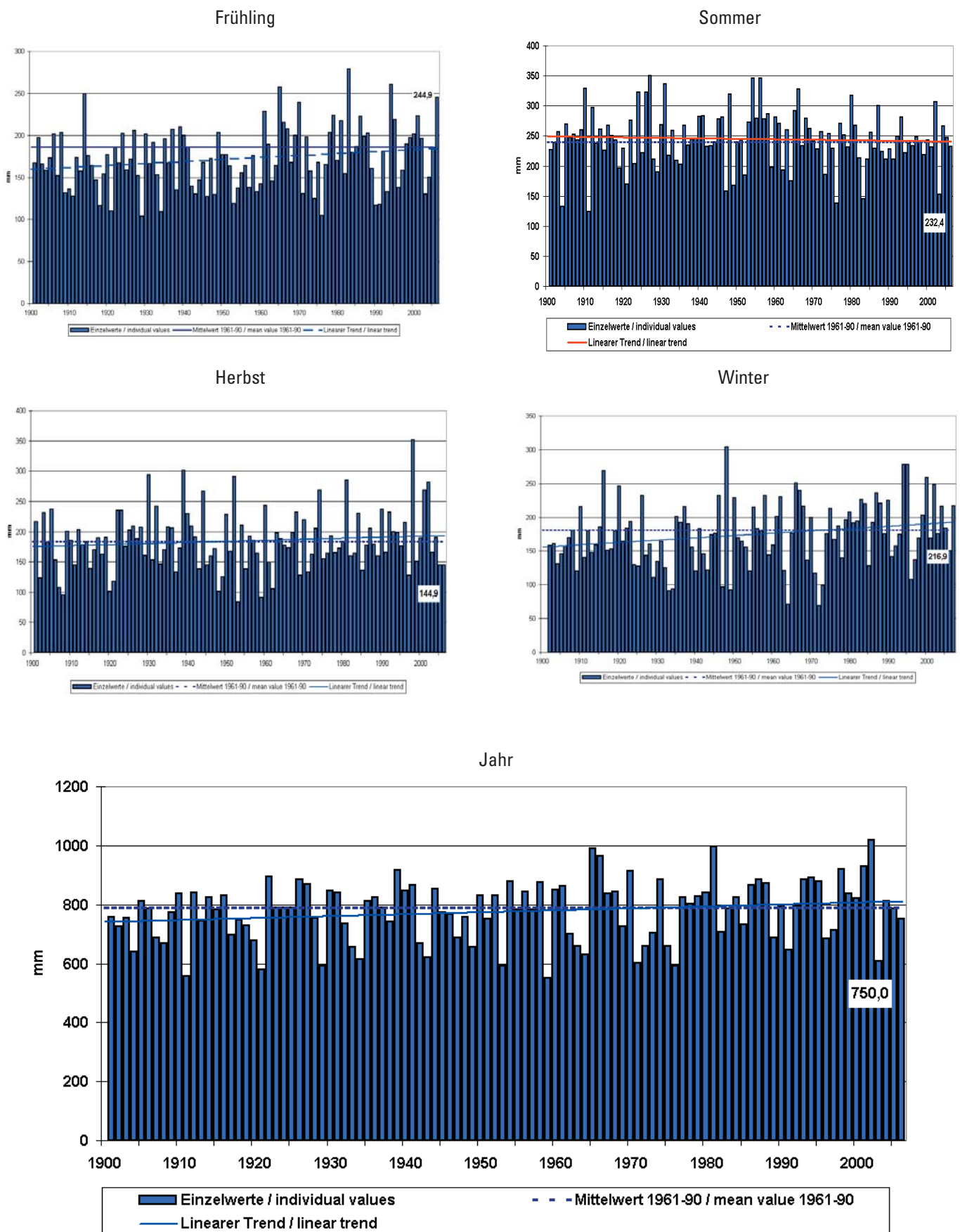


Abb. 12 - 16: Zeitreihen der Niederschlagshöhe in den Jahreszeiten und im Jahr für das Gebietsmittel von Deutschland

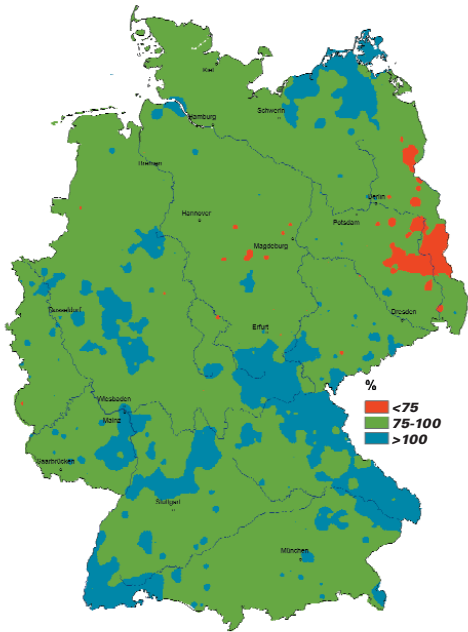


Abb. 17: Niederschlagshöhe 2006 in Prozent des Mittels der Periode 1961- 1990

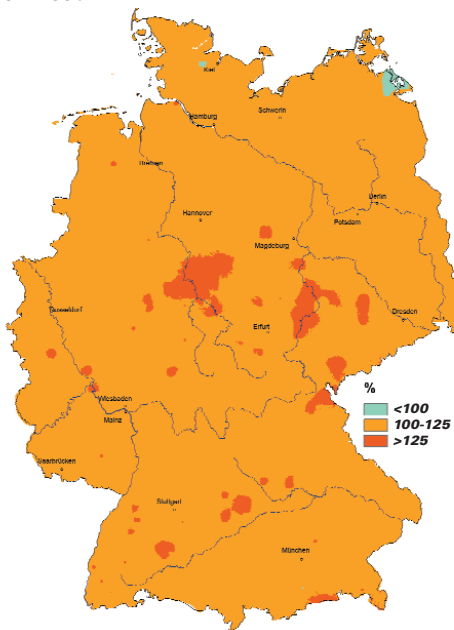


Abb. 18: Sonnenscheindauer 2006 in Prozent des Mittels der Periode 1961- 1990

Das Flächenmittel der *Globalstrahlung* betrug in diesem Jahr 1112 kWh/m<sup>2</sup>, was einer positiven Abweichung von 7,2 % im Vergleich zum langjährigen Flächenmittel von 1037 kWh/m<sup>2</sup> entspricht. Mit diesem Durchschnittswert liegt das Jahr 2006 deutlich unter den Einstrahlergebnissen des Jahres 2003 (+12,8 %), doch nimmt es in einer Reihung ab 1998 den 2. Rang ein. Die Position 3 belegt das Jahr 1999 mit einer Abweichung von +4,7 %.

Die Spanne der Abweichungen der aktuellen Einstrahlungswerte 2006 im Vergleich zum langjährigen Mittel 1981 bis 2000 reicht von -2 % bis +18 %. Lediglich in

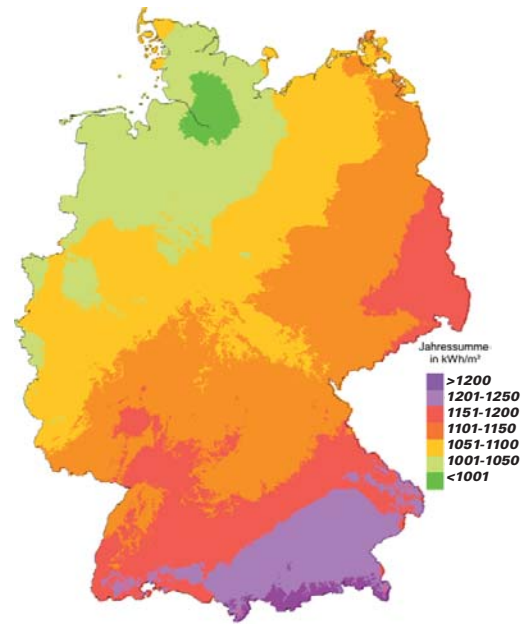


Abb. 19: Globalstrahlungskarte 2006

kleinen Bereichen in Ostfriesland, um Trier und südwestlich von Freiburg wurde nur etwa die mittlere Einstrahlung erreicht, sonst gab es durchweg ein Plus. Es fiel am stärksten im Erzgebirge sowie südlich von Cottbus aus. Aber auch entlang der Spree und westlich davon zum Harz hin bis in das Bergische Land war ein Mehr von häufig über 10 % gegeben. Der Thüringer Wald, der Bayrische Wald und die Alpenregion waren ebenfalls deutlich begünstigt.

