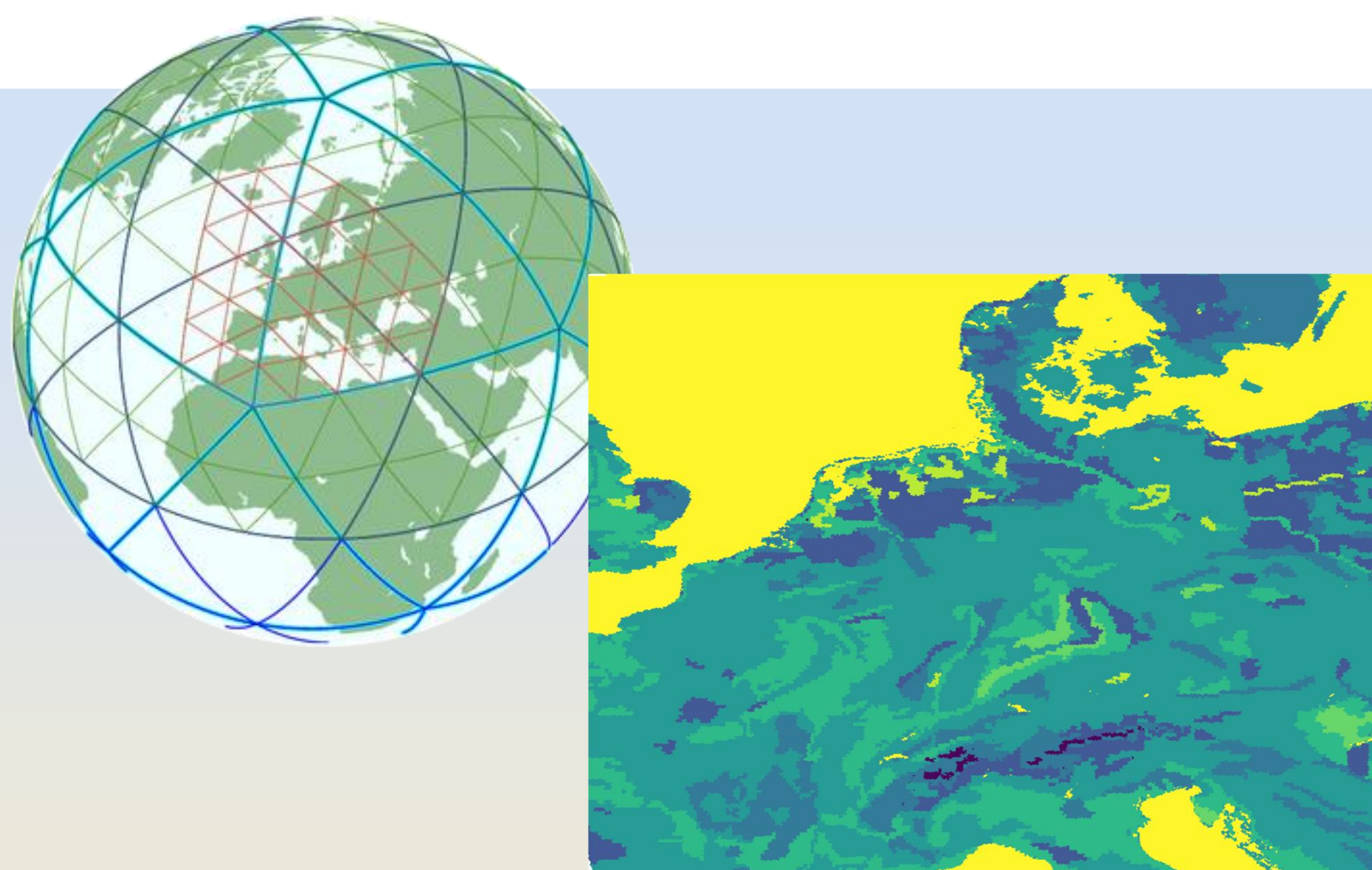




Mesoskaliges Nesting von PALM-4U als Voraussetzung realitätsnaher Simulationen

A. Eichhorn-Müller ⁽¹⁾, T. Gronemeier ^(2,3), E. Kadasch ⁽⁴⁾, M. Sühling ^(2,5)

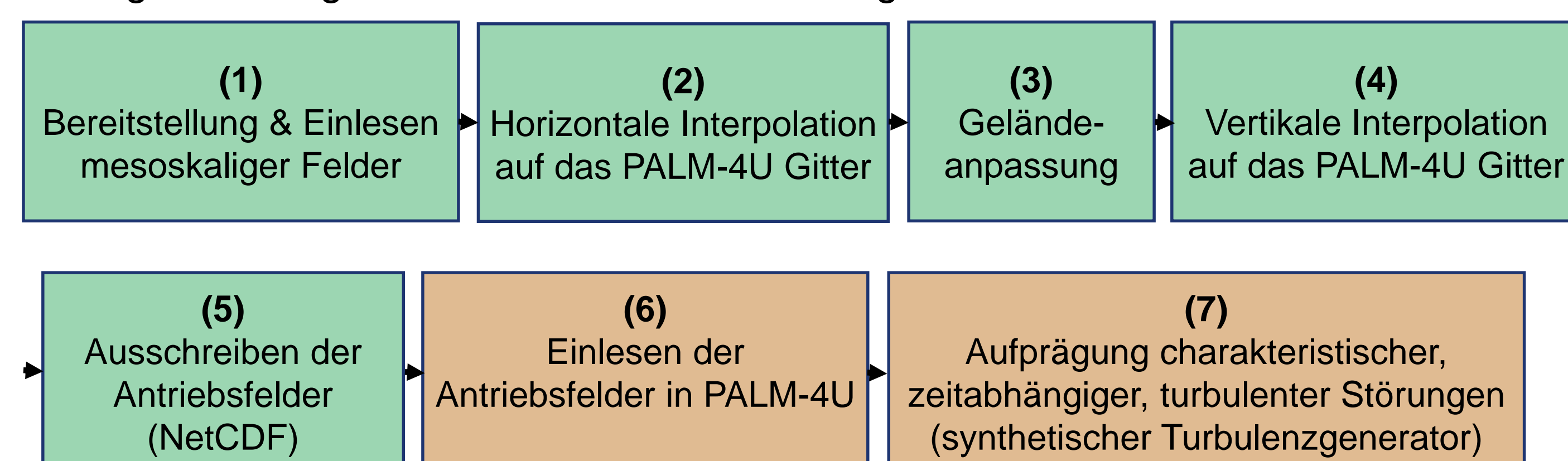


Durch das mesoskalige Nesting kann das Stadtklimamodell PALM-4U mit Vorhersagen und Projektionen mesoskaliger Modelle dynamisch angetrieben werden. Großräumige Einflüsse, die das lokale Klima beeinflussen, werden so berücksichtigt. Dies ermöglicht die Untersuchung realitätsnaher Fälle unter realistischen, meteorologischen Bedingungen. Außerdem kann PALM-4U durch die Anwendung des mesoskaligen Nestings dazu genutzt werden, mesoskalige Vorhersagen oder Projektionen räumlich zu verfeinern und durch die Auflösung von lokalen Effekten für diese Bereiche genauere Vorhersagen liefern.

Technisches

In Teilprojekt 4 des Verbundprojekts MOSAIK der BMBF Fördermaßnahme „Stadtklima im Wandel“ wurde ein mesoskaliges Nesting entwickelt, welches es ermöglicht, PALM-4U Simulationen mit operationellen Wettervorhersagen und Klimaprojektionen anzutreiben. Dazu wurde der Präprozessor INIFOR entwickelt, welcher als Schnittstelle zwischen dem mesoskaligen Modell COSMO und PALM-4U agiert. Zudem wurden in PALM-4U technische und numerische Anpassungen vorgenommen, die mesoskalige Modelldaten zeitabhängig als Randbedingungen vorzugeben, sowie die Entwicklung turbulenter Strömungsfelder zu beschleunigen. Die mesoskalige Nesting Schnittstelle wurde in MOSAIK-2 weiterentwickelt und optimiert.

