

Naturverträgliche Ausgestaltung der Energiewende – EE100

Niedersächsische Energietage 2019, Hannover





Institut für Umweltplanung
Leibniz Universität Hannover
 Prof. Dr. Christina von Haaren



**Institut für Landschaftsarchitektur
 und Umweltplanung**
Technische Universität Berlin
 Prof. Dr. Stefan Heiland



Institut für Wirtschaftsinformatik
Leibniz Universität Hannover
 Prof. Dr. Michael H. Breitner



**Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und
 Energiesystemtechnik IEE**
 Dr. Carsten Pape
 Dr. Stefan Bofinger



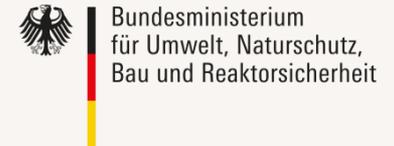
Institut für elektrische Energiesysteme
Leibniz Universität Hannover
 Prof. Dr. Lutz Hofmann
 Prof. Dr. Richard Hanke-Rauschenbach



Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum
TU Clausthal
 Dr. Jens zum Hingst



Bundesamt für Naturschutz
 FG II 4.3 „Naturschutz und
 erneuerbare Energien“



Antworten von EE 100 im Kontext der politischen Diskussion

1. Projektion von Handlungsalternativen auf Bundesebene, Monitoring Zielerreichung
2. Konkretisierung von Zielen für die regionale/lokale Ebene
3. Unsicherheit und Vorsorgeprinzip
4. Netze, Speicher, Investitionen, zeitlichen Verlauf der Alternativen von Anfang an mitdenken



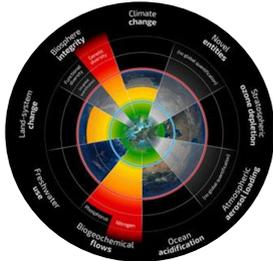
Konflikte zwischen SDGs lösen

UN-Nachhaltigkeitsziele für 2030

Klima, Ökosysteme
schützen,
Biodiversitätsverlust stoppen



Bezahlbare, verlässliche
und erneuerbare Energie



Ziele der Studie:

**Mensch- und naturverträgliche Energieversorgung aus 100 %
erneuerbaren Energien in 2050**

- Berechnung von Szenarien
- Ableitung von Handlungsempfehlungen



Wesentliche Eingangsannahmen



1. Sektorübergreifend stromdominierte Infrastruktur
2. **Strombedarf 1,227 TWh/a** (818 TWh/a + 50% Umwandlungsverluste), 2050 (vorauss. weitgehende Umsetzung Technik, ambitioniert geschätzt)
3. **Umgebungswärme 229 TWh/a**
4. **Nichtelektrischer Energiebedarf 510 TWh/a** (315 TWh/a; davon 60TWh/a aus biogenen Reststoffen. + ca 255 TWh/a + Umwandlungsverluste)
5. **Speicher + Netze ausgebaut**



