

Nordatlantisch-europäische Zirkulationsveränderungen zwischen frühinstrumenteller Periode (1780-1860) und diesem Jahrhundert

C. Beck und J. Jacobeit
Geographisches Institut, Universität Würzburg

1. Einleitung

Im Rahmen des EU-Projektes "Annual to decadal variability in climate in Europe" (ADVICE) werden von Jones et al. (1987) für den Zeitraum 1780-1980 rekonstruierte, mit NCAR SLP-Daten bis 1994 ergänzte, mittlere monatliche Bodenluftdruckfelder der Region Nordatlantik-Europa (35° - 70° N, 30° W- 40° E) zirkulationsdynamisch analysiert.

Dazu dient einerseits eine EOF- und clusteranalytische Klassifikation der SLP-Felder, zum anderen werden für thermische und hygrische Anomalie Monate sowie für Monate mit aussergewöhnlichen Zirkulationsformen T-modale Hauptkomponentenanalysen der SLP-Felder durchgeführt.

2. Klassifikation monatlicher Bodenluftdruckfelder für den Zeitraum 1780-1994

Nach monats- und gitterpunktweiser Standardisierung gehen die Luftdruckdaten zunächst in eine S-modale Hauptkomponentenanalyse mit Varimax Rotation ein. Die resultierenden orthogonalen Zeitreihen der Hauptkomponentenwerte fungieren als Eingangsvariablen für die nachfolgenden Clusteranalysen. Eine hierarchische Clusteranalyse gibt, unter Berücksichtigung des "Elbow-Kriteriums", Aufschluß über die ungefähre Anzahl der zu bildenden Cluster. In einem anschließenden iterativen Verfahren werden die Clusterpartitionen nach der k-means Methode berechnet. Die Verwendung der von Gerstengarbe & Werner (1996) vorgestellten Methode zur Abschätzung der statistischen Signifikanz der Clusterseparierung stellt dabei sicher, daß in jedem Schritt nur statistisch signifikant separierte Cluster extrahiert werden und auf diese Weise die optimale Anzahl von Clustern gebildet wird. Neben der signifikanten Clusterseparation zeichnet sich die Klassifikation durch relativ ausgeglichene Klassenhäufigkeiten, eine konsistente Klassenentwicklung sowie Stabilität gegenüber Veränderungen des Eingangsdatenkollektivs aus.

Für die 2580 monatlichen SLP-Felder des Zeitraums 1780-1994 ergeben sich 12 Cluster (Klassen) mit Auftrittshäufigkeiten zwischen 17.8 und 3.3%. Abb. 1 zeigt beispielhaft das durch Mittelung aller clusterzugehörigen monatlichen Felder berechnete Druckmuster für

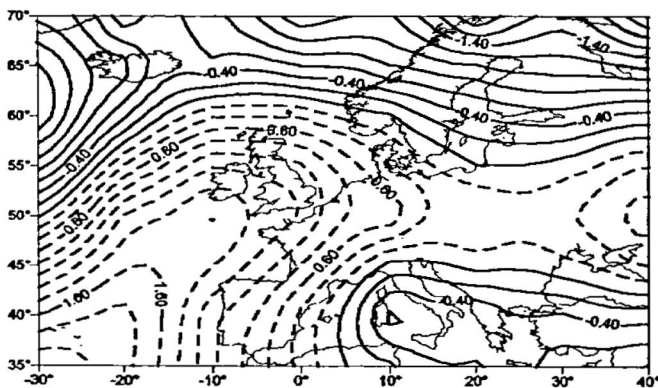


Abb. 1: Druckmuster für Klasse 1; dargestellt sind die standardisierten Werte (durchgezogene Linien - negative Werte, gestrichelte Linien - positive Werte)

