

Gegenwärtige Möglichkeiten und Grenzen lokaler Klimaberechnungen mit prognostischen numerischen Modellen

K. Heinke Schlünzen, Klima Campus Hamburg
Meteorologisches Institut, Universität Hamburg, Bundesstr. 55, 20146 Hamburg
heinke.schlunzen@zmaw.de

Prognostische numerische Modelle sind in der globalen Klimamodellierung etabliert; auch in der regionalen Klimamodellierung haben sie ihren Platz gefunden. Um lokale Einschätzungen von Klimaänderungen durchführen zu können, sind Auflösungen von etwa 10 km nicht ausreichend. Daher werden höher auflösende Modelle (~1 km und feiner) hierfür gewünscht; diese Modelle der Mesoskala und hindernisauflösenden Mikroskala sind prinzipiell für die Untersuchungen von Einzelfallsituationen vorhanden, müssen für Klimaanwendungen aber noch weiterentwickelt werden.

Bei Nutzung prognostischer numerischer Ausschnittmodelle der Atmosphäre ist immer ein Anfangs- und Randwertproblem zu lösen. Je kleiner die betrachteten Gebiete sind, desto mehr wird die Lösung von den Randwerten beeinflusst, so dass die zusätzlich durch ein höher auflösendes Modell zu erzielenden Informationen gering sein können. Ein Mehrwert ist durch ein hoch auflösendes Modell nur zu erwarten, wenn in dem Gebiet ausgeprägte lokale Phänomene entstehen. Dieses ist beispielsweise mesoskalig in der polaren Eisrandzone der Fall, wo auch mittlere Wärme Flüsse deutlich von denen globaler oder regionaler Klimamodelle abweichen können. Unterschiede sind nicht nur im Einzelfall sondern auch in statistischen Werten (vor allem in Extremwerten) in Regionen mit starken, durch die Topographie ausgelösten Kontrasten zu erwarten (z.B. thermische Windsysteme Berg-Tal-Wind, Land-See-Wind). Innerhalb der (urbanen) Hindernisschicht initiieren die vorhandenen Heterogenitäten derart ausgeprägte Unterschiede in den meteorologischen Feldern, dass nicht nur Verteilungsfunktionen sondern auch die klimatologisch mittleren Werte heterogen sein können. Oberflächennah sind die Variationen besonders groß, z.B. in den Oberflächentemperaturen (mehrere Grad auf wenigen Metern; bedeutsam für die Auslegung von Materialbeschaffheiten), in der Windgeschwindigkeit und Richtung (180°-Richtungsunterschiede im Abstand von Metern; bedeutsam für Stadtplanung und Luftbelastung, statische Gebäudeauslegungen).

Klimaberechnungen mit prognostischen numerischen Modellen sind geeignet, die regionalen Klimamodellergebnisse um lokale Effekte zu ergänzen. Insbesondere bei ausgeprägten Oberflächenheterogenitäten und innerhalb der Hindernisschicht ist dieses sinnvoll. Allerdings sind die Lösungen in der lokalen Skala (egal bei welcher Methode – statistisch oder dynamisch) von den Ergebnissen der gröber auflösenden Modelle abhängig. Sind diese Lösungen unsicher (z.B. 30° falsche Anströmrichtung), ist diese Unsicherheit in den Modellen hoher Auflösung nicht zu kompensieren (z.B. 180° falsche Strömung in der Straßenschlucht). Daher sind Unsicherheitsanalysen gerade auch in der lokalen Skala essentiell. Diese müssen die Unsicherheiten in den Antriebsdaten, den Oberflächegegebenheiten und der Modellformulierung einschließen. Bei der Lokalisierung ist zu bedenken, dass die Rechenzeit stark von der Gitterweite abhängt und bei gleicher Gitterpunktzahl ein Modell mit ~1 m (bzw. ~1 km) Auflösung etwa 10^4 mal (bzw. 10 mal) so viel Rechenzeit benötigt wie ein Modell mit 10 km Auflösung (d.h. z.B. statt 1 Tag Rechenzeit 3 Jahre Rechenzeit bzw. 10 Tage Rechenzeit; Gebietsausdehnung dabei ein 10^{-4} -tel bzw. 1/10-tel). In Anbetracht der Notwendigkeit von Unsicherheitsanalysen bieten sich in der „~1 km und kleiner“ - Skala statistisch dynamische Verfahren zur Lokalisierung der regionalen Klimamodellergebnisse an.