Die Wassertemperaturen von Nord- und Ostsee gingen zu Jahresbeginn schnell zurück, und im Verlauf des Januars entstand in den Boddengewässern der Ostsee 10-25 cm dickes Festeis, das sich im Februar vorübergehend reduzierte, aufgrund der frostigen Witterung in der 2. und 3. Märzwoche dann wieder verstärkte. Durch die Frosteinwirkung bildete sich zu dieser Zeit Neueis in den Häfen der westlichen Ostsee und an der nordfriesischen Küste. Ende März waren nach dem Ende der Nachtfröste diese Gewässer wieder eisfrei und Anfang April schmolz auch das Eis in den Boddengewässern ab. Die Wassertemperaturen lagen bis April teilweise um bis zu 2 K unter den vieljährigen Mittelwerten.

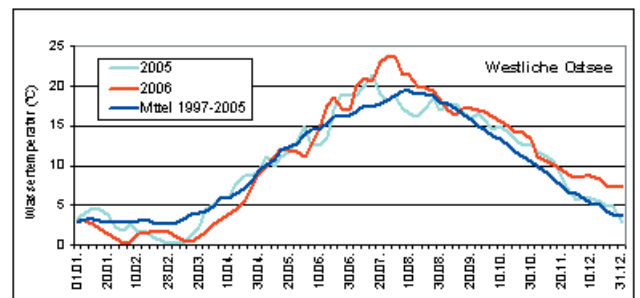


Abb. 20: Jahresgang der Wassertemperatur



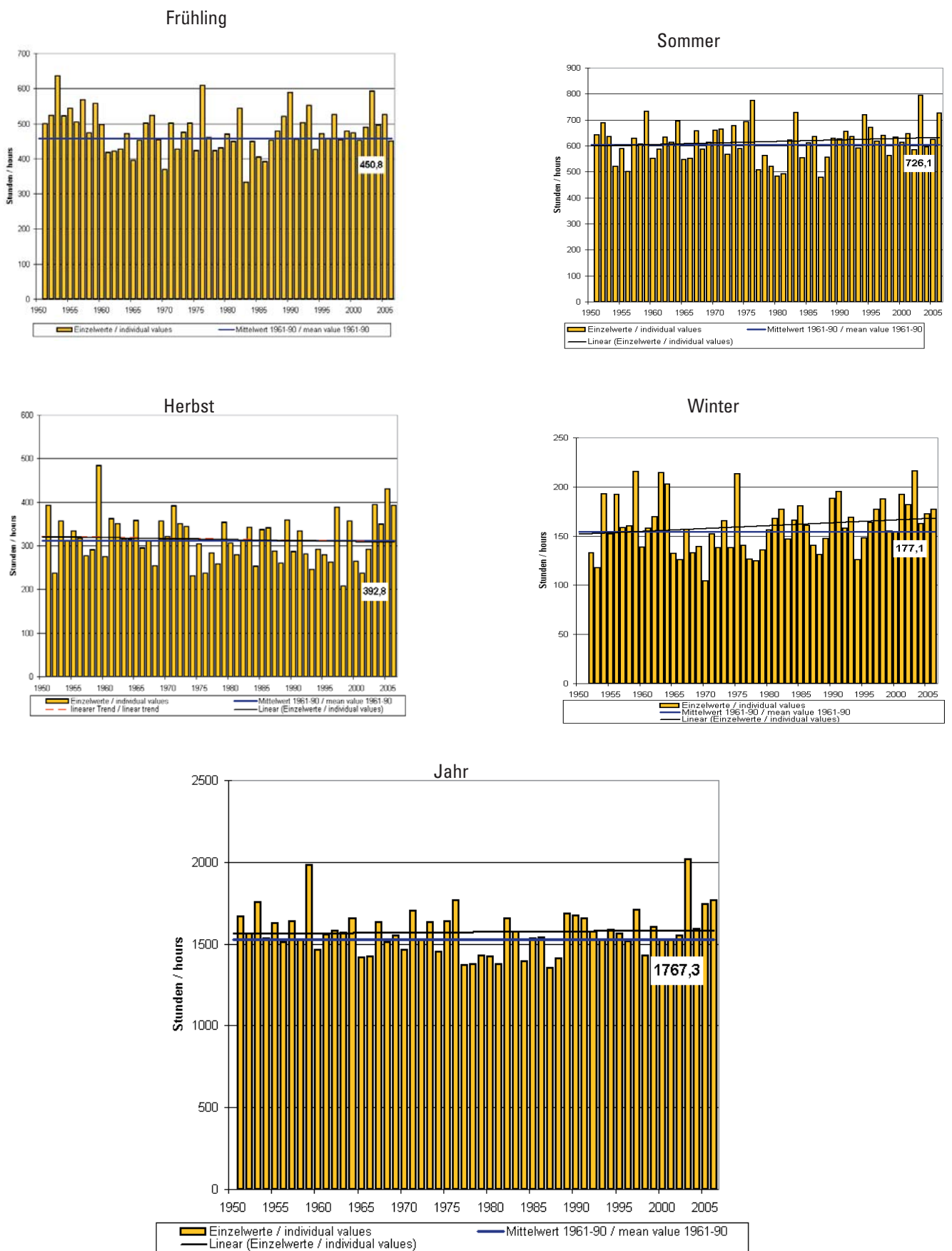


Abb. 21-25: Zeitreihen der Sonnenscheindauer in den Jahreszeiten und im Jahr für das Gebietsmittel von Deutschland

Die Wärme im Juni führte dann zu einem Anstieg auf leicht überdurchschnittliche Monatsmitteltemperaturen von 16 - 17 °C in den flacheren Gewässerzonen und 14 °C bei Helgoland. Der heiße Juli erwärmte die küstennahen Zonen auf rund 22 °C im Monatsmittel, womit die Durchschnittswerte um 3 - 4 K überschritten wurden. Wie aus Abb. 20 zu ersehen ist, führte der strahlungsarme August zwar zu einem raschen Rückgang der Wassertemperaturen, aber die beträchtlich zu warme Witterung der Herbst- und Wintermonate sorgte dann für eine sehr verzögerte weitere Abkühlung, so dass die Gewässer bis zum Jahresende um 2 - 3 K zu warm blieben. Die Nordsee als Ganzes verzeichnete nach Informationen des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie im Oktober mit 14,2 °C sogar die höchste Temperatur seit Beginn der Zeitreihe im Jahr 1968 und überschritt den bisherigen Rekordwert vom Vorjahr noch um nahe-zu 1 K.

In Bezug auf die **Windverhältnisse** ergab sich folgender Verlauf im Jahr 2006:

Das Jahr begann recht windschwach und auch in den sommerlich geprägten Monaten Juni, Juli und September überwogen schwache bis mäßige Winde. Dafür brachte das letzte Jahresdrittel viel Wind. Im Oktober lösten die ehemaligen Hurrikane HELENE und ISAAC sowie ein Tief über Südschweden stürmische Böen aus. Im November und Dezember wehte der Wind zu 70-90 % der Zeit aus Süd bis West.

In einer teilweise sehr kräftigen Westwinddrift überquerten zahlreiche Sturmtiefs, am 30. Oktober / 1. November und am 30. / 31. Dezember sogar zwei Orkantiefs mit Böen bis zu 137 km/h die Küstengebiete. Durch das Orkantief BRITTA wurde in den Frühstunden des 1. Novembers an der Küste Ostfrieslands die höchste Sturmflut seit über 100 Jahren ausgelöst, wegen der verstärkten Deiche traten aber keine größeren Schäden auf.

Der **Witterungsverlauf** des Jahres lässt sich folgendermaßen beschreiben:

Die ersten drei Monate waren kalt, insbesondere Januar und März mit Abweichungen von -2,1 K und -2,0 K von den Werten der Bezugsperiode. Die Niederschläge lagen zwar meist unter dem langjährigen Mittel, aber da es keine wesentliche Tauwetterperiode gab, konnte die Schneedecke in einigen Regionen bis in den März hinein anwachsen, so dass in Teilen von Bayern sehr große Schneehöhen erreicht wurden. Dies führte bei einzelnen Gebäuden zum Zusammenbruch der Dächer, wobei mehrere Personen ums Leben kamen.

