

C. BECK, J. GRIESER, B. RUDOLF, U. SCHNEIDER

Globale Niederschlagsanalysen des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie für den Zeitraum ab 1951

Analysis Products of the Global Precipitation Climatology Centre for the Period Since 1951

Zusammenfassung

Niederschlag ist eine der Schlüsselvariablen des Klimasystems. Er hat einen direkten Einfluss auf die Lebensbedingungen der Menschen. Daher kommt dem Wissen um die raumzeitliche Niederschlagsverteilung sowie deren Änderung große Bedeutung zu. Das Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN) erzeugt regelmäßig zeitnahe Weltkarten der monatlichen Niederschlagshöhe. Diese Daten sind von großer Bedeutung z. B. für Erntevorhersagen, die Kalibrierung von Satellitendaten oder die Verifizierung von Modellen. Für die Untersuchung der langzeitlichen Niederschlagsvariabilität sind sie jedoch nicht optimal geeignet, da sie auf zu wenigen und zu wechselhaften Beobachtungen basieren. Das Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie stellt nun zwei weitere Produkte bereit, die speziell für die Klimaforschung geeignet sind. Eines davon, die Full-Data-Reanalyse 1951–2004, basiert auf allen verfügbaren Daten und liefert somit beste Niederschlagskarten für jeden Einzelmonat. Das zweite Produkt, die VASClmO Niederschlagsklimatologie 1951–2000, basiert auf langen Zeitreihen und vermeidet somit Inhomogenitäten aufgrund zeitlich variierender Stationsdichte und -verteilung.

Abstract

Precipitation is one of the climatological key variables affecting human life and property. Knowledge of the spatio-temporal variations of precipitation is important for many applications. Observed global precipitation data are used for verification and calibration of satellite data, evaluation of global circulation models as well as the investigation of the global hydrological cycle and its temporal variability. The Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) is preparing near-realtime precipitation maps on a regular basis. Though these data are of great importance e.g. for crop forecast, calibration of satellite data or verification of models, they are too crude and their quality depends too much on time as to use them for climate variability studies. Therefore, the GPCC has released 2 global precipitation climatologies especially designed for climate research. One of these (the Full-Data Reanalysis 1951–2004) uses all data available for a certain time step and thus offers the best spatial data density for each month but time dependent accuracy. The other one (VASClmO Climatology 1951–2000) uses only stations for which data are available over a long period in order to produce a temporarily homogeneous data set.

1 Einführung

Dem Niederschlag kommt innerhalb des Klimasystems eine zentrale Bedeutung zu. Er ist ein wesentliches Element des globalen Energie- und Wasserkreislaufs und damit bedeutsamer Einfluss- und Steuerungsfaktor für alle natürlichen und gesellschaftlichen Kompartimente des Erdsystems. Aufgrund seiner ausgeprägten raumzeitlichen Variabilität erfordert seine flächendeckende quantitative Erfassung ein ungleich dichteres bodengestütztes Beobachtungsnetz als andere meteorologische Größen (z. B. Lufttemperatur), das durch verschiedene indirekte Abschätzungsverfahren (Satelliten- und Radar-Fernerkundung) ergänzt wird.

Das Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN, Global Precipitation Climatology Centre, GPCC) erstellt seit mehr als 16 Jahren globale Niederschlagsanalysen, die eine unverzichtbare Grundlage für verschiedene internationale Programme und Großprojekte im Bereich der Klimaforschung und -überwachung sowie der Hydrologie darstellen. Der DWD hat diese Aufgabe als eine internationale Verpflichtung aufgrund einer Bitte der WMO übernommen. Die Entwicklungsarbeiten begannen im September 1988 mit

einer umfassenden Förderung seitens des BMBF (früher BMFT). Bereits 1989 wurden erfolgreich erste Analysen durchgeführt. War zunächst die Erstellung eines zehnjährigen Datensatzes (1986–1995) für GEWEX (Global Energy and Water Cycle Experiment des Weltklimaforschungsprogramms) das primäre Ziel, wurde bereits 1990, angesichts zunehmend gesicherter Indizien für einen globalen Klimawandel, die langfristige Weiterführung der Projekte des Weltklimaforschungsprogramms initiiert und mit GCOS (Global Climate Observing System) und GTOS (Global Terrestrial Observing System) neue permanente Instrumente zur globalen Klimaüberwachung geschaffen.