Im Allgemeinen gliedert sich der Prozess in folgende Teilschritte:



Beispielanwendung: Evaluierungslauf Stuttgart (VALM04)

Szenario: windschwache, sommerliche Hochdrucklage mit geringer Bewölkung. Das äußerste Modellgebiet wird durch zeitabhängige Windkomponenten, Temperatur, Feuchte (und Chemie) aus COSMO angetrieben:

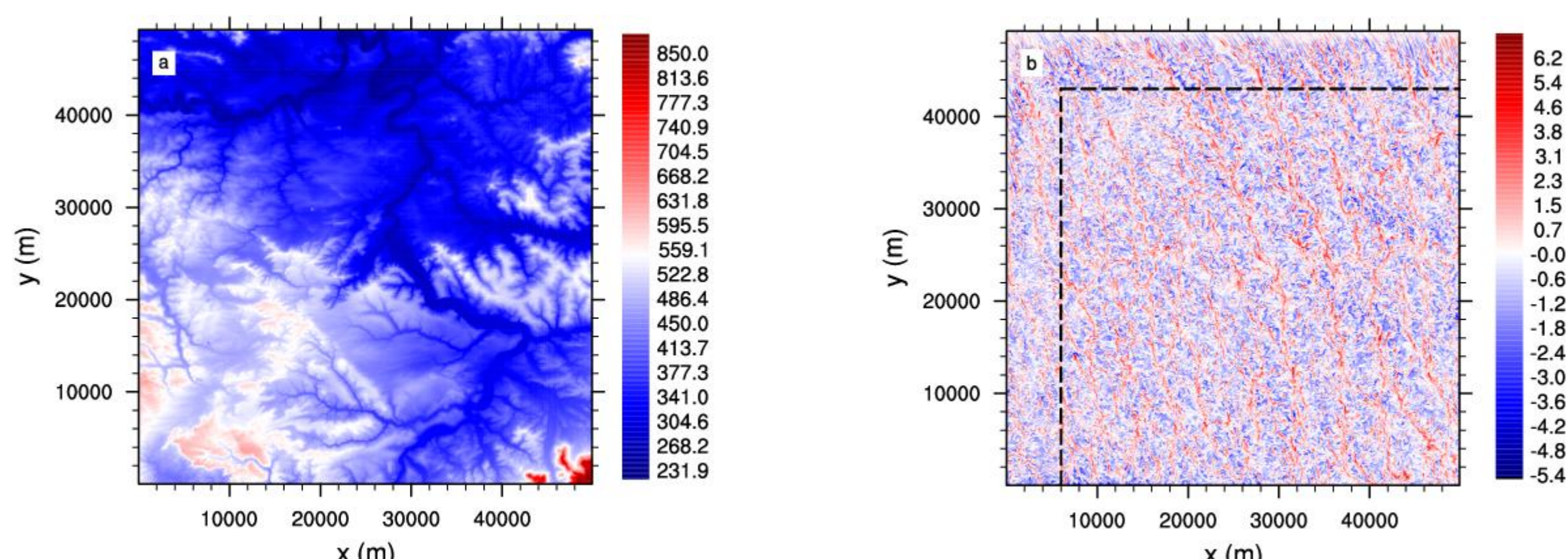


Abb. 1: a) Geländehöhe im äußersten Simulationsgebiet der Stuttgart Simulation (40x40x40 m³ räumliche Auflösung), b) Vertikalgeschwindigkeit (m/s) um 13 UTC in z = 200 m (oberflächenfolgend). Das Einströmen erfolgt zu dem Zeitpunkt aus Nordwest. Die gestrichelten Linien zeigen den Anpassungsbereich, in dem die Transformation von einer nicht-turbulenten zu einer turbulenten Strömung stattfindet. Siehe auch Abbildung 4.