Diese Ereignisse konzentrierten sich in einer Periode starken Schneefalls am Beginn des Jahres (Einsturz des Dachs der Eishalle in Bad Reichenhall am 2. Januar) und in einer zweiten Periode Anfang März, wobei an einigen Stationen in Bayern neue Rekordschneehöhen gemessen wurden (50 cm in München am 5. März), sowie bei einem weiteren starken Schneefall am

12. März in Norddeutschland, der zu großräumigen Verkehrsbehinderungen führte.

Ende März führten starker Regen und Schneeschmelze zu Hochwasser an der Donau und insbesondere an der Elbe, wobei es erhebliche Schäden gab.

Während der Frühlings- und Sommermonate verursachten Konvergenzlinien und Kaltfrontpassagen mit kräftigen Gewittern mehrmals lokale Überschwemmungen sowie Schäden durch Hagel, Blitzschläge und starken Wind. Dabei wurden auch einzelne Tornados beobachtet, die teilweise erhebliche Schäden anrichteten. Insgesamt wurden in diesem Jahr in Deutschland 50 Tornados beobachtet. Generell ist in Deutschland in den letzten Jahren eine Zunahme der Tornadobeobachtungen zu verzeichnen. Sie beruht aber im Wesentlichen nicht auf einem klimatischen Trend, sondern rührt vom gesteigerten Interesse der Öffentlichkeit und besseren Möglichkeiten zur Dokumentation her.

Der Juli war der heißeste und sonnenscheinreichste seit Beginn des 20. Jahrhunderts mit einer Abweichung von +5,0 K für das Gebietsmittel von Deutschland.

Dem Juli folgte jedoch ein kühler und extrem regenreicher August. Im Gebietsmittel von Deutschland war es der nasseste August seit Beginn des 20. Jahrhunderts. Der Sommer wurde daher zwar überdurchschnittlich warm, erreichte aber nur Rang sechs unter den besonders warmen Sommern seit 1901.

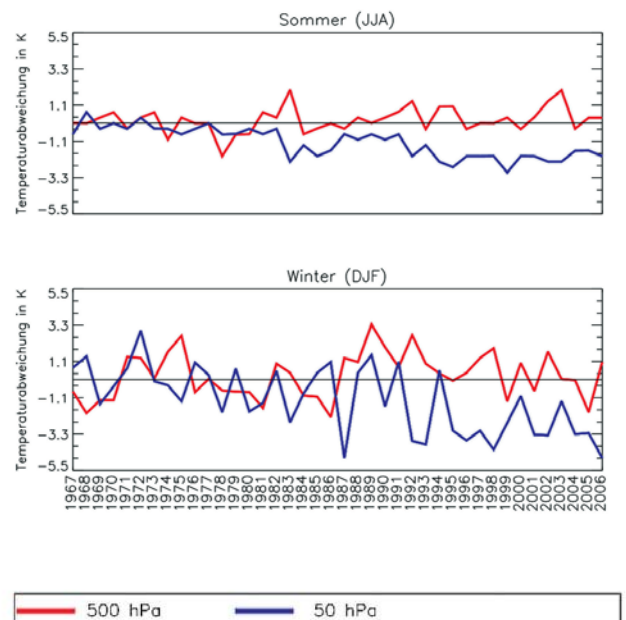


Abb. 26: Abweichungen der mittleren Lufttemperatur 2006 vom Referenzzeitraum 1961-1990 für den Sommer und den Winter in 500 hPa (ca. 5 km) und 50 hPa (ca. 30 km) (Mittelwerte über 7 Stationen)

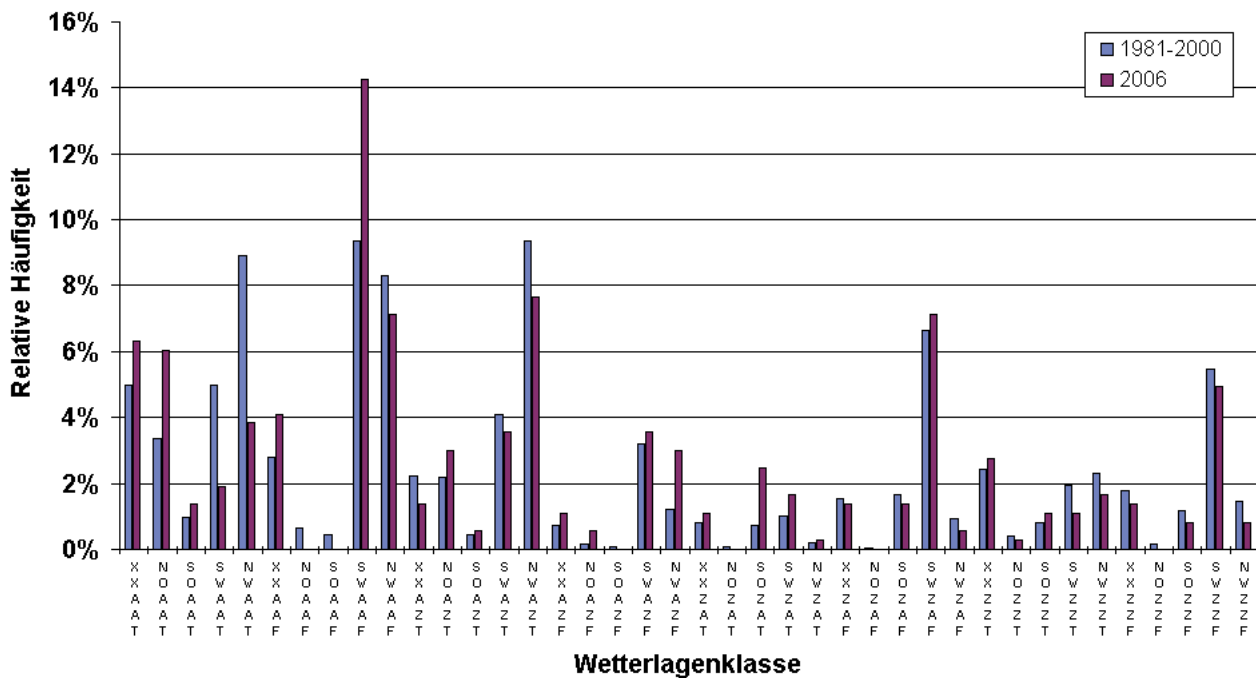


Abb. 27: Relative Häufigkeitsverteilung der Wetterlagenklassen 2006 im Vergleich zum 20jährigen Zeitraum 1981-2000

Im Herbst wurde es jedoch wieder sehr warm. Der September war der wärmste seit 1901 (+3,6 K), der Oktober war der zweitwärmste (+3,1 K) und der November der dritt-wärmste (+3,0 K), so dass der Herbst 2006 insgesamt der bei weitem wärmste der Zeitreihe wurde (+3,2 K).

Der Dezember war ebenfalls sehr mild und wurde im Gebietsmittel der dritt-wärmste seit 1901.

Abbildung 26 zeigt die Abweichungen der mittleren *Lufttemperatur in der freien Atmosphäre* im Sommer und Winter des Jahres 2006 gegenüber dem Referenzzeitraum 1961-1990 im Mittel über 7 Radiosondenstationen in 500 hPa und in 50 hPa. Im Sommer, Herbst und Winter war die Troposphäre wärmer als der Referenzzeitraum 1961-1990. Die größte positive Abweichung wurde, wie bereits 2005, für den Herbst berechnet.

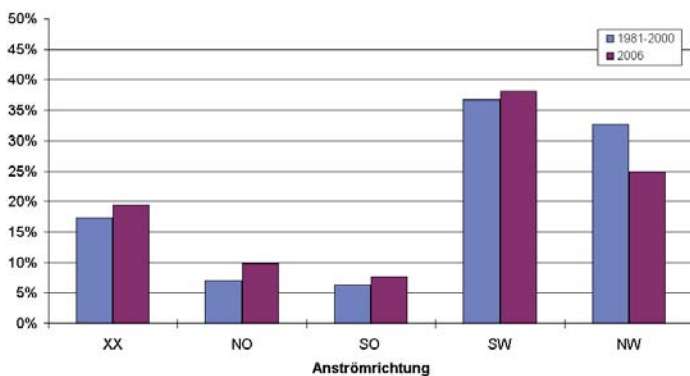


Abb. 28: Relative Häufigkeitsverteilung der Anströmrichtungen der Wetterlagenklassifikation 2006 im Vergleich zum 20jährigen Zeitraum 1981-2000.

