

Projekt: 105**Projekttitle: ANDIVA (Analyse, Diagnose und Validation)****Bericht für den Zeitraum: 01.01.2014-31.12.2015****Project leader: Joaquim G. Pinto****Additional Users: Patrick Ludwig, Mark Meyers, Fanni Kelemen****Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln****E-Mails: jpinto@meteo.uni-koeln.de, pludwig@meteo.uni-koeln.de**

Im den Jahren 2014 und 2015 wurden im Projekt ANDIVA (Analyse, Diagnose und Validation) unterschiedliche Fragestellungen bearbeitet. Ein kurzer Überblick über die durchgeführten (und weiter fortzuführenden Arbeiten; siehe auch Rechenzeitantrag für das Jahr 2016) soll im Rahmen diese Berichtes gegeben werden.

a) Sekundäre Zyklonogenese und extreme Winterstürme mit konvektiver Charakteristik

Mit Hilfe des COSMO-CLM wurde die Entwicklung des schadensintensiven Wintersturmes Kyrill (Fink *et al.*, 2009) untersucht und die Ergebnisse in *Monthly Weather Review* publiziert (Ludwig *et. al.*, 2015). Dieser Sturm war zum einen durch eine Sekundäre Zyklonogenese an der Okklusionsfront und zum anderen durch eine kräftige Kaltfront geprägt, wobei sowohl der Niederschlag als auch die Sturmböen stark konvektiven Charakter aufweisen. Die Entwicklung des Sturmtiefs Kyrill II an der Okklusionsfront, welches in weiten Teils Europas für schwere Schäden sorgte, ist hier von großem Interesse. Sekundäre Zyklonogenese findet für gewöhnlich entlang der zum Tiefdruckgebiet zugehörigen Kalt bzw. Warmfront statt. Die hier an der Okklusionsfront stattfindende außergewöhnliche Entwicklung wurde mit hochaufgelösten COSMO-CLM Simulationen ($0.22^\circ \rightarrow 0.025^\circ$ Gitterabstand) genauer untersucht. Frontolytische Deformation (Abb. 1) und diabatische Prozesse (Abb. 2) entlang der Okklusionsfront wurden als Auslöser der sekundären Entwicklung analysiert. Die weitere Entwicklung wurde dann durch ein Zusammenspiel von starker Divergenz im Ausgangsgebiet des obertroposphärischen Jet-Streams und vorderseitiger Hebung entlang eines Kurzwellentrogos beeinflusst. Die Passage der Kaltfront sorgte über weiten Teilen Deutschlands für verheerende Schäden (inklusive dreier bestätigter Tornadofälle) durch starken Wind (Abb. 3). Auch hier wird mit Hilfe des COSMO-CLM die Struktur der Kaltfront möglichst genau analysiert. Eine bedingte Stabilität der unteren Troposphäre, eine turbulente Strömung sowie Verdunstungskälte liefern optimale Bedingungen für das Heruntermischen starker Böen entlang der Kaltfront.

b) Sensitivitätsstudien zur Sommerflut 2013 an Elbe und Donau

Ebenfalls mit Hilfe des COSMO-CLM wurden die Feuchtequellen der Elbe/Donaufut im Sommer 2013 untersucht. Zwei Zyklonen über dem Balkan brachten heftige Niederschläge in den Einzugsgebieten der Elbe und der Donau (Kelemen *et. al.*, 2015) (Abb. 4). Die Herkunft der Luftmassen und der damit einhergehende Feuchtetransport wird an Hand diverse Sensitivitätstudien untersucht. Durch die Hinwegnahme einzelner Feuchtequellen (in diesem Fall einzelne Meeresbecken wie z.B. Mittelmeer, Schwarzes Meer) kann somit der Einfluss der einzelnen Gebiete als potentielle Feuchtequelle für das Hochwasserereignis bestimmt werden. Es zeigt sich das der über weiten Teilen Osteuropas von Niederschlägen gesättigte Boden eine entscheidende Rolle für die starken Niederschläge im Alpenraum war (so genanntes moisture-recycling). Dahingegen spielt die Verdunstung über dem Mittelmeer nur eine untergeordnete Rolle.

c) Winterderechos über Zentraleuropa

Der Durchzug von Derechos (organisierte Konvektive Stürme) im Winter ist in Europa zumeist an Kaltfronten von Winterstürmen gekoppelt (Gatzen *et al.*, 2011). Im Rahmen einer Doktorarbeit (C. Gatzen) soll ein theoretisches Modell zur Entstehung dieser „Cold Season Derechos“ entwickelt werden. Hierzu wurden mit dem COSMO-CLM hochaufgelöste (3km horizontale Gitterauflösung) Fallstudien zu 5 Derechos berechnet. Die Auswertung sowie eine Hinzunahme weitere Fallstudien sind Gegenstand aktueller und zukünftiger Arbeiten.

Literaturverweise:

Fink AH, Brücher T, Ermert V, Krüger A, and Pinto JG (2009) The European storm Kyrill in January 2007: synoptic evolution, meteorological impacts and some considerations with respect to climate change. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, **9**, 405-423.

Gatzen C, Púčik P, and Ryva D (2011) Two cold-season derechos in Europe. *Atmospheric Research*. **100**, 740-748.

