

Motivation

- Zunahme von Rotordurchmesser und mittlerer Nabenhöhe von Windenergieanlagen (WEAs)
 - Optimierung des Ertrages an einem Standort
 - Möglichkeit zur Erschließung von Gebieten mit erhöhter Unterlagenrauigkeit (z.B. Waldflächen)



Durchschnittliche Anlagenkonfiguration von WEA an Land, Errichtung im Jahr: <small>Quelle: Deutsche WindGuard, 2012, 2013, 2014, 2015</small>	2012	2013	2014	2015
Durchschnittlicher Rotordurchmesser	88 m	95 m	99 m	105 m
Durchschnittliche Nabenhöhe	110 m	117 m	116 m	123 m
Durchschnittliche Anlagenleistung	2420 kW	2598 kW	2690 kW	2727 kW

- keine deutschlandweit einheitliche Kartierung von Windfelddaten in Höhen über 100 m verfügbar

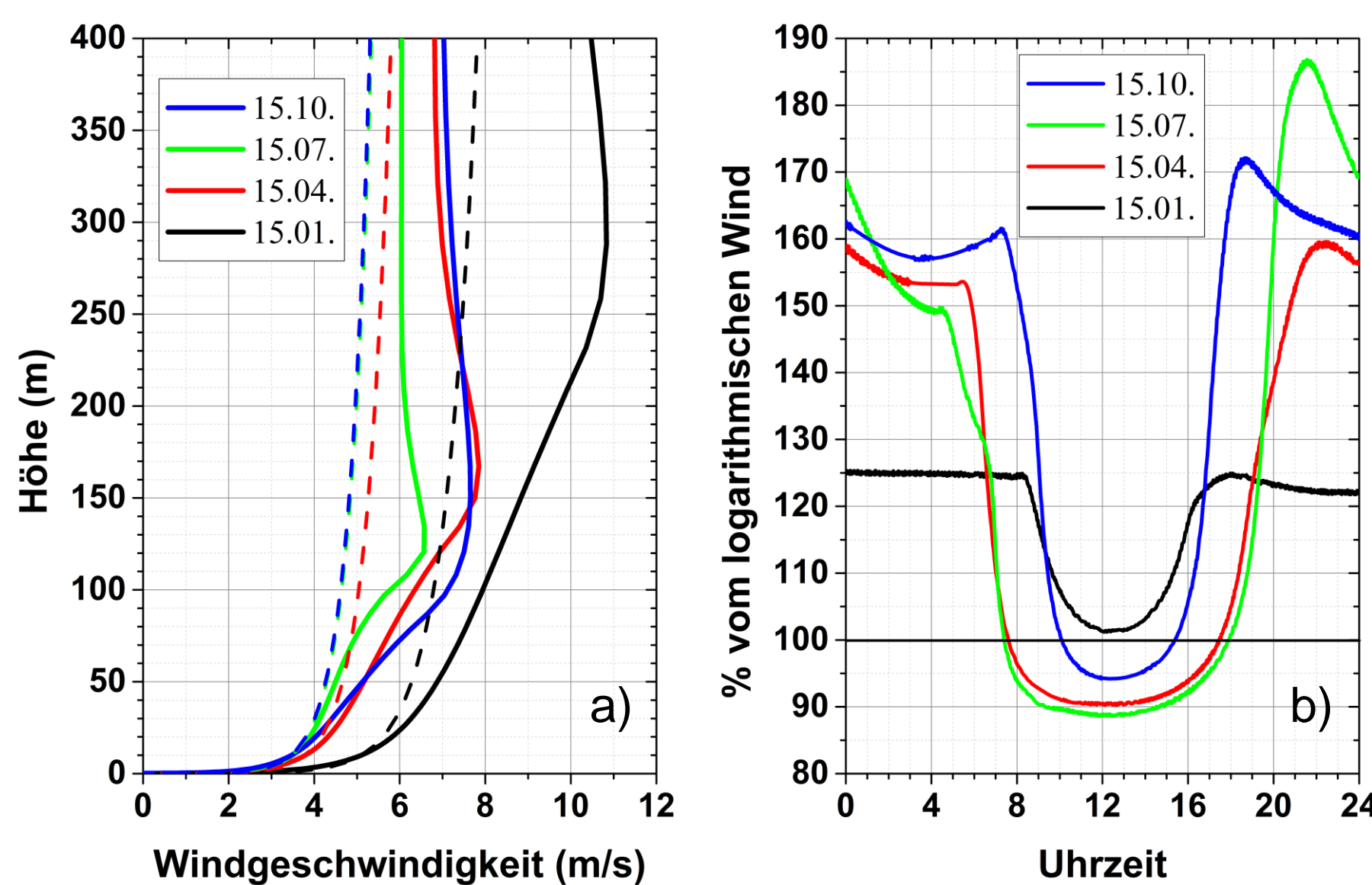


Abb.: Simulierte Windprofile für verschiedene Tage im Jahr (farbige Linien) im Vergleich zum logarithmischen Windprofil (Wind in 10 m Höhe als Referenzwert)

a) Gegenüberstellung der Vertikalprofile (gestrichelt: log. Windprofil)

b) Abweichung simulierter Windgeschwindigkeiten in 150 m Höhe vom log. Profil (graue Linie, 100%); nachts: deutliche Unterschätzung der Windgeschwindigkeit bei logarithmischer Extrapolation

➔ Phänomen: nächtlicher Grenzschichtstrahlstrom (low-level jet, LLJ)

- einfache Windfeldmodelle (z.B. logarithmischer Ansatz) zur Extrapolation bodennaher Windfelder für große Nabenhöhen und komplexe Umgebungsbedingungen nicht geeignet (siehe Abb.): Unterschätzung des jährlichen Ertrages von WEAs um 15-20% bei Verwendung des logarithmischen Profils (Gross, 2012)
- Auftreten von LLJs in 10-20% aller Nächte in Norddeutschland (Kottmeier et al., 1983, Emeis, 2014)
 - ➔ bedeutsames Phänomen für Windenergieapplikationen