Die Stratosphäre war, wie auch schon in den Vorjahren, in allen Jahreszeiten zu kühl. Besonders kalt war die Stratosphäre im Winter 2005/06. Es wurden Ende Dezember bis zum 20. Januar Temperaturminima von  $-80\text{ °C}$  bis  $-86\text{ °C}$  in der Stratosphäre in Höhen zwischen etwa 20 und 25 km gemessen.

Die *Zirkulation in der Stratosphäre* war im Jahre 2006 durch unbeständige Winde gekennzeichnet. Die winterliche Westströmung war, mit Ausnahme des Februars, bis April kräftig ausgeprägt. Im Februar war insbesondere in der oberen Stratosphäre eine im Mittelschwache und nicht beständige Nordwestströmung zu beobachten.

Die stratosphärische Ostwindzirkulation setzte im Gegensatz zu 2005 erst im Juni ein und blieb in Norddeutschland nur bis Ende Juli beständig, während sie im Süden Deutschlands noch bis Ende August relativ stabil blieb.

Ab Oktober war die Westwindzirkulation in der Stratosphäre, insbesondere im oberen Bereich, wieder kräftig.

Die Besonderheiten der Witterung lassen sich auch recht gut an den aufgetretenen Wetterlagen erkennen. Kriterien für die Einteilung der Wetterlagenklassen sind die Zirkulationsformen der Atmosphäre (Zyklonalität) in 950 und 500 hPa, die großräumige Anströmrichtung in 700 hPa und der Feuchtegehalt der Troposphäre. Dadurch ergeben sich 40 verschiedene Wetterlagenklassen.

Die Klasseneinteilung erfolgt nach folgendem Schema:

<p>Jede Wetterlagenklasse wird mit einer fünfstelligen Buchstabenkennung abgekürzt, und zwar in folgender Anordnung:</p>	
<p>aa Z<sub>950</sub> Z<sub>500</sub> f mit:</p>	
aa =:	<p>Anströmrichtung: XX = keine vorherrschende Richtung, NO = Nordost, SO = Südost, SW = Südwest, NW = Nordwest;</p>
Z <sub>950</sub> Z <sub>500</sub> =:	<p>Zyklonalität in 950 bzw. 500 hPa: Z = zyklonal, A = antizyklonal;</p>
f =:	<p>Feuchte F = feucht, T = trocken.</p>
<p>Beispiel: NOAZT = Nordost, antizyklonal in 950 hPa, zyklonal in 500 hPa, trocken.</p>	

Besonders häufig trat in diesem Jahr die hochreichend antizyklonale Südwestlage SWAAF auf. Sie war insbesondere in den sehr warmen Monaten am Jahresende häufig zu beobachten. Auch die antizyklonale Nordostlage NOAAT war fast doppelt so häufig vertreten wie im langjährigen Mittel. Demgegenüber wurde die hochreichend antizyklonale Nordwestlage NWAAT wie im Vorjahr deutlich weniger häufig beobachtet als im Mittel (s. Abb. 27).

Bei den Häufigkeiten der Wetterlagengruppen (Abb. 28) ist festzustellen, dass die Nordwestlagen zugunsten aller anderen Anströmrichtungen schwächer vertreten waren als im Referenzzeitraum 1981-2000. Am häufigsten waren wie üblich die Südwestlagen.

Die Zyklonalität der Lagen in 950 hPa und in 500 hPa entsprach weitgehend dem langjährigen Mittel. Es traten etwas mehr feuchte Lagen auf als im Bezugszeitraum.

Bei den Langzeittrends 1980-2006 wurde der bisherige Trend in der Anströmrichtung zu einer Abnahme der Nordwestlagen bestätigt, ebenso die langfristige Zunahme der Nordostlagen und der Wetterlagen ohne eindeutige Anströmrichtung.

Bei den Feuchteklassen wurde die langfristige Zunahme der feuchten Lagen gestärkt.

Bei der Zyklonalität ist nur in 500 hPa ein schwacher Trend zu einer Zunahme antizyklonaler Lagen erkennbar.

## Weltweite Besonderheiten der Witterung

Die globale Mitteltemperatur lag im Jahr 2006 um 0,42 K über dem vieljährigen Mittel von 14°C. Der Dezember 2006 war global gesehen der wärmste Dezember seit 1850 – soweit reicht die globale Temperaturreihe zurück.

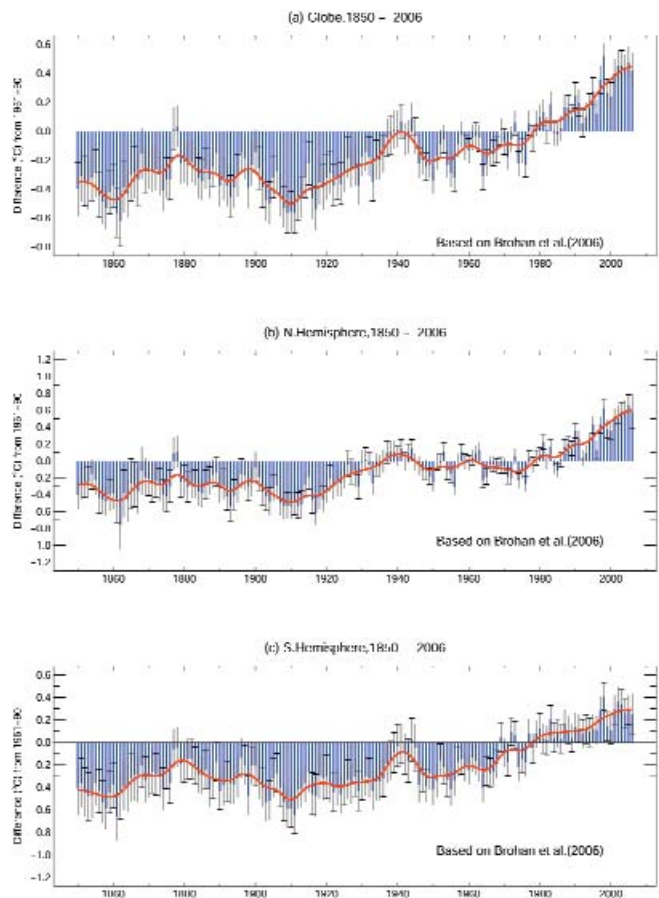


Abb. 29: Globale und hemisphärische Trends der Jahresmitteltemperatur (Quelle: Analysen des britischen Hadley Centre)

Mit dem Jahr 2006 als sechstwärmstem Jahr seit Beginn instrumenteller Aufzeichnungen finden sich alle Jahre des neuen Jahrhunderts unter den 10 wärmsten Jahren seit Aufzeichnungsbeginn. (s. Abb. 29). Seit 1976 steigt die globale Mitteltemperatur um 0,18 K pro Dekade. Innerhalb der 348-jährigen Central England Temperaturdatenreihe war 2006 das wärmste Jahr aller Zeiten; dies trifft auch auf die Monatsmittelwerte der Monate Juli und September zu.

Das Jahr begann ungewöhnlich mild in großen Teilen Nordamerikas und in Teilen der Arktis, während strenge Winterbedingungen in Teilen Asiens, Russlands und Osteuropas herrschten. Kanada beobachtete seinen mildesten Winter und sein wärmstes Frühjahr seit Beginn der Messungen und auf Spitzbergen wurden neue Rekordanomalien von mehr als 12 K über den vieljährigen Monatsmittelwerten Januar und April gemessen. Gleichzeitig erlebte Australien zum Jahresbeginn eine außergewöhnliche Hitzewelle.

Die Monate Juli und August brachten extreme Hitzewellen in Teilen der USA und Europas. Auch der Herbst (September-November) sowie der Dezember waren in großen Teilen Europas ungewöhnlich warm mit Abweichungen von 3 K und mehr. Im gleichen Zeitraum erlebte

Australien das wärmste Frühjahr (September-November) seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1950.

Ausgeprägte Dürren beherrschten, insbesondere in der ersten Jahreshälfte, die Region um das Horn von Afrika sowie Teile Australiens, der USA und Chinas. Geschätzte 11 Millionen Menschen in den Ländern am Horn von Afrika litten unter dürrebedingtem Nahrungsmangel. Schwere ökonomische Schäden wurden aus China gemeldet, während die USA eine Rekord-Waldbrandsaison erlebten.

