

SGAG-Preis 2006, 2. Rang
für praxisrelevante Diplomarbeiten

Prix SSGA 2006, 2ème rang
pour des travaux de diplôme appliqués

Thomas Bhend

Tiefdruckaktivität über dem Nordatlantik und Europa: Veränderungen und Trends seit 1881

Diplomarbeit an der Universität Bern

Das Wetter - und damit auch das Klima - der gemässigten Breiten wird vor allem im Winter durch den Wechsel von Hoch- und Tiefdruckeinfluss bestimmt. Aus der Wettervorhersage ist bekannt, dass diese Systeme quasi chaotisch auftreten, und deswegen kann ihr Erscheinen nicht mehr als 10 Tage im Voraus prognostiziert werden. Betrachtet man allerdings die Bewegung von Hoch- und Tiefdruckgebieten über längere Zeiträume, so stellt man fest, dass diese in bestimmten Gebieten gehäuft auftreten und auch bevorzugt bestimmten Bahnen folgen. Diese Tatsache ist unter Klimatologen schon lange bekannt. Allerdings gab es bislang nur sehr wenige

Arbeiten, die sich mit der zeitlichen Entwicklung der Tiefdruckaktivität befasst haben, da entsprechende Daten meist nicht mehr als 50 Jahre zurückreichen. Mit meiner Diplomarbeit habe ich versucht diese Lücke zu schliessen.

Im Rahmen des EU-Projektes EMULATE (European and North Atlantic MULTidecadal climATE variability project) wurde kürzlich ein neuer Datensatz hergestellt (Ansell et al., 2005). Dadurch stehen nun gegitterte Bodendruckfelder mit 5° räumlicher und 24h zeitlicher Auflösung seit 1850 für den Euro-Atlantischen Sektor (vgl. Abbildung 1) zur Verfügung. Dieser Datensatz beruht sowohl auf Messwerten von 76 Stationen über Land,