Über die Entwicklung des WZN wurde bereits mehrfach in Promet berichtet (RUDOLF 1990, 1994), wesentliche wissenschaftliche Grundlagen und Methoden wurden in der Meteorologischen Zeitschrift vorgestellt (RUDOLF et al. 1992). Die Grundlagen zur Analyse langer Zeitreihen im WZN wurden im Forschungsprojekt VASClmO (Variability Analysis of Surface Climate Observations) vom DWD gemeinsam mit der Goethe-Universität Frankfurt entwickelt, was durch eine Förderung im Rahmen des Deutschen Klimaforschungsprogramms DEKLIM ermöglicht wurde.

Das WZN des DWD arbeitet international im Auftrag und mit politischer Unterstützung der WMO. Diese administrativen Rahmenbedingungen ermöglichen erst die Akquisition einer umfangreichen Datengrundlage, wie sie für zuverlässige quantitative globale Niederschlagsanalysen erforderlich ist. Diese Datengrundlage ist inzwischen zur weltweit umfangreichsten Niederschlagsdatenbasis herangewachsen. Aufgrund der dringenden Empfehlungen der WMO erhält das WZN kostenlos weltweite Daten aus den dichten nationalen hydrometeorologischen Messnetzen. Gemäß internationaler Vereinbarungen ist es nicht autorisiert, diese Daten weiter zu geben; die verschiedenen daraus abgeleiteten Analyseprodukte (Rasterdaten) stehen dagegen frei zur Verfügung.

Die allen Produkten des WZN zugrundeliegende Datenbasis enthält monatliche, auf konventioneller Messung beruhende Niederschlagshöhen. Wenn auch die Urheber der meisten Daten letztlich die nationalen Wetterdienste sind, so haben diese doch unterschiedliche Wege zum WZN genommen. Im WZN werden sie deshalb unterschiedlichen Datenquellen zugeordnet (vgl. Tab. 1) und dementsprechend in der WZN-Datenbank archiviert.

Der derzeitige Datenbestand (Januar 2005) ist als Anzahl der Daten je Monat und Datenquelle in Abb. 1 dargestellt. Im zeitlichen Verlauf der Datenbelegung fällt zunächst der sprunghafte Anstieg zum Beginn des Jahres 1986 auf. Dieser resultiert aus der ursprünglichen Definition der GEWEX-Analyseperiode 1986-1995. Mit dem Bedarf der Klimaforschung und -überwachung wurde nicht nur der fortlaufende Betrieb des WZN begründet, sondern auch der Analysezeitraum rückwirkend erweitert. Im Rahmen eines DEKLIM-Projektes wurden zunächst die Sammlungen historischer Beobachtungsdaten von CRU, FAO und GHCN übernommen. Weil die wahre Herkunft dieser Daten

DWD Synop	im WZN aus den über GTS in Offenbach (DWD) empfangenen synoptischen Meldungen abgeleitete monatliche Daten
CPC Synop	im CPC/NOAA aus den über GTS in Washington (NOAA) empfangenen synoptischen Meldungen abgeleitete monatliche Daten
CLIMAT	monatliche CLIMAT-Bulletins, die über GTS in Offenbach (DWD) empfangen wurden,
Regional	Datensammlungen regionaler Projekte (bspw. im Rahmen von GEWEX)
National	von nationalen Wetterdiensten aus (bisher) 176 Ländern dem WZN gelieferte Daten
CRU	globale Datensammlung der Climate Research Unit (CRU, Norwich)
FAO	globale Datensammlung der UN Food and Agriculture Organisation (FAO, Rome)
GHCN	globale Datensammlung des Global Historical Climatology Network (GHCN, NCDC Asheville)

Tab. 1: Zuordnung der Niederschlagsdaten des WZN zu den Datenquellen.

jedoch teilweise unklar ist und insbesondere ihre zeitlich-räumliche Verteilung sehr heterogen ist, hat die WMO im Jahr 2004 erneut alle Mitglieder aufgefordert, dem WZN kostenfrei vollständige Datenkollektive zu liefern. Damit wird die Datenbasis des WZN fortlaufend so zeitnah wie möglich aktualisiert und darüber hinaus im notwendigen Umfang räumlich verdichtet und rückwirkend ergänzt. Der allmähliche Rückgang der Datenbelegung von 1986 an bis heute geht weniger auf das Schrumpfen vieler nationaler Messnetze zurück, als vielmehr auf die sehr unterschiedlichen Zeitspannen, welche die einzelnen Länder zur Sammlung, Aufbereitung und Bereitstellung der nationalen Daten benötigen.

