

Large-Eddy Simulationen von Staubteufeln mit beobachtbarer Intensität: Auswirkungen von Gitterweite, Hintergrundwind und Oberflächenheterogenitäten

Sebastian Giersch (1), Maren Brast (2), Fabian Hoffmann (3), and Siegfried Raasch (1)

(1) Institut für Meteorologie und Klimatologie, Leibniz Universität Hannover, Hannover, Deutschland, (2) Metek Meteorologische Messtechnik GmbH, Elmshorn, Germany, (3) Chemical Sciences Division, NOAA Earth System Laboratory, Boulder, USA

Staubteufel sind an der Erdoberfläche gebundene, konvektive Wirbel mit vertikaler Rotationsachse, die durch das Aufwirbeln von Bodenpartikeln sichtbar werden. Derzeit besteht eine große Unsicherheit darüber, in welchem Maß Staubteufel zum Aerosoleintrag in die Atmosphäre beitragen und hierdurch den Strahlungshaushalt und mikrophysikalische Prozesse von Wolken beeinflussen. Vergangene Bemühungen, den Transport zu quantifizieren und die Entstehung, Erhaltung und Statistik von Staubteufeln mittels Large-Eddy Simulationen zu untersuchen, führten nur bedingt zum Erfolg. So stimmen bis heute wichtige Eigenschaften von numerisch simulierten Staubteufeln nicht mit denjenigen überein, die tatsächlich beobachtet werden. Ein wesentlicher Unterschied ist die Druckreduktion im Wirbelzentrum verglichen mit der Umgebung. Die simulierten Werte sind fast eine Größenordnung kleiner im Vergleich zum beobachteten Wertebereich von typischerweise 250 Pa bis 450 Pa. Die stark idealisierten Setups, bei denen beispielsweise homogene Wärmeströme zur Erzeugung einer atmosphärischen konvektiven Grenzschicht angenommen wurden, könnten im Zusammenhang mit den recht groben Gitterweiten von 10 m und mehr die Diskrepanz der Druckminima erklären. In dieser Studie werden mittels Large-Eddy Simulationen die Effekte von verschiedenen Faktoren untersucht, welche zu einer signifikanten Veränderung der simulierten Wirbelstärke führen. Das Kernziel dabei ist die Simulation von Staubteufeln, welche die zu beobachtende Intensität annehmen. Es zeigt sich, dass eine hohe räumliche Auflösung von 2 m, ein moderater Hintergrundwind und eine heterogene Bodenheizung die Wirbelstärke signifikant erhöhen. So konnten erstmals Staubteufel mit einem Kerndruck wie in der Realität beobachtet numerisch reproduziert werden. Zusätzlich demonstrieren die Ergebnisse, dass die Wirbel hauptsächlich an den Linien horizontaler Strömungskonvergenz über den Zentren der stärker erhitzen Gebiete entstehen. Dies steht im Gegensatz zu älteren Befunden, welche Staubteufel vor allem entlang der Ränder und Knotenpunkten des typischen hexagonalen Zellenmusters einer konvektiven Grenzschicht zeigen.

Schlüsselwörter: Large-eddy Simulationen, konvektive Grenzschicht, Staubteufel