

EIN NEUER KLIMA-TRENDATLAS FÜR DEUTSCHLAND

Christian-D. Schönwiese und Reinhard Janoschitz

Institut für Atmosphäre und Umwelt, Universität Frankfurt/Main, Postf. 111932, D-60054 Frankfurt
E-Mail: schoenwiese@meteor.uni-frankfurt.de

1. Einführung und Datengrundlage

Der globale Klimawandel, der wegen der relativ guten Datengrundlage und der anthropogenen Beeinflussung insbesondere für das Industriezeitalter (letzte ca. 100-200 Jahre) von Interesse ist (IPCC, 2001), zeigt sich in unterschiedlichen Zeitreihen-Strukturen. Dabei weisen relativ langfristige Trends auf systematische Änderungen hin. Sie stehen hier im Blickpunkt, obwohl z.B. auch Fluktuationen und Extremereignisse (vgl. Beitrag Schönwiese und Trömel in diesem Band) wichtig sind.

Bekanntlich ist die global gemittelte bodennahe Lufttemperatur 1901-2000 um 0,6-0,8 °C angestiegen (IPCC, 2001), allerdings unter erheblichen regionalen und jahreszeitlichen Besonderheiten. In Aktualisierung früherer Arbeiten (u.a. Rapp, 2000) sind wir daher der Frage nachgegangen, wie sich dieser Klimawandel in Deutschland zeigt. Die Ergebnisse sind kürzlich detailliert in einem neuen „Klima-Trendatlas Deutschland 1901-2000“ (Schönwiese und Janoschitz, 2005) zusammengestellt worden. Darüber wird hier kurz berichtet.

Die Daten wurden dank einer DEKLIM-Kooperation (Deutsches Klimaforschungsprogramm) mit dem beim Deutschen Wetterdienst angesiedelten Global Precipitation Climate Center (GPCC) zur Verfügung gestellt. Sie umfassen in Deutschland Monatswerte der bodennahen Lufttemperatur (1901-2000: 10 Stationen; 1951-2000: 29 Stationen) und des Niederschlags (1901-2000: 131 Stationen). Die ebenfalls analysierte Sonnenscheindauer (1951-2000) bleibt hier ausgespart.

2. Analysemethodik

Die der Analyse vorangehenden Schritte wie Qualitätskontrolle, Homogenitäts- und Repräsentanzanalyse können hier nur erwähnt werden. Anschließend wurden die üblichen linearen Trends der jeweiligen Zeitreihen berechnet. Wie Trömel (2005) gezeigt hat, führt diese Methodik bei nicht normalverteilten Zeitreihen, wie das beim Niederschlag der Fall ist, allerdings zu Trendüberschätzungen. Bei einem derzeit in Vorbereitung befindlichen neuen „Klima-Trendatlas Europa“ wird dies mit Hilfe einer alternativen Analysemethodik berücksichtigt, hier jedoch noch nicht.

Bei der räumlichen Interpolation, die zur Abschätzung der regionalen Trendstrukturen in Form von Trendkarten führt, wurde das übliche „Ordinary Kriging“ mit einer Gitterauflösung von 0,25° verwendet, was in zentraler Richtung ca. 18 km und in meridionaler Richtung ca. 28 km entspricht. Zur Signifikanzprüfung wurde der verteilungsfreie Mann-Kendall-Test verwendet. Da Trends stets zeitlich instabil sind, erfolgten die Berechnungen außer für das Gesamtintervall (1901-2000) auch für die Subintervalle 1931-1960, 1961-1990 und 1971-2000, zum Teil auch für 1951-2000 und 1981-2000.

3. Ergebnisse

Nur sehr wenige Ergebnisse können hier exemplarisch vorgestellt werden, wobei die nachfolgende Tabelle zunächst eine zusammenfassende Übersicht für das Flächenmittel Deutschland bringt.