Die verschiedenen Analyseprodukte unterscheiden sich durch die Auswahl der jeweils verwendeten Daten aus dem Gesamtpool unter Berücksichtigung der verschiedenen Prioritäten seitens der Anwender, hinsichtlich ihrer zeitlichen Verfügbarkeit, ihrer quantitativen Genauigkeit und ihrer Homogenität. Weitere Unterschiede ergeben sich aus dem Grad der Qualitätskontrolle sowie der jeweils verwendeten Analyse-methode. Abb. 2 zeigt die Anzahl der für die drei nachfolgend erläuterten Produkte des WZN verfügbaren bzw. optimal ausgewählten Stationen. Erfreulich ist

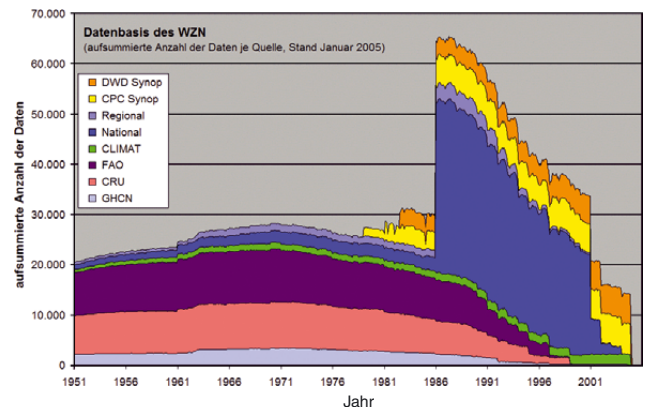


Abb. 1: Aufsummierte Anzahl der Niederschlagsdaten seit 1951, differenziert nach den Datenquellen (Stand: Januar 2005, Erläuterung der Quellen siehe Tab. 1).

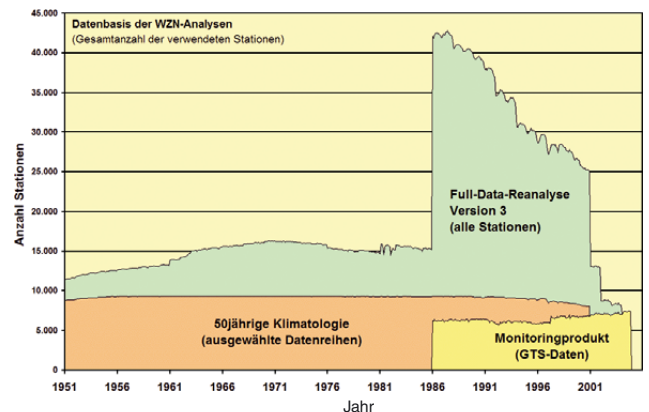


Abb. 2: Datenbasis für das zeitnahe Monitoringprodukt, die Full-Data-Reanalyse 1951–2004 (Version 3) sowie für die VASclimO-Niederschlagsklimatologie 1951–2000.

der Anstieg der für das Monitoringprodukt verwendeten quasi-Echtzeitdaten.

2 Quasi-operationelle Analysen des WZN

Regelmäßig monatlich liefert das WZN relativ bald nach Beobachtung zwei Analysen der Niederschlagsverteilung über den globalen Landflächen. Eine erste qualitative Schätzung der Niederschlagsanomalie („First Guess“), welche nur auf der Grundlage der in Offenbach über GTS empfangenen synoptischen Daten und einer anschließend rein automatischen Datenprüfung erstellt wird. Diese wird wenige Tage nach Monatsende im Internet als Karte publiziert (<http://gpcc.dwd.de>). Innerhalb von zwei Monaten folgt dann eine hinsichtlich Datenumfang und Qualität deutlich verbesserte Analyse der monatlichen Niederschlagshöhe. Diese beruht zusätzlich auf den dann verfügbaren SYNOP-Derivaten des CPC sowie auf den qualitativ hochwertigen monatlichen CLIMAT-Bulletins. Die Daten der drei Quellen werden miteinander verglichen und automatisch vorgeprüft. Eine abschließende visuelle Expertenprüfung der automatisch als fragwürdig eingestuften Daten sichert eine hohe Qualität der zur Analyse verwendeten Werte. Das resultierende sog. „Monitoring Product“ wird von verschiedenen Instituten als in-situ Datenbasis zur Kalibrierung von aus Satellitenbeobachtungen abgeleiteten Niederschlagsfeldern verwendet (HUFFMAN et al. 1995, XIE und ARKIN 1997, HUFFMAN et al. 2001, ADLER et al. 2003).