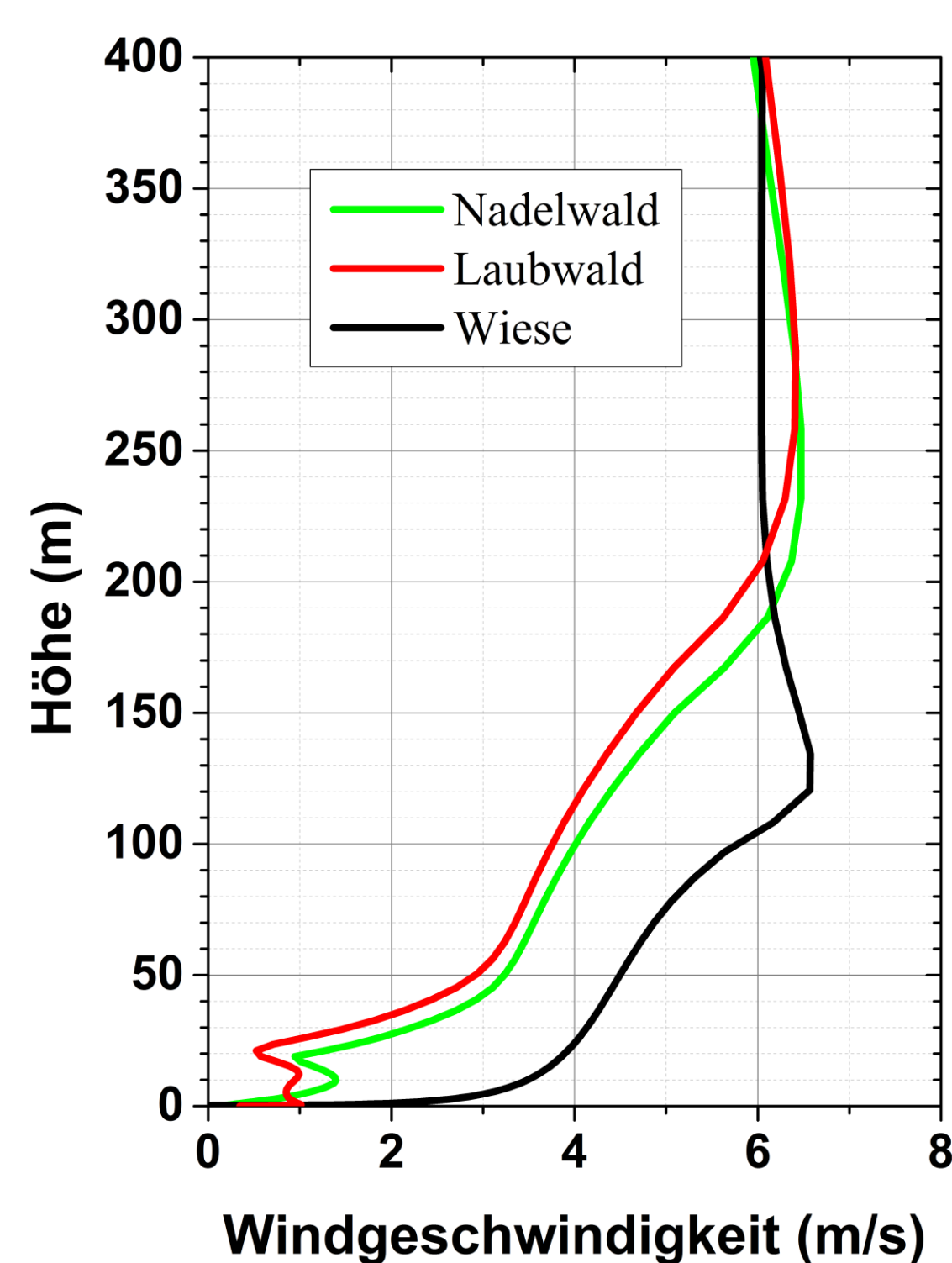