Klimaelement, Zeitintervall	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Temperatur, 1901 – 2000	+ 0,8 °C	+ 1,0 °C	+ 1,1 °C	+ 0,8 °C	+ 1,0 °C
1951 – 2000	+ 1,4 °C	+ 0,9 °C	+ 0,2 °C	+ 1,6 °C	+ 1,0 °C
1961 – 1990	+ 0,8 °C	+ 0,4 °C	0	+ 1,7 °C	+ 0,7 °C
1971 – 2000	+ 1,7 °C	+ 0,9 °C	+ 0,7 °C	+ 0,7 °C	+ 1,0 °C
1981 – 2000	+ 1,3 °C	+ 0,7 °C	- 0,1 °C	+ 2,3 °C	+ 1,1 °C
Niederschlag, 1901 – 2000	+ 13 %	- 3 %	+ 9 %	+ 19 %	+ 9 %
1951 – 2000	+ 14 %	- 16 %	+ 18 %	+ 19 %	+ 6 %
1961 – 1990	- 9 %	- 8 %	+ 10 %	+ 20 %	+ 3 %
1971 – 2000	+ 13 %	+ 4 %	+ 14 %	+ 34 %	+ 16 %

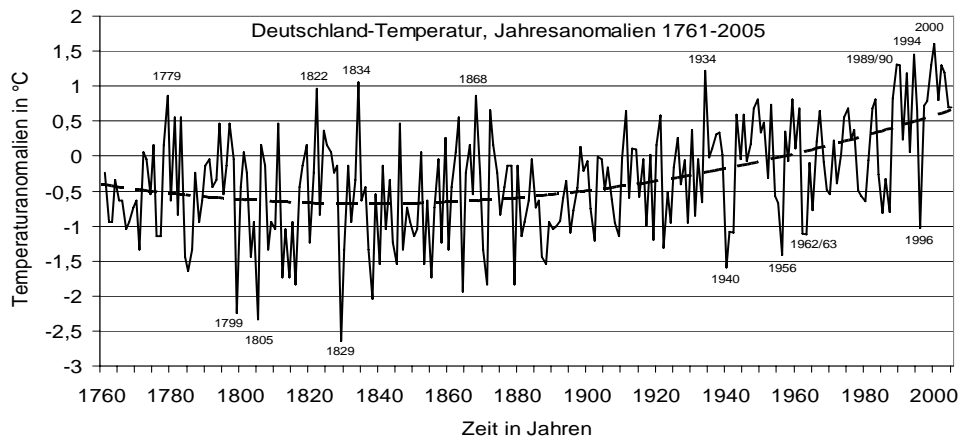


Abb. 1: Jahresanomalien 1761-2005 (gegenüber 1961-1990) in °C (K) des Flächenmittels der bodennahen Lufttemperatur in Deutschland, ausgezogen, und polynomialer Trend, gestrichelt (Datenquellen: Rapp, 2000; DWD).

Betrachtet man die Jahresanomalien 1761-2005 der Deutschland-Temperatur, siehe Abb. 1, so lässt sich das Langfristverhalten am besten durch einen polynomialen Trend beschreiben, der jedoch ab ca. 1900 quasi-linear ist und infolge der stets überlagerten Fluktuationen bzw. relativen Extremwerte im Jahr 2000 zum bisherigen Maximum geführt hat. Abb. 2 zeigt dazu die Zeitreihen 1901-2000 für Sommer und Winter, Abb. 3 die zugehörigen Trendkarten. Hinsichtlich der Temperatur lässt sich dann festzuhalten: Säkular und im Flächenmittel (vgl. Tabelle) sind die Erwärmungstrends recht einheitlich gewesen (0,8 - 1,1 °C), haben sich jedoch in jüngerer Zeit vor allem im Winter verstärkt. Regional war die säkulare Erwärmung vor allem im Südwest-Sommer ausgeprägt (bis ca. 1,8 °C).