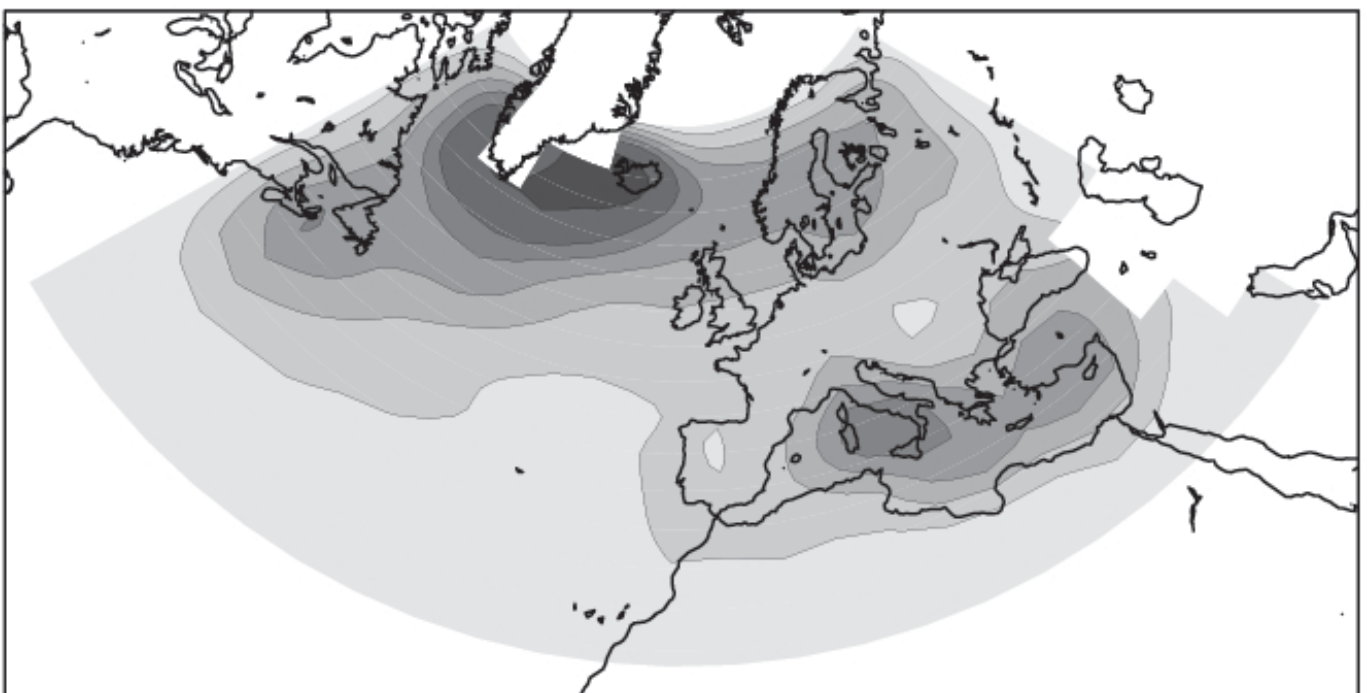
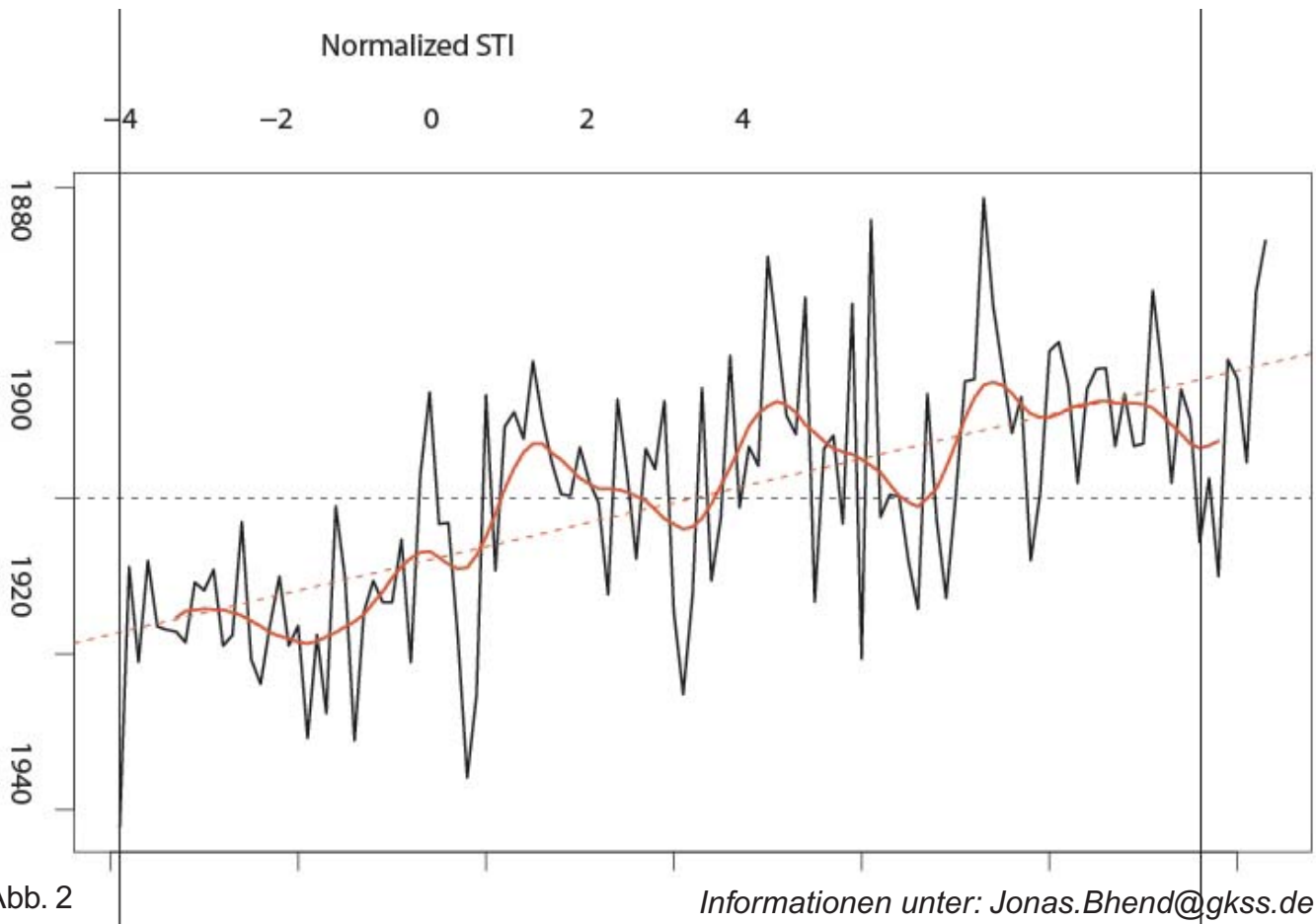


Abb. 1





als auch auf Schiffsmessungen. Ab 1881 wurde zusätzlich zeitgenössisches meteorologisches Kartenmaterial zur Erzeugung des Datensatzes verwendet. Die geringe Verfügbarkeit von Stations- und Schiffsmessungen Mitte des 19. Jahrhunderts führt allerdings dazu, dass die Datenqualität für unsere Untersuchungen in dieser frühen Periode nicht ausreichend ist. Deshalb wurden nur Daten ab 1881 berücksichtigt. Diese Daten wurden mit einem computergestützten System (Murray und Simmonds, 1991a,b) zur Identifizierung von Tiefdruckgebieten bearbeitet.