Annahmen Energiequellen

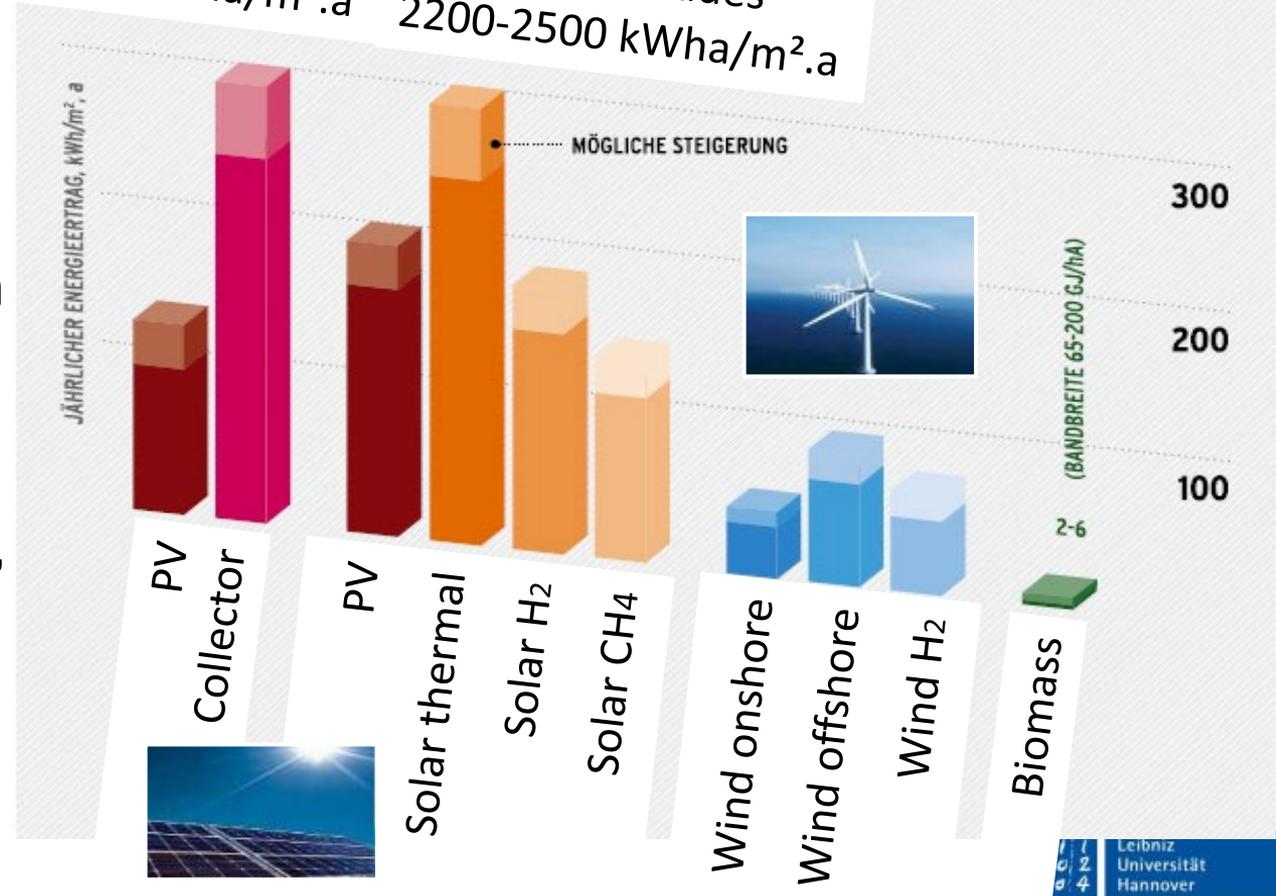
- Kein Energiepflanzenanbau
- WEA im Außenbereich
- Photovoltaik auf allen geeigneten Dächern + anteilig auf Fassaden, Parkflächen, etc.

BMU 2012
UBA 2013 & 2016
DLR 2012

Central Europe
1100 kWha/m².a

Southern latitudes
2200-2500 kWha/m².a

Typical energy yield
in kWha /m² a



Annahmen zur Windenergieanlagentechnik

	Variante 1 und 2 <small>(Walter et. al 2018)</small>	Variante 3 <small>(IEE)</small>		
		Stark	Mittel	Schwach
Nennleistung [MW]	7,58	7,2	6,04	4,88
Nabenhöhe [m]	200	125	170	195
Rotordurchmesser [m]	127	172	172	172
Max. Schalleistungspegel dB[A]	108,5	109,8	109,8	109,8
Sonstiges	Abschaltalgorithmen für Fledermäuse			



ZIELE 2050



Vorgaben für die Szenarien von Wind freigehalten werden:

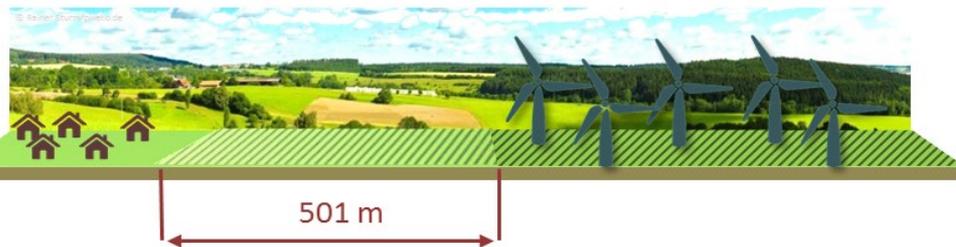
- Alle Schutzgebiete
- Gebiete mit empfindlichen geschützten Vogel- (und Fledermaus-) arten
- Zielgebiete der Biodiversitätsstrategie bis 2050,
- Landschaften hoher und mittlerer Schönheit (Vielfalt, Naturnähe, Eigenart) im Bundesvergleich
- Schutzabstände zu Siedlungen, Infrastruktur, Gewerbe/Industrie