Der globale Niederschlag im Jahr 2006 lag bezogen auf die Landflächen deutlich über den Normalwerten. Schwere Überschwemmungen wurden in der zweiten Jahreshälfte vom afrikanischen Kontinent gemeldet. Insbesondere in den zuvor von extremer Dürre heimgesuchten Ländern in Ostafrika war der ausgedörrte Boden nicht in der Lage, die Niederschlagsmengen in den letzten 3 Monaten des Jahres aufzunehmen. Teile Äthiopiens, Kenias und Somalias erlebten die heftigsten Überflutungen seit 50 Jahren mit hunderttausenden von Betroffenen.

Starke Regenfälle lösten in den ersten Monaten des Jahres in Südamerika (Ecuador, Bolivien, Surinam) und auf den Philippinen sowie am Jahresende in Indonesien und Malaysia Überflutungen und Erdbeben aus, die hunderten von Menschen das Leben kosteten. In Europa führten heftiger Regen und die Schneeschmelze zu einem erneuten Donau-Hochwasser mit Überflutungen mehrerer hunderttausend Hektar vor allem in Bulgarien, Ungarn, Rumänien und Serbien.

Tropische Zyklonen richteten in Südostasien beträchtliche Schäden an; China charakterisiert 2006 als das folgenreichste Jahr innerhalb der letzten 10 Jahre mit Schäden von ca. 10 Milliarden US Dollar. 1,5 Millionen Menschen waren betroffen, als der Taifun Dorian im November/Dezember u.a. über die Philippinen zog. Die atlantische Hurrikansaison war nach dem Rekordjahr 2005 (14) mit 5 Hurrikans nahezu normal. Im Australischen Basin entwickelten sich 12 Tropische Zyklonen, 2 mehr als es dem Mittelwert entspricht.

Im Jahr 2006 setzte sich auch der Trend des stark zurückgehenden arktischen Meereises fort (s. Abb. 30). Mit einer mittleren monatlichen Ausdehnung von 5.9 Millionen km<sup>2</sup> im September wurde die bisher geringste Ausdehnung aus dem Jahre 2005 um nur 340 000 km<sup>2</sup> verfehlt. Der zur Zeit beobachtete Trend des arktischen Seeisrückgangs beträgt ca. 60 000 km<sup>2</sup> pro Jahr oder mehr als 8% pro Dekade.

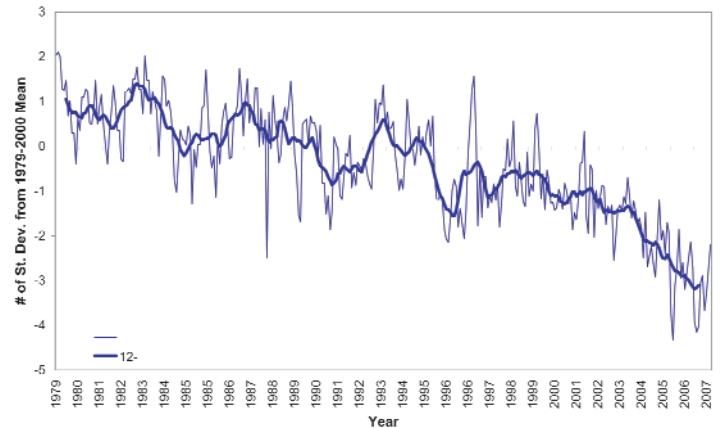


Abb. 30: Trend der arktischen Meereisbedeckung (Quelle: National Snow and Sea Ice Data Center, USA)

## Die agrar-meteorologische Situation in Deutschland

### Phänologische Phasen

Die Phänologie beobachtet das Auftreten bestimmter Phasen der jährlichen Pflanzenentwicklung, u. a. um Informationen über die Auswirkung der Witterung auf die belebte Natur zu gewinnen. Im Folgenden werden die Ergebnisse des umfangreichen Beobachtungsnetzes, das der Deutsche Wetterdienst unterhält, zusammengefasst:

Ein langanhaltender Winter, der bis in den März hinein andauerte, ließ die Schneeglöckchenblüte im größten Teil Deutschlands verspätet beginnen. So wurde der Beginn des Vorfrühlings in der zweiten Februarhälfte in den klimatisch begünstigten Gebieten des Westens und Südwestens beobachtet. Während dieser Zeitpunkt nur wenig später als das vieljährige Mittel der Jahre 1961-1990 war, führten spätwinterliche Kälteperioden im März dazu, dass im übrigen Deutschland die Schneeglöckchenblüte erst mit zwei- bis dreiwöchiger Verspätung (Abb. 31) begann und verbreitet in der zweiten Märzhälfte beobachtet wurde.

Da die folgenden Frühjahrsmonate zu warm ausfielen, konnte die Vegetationsentwicklung deutlich aufholen.

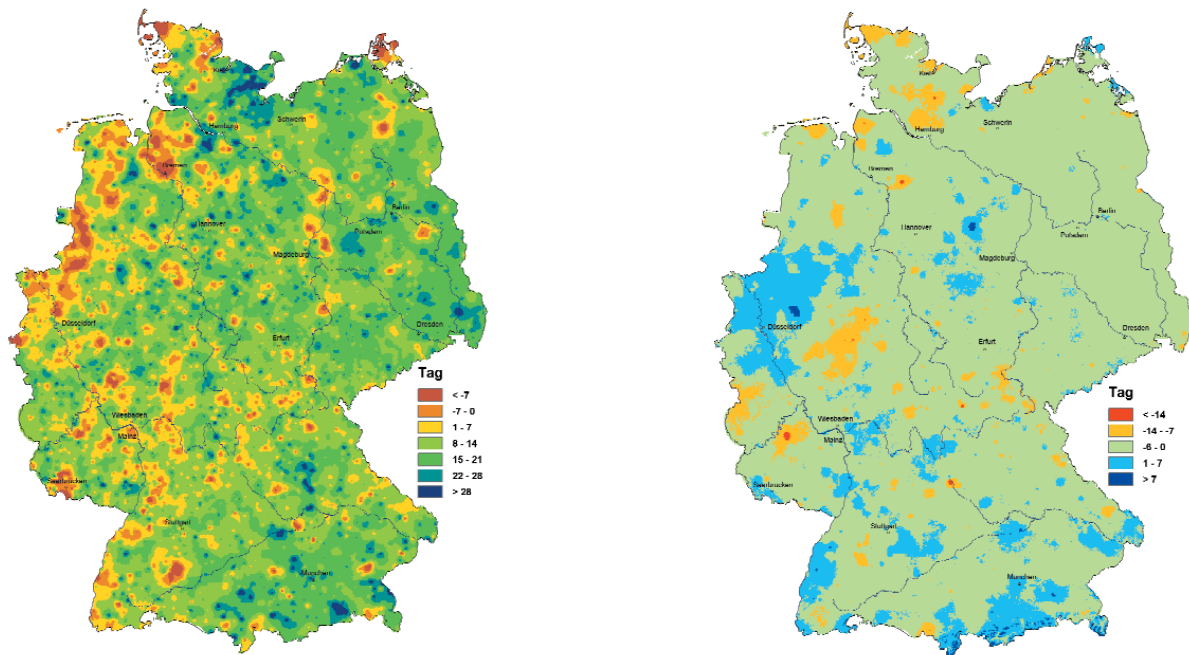


Abb. 31-32: Beginn der Blüte des Schneeglöckchens und Beginn der Apfelblüte (Abweichung vom Mittel der Periode 1961 – 1990)

So setzte der Vollfrühling, der durch den Beginn der Apfelblüte beschrieben wird, im Rheingraben Ende April, sonst meist im ersten, im Norden und im Bergland im zweiten Maidrittel ein. Er war im größten Teil Deutschlands um wenige Tage verfrüht. (Abb. 32).

Die Tendenz zur Verfrühung der Eintrittsphasen setzte sich durch einen zu warmen Mai fort. Der Frühsommer wurde allgemein im ersten und zweiten Maidrittel, im Bergland wenig später, beobachtet. Die Eintrittsdaten der entsprechenden phänologischen Phasen lagen überwiegend um eine Woche früher als im vieljährigen Durchschnitt.

Ein warmer und trockener Juni, ein heißer und trockener Juli gefolgt von einem kühlen und nassen August ließen die Früchte der Bäume zeitig reifen. So wurden die ersten reifen Kastanien, die den Beginn des Frühherbstes zeigen, im äußersten Osten in der ersten Septemberdekade beobachtet. Im übrigen Deutschland begann der Frühherbst im zweiten und letzten Septemberdrittel. Die Eintrittsdaten waren im äußersten Osten und Westen um zwei Wochen verfrüht, in den anderen Gebieten bis zu einer Woche. Im Bergland zeigte sich dagegen eine Verspätung um zwei Wochen.

