Meteorologische Zeitschrift, Vol. **20**, No. 6, 625-634 (December 2011)
© by Gebrüder Borntraeger 2011 (published online)

Article

Validation of time-lagged ensemble forecasts relevant for predicting aircraft wake vortices

KLAUS DENGLER[1]*, JOHANNA ANGER[1,2] and CHRISTIAN KEIL[3]

[1]Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Physik der Atmosphäre, Oberpfaffenhofen, Wessling, Germany
[2]current affiliation: Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Germany
[3]Meteorologisches Institut, Ludwig-Maximilians-Universität München, Germany

(Manuscript received November 11, 2010; in revised form August 12, 2011; accepted August 16, 2011)

Abstract

Time-Lagged Ensemble (TLE) forecasts of the high-resolution model COSMO-FRA with a horizontal resolution of 2.8 km, an hourly update cycle and a lead time of six hours are validated against measurements of a Wind-Temperature Radar (WTR) for three cases representing different weather regimes: a frontal passage, a stormy situation and a high pressure system. Forecasts and measurements are available at high temporal resolution every 10 minutes. The present study focuses on parameters relevant for forecasting aircraft wake vortices, namely wind, virtual potential temperature and Turbulent Kinetic Energy (TKE) for altitudes below 1600 m. When compared with a deterministic run started once a day at 00 UTC with a lead time of 24 h a reduction of forecast error in the first two forecast hours is visible for all wind components. For wind speed at low levels around 400 m this reduction is of order 1.7 ms^{-1} for the 1-hour forecast member and 0.9 ms^{-1} for the equally weighted ensemble mean depending on weather situation. TLE forecasts of virtual potential temperature show an improvement of about 1 K except for the high pressure system while forecast errors of TKE are reduced in all cases below 900 m. Since no data assimilation is used presently in COSMO-FRA, the improvements of the forecasts are the result of the hourly update cycle which benefits from most recent initial conditions provided by the COSMO-EU analysis. The results of this study may contribute to improve the quality of wake vortex predictions and encourage the assimilation of temporal high resolution wind data into COSMO-FRA to further improve the very short range forecasts.

Zusammenfassung

In dieser Studie werden stündlich aktualisierte „Time-Lagged" Ensemble (TLE) Vorhersagen des hochaufgelösten COSMO-FRA Modells (horizontale Auflösung von 2,8 km) mit einem Prognosehorizont von sechs Stunden anhand von Messungen eines Wind- und Temperatur Radars (WTR) validiert. Drei unterschiedliche Wetterlagen, ein Frontdurchgang, ein Sturmtag sowie eine Hochdrucklage werden untersucht. Vorhersagen und Messungen liegen alle 10 Minuten vor. Der Fokus der Analyse liegt auf Parametern, die für die Vorhersage von Wirbelschleppen von Flugzeugen relevant sind und umfasst Wind, virtuelle potentielle Temperatur und Turbulente Kinetische Energie (TKE) für Höhen bis 1600 m. Im Vergleich zu einem täglich um 00 UTC gestarteten deterministischen Modelllauf mit einem Prognosehorizont von 24 Stunden, verringern sich die Vorhersagefehler aller Windkomponenten bei Prognosehorizonten von bis zu 2 Stunden. Abhängig von der Wetterlage beträgt die Reduzierung des Fehlers für die Prognose der Windgeschwindigkeit in 400 m Höhe etwa 1,7 ms^{-1} für die 60 Minuten Prognose bzw. 0,9 ms^{-1} für das Ensemblemittel. TLE Vorhersagen der virtuellen potentiellen Temperatur zeigen mit Ausnahme des Hochdruckgebiets eine Verringerung von 1 K, während eine Verbesserung der TKE Prognosen unterhalb 900 m zu erkennen ist. Die Tatsache, dass gegenwärtig keine Datenassimilation in COSMO-FRA durchgeführt wurde zeigt, dass die Verringerung der Vorhersagefehler auf die stündlichen Modellstarts, die von aktualisierten Anfangsbedingungen der COSMO-EU Analysen profitieren, zurückzuführen ist. Die besonders für die Wirbelschleppenvorhersage wichtigen Ergebnisse dieser Studie deuten an, dass die Assimilation der zeitlich hoch aufgelösten Messdaten des WTR in COSMO-FRA zu einer weiteren Verbesserung der Kurzfristprognosen führen kann.

1 Introduction

Short-range wind forecasts from numerical models with high resolution in space and time have become an important factor in airport operations especially for short lead times of few hours. The importance of accurate weather forecasts is underlined by a recent EUROCONTROL (2008) study which states that in near future the air traffic network is expected to become highly congested. In such a situation operations will become very vulnerable to perturbations (e.g. unfavourable wind conditions) and will be less able to recover from such effects. For instance, MARKOVIC et al. (2008) analysed weather impacts on delays and punctuality at Frankfurt Airport. It was found that 13 meteorological variables could be identified to have an effect on punctuality with visibility, wind speed, cloud base level and snow being the most important.

*Corresponding author: Klaus Dengler, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Oberpfaffenhofen, 82234 Wessling, Germany, e-mail: klaus.dengler@dlr.de

DOI 10.1127/0941-2948/2011/0255

0941-2948/2011/0255 $ 4.50
© Gebrüder Borntraeger, Stuttgart 2011