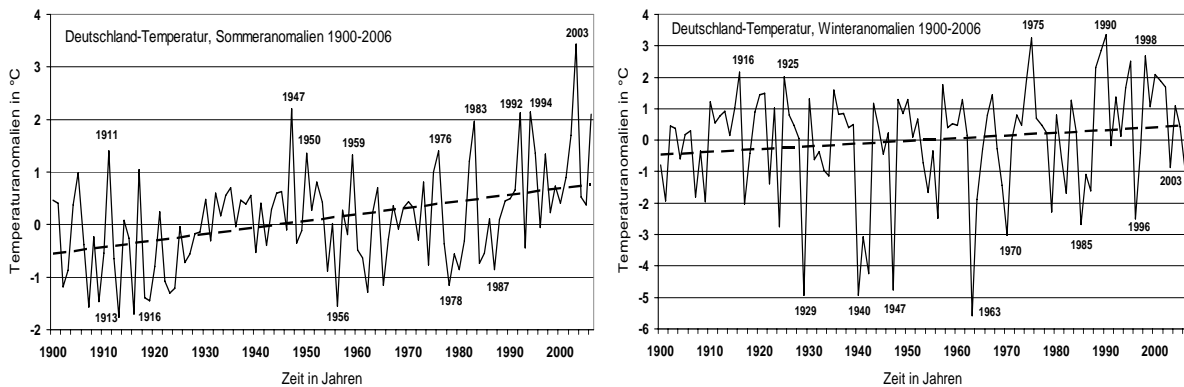


Abb. 2: Ähnlich Abb. 1, jedoch 1900-2006, links Sommer (JJA, 2006 vorläufig), rechts Winter (DJF, wobei sich die Jahresangaben jeweils auf den Januar beziehen), ausgezogen, lineare Trends gestrichelt.

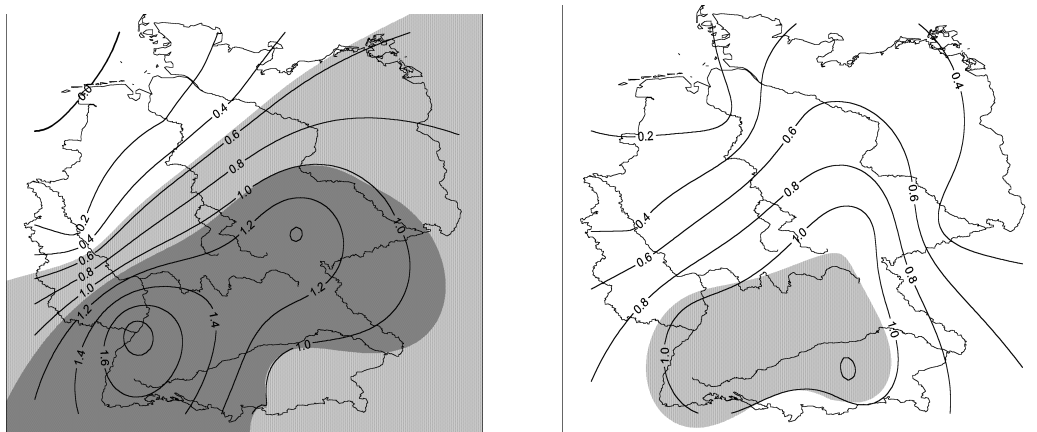


Abb. 3: Temperatur-Trendstrukturen 1901-2000 in °C (K), links Sommer (JJA), rechts Winter (DJF); Schattierung: Signifikanz (hell > 90 %, dunkel >99%).

Die Ergebnisse der Niederschlag-Trendanalysen erweisen sich bereits bei den Flächenmittelwerten insofern als differenzierter, als unterschiedliche Vorzeichen auftauchen. Säkular gesehen ist vor allem die winterliche Niederschlagszunahme eklatant (vgl. Tabelle), die sich ähnlich der Erwärmung in jüngerer Zeit verstärkt hat. Der Sommer ist hingegen säkular leicht und 1951-2000 verstärkt trockener geworden, jedoch nicht mehr 1971-2000 (vgl. wiederum Tabelle). In den Übergangsjahreszeiten ist fast durchweg eine Niederschlagszunahme aufgetreten, nur nicht im Frühjahr 1961-1990. Die je nach betrachtetem Zeitintervall erheblichen Trendunterschiede weisen auf erhebliche überlagerte Variationen hin, vgl. Abb. 4 (mit Folgen für die Signifikanz). Da dort wie auch relativ kurzfristig die sommerliche Niederschlagsabnahme geringer als die Zunahme in den anderen Jahreszeiten ist, besteht bei der Jahressumme ein zunehmender Trend. Bei den recht komplizierten regionalen Trendstrukturen, siehe Abb. 5, ist zu sehen, dass säkular die winterliche Zunahme auf den Westen – insbesondere Südwesten – konzentriert ist und im Sommer die Vorzeichen unterschiedlich sind (Abnahme vor allem im Osten und in der Mitte, dagegen Zunahmen im Süden und teilweise auch im Westen).