Aufgrund der extrem milden Witterung konnten zum Jahresende schon einzelne phänologische Vorfrühlingsphasen des Folgejahres beobachtet werden. Insbesondere die Haselblüte wurde schon von zahlreichen Beobachtern gemeldet und es musste im Dezember sogar schon eine Pollenflugwarnung herausgegeben werden.

### Der Witterungsverlauf und seine Auswirkung auf die Landwirtschaft

Während der Wintermonate Januar und Februar herrschte allgemeine Vegetationsruhe. Aufgrund der verbreitet schneebedeckten Flächen und der kalten Witterung hielt die Vegetationsruhe bis in die zweite Hälfte des März an.

Der lang anhaltende, kalte Winter 2005/06 wirkte sich überwiegend positiv auf die landwirtschaftlichen Kulturen aus. Die Schneedecke hatte zunächst verhindert, dass der Frost zu schnell in den Boden eindrang. Dadurch konnten sich die Pflanzen an tiefere Temperaturen anpassen. Die Wintersaaten hatten durch Frostperioden im Laufe des Januars eine gute Kälteresistenz aufbauen können, so dass auch starke und strenge Fröste nur zu geringen Schäden am Blattapparat der Pflanzen führten.

Die langanhaltenden Fröste und großen Bodenfrosttieftiefen verzögerten jedoch die Ausbringung von Dünger, insbesondere von Gülle. Auch verzögerte sich die Aussaat im Frühling. Mais und Zuckerrüben konnten erst Ende April, Anfang Mai ausgesät werden. Mit einer sommerlich warmen Witterungsperiode in der ersten Maihälfte wurde der phänologische Rückstand nahezu eingeholt. Sommerlich warme und vielfach auch trockene Witterung beschleunigten die Pflanzenentwicklung während der Sommermonate Juni und Juli und die Abreife des Getreides machte rasche Fortschritte.

Dürre, regional extreme Dürre im Juli führte zu Ertrags-einbußen, die, von Ausnahmen abgesehen, aber nicht so drastisch waren wie zunächst befürchtet, zumal in

vielen Gebieten optimale Bedingungen für die Getreideernte vorhanden waren.

Sie begann 1 bis 2 Wochen früher als normal und konnte bei günstigen Bedingungen zügig durchgeführt werden. Wer es allerdings nicht schaffte, die Ernte bis Ende Juli einzubringen, musste teilweise bis zum September warten, da es im August häufig regnete.

Die Trockenheit im Juni und Juli führte zu deutlichen Einbußen an der Ertragsmenge. Die zunächst befürchteten Qualitätseinbußen bestätigten sich jedoch nicht. Trotz einiger Schwankungen fiel die Qualität des Futtergetreides zufriedenstellend aus. Der Weizen überraschte durch besonders gute Backeigenschaften, die man wegen der hohen Proteinwerte nicht erwartet hatte. Es wird davon ausgegangen, dass der Hitzestress – wie aus wärmeren Ländern wie Italien und Ägypten bekannt – die Zusammensetzung des Proteins so verändert hat, dass sich das Mehl zu guten Teigen verbacken lässt. Der warme Herbst ermöglichte bei Mais und vor allem bei Zuckerrüben hohe Ertragszuwächse, wodurch die negativen Einflüsse der Witterung der Vormonate kompensiert wurden. Hohe Einstrahlungswerte ließen den Zuckergehalt auf Werte von z.T. über 20 % ansteigen.

Die Reben hatten bei guter Wasserversorgung den anfänglichen Entwicklungsrückstand in den heißen Sommerwochen im Juni und Juli rasch aufgeholt und blieben weitgehend von Krankheiten verschont. Trotz des kühlen und regenreichen Wetters schritt auch im August die Reife weiter voran. Vereinzelt trat allerdings erste Fäulnis auf. Der warme und sonnige September beschleunigte noch einmal die Reife und nährte die Hoffnungen auf einen guten Herbst.

Ende September und Anfang Oktober regnete es dann gebietsweise sehr ergiebig. Anschließend breitete sich die Fäulnis schlagartig aus, und viele Beeren platzten auf. Diese Entwicklung zwang die Winzer in den betroffenen Gebieten, die Trauben in einer „Blitzlese“ möglichst schnell zu ernten.

Unter diesen Umständen konnte man in den meisten Weinbaugebieten auch keine Trauben für Eiswein hängen lassen.

Ein trockener September und fehlende Niederschläge in der ersten Dekade im Oktober führten zu verzögerter Entwicklung des Winterweizens und insbesondere zu massiven Behinderungen der Unkrautbekämpfung, da für die Anwendung von Bodenherbiziden die Wachstumsbedingungen nicht gegeben waren.

Bei sehr mildem Wetter konnten die Wintersaaten aber im November und Dezember Wachstum und Entwicklung fortsetzen. Daher war gebietsweise ein vorwinterliches Überwachsen der jungen Bestände erkennbar. Auch das Grünland ging aufgrund der sehr milden und feuchten spätherbstlichen und frühwinterlichen Witterung vielerorts zu üppig in den Winter.

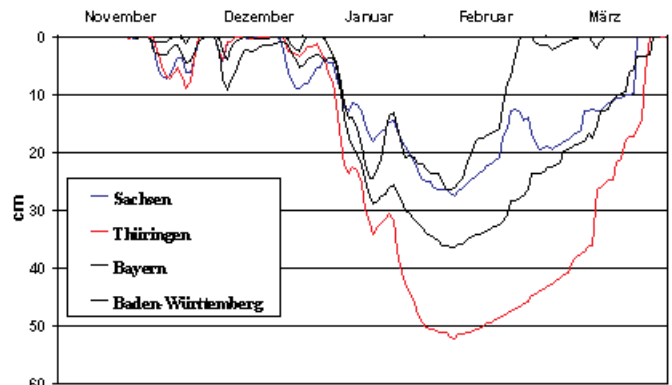


Abb. 33: Frosteindringtiefe 2005-2006, unbewachsener Boden, Mittelwert der Bundesländer Sachsen, Thüringen, Bayern, Baden-Württemberg

### Extreme Bodenfrosteindringtiefen

Die Situation bei den Bodenfrosteindringtiefen im Jahr 2006 war vergleichbar mit den Bedingungen in den sehr kalten Wintern 1996/1997 und 1962/1963. Die Abbildung 33 stellt beispielhaft die Situation für die Bundesländer Sachsen, Thüringen, Bayern und Baden-Württemberg für einen unbewachsenen Boden im Jahr 2006 dar.

Für die Landwirtschaft ist der Bodenfrost von großer Bedeutung, da ab 10 cm Frosteindringtiefe das Ausbringen von Dünger verboten ist. Dieses führt insbesondere bei der Gülleausbringung zu Problemen, da die Kapazitäten der Güllebehälter in der Tierhaltung dann oft nicht ausreichen.

### Bodenfeuchte

Die Bodenfeuchtesituation im Vergleich zu den Jahren ab 1962 wird in der Abb. 34 für einen leichten Boden und Wintergetreide als Mittel über die gesamte Bundesrepublik deutlich. Während der Juli 2006 geringe Werte wie 2003, 1976 und 1964 aufwies, erreichte der August 2006 im Vergleich zu den Vorjahren Werte, die zu den relativ höchsten Werten zu zählen sind.

In der Abb. 35 wird der extrem milde Herbst/Winter 2006 deutlich. Die potenzielle Verdunstung nach Penman erreichte als Summe über die Monate September bis Dezember als Mittel über die gesamte Bundesrepublik mit 180 mm einen für diesen Zeitraum seit 1962 noch nie erreichten Rekord.