3 Neue Analyseprodukte für den Zeitraum ab 1951

Die fortlaufende zeitnahe Erzeugung monatlicher Rasterdaten liefert einen wichtigen Beitrag zur kontinuierlichen Klimaüberwachung. Wegen der geringen Datendichte, beträchtlicher Qualitätsmängel der verwendeten Echtzeitdaten, sowie häufiger Änderungen der Anzahl und Verteilung der Stationen (in Folge von Neueröffnungen, Schließungen bzw. Verlegungen von Stationen bzw. der Übermittlung der Datenkollektive nur für Teilzeiträume usw.) unterliegt die Qualität dieser Rasterdaten jedoch großen zeitlichen Schwankungen. Sie sind weder für Klimavariabilitätsstudien erstellt noch geeignet. Mit Förderung des BMBF im Rahmen des Deutschen Klimaforschungsprogramms DEKLIM konnten im WZN zwei neue Analyseprodukte entwickelt werden, die den Zeitraum ab 1951 mit monatlichen gerasterten Niederschlagsdaten abdecken.

Full-Data-Reanalyse 1951–2004

Der sogenannten Full-Data-Reanalyse liegt die Zielsetzung zugrunde, monatliche Niederschlagsanalysen auf der Grundlage jeweils maximaler Stationsdichte und bestmöglicher Datenqualität zu erstellen. Dementsprechend werden alle verfügbaren Daten verwen-

det, wobei für jeden Einzelmonat und jede Station, bei gleichzeitiger Verfügbarkeit verschiedener Datenquellen jeweils der vertrauenswürdigste Messwert in die Analyse einfließt. Auf diese Weise wird für jeden Einzelmonat der Analyse die dichteste und qualitativ beste Datenbasis zugrundegelegt. Allerdings führt dieses Vorgehen zu zeitlichen Inkonsistenzen hinsichtlich Anzahl und Verteilung der verwendeten Stationen. So werden für den am besten belegten Monat Juli 1987 Daten von etwa 43.000 Stationen verwendet, während im Zeitraum vor 1986 maximal etwa 15.000 Stationen verfügbar sind. Für die jüngste Zeit (2003/2004) unterscheidet sich die Reanalyse kaum noch von dem auf quasi-Echtzeitdaten beruhenden Monitoringprodukt. Für die Zeitreihen der Rasterwerte der Full-Data-Reanalyse ergeben sich hieraus mitunter erhebliche Inhomogenitäten. Aufgrund der höchstmöglichen Genauigkeit der gerasterten Gebietsniederschläge im Einzelmonat ist diese Analyse besonders zur Validierung oder Verifizierung von Modellergebnissen und indirekten Beobachtungen geeignet. Der relative Samplingfehler der im Raster berechneten monatlichen Gebietsniederschläge liegt unter 10 %, wenn durchschnittlich mehr als 8 Stationen verfügbar sind. Bei nur 4 Stationen kann der Fehler durchaus 30 % deutlich überschreiten. Der Samplingfehler hängt zudem von der regionalen Niederschlagsvariabilität ab (RUDOLF et al. 1994). Als eine Grundlage zur Bewertung der Full-Data-Reanalyse wie auch des Monitoringprodukts werden dem Nutzer zusätzlich fehlerbezogene Rasterdaten wie die jeweilige Stationsverteilung sowie geschätzte Werte für den systematischen Messfehler im Internet bereitgestellt.

VASClmO-Niederschlagsklimatologie 1951 - 2000

Im Unterschied zur oben vorgestellten Full-Data-Reanalyse beruht die 50-jährige VASClmO-Niederschlagsklimatologie auf einer weitestgehend zeitlich konsistenten und homogenen Datenbasis. Sie eignet sich daher insbesondere für Studien zur langzeitlichen Niederschlagsvariabilität. Aus dem gesamten beim WZN verfügbaren Datenbestand wurden nur solche Stationen verwendet, die im Zeitraum 1951–2000 eine Datenbelegung von mindestens 90 % aufweisen. Zeitreihen dieser Stationen wurden aus den Messwerten der verschiedenen verfügbaren Datenquellen kompiliert. Durch eine aus dem Vergleich zeit- und ortsgleich verfügbarer Daten verschiedener Datenquellen abgeleitete Strategie wurde dabei sichergestellt, dass nach Möglichkeit nur Datenquellen mit hoher Übereinstimmung der Messwerte innerhalb der einzelnen Stationsreihen kombiniert wurden. Des weiteren erfolgte für alle Stationsreihen die Detektion und wenn nötig die Eliminierung zeitlicher und räumlicher Ausreißer sowie bei Verfügbarkeit geeigneter Referenzreihen die Überprüfung der Zeitreihenhomogenität und die Homogenisierung statistisch signifikanter Inhomogenitäten. Die räumliche Stationsverteilung der in die Analyse eingehenden 9.343 Stationen sowie die Ergebnisse