Literatur:

E. Kadasch, M. Sühling, T. Gronemeier und S. Raasch, 2021: Mesoscale nesting interface of the PALM model system 6.0.Geosci. Model Dev., 14, 5435-5465

Geländeanpassung in INIFOR

Zur Verbesserung der Initial- und Randprofile des dynamischen Antriebs von PALM-4U wurde INIFOR um einen Geländeanpassungs-Algorithmus erweitert. Die Nutzung des Algorithmus ist insbesondere für Gebiete über komplexem Gelände relevant.

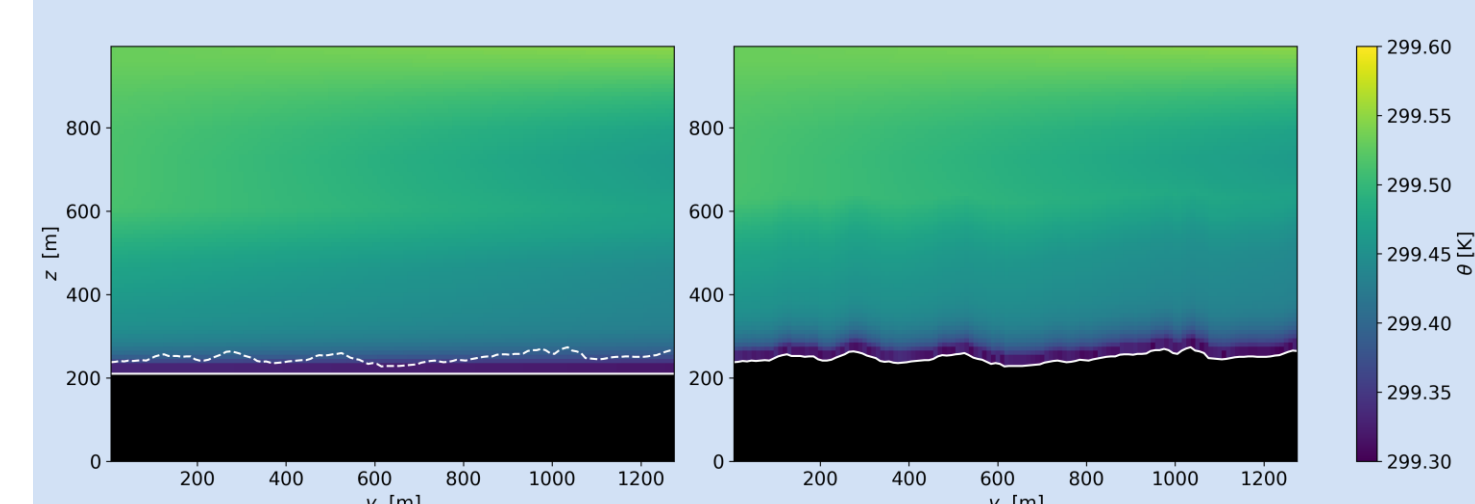


Abb. 2: Aufgrund der groben Auflösung in COSMO werden feinskalige Heterogenitäten der Topographie nicht erfasst und das Gelände erscheint flach, während in PALM-4U aufgrund der höheren Auflösung ein komplexer Geländeverlauf sichtbar wird. (a): Die weißen Linien zeigen die Topographie in COSMO (—) bzw. PALM-4U (----), die farbliche Schraffur die Temperaturschichtung in COSMO. (b): Anpassung der Temperaturprofile an die hoch aufgelöste Topographie in PALM-4U.

Durch die Anpassung der Vertikalprofile an die höher aufgelöste Topographie in PALM-4U können unter Annahme einer gut durchmischten, konvektiven Grenzschicht wichtige Merkmale der atmosphärischen Grenzschicht erhalten werden (z.B. Laminare Unterschicht, Inversionshöhe), bevor die eingehenden Profile vertikal interpoliert werden.