Aus Abbildung 1 geht hervor, dass Tiefdruckgebiete im Winter sowohl im nordwestlichen Nordatlantik zwischen Neufundland und Island, als auch im westlichen Mittelmeerraum gehäuft auftreten. Insbesondere der starke Temperaturgradient an der amerikanischen Ostküste und der durch die Rocky

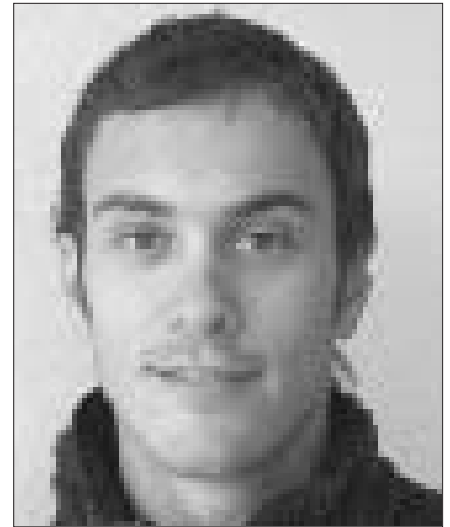
Mountains ausgelöste quasi-stationäre Trog in der Höhenströmung begünstigt die Bildung von Tiefdruckgebieten in dieser Region, die dann Richtung Island weiterziehen. Dieses relativ schmale Band mit starker Tiefdruckaktivität wird auch „Storm Track“ genannt. Auch das Maximum im westlichen Mittelmeer ist gut belegt; hier ist insbesondere die Zyklonogenese im Lee der Alpen als Ursache für das gehäufte Auftreten von Tiefdruckgebieten zu nennen.

Aus der Auftretenshäufigkeit von Tiefdruckgebieten über dem Nordatlantik haben wir einen „Storm Track“-Index entwickelt, der Auskunft über die meridionale Lage des „Storm Tracks“ gibt. In Abbildung 2 ist der zeitliche Verlauf dieses Index wiedergegeben. Neben der quasi-dekadischen Oszillation ist insbesondere der lineare Trend erwähnenswert, der während der letzten 120 Jahre über dem

Atlantik auf eine relativ stetige Verlagerung des Storm Tracks nach Norden hinweist. Die Nordwärtsverschiebung der Zone maximaler Temperaturgegensätze zwischen Land und Meer in einer sich erwärmenden Welt deutet unter Anderem darauf hin, dass diese Verlagerung der Zugbahnen eine direkte Folge der beobachteten Erwärmung der letzten Jahrzehnte sein könnte. Des Weiteren weisen auch Modellexperimente über die mögliche Klimaentwicklung in Zukunft auf eine Nordwärtsverlagerung der Zugbahnen hin.

Für das europäische Festland und insbesondere für den Mittelmeerraum folgt aus der oben besprochenen Verlagerung eine Abnahme der Tiefdruckaktivität, die sich auch in unseren Daten zeigt. Allerdings gilt dies nur für die Häufigkeit, nicht aber für die Stärke von Tiefdruckgebieten, die wir der Datenqualität wegen nicht untersucht haben.

Die dieser Untersuchung zu Grunde liegenden, langen Datenreihen stellen eine einzigartige Gelegenheit dar, die Variabilität und Veränderung des Klimasystems zu untersuchen. Allerdings fehlen vor allem in der Anfangsphase Vergleichsmöglichkeiten - insbesondere was die zeitliche Entwicklung der Tiefdruckaktivität anbelangt - völlig. Vertrauen fördert ein Vergleich mit klimatologischen Mittelwerten, die auf eine Publikation von Pettersen (1956) zurückgehen. Die Übereinstimmung zwischen unseren automatisch errechneten Klimatologien und den manuell erstellten Karten von Pettersen ist wider Erwarten sehr gut. Trotz dieser vertrauensfördernden Ergebnissen sind die zu Grunde liegenden Daten nicht über jeden Zweifel erhaben. Zum Beispiel mussten wir feststellen, dass die zunehmende Verfügbarkeit von Schiffsmessungen zu Inhomogenitäten in den errechneten Statistiken führt. Dies betrifft insbesondere die Region zwischen Südgrönland und Island, in der bis weit ins 21.



Thomas Bhend, Geograph
GKSS Forschungszentrum,
Institut für Küstenforschung
D-21502 Geestracht

Jahrhundert nur sehr wenige Daten verfügbar sind. Allerdings sind immer noch viele Schiffsdaten nicht digitalisiert und geprüft, so dass in Zukunft die Datengrundlage in diesen Gebieten noch verbessert werden kann.

Diese Arbeit gibt einen ersten Überblick über die zeitliche Entwicklung der Tiefdruckaktivität im Winter über dem Nordatlantik und Europa. Trotz Bedenken bezüglich der Datenqualität sind die Resultate grösstenteils plausibel und stimmen gut mit vergleichbaren Studien überein, und deshalb möchte ich zum Abschluss noch einige mögliche Fragestellungen aufzeigen, die mit diesen Daten im Anschluss an meine Arbeit bearbeitet werden könnten. Zum Beispiel: Wie oft treten Vb-Zugbahnen auf und wie oft führen sie auch zu schweren Überschwemmungen? Hat sich die Auftretenswahrscheinlichkeit solcher Zugbahnen im Laufe der letzten Jahrzehnte verändert? Oder auch: Wie gut stimmen Zugbahnen von Tiefdruckgebieten in Modellexperimenten über das Klima des 20. Jahrhunderts mit den beobachteten Zugbahnen überein?
Jonas.Bhend@gkss.de