Grafikgrundlage: Tanja Wehr



Schutzabstände nach TA-Lärm

Schutzabstände zu Wohngebieten Szenario I „business as usual“



Schutzabstände zu Wohngebieten Szenario II „No regret“ & IV „compromise“



Schutzabstände zu Wohngebieten Szenario III



-  Sehr hoher Raumwiderstand – „Tabuflächen“
-  Ausbaufläche Kleinwindenergieanlage
-  Ausbaufläche Windenergieanlage 2016
-  Ausbaufläche Windenergieanlage 2050

 13,5 kW Nennleistung
14 m Höhe

 3 MW Nennleistung
122 m Nabenhöhe
116 m Rotordurchmesser
105 dB [A]

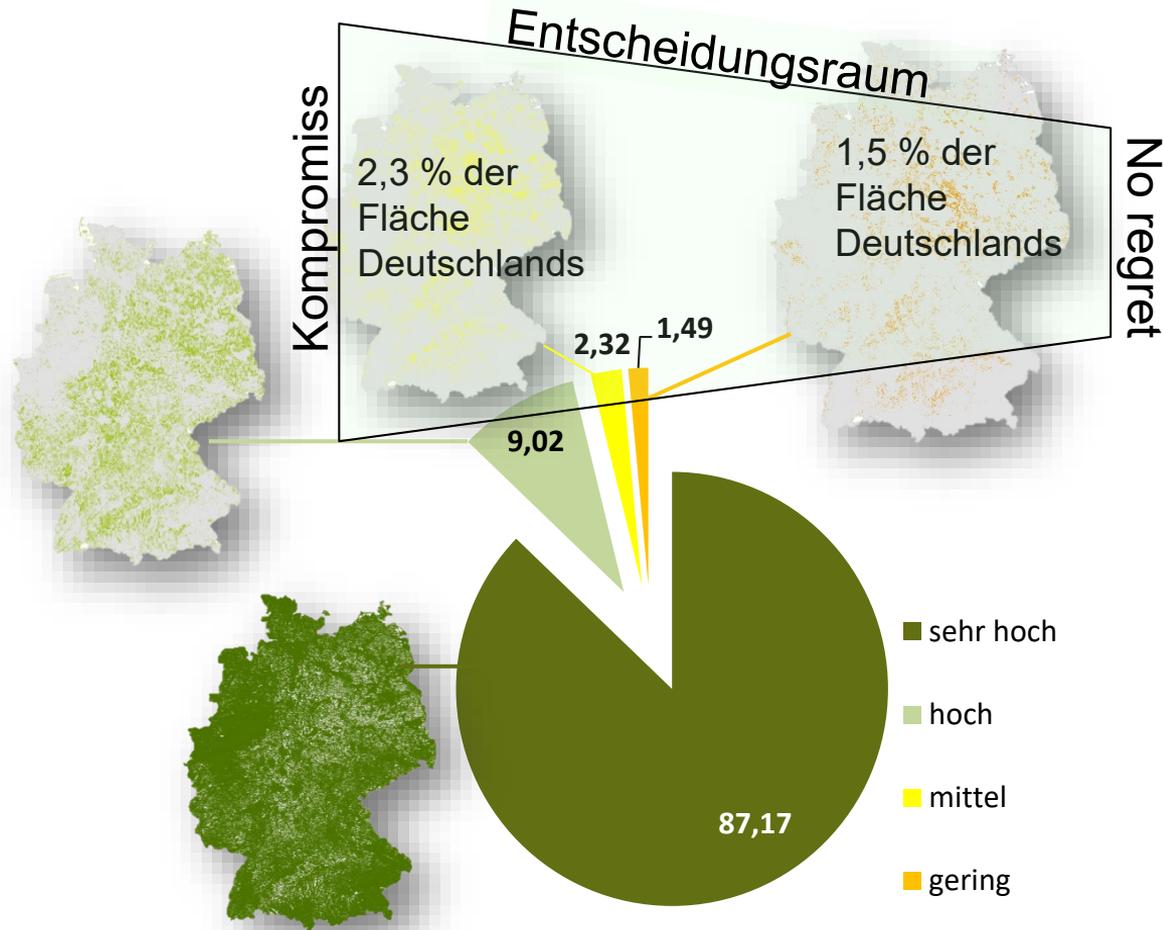
 7,58 MW Nennleistung
200 m Nabenhöhe
127 m Rotordurchmesser
108,5 dB [A]