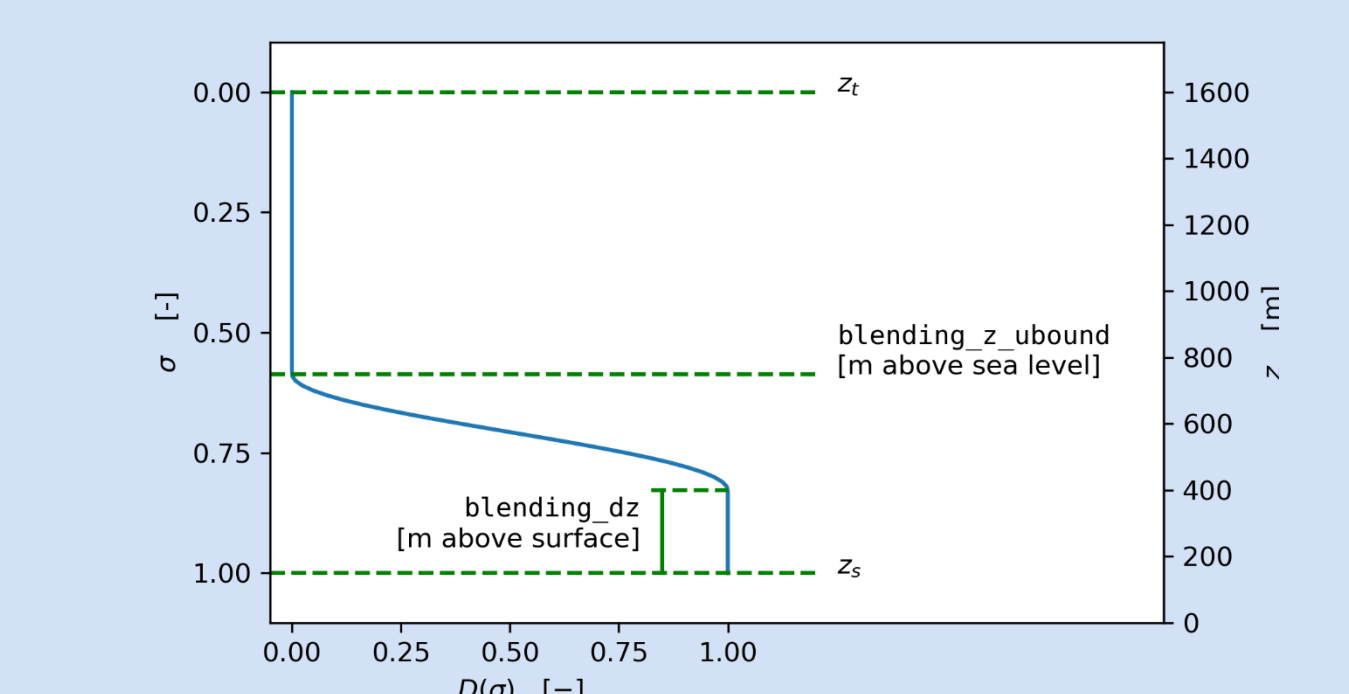


Abb. 3: Durch die Namelist-Parameter „blending_dz“ und „blending_z_ubound“ kann gesteuert werden, in welchem Bereich die vertikalen Level der Eingangsprofile vor der Interpolation verschoben bzw. gestreckt oder gestaucht werden sollen, ohne dabei die vertikale Mächtigkeit der laminaren Unterschicht bzw. Grenzschicht selbst signifikant zu beeinflussen.

