

MODELLIERUNG VON EINFLÜSSEN REGENERATIVER ENERGIEGEGEWINNUNG AUF DIE METEOROLOGIE

Marita Boettcher¹, Christina Asmus¹, Sonja Deckwart¹, Emilie Ehretsmann^{1,2}, David Grawe¹, K. Heinke Schlünzen¹

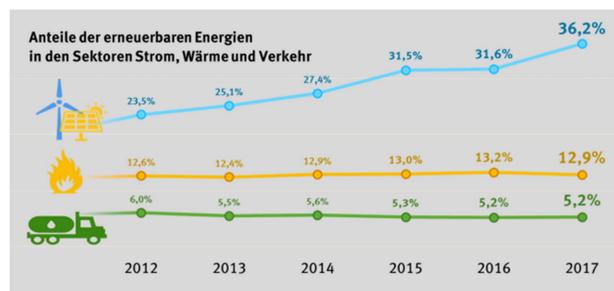
1) Universität Hamburg, Meteorologisches Institut, Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN), Bundesstr 55, 20146 Hamburg

2) Now BVG Associates, Swindon, Wiltshire, United Kingdom

REGENERATIVE ENERGIEN – WIESO IHREN EINFLUSS UNTERSUCHEN?

Die Nutzung von regenerativen Energien wird immer wichtiger für die Energieversorgung (F1). 2016 wurden knapp 15% des Bruttoendenergieverbrauchs regenerativ erzeugt (AGEE 2018). Bei der Stromerzeugung betrug 2017 der Anteil ~45%, mit dem Ziel 2025 „40 bis 45 Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien“ zu decken (BMWi, 2018).

Mit Zunahme der regenerativen Energieerzeugung wird auch der energetische Eingriff in die Atmosphäre relevanter. Solar- und Windenergie ändern lokal das Energiebudget der Atmosphäre. Ob viele Anlagen zu Veränderungen der meteorologischen Felder, der oberflächennahen Energiebilanz oder sogar der lokal-klimatischen Bedingungen führen können ist offen.



A1 Anteil der Erneuerbaren Energien in Deutschland. Quelle: AGEE-Stat (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#statusquo>, 11.09.2018).

Erste Ergebnisse zu Auswirkungen der Windenergie liegen vor. Masson et al. (2014) und Boettcher et al. (2015) haben gezeigt, dass die Gewinnung von Sonnen- und Windenergie einen Einfluss auf das lokale und regionale Klima haben kann. Große Solar- und Windparks scheinen Wetter und sogar das Klima zu beeinflussen (Li et al 2018). Alle diese Untersuchungen sind mit numerischen Modellen erfolgt, die geeignete Werkzeuge sind, um die Einflüsse der Energieentnahmen auf atmosphärische Variable zu untersuchen.

METHODISCHES VORGEHEN ZUR UNTERSUCHUNG DES EINFLUSSES LOKALER ENERGIEENTNAHMEN

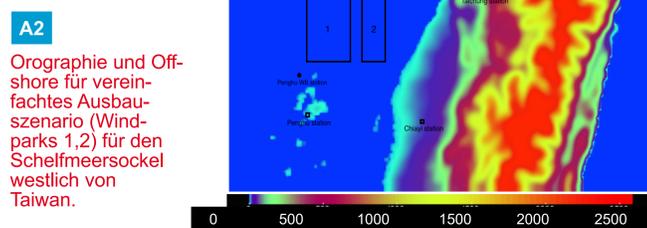
1. Festlegung der zu untersuchenden Energieentnahme(n).
2. Festlegung der Zielgrößen mit der Raum- und Zeitskala (Einzelsituationen, klimatische Veränderungen).
3. Auswahl des Modells (hier MITRAS/METRAS mit entsprechenden Parametrisierungen).
4. Ggf. Erweiterungen (z.B. für subskalige Energieentnahme; Boettcher et al., 2015; Asmus, 2019).
5. Auswahl der meteorologischen Situationen, ggf. für klimatischen Bedingungen (Statistisch-dynamisches Downscaling, Hoffmann et al. 2015).
6. Quantitative Untersuchung von Veränderungen meteorologischer Größen im Nahfeld und Fernfeld.
7. Bestimmung der relevanten meteorologischen Prozesse.

