

Berücksichtigung des Einflusses des Klimawandels in Energieertragsprognosen



Berücksichtigung des Einflusses des Klimawandels in Energieertragsprognosen

GEO-NET Geschäftsfelder

1. Klimaökologie und Lufthygiene

2. Windenergie

- Windmessungen mittels Messmast, LiDAR oder SoDAR
- LiDAR-Verifikation am eigenen 200 m Referenzmast
- Ertragsvorabschätzungen
- Bankfähige Windgutachten (Berücksichtigung des Klimawandels möglich)
- Bestimmung der Standortgüte vor Inbetriebnahme (IBN)
- Windfeldsimulation mit FITNAH-3D
- Berechnung von Zeitreihen mittels WRF
- Betriebsdatenanalyse
- TR10 Gutachten



GEO-NET Mast

Berücksichtigung des Einflusses des Klimawandels in Energieertragsprognosen

Fragestellung und Ansatz

- Wie wirkt sich der Klimawandel auf den Energieertrag von Windparks während ihrer Betriebszeit aus?
- BWE-Standard für einen gut geführten Windpark mit direkter finanzieller Bürgerbeteiligung, 11.2022: „Absehbare künftige Entwicklungen (z.B. [...] Klimawandel [...]) sollen, wenn möglich, geeignet beschrieben und angemessen berücksichtigt werden.“
- Abschätzung der Auswirkungen auf ertragsrelevante Größen
- Basis: Kopplung eines Ensembles von regionalen Klimaprojektionen der CORDEX-Initiative für verschiedene RCP-Szenarien mit dem CFD-Modell FITNAH-3D

Modelle, Daten

- CORDEX-Initiative: regionale Klimamodelle werden von globalen Klimamodellen angetrieben, die Prognosen für künftige Klimaänderungen liefern

GCM	RCM
CNRM-CM5 (r1i1p1)	CCLM
CNRM-CM5 (r1i1p1)	RCA4
EC-EARTH (r12i1p1)	CCLM
EC-EARTH (r12i1p1)	RCA4
EC-EARTH (r1i1p1)	RACMO22E
MPI-ESM-LR (r1i1p1)	CCLM
MPI-ESM-LR (r1i1p1)	REMO2009
MPI-ESM-LR (r1i1p1)	RCA4
MPI-ESM-LR (r2i1p1)	REMO2009
IPSL-CM5A-MR (r1i1p1)	RCA4
HadGEM2-ES (r1i1p1)	CCLM
HadGEM2-ES (r1i1p1)	RACMO22E
HadGEM2-ES (r1i1p1)	RCA4

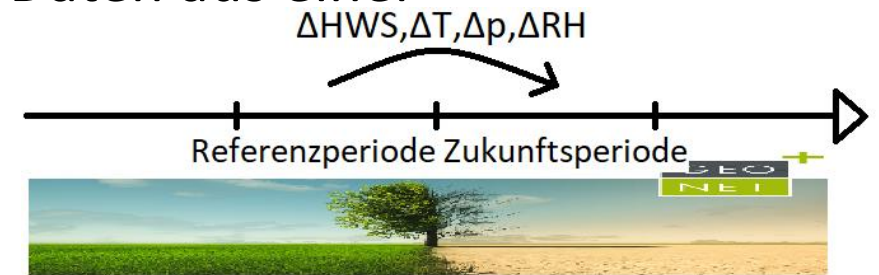
Tabelle 1 Im Rahmen der Analyse verwendete GCM-RCM-Kombinationen

- FITNAH-3D: CFD-Modell
seit vielen Jahren erprobt und wird kontinuierlich weiterentwickelt

Berücksichtigung des Einflusses des Klimawandels in Energieertragsprognosen

Methode

- Standortspezifische Änderungen zwischen den CORDEX-Daten aus einer Referenz- und einer Zukunftsperiode
Periodenlänge: 20 Jahre
Annahme: konstanter Bias
- Anwendung des Änderungssignals auf aktuelle Höhenwindstatistik, Temperatur, Druck, relative Feuchte
- Kopplung der Klimamodelle mit FITNAH-3D über modifizierte HWS
- Berechnung des Ertrags mit aktuellen und modifizierten Parametern
- Berücksichtigung der Modellunsicherheiten in den CORDEX-Simulationen: Ensemble-Mittel, 15 % und 85 % Perzentil betrachten