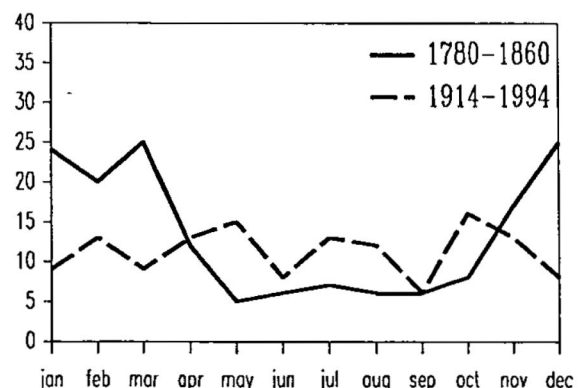


Abb. 2: Absolute monatliche Auftrittshäufigkeiten von Klasse 1 in EIP und RIP

Klasse 1, die 13.6% aller monatlichen SLP-Felder zusammenfaßt. Basierend auf den Klassifikationsergebnissen lassen sich die frühinstrumentelle Periode (early instrumental period - EIP - 1780-1860) und dieses Jahrhundert (recent instrumental period - RIP - 1914-1994) bezüglich der klassenspezifischen Auftretshäufigkeiten vergleichen. Für den Großteil der Zirkulationsmuster ergeben sich deutliche, monatlich differenzierte Unterschiede zwischen den beiden Zeiträumen. Die monatlichen Häufigkeiten von Klasse 1 in EIP und RIP sind exemplarisch in Abb. 2 dargestellt. Im Unterschied zum relativ ausgeglichenen Jahresgang in diesem Jahrhundert war das Auftreten in der frühinstrumentellen Periode jahreszeitlich akzentuiert mit einem deutlichen Maximum zwischen Dezember und März.

3. Veränderungen anomaliespezifischer Druckmuster

Neben den Häufigkeitsveränderungen bei den Grundtypen (Klassen) der monatlichen Bodenluftdruckfelder sind auch gezielt diejenigen Fälle untersucht worden, die am wenigsten durch die Druckmuster der Klassen repräsentiert werden (Zirkulationsanomalien). Dazu wurden die jeweils innerhalb von EIP und RIP maximal von den zugehörigen Clusterzentroiden entfernten Druckfelder mittels T-modaler Hauptkomponentenanalyse in orthogonale Anomalietypen gruppiert und deren normalisierte Ladungen zwischen EIP und RIP verglichen. Es zeigt sich, daß neben ähnlich vertretenen Anomalietypen ein Druckmuster auftritt, das in diesem Jahrhundert stärker repräsentiert ist (kontinentales Hoch / atlantisches Tief), während zwei weitere Typen (südliche Westlage; Nordmeer-Hoch) signifikant stärker während der EIP vertreten sind.

Schließlich werden auch diejenigen monatlichen Bodenluftdruckfelder analysiert, die in thermischen oder hygrischen Anomalie Monaten Mitteleuropas ausgebildet waren (aufgefaßt als Monate mit Temperatur- oder Niederschlagsabweichungen vom zugehörigen Mittelwert um mehr als eine Standardabweichung an mehr als der Hälfte der verfügbaren Stationen). Am Beispiel warmer und kalter Wintermonate zeigt sich hier eine weitgehende Übereinstimmung der resultierenden Druckmuster im Vergleich zwischen EIP und RIP (verschiedene Formen westlicher Störungslagen während warmer Wintermonate, unterschiedliche antizyklonale Zentren sowie eine trogähnliche Lage während kalter Wintermonate).

4. Ausblick

Im Rahmen des ADVICE-Projekts wird aufgrund erweiterter Datengrundlagen eine verbesserte Rekonstruktion der historischen Bodenluftdruckfelder möglich werden, auf deren Basis die vorgestellten Zirkulationsstudien fortgeführt werden sollen. Dabei sind weitere jahreszeitliche Analysen vorgesehen sowie zusätzliche Untersuchungen der Zeitkoeffizienten saisonaler Druckvariationszentren und der variablen Beziehungen zwischen atmosphärischer Zirkulation und bodennahem Klima.

Danksagung: Das ADVICE-Projekt wird von der Europäischen Kommission unter der Contract N. ENV4-CT95-0129 finanziell gefördert.

Literatur

- Gerstengarbe, F.-W. u. P. C. Werner (1996): A method to estimate the statistical security for cluster separation.- PIK-Report No. 13
- Jones, P. D., T. M. L. Wigley u. K. R. Briffa (1987): Monthly mean pressure reconstructions for Europe (back to 1780) and North America (to 1858).- DOE Technical Report No. TR 037