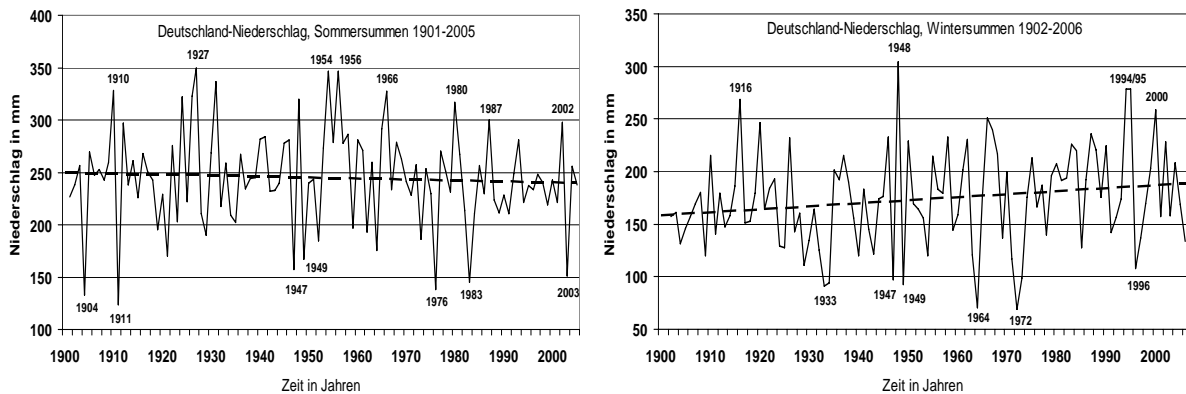


Abb. 4: Niederschlagssummen in mm, Flächenmittel, links Sommer 1901-2005, rechts Winter 1902-2006, jeweils ausgezogen, mit linearen Trends, gestrichelt (Datenquelle: DWD).

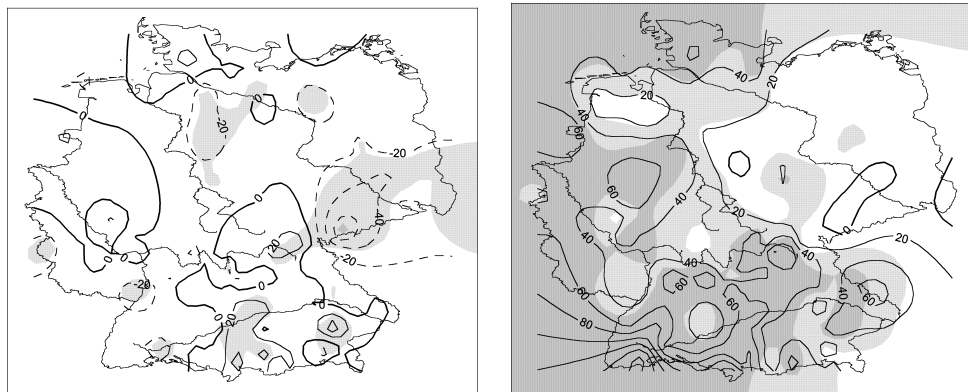


Abb. 5: Niederschlag-Trendkarten 1901-2000 in mm, links Sommer, rechts Winter, ausgezogen Zunahme, gestrichelt Abnahme; Schattierung: Signifikanz (hell > 70 %, dunkel > 95%).

4. Schlussbemerkung

Weitere Details, insbesondere auch zu den Trends in den einzelnen Monaten, können der Original-literatur entnommen werden (Schönwiese und Janoschitz, 2005). Eine entsprechende Aktualisierung unseres „Climate Trend Atlas of Europe“ (Schönwiese und Rapp, 1997) ist auf dem Weg.

Literatur

- IPCC (Houghton, J.T. et al., eds.), 2001: Climate Change 2001, The Scientific Basis. *Univ. Press*, Cambridge, 881 pp.
 Rapp, J., 2000: Konzeption, Problematik und Ergebnisse klimatologischer Trendanalysen für Europa und Deutschland. *Bericht Nr. 212, Deut. Wetterdienst (DWD)*, Offenbach; DWD: <http://www.dwd.de/de/FundE/Klima/KLIS>.
 Schönwiese, C.-D., Janoschitz, R., 2005: Klima-Trendatlas Deutschland 1901-2000. Bericht Nr. 4, *Inst. Atm. Umwelt*, Univ. Frankfurt, 63 S.
 Schönwiese, C.-D., Rapp, J., 1997: Climate Trend Atlas of Europe 1891-1990. *Kluwer*, Dordrecht, 228 pp.
 Trömel, S., 2005: Statistische Modellierung von Klimazeitreihen. Bericht Nr. 2, *Inst. Atm. Umwelt*, Univ. Frankfurt, 228 S.