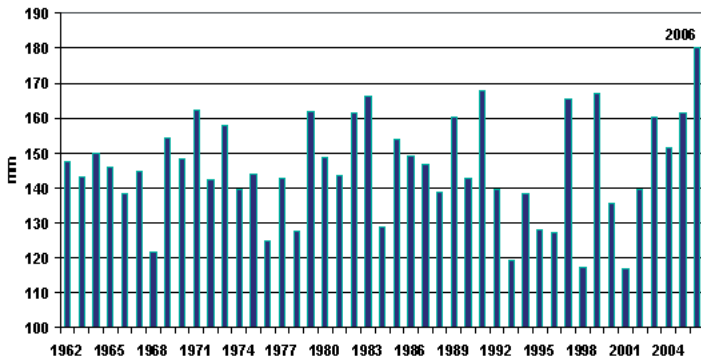


Abb.34: Monatsmittelwerte der Bodenfeuchte (%nFK) für einen Sandboden und Wintergetreide, Mittelwerte über die gesamte Bundesrepublik (1962 - 2006)

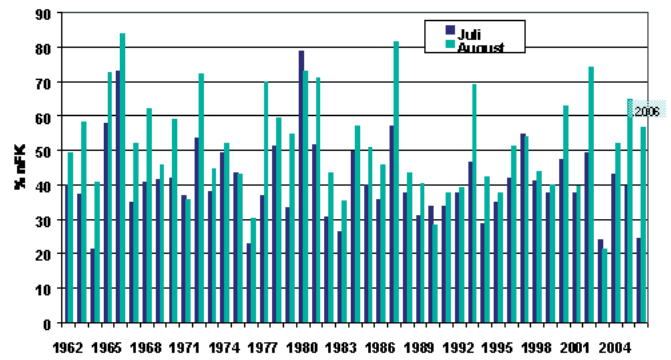


Abb.35 Summe der Penman-Verdunstung über die Monate September bis Dezember, gemittelt über die gesamte Bundesrepublik (1962 - 2006)

# Die Entwicklung der Ozonschicht

Bemerkenswert im Jahr 2006 waren die starken Ozonverluste über der Antarktis, die bezüglich Andauer, Ausdehnung und Ozondefizit zu einem Rekord-Ozonloch führten. Wie Abbildung 36 zeigt, wurden die Rekorde von 1998 und 2003 nochmals leicht übertroffen.

Neben dem noch immer hohen stratosphärischen Chlorgehalt war die Ausprägung eines besonders stabilen und langanhaltenden Polarwirbels Ursache für die Entstehung dieses besonders großen Ozonlochs. Die fortschreitende Abkühlung der Stratosphäre durch den Klimawandel könnte in Zukunft solche ausgeprägten Polarwirbel begünstigen.

Durch die späte Auflösung des antarktischen Wirbels in diesem Jahr gelangten die ozonarmen Luftmassen aus dem Ozonloch erst sehr spät, bei bereits hoch stehender Sonne, bis in gemäßigte Breiten der Südhemisphäre. Dies führte im südlichen Atlantik zu einer starken Erhöhung der sonnenbrandwirksamen ultravioletten Strahlung. So wurden z.B. gegen Ende November bei etwa 60° südlicher Breite, was in der Nordhemisphäre der Breite von Oslo entspricht, tropische UV-Indexwerte von 14 überschritten (Abb. 37). Die amerikanische Station Mc.Murdo auf 78° südlicher Breite verzeichnete am 2. Dezember 2006 einen neuen Rekord-UV-Indexwert von 7.5. Zum Vergleich: In Deutschland werden maximal 9 erreicht.

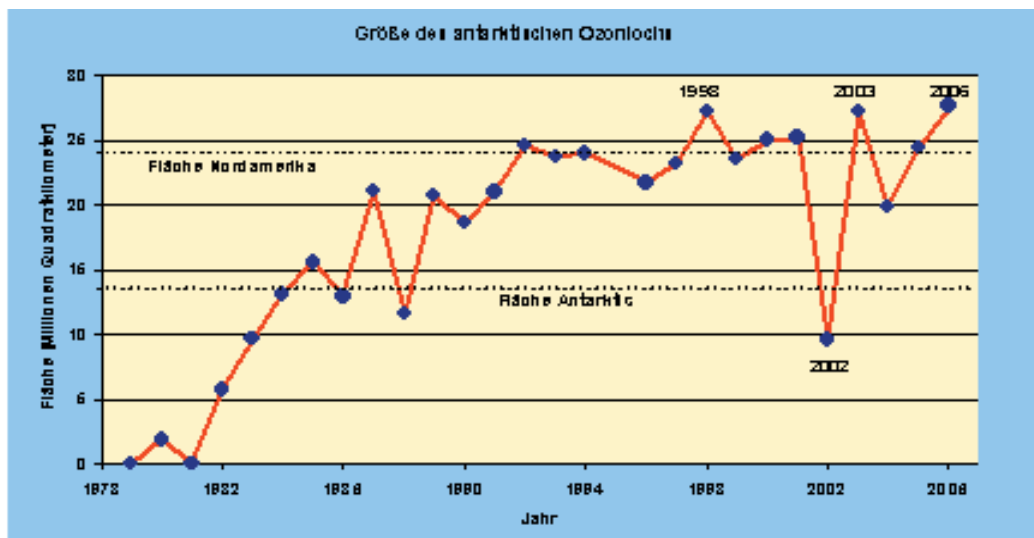


Abb. 36: Entwicklung der Fläche des antarktischen Ozonlochs seit 1979. Maßgebend ist der Bereich mit Ozonwerten < 220 Dobson-Einheiten (D.U.) für die Zeit 21. – 30. September. (Datenquelle: TOMS/OMI; NASA Goddard Space Flight Center).



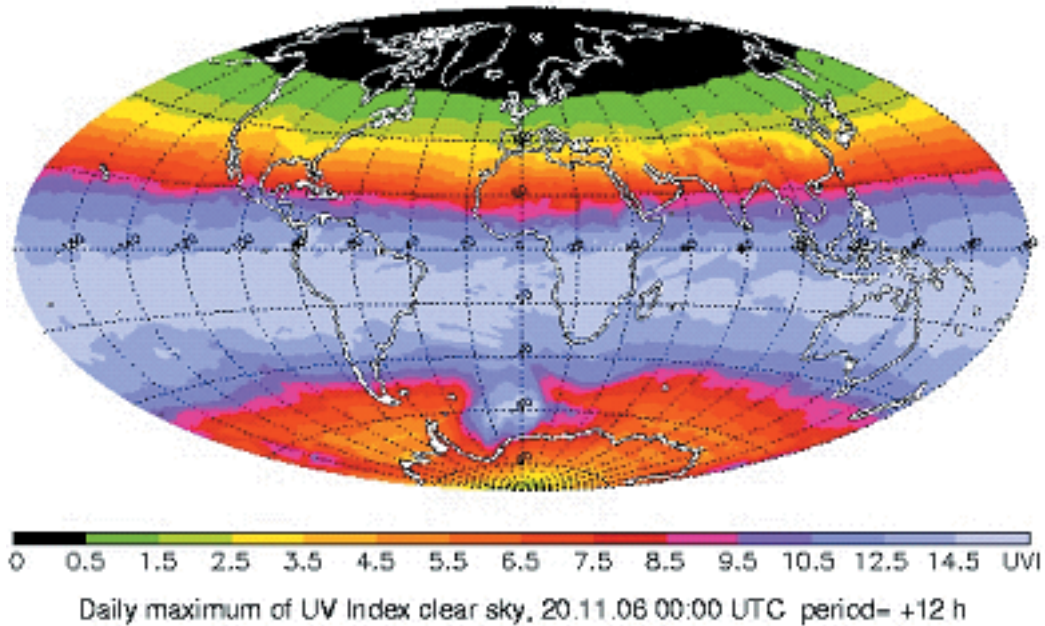


Abb. 37 Zwölfstündige Vorhersage des UV-Index für klaren Himmel bei mittäglichem Sonnenstand. Die Ozonloch-bedingte Ausweitung tropischer Strahlungsbedingungen bis in den Südatlantik (60°S, 0°) ist deutlich erkennbar.

Weniger dramatisch verlief die Ozon Entwicklung 2006 in den gemäßigten Breiten der nördlichen Hemisphäre. Wie Abbildung 36 für den Hohenpeißenberg zeigt, hat die Ozon-Gesamtsäule seit 1968 um rund 6% abgenommen. Seit etwa 10 Jahren scheint sich aber der frühere steile Abwärtstrend umgekehrt zu haben. Die Werte nehmen unter Schwankungen wieder zu. Dies ist in Abbildung 38 durch die beiden gestrichelten Regressionsgeraden markiert.

Obwohl der begonnene Chlor-Rückgang eine Rolle spielt, ist die Überlagerung anderer Faktoren für die höheren Ozon-Gesamtsäulen der letzten Jahre von größerer Bedeutung. Dies zeigt die Regressionsanalyse in Abbildung 39. Wichtig für die Ozonentwicklung in den letzten 10 Jahren war z.B. die Erholung von den sehr niedrigen Ozonwerten nach dem Ausbruch des Vulkans Pinatubo. Mittlerweile ist die stratosphärische Aerosolkonzentration schon länger extrem gering. Höhere Ozonwerte ergaben sich auch aufgrund des gerade vergangenen Sonnen-Maximums. Zirkulationsschwankungen über dem Nordatlantik trugen in den letzten Jahre ebenfalls zu höheren Gesamt-ozonwerten bei. Je nach Weiterentwicklung aller Faktoren und deren Überlagerung können innerhalb der nächsten 10 bis 15 Jahre in Europa immer wieder niedrige Ozon-Gesamtsäulen, und damit auch deutlich erhöhte UV-Belastungen auftreten.