REFERENZEN

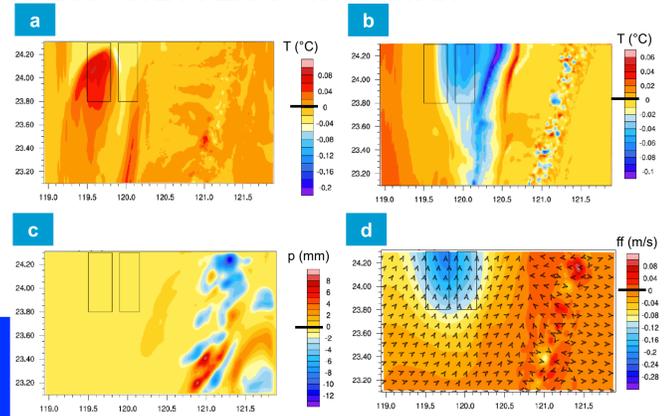
AGEE (2018): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Umweltbundesamt.
 Asmus C (2019): Parameterization for utility-scale solar parks in the mesoscale climate model METRAS. Masterarbeit Universität Hamburg, in Vorbereitung.
 BMWI (2018) <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>
 BE (2017): Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs: Thousand Wind Turbines Project climate. 10(<http://www.twtpo.org.tw/eng/intro/goal.aspx>, accessed 20.02.2018).
 Boettcher, M., Hoffmann, P., Lenhart, H.-J., Schlünzen, K.H., Schoetter, R. (2015): Influence of large offshore wind farms on North German climate. Meteorologische Zeitschrift, 465-480. DOI: 1127/metz/2015/0652
 Deckwart S (2019): Impact of Wind Farms on Weather and Climate in Hamburg. Masterarbeit Universität Hamburg, in Vorbereitung
 Ehretsmann E (2018): Assessment of the impact of offshore wind farms on local and regional wind fields, temperatures and precipitation patterns in central Taiwan Masterarbeit, School for Integrated Climate System Sciences, Universität Hamburg.

EINFLUSS VON OFFSHORE WINDPARKS AUF DAS WETTER VON TAIWAN

Im Schelfgebiet zwischen Taiwan (A2) und China sind große Windparks geplant (3 GW bis 2025, BE 2017). Aus anderen Regionen ist bekannt, dass offshore Windkraft kühlend auf das Klima wirken und die Wolkenbildung beeinflussen können (Boettcher et al. 2015). Für Taiwan ergeben sich aufgrund jahreszeitlich verschiedener Temperaturdifferenzen zwischen Meeresoberfläche und Luft je nach Jahreszeit und Wetterlage offshore Erwärmungen (A3a) oder Abkühlungen (A3b), Niederschlagszunahmen oder -abnahmen (A3c), auch in den Bergregionen (A3d).



A2 Orographie und Offshore für vereinfachtes Ausbauszenario (Windparks 1,2) für den Schelfmeeressockel westlich von Taiwan.

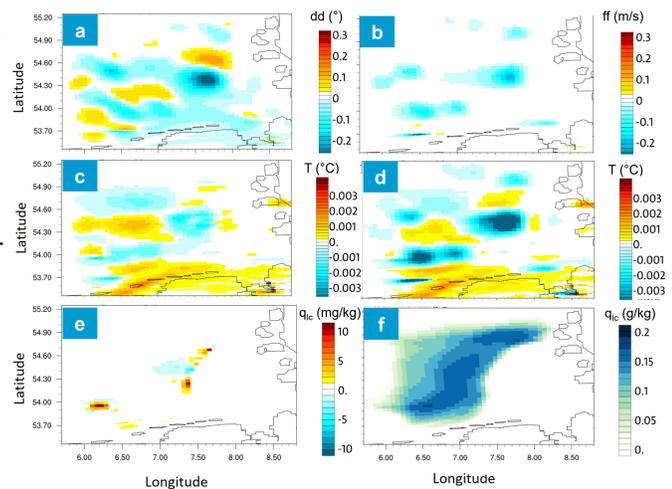
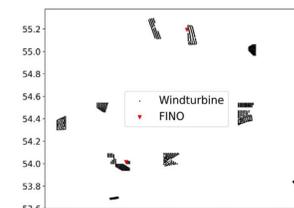


A3 Beispiele für Änderungen durch Offshore Windparks in (a), (b) Temperatur, (c) Niederschlag, (d) Wind. (a) Mittel Nachtwerte für März/April mit SST>T_{Luft}, ff= 8.5 m/s, dd= 26°, (b, d) Mittel tagsüber für September/Oktober mit SST>T_{Luft}, ff= 5.2 m/s, dd= 38°, (c) Mittel Nachtwerte für Januar/Februar mit SST<T_{Luft}, ff= 9.3 m/s, dd= 27°.