der Homogenitätsprüfung illustriert Abb. 3. Anschließend erfolgte die Interpolation der Beobachtungsdaten auf ein $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ -Gitter mittels Kriging-Interpolation der relativen Abweichungen vom an den Stationen beobachteten Langzeitmittel. Da solche Langzeitmittel des Niederschlages für weitaus mehr Stationen zur Verfügung stehen, konnte der mittlere Niederschlag an den Gitterpunkten auf der Basis von über 28.000 Stationen berechnet werden. Dadurch gelingt es, deutlich kleinräumigere Strukturen zu erfassen, als es bei ausschließlicher Nutzung der Stationen, für die lange quasi-lückenlose Zeitreihen verfügbar sind, der Fall gewesen wäre. Die Abschätzung des Flächenmittels des Niederschlags für jedes $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ -Raster geschieht durch Mittelung der interpolierten Werte an den jeweils vier Eckpunkten. Die Interpolation wurde ausschließlich für Gitterpunkte über Land durchgeführt. Entsprechend der zugrunde liegenden regional sehr unterschiedlichen Stationsdichte sind die Interpolationsresultate räumlich differenziert zu bewerten; aufgrund zu geringer Stationsdichte wurde auf eine Interpolation der Gitterpunkte über Grönland und der Antarktis verzichtet.

Neben den gerasterten monatlichen Niederschlagshöhen für den Zeitraum 1951–2000 wird für jeden Einzelmonat auch eine Abschätzung des regionalen Interpolationsfehlers bereitgestellt. Mittels eines als Jackknifing bezeichneten Verfahrens wurde jedem Beobachtungswert derjenige Wert zur Seite gestellt, den man durch Interpolation an diesen Ort zu diesem Zeitpunkt unter Ausschluss der dort vorliegenden Beobachtung bestimmen hätte. Der Jackknife-Fehler kann also sowohl dazu verwendet werden, die Bedeutung einer einzelnen Station in Bezug auf die sie umgebenden Stationen zu messen, als auch dazu, die regionale Stationsdichte zu bewerten. In Regionen mit relativ kleinem Jackknife-Fehler kann die Stationsdichte als ausreichend angesehen werden. Ein auf den einzelnen Gitterpunkt jedoch nicht auf den einzelnen Monat bezogenes, statistisches Fehlermaß ist der am Gitterpunkt erklärte Varianzanteil. Dieser kann approximiert werden, indem für jede beobachtete Niederschlagsreihe die Korrelation mit den Beob-

achtungsreihen benachbarter Stationen modelliert wird. Als Beispiel zeigt Abb. 4 für jeden Gitterpunkt den erklärten Varianzanteil durch die nächstgelegene Station bezüglich der Januarniederschläge. Regionen, in denen die Stationsdichte verbesserungswürdig erscheint, werden hierdurch deutlich sichtbar. Dies sind insbesondere die räumlich stark gegliederte Region Indonesiens, sowie die datenarmen Regionen des Kongo, Angolas und der Arabischen Halbinsel.

Auf der Basis der VASclimO-Niederschlagsklimatologie werden sowohl Jahregänge grundlegender statistischer Eigenschaften (Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient) als auch ausgewählter Kenngrößen langzeitlicher Niederschlagsvariabilität (absolute und relative lineare Trends, Trend/Rausch-Verhältnis und Trendsignifikanz) über den 50-jährigen Analysezeitraum ermittelt und verfügbar gemacht.

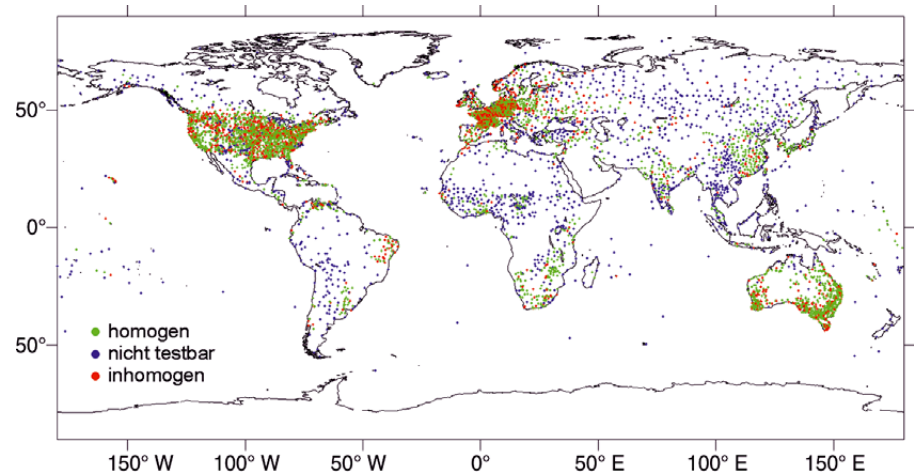


Abb. 3: Räumliche Verteilung und Ergebnisse der Homogenitätsprüfung von 9.343 der 50-jährigen VASclimO Niederschlagsklimatologie zugrundeliegenden Niederschlagszeitreihen.