Es gibt jedoch Bereiche in der Atmosphäre, wo der leichte Chlor-Rückgang bereits stärkere Auswirkungen auf das Ozon zeigt. Das ist der Höhenbereich um 40 km in der oberen Stratosphäre, besonders in mittleren und niedrigen Breiten.

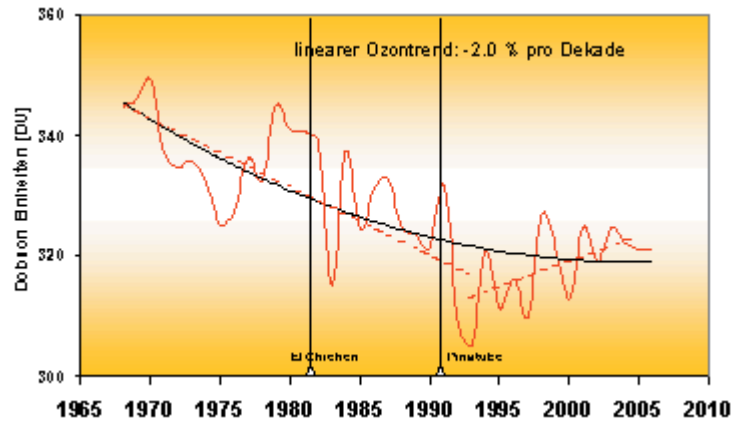


Abb. 38 Zeitreihe der Jahresmittelwerte des Gesamt-ozons (Ozonschichtdicke) über dem Hohenpeißenberg seit 1968 mit polynomischer Trendkurve (schwarz) und linearen Teilregressionen (rot, gestrichelt).

Dort zeigen langjährige Satellitenmessungen, dass sich die seit 1980 beobachtete sehr starke Ozonabnahme nicht mehr fortgesetzt hat.

Seit etwa 2000 ist eine immer deutlicher werdende Trendumkehr erkennbar. Dies ist der Hintergrund von Pressemitteilungen über die „beginnende Erholung“ der Ozonschicht.

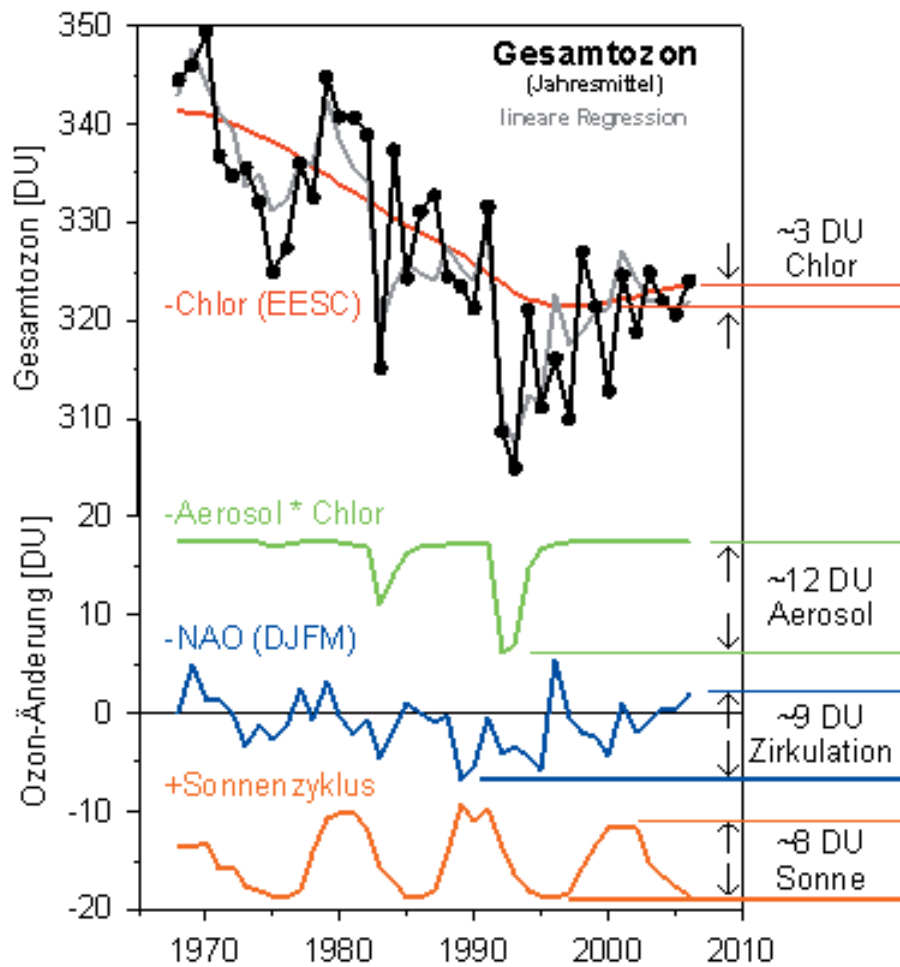


Abb. 39 Jahresmittel der Ozonsäule über dem Hohenpeißenberg (schwarze Kurve). Die Kombination (graue Kurve) von nur 4 Einflussfaktoren, invertiert dargestellter Gesamtchlordgehalt der Stratosphäre (EESC), chlor-modulierter Aerosolgehalt, nordatlantische Oszillation (NAO) in den Wintermonaten und Sonnenzyklus, kann den gemessenen Verlauf (schwarz) weitestgehend nachbilden. Alle Faktoren tragen seit Anfang/Mitte der 1990er Jahre zur beobachteten Ozonzunahme bei. Der Anteil vom beginnenden Chlorrückgang ist dabei gegenüber dem Aerosolrückgang nach 1992 und gegenüber dem Umschlagen des NAO Indexes um 1989 klein einzuschätzen.

# ***Klimamonitoring und Klimaberatung im Deutschen Wetterdienst (DWD)***

Der DWD erfüllt als nationaler Wetterdienst die Verpflichtung des Staates zur Daseinsvorsorge, zum Schutz von Leben und Eigentum seiner Bürger und zur Sicherung volkswirtschaftlich relevanter Infrastruktur. Hierzu gehören neben Wettervorhersage und Warnmanagement insbesondere auch Klimamonitoring und Klimaberatung.

Das Klimamonitoring umfasst die kurz- und langfristige Erfassung, Überwachung und Bewertung von meteorologischen Prozessen, von Struktur und Zusammensetzung der Atmosphäre und von meteorologischen Wechselwirkungen zwischen der Atmosphäre und anderen Bereichen der Umwelt. In Zeiten des weltweiten Klimawandels ist das Klimamonitoring eine essentielle Grundlage für das allgemeine Klimaverständnis, für Projektionen in die Zukunft und für Entscheidungen in Politik und Wirtschaft. Die Ergebnisse des Klimamonitoring werden in regelmäßigen Veröffentlichungen sowie wissenschaftlichen Fachzeitschriften publiziert und in der Klimaberatung genutzt.

Die Klimaberatung umfasst die Beratung von Entscheidungs- und Verantwortungsträgern aus Politik und Wirtschaft zum aktuellen Klima und seiner Auswirkungen sowie hinsichtlich der Risiken und Chancen des beobachteten und erwarteten Klimawandels für Mensch, Umwelt, Verkehr und Wirtschaft.

Für Klimamonitoring und -beratung besitzt der DWD das Fachwissen und die Kompetenz. Insbesondere für umweltklimatologische Fragestellungen ist der DWD seit langem der sachverständige Ansprechpartner. Seine in diesem Feld tätigen Gutachter und Berater sind speziell ausgebildet und verfügen über langjährige Erfahrung. Damit setzen sie Maßstäbe bei Qualität und Kundenorientierung.



**Deutscher Wetterdienst**

Kaiserleistraße 29/35, 63067 Offenbach

Tel.: 0 18 05 / 91 39 13 \*, Fax: 0 18 05 / 91 39 14 \*

E-Mail: [info@dwd.de](mailto:info@dwd.de)

Internet: [www.dwd.de](http://www.dwd.de)

\* (0,14 Euro/Min. aus dem Festnetz von T-Com)