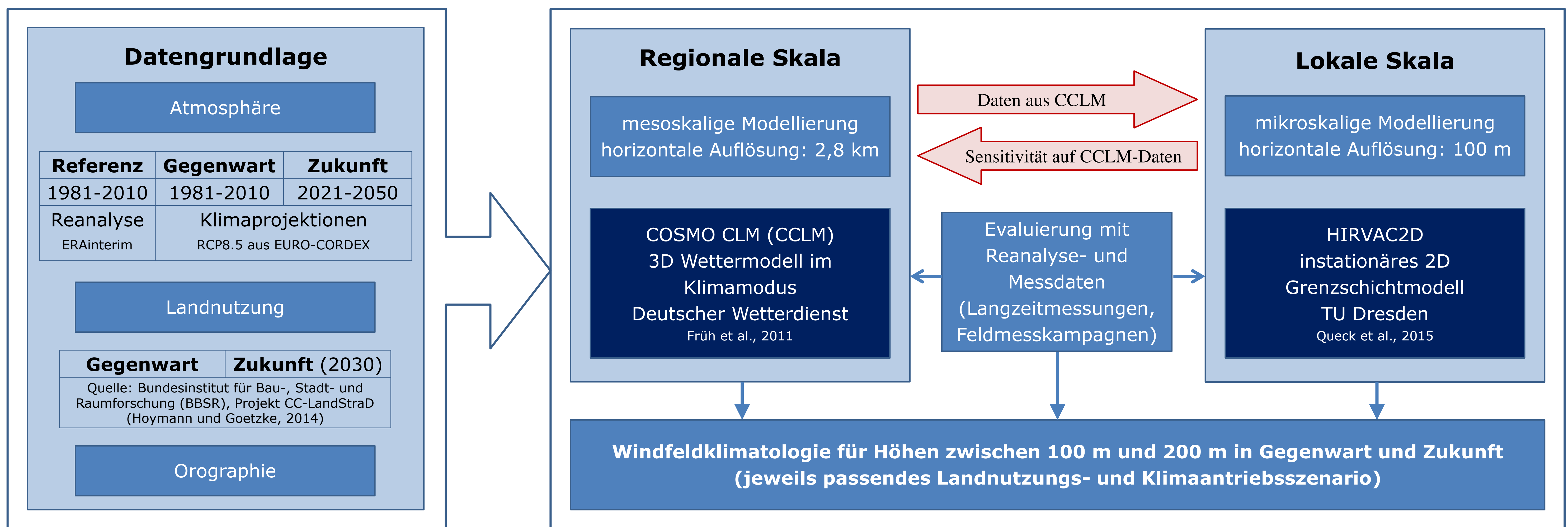
Ziele