- (1) Deutscher Wetterdienst, Abteilung für Klima- und Umweltberatung
- (2) Institut für Meteorologie und Klimatologie, Leibniz Universität Hannover
- (3) IMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG
- (4) Institut für Informatik, Friedrich-Schiller-Universität Jena
- (5) Pecanode, GmbH

Herausforderungen und Hinweise

- Ein großer **Skalensprung** in der Auflösung führt zu Unterschieden in der Topographie und Landbedeckung an den seitlichen PALM-4U Rändern und möglichen, räumlichen Diskontinuitäten.
- Eine zu geringe **zeitliche Auflösung** des mesoskaligen Antriebs kann zur signifikanten Unterschätzungen der Amplitude des Tagesgangs führen.
- PALM-4U benötigt einen **Anpassungsbereich**, in dem sich Turbulenz räumlich entwickeln kann. Das Analysegebiet sollte mindestens 10 km vom Einströmrand entfernt liegen, um Randeffekte zu minimieren. Dazu kann für das äußerste Modellgebiet eine nicht-gebäudeauflösende Gitterweite benutzt werden; in darin eingebetteten Nests kann die Gitterweite sukzessive verkleinert werden.

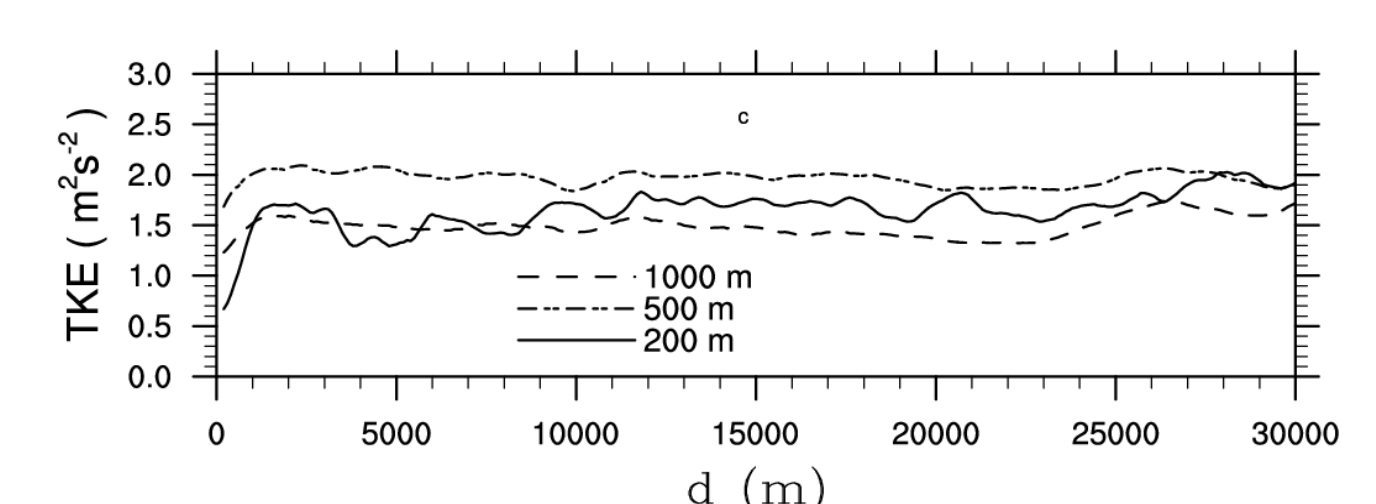


Abb. 4: Turbulente kinetische Energie in Abhängigkeit der Distanz zum Einströmrand in verschiedenen Höhen (VALM04). Siehe auch Abbildung 1 b).

- Eine **Qualitätssicherung** der mesoskaligen Antriebsdaten ist wichtig, um bekannte Modellungenauigkeiten des mesoskaligen Antriebsmodells bei der finalen Analyse der PALM-4U Daten berücksichtigen zu können.

Ausblick

Zur möglichen Anbindung weiterer mesoskaliger Modelle wurde in MOSAIK-2 die Entwicklung von **promet** gestartet:

- neuer, Python-basierter Präprozessor
- Plugin-Struktur: einzelne Plugins für individuelle, zu koppelnde Modelle
- geplante Entwicklung in 2023: Plugins für die Modelle ICON, ICON-ART, WRF, WRF-Chem und COSMO



Kontakt: Astrid Eichhorn-Müller, Astrid.Eichhorn-Mueller@dwd.de