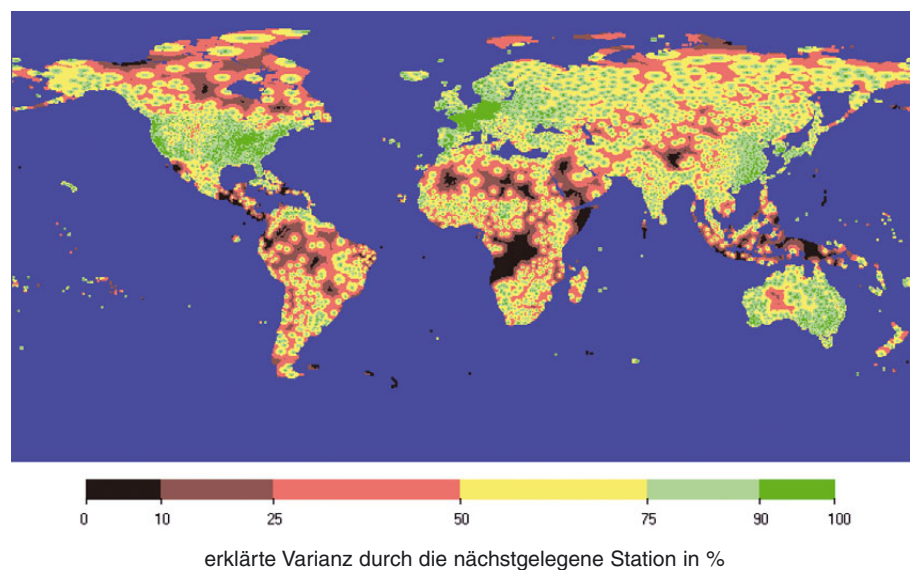


Abb. 4: Durch die nächstgelegene Station erklärter Varianzanteil der Januarniederschläge an jedem Gitterpunkt.

Da die Schätzung linearer Trends durch die Schiefe der Niederschlagsverteilung und insbesondere durch seltene sehr intensive Niederschlagsereignisse stark verfälscht werden kann, wird hier ausschließlich die räumliche Verteilung der Signifikanz lokaler Trends (bestimmt durch den Mann-Kendall Test, d. h. parameterfrei und somit ohne die Beschränkung auf lineare Trends) vorgestellt. Abb. 5 zeigt deutlich, dass für große Teile der Erdoberfläche keine signifikanten Trends in der Jahressumme des Niederschlags für den Zeitraum von 1951 bis 2000 gefunden werden. Jedoch sind auch klare und großräumig signifikante Trends zu erkennen wie z. B. ausgeprägte Niederschlagsabnahmen im Sahel sowie ein negativer Trend im Mittelmeergebiet.

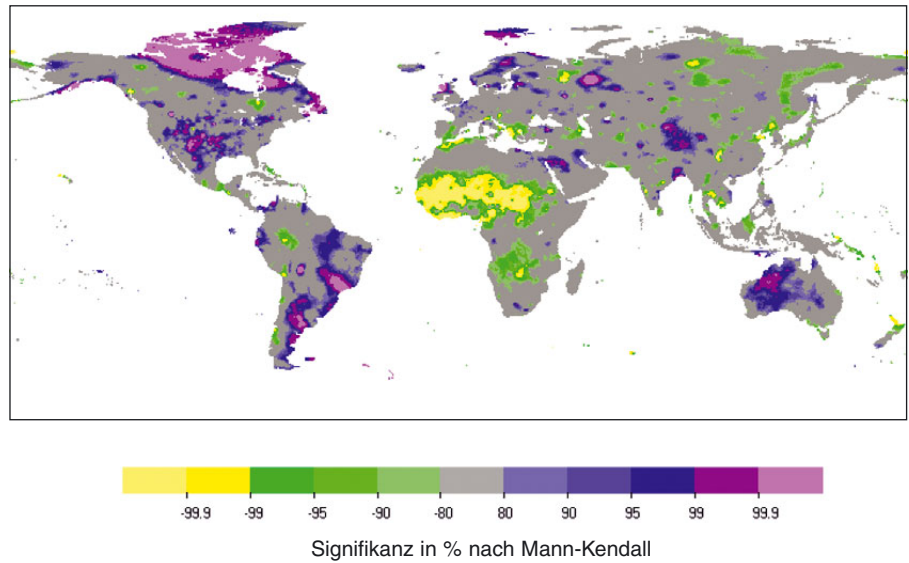


Abb. 5: Globale Verteilung der Signifikanz von Trends jährlicher Niederschlagshöhen im Zeitraum von 1951 bis 2000 auf Basis des Mann-Kendall Tests. Rasterauflösung: 0,5° x 0,5° in geografischer Länge und Breite.