EINFLUSS VON OFFSHORE WINDPARKS AUF WETTER IN NORDDEUTSCHLAND

Offshore Windparks bewirken im norddeutschen Sommerklima auch landeinwärts eine leichte Kühlung, verursacht durch leicht reduzierte Wärmeflüsse vom Ozean in die Atmosphäre. Fraglich ist, ob eine Temperaturverminderung auch im Winter zu finden ist. Modellrechnungen für installierte Offshore Anlagen (Stand 22.05.2018, BSH pers. Mitteilung; (A4) werden mit METRAS (nichtäquidistantes Gitter, 250 m Auflösung in Region Hamburg, 4 km Offshore) für verschiedene charakteristische Wetterlagen mit statistisch-dynamischem Downscaling (Hoffmann et al. 2016) durchgeführt (Deckwart 2019). Für Wind aus 90° bis 110° und ~7 m/s zeigen sich recht geringe Änderungen (A5; 08.02.2017 19:30 -11.02.2017 17:30), die allerdings verbunden sind mit Änderungen bei den Wolken.

A4 Offshore Ausbauszenario für die Deutsche Bucht. Die Turbinen werden in METRAS in 6 Windparks unterteilt. FINO1 und FINO3 sind Messsorte.

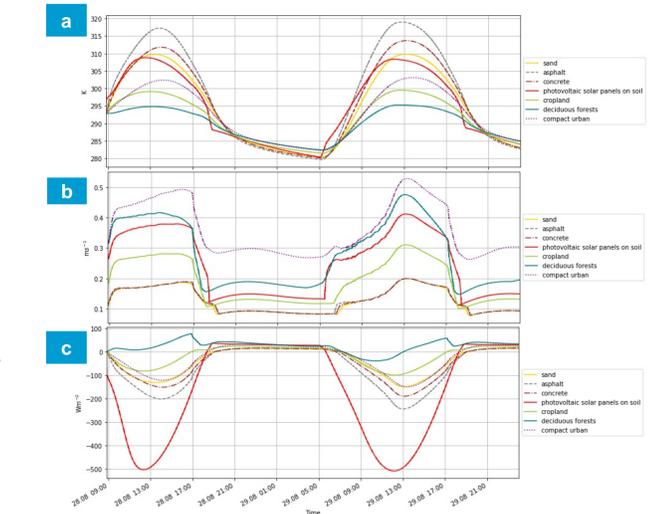


A5 Differenzen von Szenario (gegenwärtiger Ausbaustand) und Referenzfall (keine Offshore Windparks) für (a) Windrichtung, (b) Windgeschwindigkeit, Temperatur in (c) Nabenhöhe, (d) in 10 m über dem Wasser und Wolkenwassergehalt als (e) Differenz und (f) im Referenzfall.

EINFLUSS VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN AUF DAS LOKALKLIMA

Photovoltaik-Freiflächenanlagen verändern die Eigenschaften der Oberfläche hinsichtlich Albedo, Wärmediffusivität, Wärmeleitfähigkeit und Rauigkeit. Diese Eigenschaften müssen in mesoskaligen Modellen wie METRAS berücksichtigt werden. Als neue Oberflächenbedeckungskategorie wird "photovoltaic solar panels on soil" eingeführt (Asmus 2019) und die Effekte der neuen Klasse im 1D Modell METRAS im Zusammenspiel mit weiteren Oberflächenbedeckungsklassen modelliert. Für die meteorologischen Daten wurden die Windverhältnisse aus Manschnow als nächster DWD-Station verwendet.

Die Oberflächentemperatur (A5a) von Photovoltaikmodulen reagiert sehr schnell auf die Sonneneinstrahlung. Grund hierfür ist die hohe Wärmediffusivität und hohe Wärmeleitfähigkeit sowie die niedrige Albedo. Insgesamt bleibt sie aber geringer als die von Sand, Asphalt und Beton, da die Impulsflüsse sehr hoch sind (A5b). Die Photovoltaikmodule führen tagsüber Wärme in die Atmosphäre ab (A5c). Ob dieses zu einer atmosphärischen Erwärmung bei großflächiger Nutzung der Photovoltaik führen muss noch untersucht werden.



A5 Für verschiedene Oberflächenbedeckungen in einer Gitterzelle (a) Oberflächentemperaturen, (b) Schubspannungsgeschwindigkeit, (c) fühlbarer Wärmefluss.

DIESE ARBEIT WIRD UNTERSTÜTZT DURCH DAS EXZELLENZCLUSTER CLISAP

CEN CENTRUM FÜR ERDSYSTEMFORSCHUNG UND NACHHALTIGKEIT