Deutschlandweite Kartierung des Windfeldes in Höhen über 100 m für Gegenwart und Zukunft

- Berücksichtigung von tages- und jahreszeitlichen Einflüssen auf das Windfeld (z.B. LLJs)
- Berücksichtigung möglicher Klima- und Landnutzungsänderungen
- evaluierte Datenbank und Darstellung (Windatlas) statistischer Parameter des Windfeldes sowie des Windpotentials für Deutschland in verschiedenen Höhen zwischen 100 m und 200 m

freie Verfügbarkeit und Bereitstellung der Ergebnisse über eine geeignete Plattform (z.B. FTP-Server im Rahmen des Climate Data Center des DWD) in qualitätsgesicherter Form

Modellkonzept und Beispiele zur Sensitivität der Windgeschwindigkeit bezüglich Landnutzung und Tageszeit



Beispielsimulationen mit HIRVAC2D

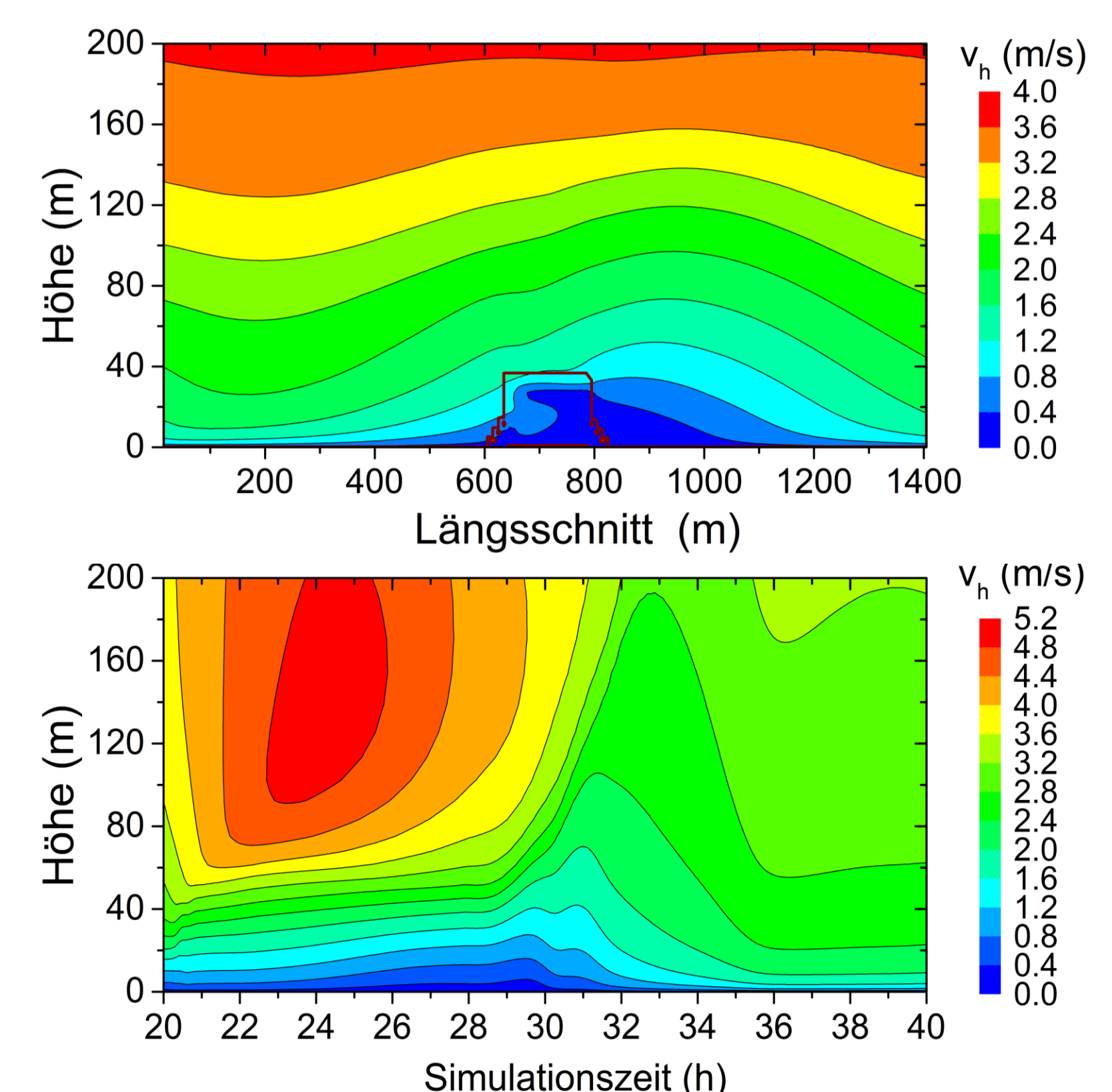
Profile der Windgeschwindigkeit für verschiedene Landnutzungstypen