Berücksichtigung des Einflusses des Klimawandels in Energieertragsprognosen

Ergebnisse

Beispielanwendung auf einen deutschen Standort

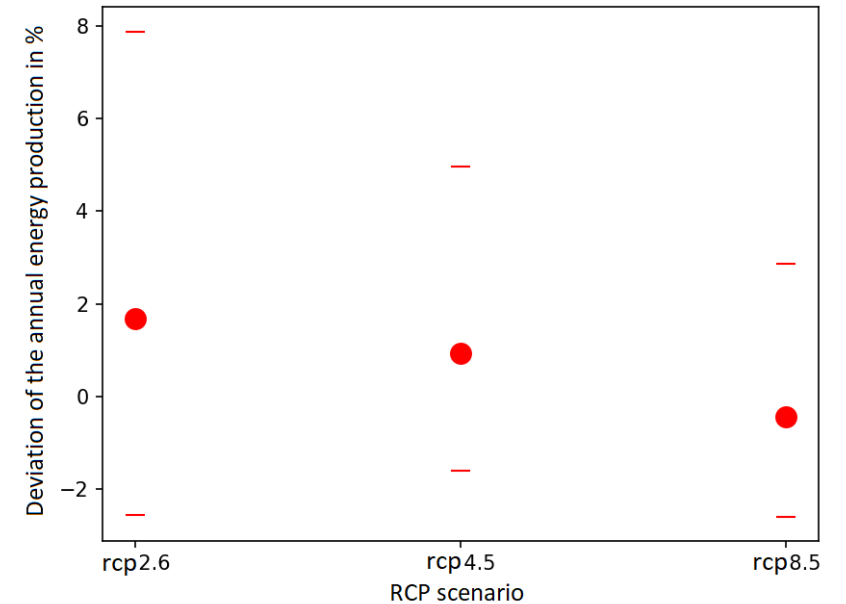
	current	rcp2.6	rcp4.5	rcp8.5
W1	13.402,0	13.636,0 (+1,75%)	13.538,5 (+1,02%)	13.338,1 (-0,48%)
W4	14.409,6	14.622,8 (+1,48%)	14.520,0 (+0,77%)	14.326,4 (-0,56%)
W5	22.953,3	23.356,4 (+1,76%)	23.178,4 (+0,98%)	22.878,5 (-0,33%)
Park result	50.764,9	51.615,2 (+1,67%)	51.236,9 (+0,93%)	50.543,0 (-0,44%)

Table Development of the annual energy production [MWh/a] based on different RCP-scenarios

	current	rcp2.6		rcp4.5		rcp8.5	
		15% p.	85% p.	15% p.	85% p.	15% p.	85% p.
W1	13.402,0	13.017,6	14.538,1	13.227,4	14.036,6	12.818,3	13.811,5
W4	14.409,6	14.076,7	15.461,1	14.170,2	15.120,7	13.811,1	14.864,8
W5	22.953,3	22.372,3	24.769,6	22.550,0	24.128,4	21.817,4	23.543,2
Park result	50.764,9	49.466,6	54.768,8	49.947,6	53.285,6	50.446,8	52.219,5

Table 15% and 85% percentiles of the energy yields [MWh/a] for each scenario

15 %, 85 % Perzentil (Linien), Mittel (Punkte) der Ertragsänderung für den Standort



Berücksichtigung des Einflusses des Klimawandels in Energieertragsprognosen

Aussagekraft der Analyse

- Landnutzung: GCM: Land Use Harmonization Datensatz,
RCM: konstante Landnutzung
Berücksichtigung voraussehbarer Änderungen in Landnutzung und Orographie über FITNAH-3D
- Klimavariabilität ist bei Verwendung 20-jähriger Untersuchungsperioden nicht zu vernachlässigen

Fazit

- BWE-Forderung nach angemessener Berücksichtigung des Klimawandels
- Standortspezifische Bewertung des Einflusses des Klimawandels auf den Energieertrag von Windparks möglich
- Änderungssignal in den CORDEX-Daten lässt Rückschlüsse auf Auswirkungen des Klimawandels zu; Klimavariabilität als mögliche Ursache der Analyseergebnisse möglich
- Landnutzungs- und Orographieänderungen -> Berücksichtigung in FITNAH-Simulation
- Modellunsicherheiten berücksichtigen: Verwendung eines Ensembles, Betrachtung der 15 % und 85 % Perzentile
- Weltweite Verfügbarkeit der CORDEX-Daten -> weltweit Analysen möglich

Ihre Vorteile

- Hauseigene Software
- Kopplung von Klimamodellen mit dem erprobten CFD-Modell FITNAH-3D
- Auswertung verschiedener RCP-Szenarien und deren Auswirkungen auf ertragsrelevante Parameter
- Standortspezifische Bewertung des Einflusses der Szenarien auf den Energieertrag
- Weltweite Betrachtung möglich
- Auswertung im Anschluss an ein Windgutachten oder als Sonderbericht ohne vorherige Gutachtenerstellung



M. Sc. Physik

Simone Pfau

Scientist

Wind field modeling

GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Grosse Pfahlstrasse 5a

30161 Hanover | Germany

Tel. + 49 (0) 511 388 72 00

Mobil + 49 (0) 177 168 36 50

Fax + 49 (0) 511 388 72 01

pfau@geo-net.de

www.geo-net.de



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Berücksichtigung des Einflusses des Klimawandels in Energieertragsprognosen