Keleman FD, Ludwig P, Reyers M, Ulbrich S, Pinto JG (2015) Evaluation of moisture sources of the Central European summer flood of May/June 2013 based on RCM simulations. *Tellus A* (submitted)

Ludwig P, Pinto JG, Hoeppe SA, Fink AH, Gray SL (2014) Secondary Cyclogenesis along an Occluded Front Leading to Damaging Wind Gusts: Windstorm Kyrill, January 2007. *Mon. Wea. Rev.*, **143**, 1417–1437.

Abbildungen:

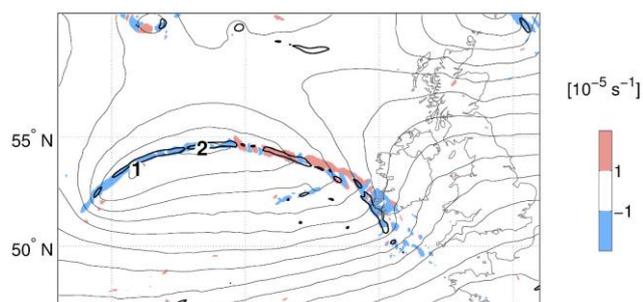


Abb.1 Streckungsdeformation des Windfeldes (10^{-5} s^{-1}) entlang der Okklusionsfront in 900hPa am 18 Jan 2007 00UTC. „2“ markiert die Position der entstehenden Zyklone Kyrill II. Kontourlinien kennzeichnen die Isobaren des Druckfeldes (aus Ludwig *et al.*, 2015).

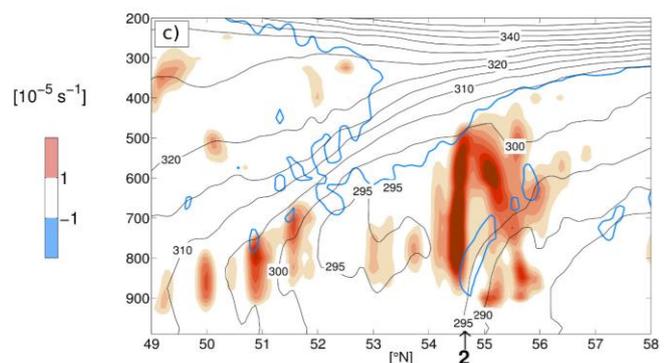


Abb.2 Süd-Nord Querschnitt der diabatischen Heizrate im Bereich der sekundären Zyklone Kyrill II. Die höchsten Werte ($>1.5 \text{ K h}^{-1}$, dunkelroter Bereich) sind oberhalb des Bodentiefs (markiert mit „2“) zu finden (aus Ludwig *et al.*, 2015)

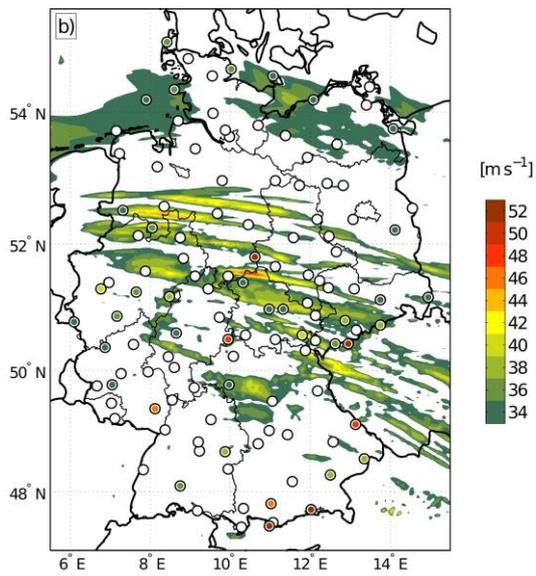


Abb.3 Vergleich der simulierten (schraffierte Bereiche) und beobachteten (eingefärbte Punkte) Windgeschwindigkeit in 10 Meter Höhe über Grund in $m s^{-1}$ (aus Ludwig et al., 2015).

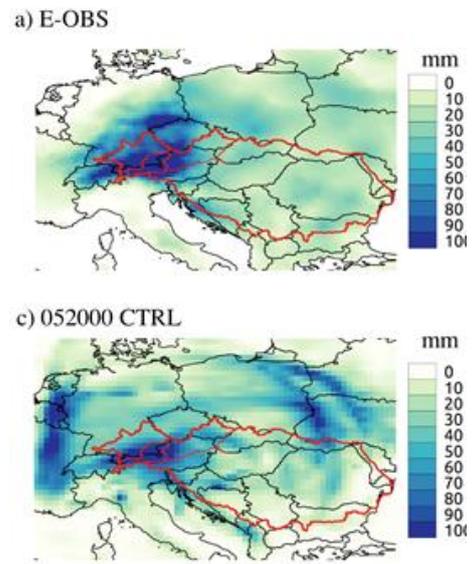


Abb.4 Akkumulierter beobachteter Niederschlag (E-OBS, oben) und simulierter Niederschlag (COSMO-CLM, unten) im Zeitraum 30.05.2013-02.06.2013 (aus Kelemen et al., 2015).