Abb. links: Einfluss der Vegetation auf die Ausbildung vertikaler Profile der Windgeschwindigkeit (15.07. um 6:00 Ortszeit, geostrophischer Wind: 6 m/s) bei unterschiedlicher Landnutzung: homogene Grasfläche (Wiese), Waldstück innerhalb einer Grasfläche (Nadel- bzw. Laubwald)

Abb. rechts: Profile der horizontalen Windgeschwindigkeit bei einem geostrophischen Wind von 4 m/s

Abb. oben: in der Umgebung einer Waldinsel (dunkle Markierung) innerhalb einer Grasfläche am 20.06. um 6:00 Ortszeit

Abb. unten: über einer homogenen Graslandschaft am 20.6. zwischen 20:00 und 16:00 Ortszeit



Literatur

- Deutsche WindGuard, 2012-2015: Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland. <http://www.windguard.de> (22.2.2016)
- Emeis, S., 2014: Wind speed and shear associated with low-level jets over Northern Germany. Meteorol. Z., 23, 295-304.
- Früh, B., P. Becker, T. Deutschländer, J.-D. Hessel, M. Kossmann, I. Mieskes, J. Namyslo, M. Roos, U. Sievers, T. Steigerwald, H. Turau, U. Wienert, 2011: Estimation of climate-change impacts on the urban heat load using an urban climate model and regional climate projections. J. Appl. Meteorol. Climatol., 50, 167-184.
- Gross, G., 2012: Numerical simulation of future low-level jet characteristics. Meteorol. Z., 21, 305-311.
- Hoymann, J., R. Goetzke, 2014: Die Zukunft der Landnutzung in Deutschland – Darstellung eines methodischen Frameworks. Raumforsch. Raumordn., 72, 211-225.
- Kottmeier, C., D. Lege, R. Roth, 1983: Ein Beitrag zur Klimatologie der Grenzschichtstrahlströme über der norddeutschen Tiefebene. Ann. Meteorol., 20, 18-19.
- Queck, R., C. Bernhofer, A. Bienert, T. Eipper, V. Goldberg, S. Harmansa, V. Hildebrand, H.-G. Maas, F. Schlegel, J. Stiller, 2015: TurbEFA: an interdisciplinary effort to investigate the turbulent flow across a forest clearing. Meteorol. Z., 23, 637-659.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Kontakt

Manuela Barth
TU Dresden
Professur Meteorologie
Pienner Str. 23
01737 Tharandt
manuela.barth@tu-dresden.de