Die detektierten Trends der jährlichen Niederschlagshöhen beruhen nicht immer auf intra-annuell übereinstimmenden Entwicklungen sondern resultieren häufig aus unterschiedlichen Trends zu verschiedenen Jahreszeiten mit zum Teil unterschiedlichen Vorzeichen.

Eine wichtige und sozioökonomisch sehr bedeutende Frage der aktuellen Klimaforschung betrifft den globalen Wasserkreislauf. Aufgrund konzeptioneller Erwägungen lässt eine globale Erwärmung eine verstärkte Verdunstung und als Konsequenz über die globale Landfläche gemittelt verstärkte Niederschläge vermuten. Ein Blick auf die in Abb. 6 dargestellte Zeitreihe der jährlichen Niederschläge zeigt jedoch, dass im Zeitraum von 1951 bis 2000 keine systematische Zunahme des global über die Landflächen gemittelten Niederschlags zu erkennen ist.

Die Erstellung der neuen 50-jährigen Niederschlagsklimatologie des WZN im Rahmen des VASClimO-Forschungsprojekts ist ausführlicher in BECK et al. (2005) dargestellt.

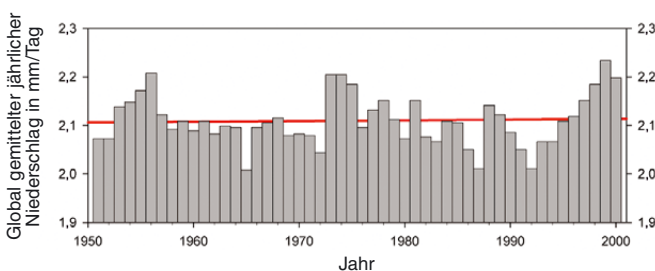


Abb. 6: Global gemittelter jährlicher Niederschlag der Landoberflächen in mm/Tag von 1951 bis 2000 und lineare Trendgerade (rote Linie).

4 Schlussbemerkung

Das WZN stellt globale Niederschlagsanalysen zur Verfügung, die unter Verwendung ausgesuchter Datenkollektive und Analysemethoden für unterschiedliche wissenschaftliche Zielsetzungen optimiert erstellt werden. Während die zeitnah verfügbaren First-Guess- und Monitoring-Analysen in erster Linie der aktuellen klimatischen Einschätzung dienen, beispielsweise zur Überwachung von Dürren und außergewöhnlich hohen monatlichen Niederschlägen, stellen die neuen Analyseprodukte des GPCC für den Zeitraum ab 1951 eine wesentliche Ergänzung zu den modellgestützten Reanalysen des EZMW (ERA-40) und des NCAR dar. Im Vergleich zu anderen global gerasterten historischen Niederschlagsdatensätzen basieren die WZN-Produkte auf einer besonders umfassenden Datenbasis und sind hinsichtlich der Datenauswahl optimiert. Während die Gebietsniederschläge der Full-Data-Reanalyse im Einzelraster eine hinsichtlich der Datenbasis größtmögliche Genauigkeit aufweisen, liefert die im Rahmen des DEKLIM-Projekts VASClimO entstandene 50-Jahresklimatologie eine neue und einzigartige Grundlage für vielfältige Variabilitätsstudien, welche in den nächsten Report des IPCC einfließen sollen.

Alle genannten Produkte des WZN sind über die Homepage des WZN (<http://gpcc.dwd.de>) frei verfügbar. Monatlich verzeichnet das WZN im Durchschnitt etwa 7.000 Zugriffe auf seine Internetseiten und etwa 2.000 Downloads der Rasterdaten. Den Nutzern wird hier dringend empfohlen, nicht das erste, sondern das für den spezifischen Verwendungszweck optimierte Produkt zu verwenden, und in jedem Fall auch die mit den Niederschlagsanalysen im Raster bereitgestellten Fehlerinformationen (regionale Dichte der Datenbasis,

systematische Messfehler) zu beachten. Im besonderen sollte die höchste räumliche Auflösung von 0,5° nicht im Einzelraster sondern als Gesamtbild betrachtet werden; sie dient in erster Linie der Berechnung von Gebietsniederschlägen für unregelmäßige Flächen, bspw. für Flusseinzugsgebiete oder Klimazonen (RUDOLF und SCHNEIDER 2005).

Obwohl das WZN bereits jetzt über die weltweit umfangreichste Sammlung beobachteter Niederschlagsdaten verfügt stellt die sinnvolle Erweiterung der Datenbasis sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Perspektive eine wesentliche Herausforderung für die Zukunft dar. Damit einher gehen zum einen Aktualisierungen der hier vorgestellten als auch die Erstellung weiterer Analyseprodukte. Die Bedeutung und internationale Anerkennung des WZN und der von ihm durchgeführten Analysen wird unter anderem aus dem 10-Year Implementation Plan for GEOSS (GEO 2005) deutlich, der neben dem EZMW und dem GRDC das WZN als wichtiges in Europa betriebenes globales Zentrum benennt.

Das Forschungsprojekt VASClmO (Variability Analysis of Surface Climate Observations) wird vom DWD gemeinsam mit der Goethe-Universität Frankfurt am Main durchgeführt und vom Bundesministerium für Erziehung und Wissenschaft im Rahmen des Deutschen Klimaforschungsprogramms DEKLIM unter dem Kennzeichen 01LD0032 gefördert.

Literatur

- ADLER, R. F., G. J. HUFFMAN, A. CHANG, R. FERRARO, P.-P. XIE, J. JANOWIAK, B. RUDOLF, U. SCHNEIDER, S. CURTIS, D. BOLVIN, A. GRUBER, J. SUSSKIND, P. ARKIN, E. NELKIN, 2003: The Version-2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation analysis (1979–present). *J. Hydrometeorol.* **4**, 1147–1167.
- BECK, C., J. GRIESER, B. RUDOLF, 2005: A New Monthly Precipitation Climatology for the Global Land Areas for the Period 1951 to 2000. DWD, *Klimastatusbericht 2004*, 181–190.
- GEO 2005: Global Earth Observation System of Systems GEOSS 10-Year Implementation Plan: Reference Document. Bruce Battrick (Hrsg.), ESA ESTEC, GEO 204/ESA SP-1284, ISSN No.: 0379-6566, ISBN No.: 92-90092-986-3, Noordwijk, February 2005, 185 S.
- HUFFMAN, G. J., R. F. ADLER, B. RUDOLF, U. SCHNEIDER, P. R. KEEHN, 1995: Global precipitation estimates based on a technique for combining satellite-based estimates, rain gauge analysis, and NWP model precipitation information. *J. Climate* **8**, 1285–1295.
- HUFFMAN, G. J., R. F. ADLER, M. M. MORRISSEY, D. T. BOLVIN, S. CURTIS, R. ROYCE, B. MCGAVOCK, J. SUSSKIND, 2001: Global precipitation at one-degree daily resolution from multi-satellite observations. *J. Hydrometeorol.* **2**, 36–50.
- RUDOLF, B., 1990: Das Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie: Aufgaben, Grundlagen und erste Ergebnisse. *promet* Heft **1/2** '90, 66–69.
- RUDOLF, B., H. HAUSCHILD, M. REIB, U. SCHNEIDER, 1992: Beiträge zum Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie – Contributions to the Global Precipitation Climatology Centre. *Meteorol. Z. N. F. 1* Nr. **1**, 7–84.
- RUDOLF, B., 1994: Globale Niederschlagsanalysen des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie. *promet* **4** '93 (erschienen 1994), 124–128.
- RUDOLF, B., U. SCHNEIDER, 2005: Calculation of gridded precipitation data for the global land-surface using in-situ gauge observations. Proceedings of the 2nd Workshop of the International Precipitation Working Group IPWG, Monterey October 2004. *EUMETSAT Report* im Druck.
- XIE, P., P. A. ARKIN, 1997: Global Precipitation: a 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* **78**, 2539–2558.

Anschrift der Autoren:

Dr. Christoph Beck
E-Mail: christoph.beck@dwd.de
Dr. Jürgen Grieser
E-Mail: juergen.grieser@dwd.de
Dr. Bruno Rudolf
E-Mail: bruno.rudolf@dwd.de
Dipl.-Met. Udo Schneider
E-Mail: udo.schneider@dwd.de
Alle:
Deutscher Wetterdienst
Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie
Postfach 10 04 65
63004 Offenbach/Main