→ Abstand zwischen den Anlagen:
vierfacher Rotordurchmesser

Eingangsassumtionen



Potenziell nutzbare Fläche (on-shore Wind) nach RWS

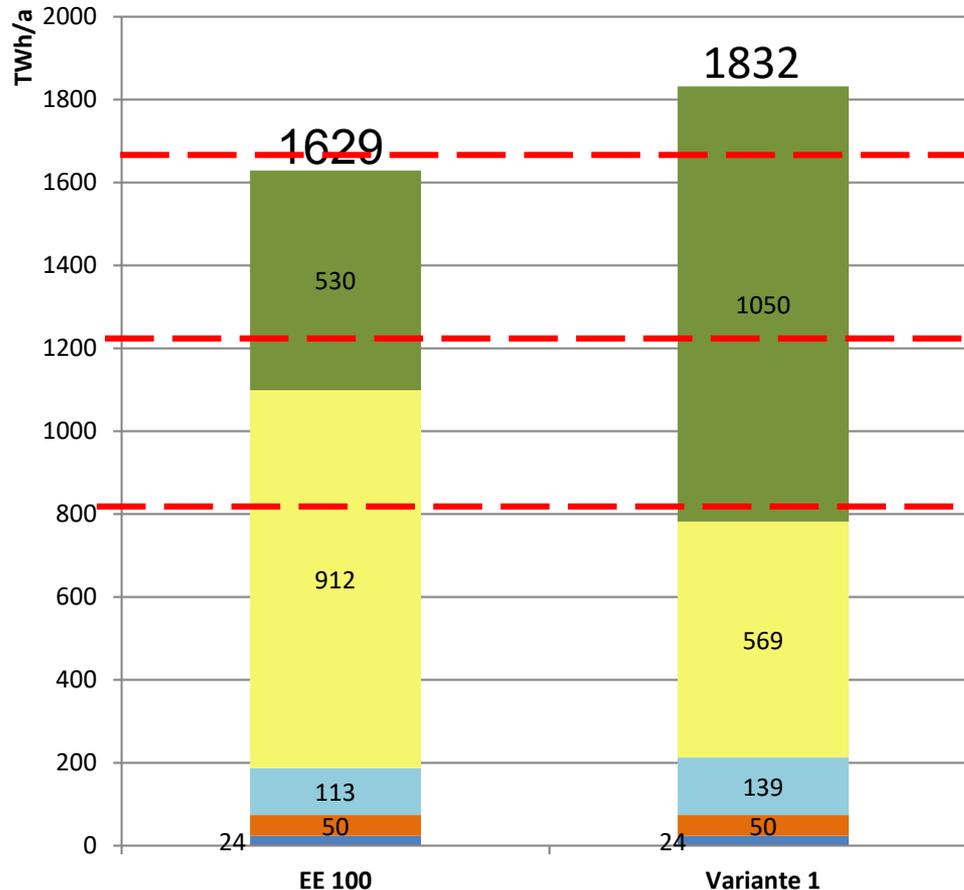


PV im Innenbereich

	Szenario I „business as usual“	Szenario II & III „No regret“	Szenario IV „Kompromiss“
Wirkungsgrad	20 %	30 %	30 %
Gebäudeanzahl	51.808.060	51.808.060 + Zubau	
Flachdach	80 % der Dachfläche, 10° Neigung, Ost-/Westausrichtung		Ermittlung auf der Basis von 3D-Gebäudemodellen
Schrägdach	60 % der Dachfläche, 35° Neigung, Ausrichtung ±90°		
Fassaden & Verkehrsfläche	Berechnung auf Grundlage der potenziellen Flächen und Erträge der UBA-Studie „Energieziel 2050“		



Erträge und Bedarf in den Szenarien für 2050



+ 510 TWh/a Strombedarf für nicht elektrische Anwendungen incl. Umwandlung, Speicherung

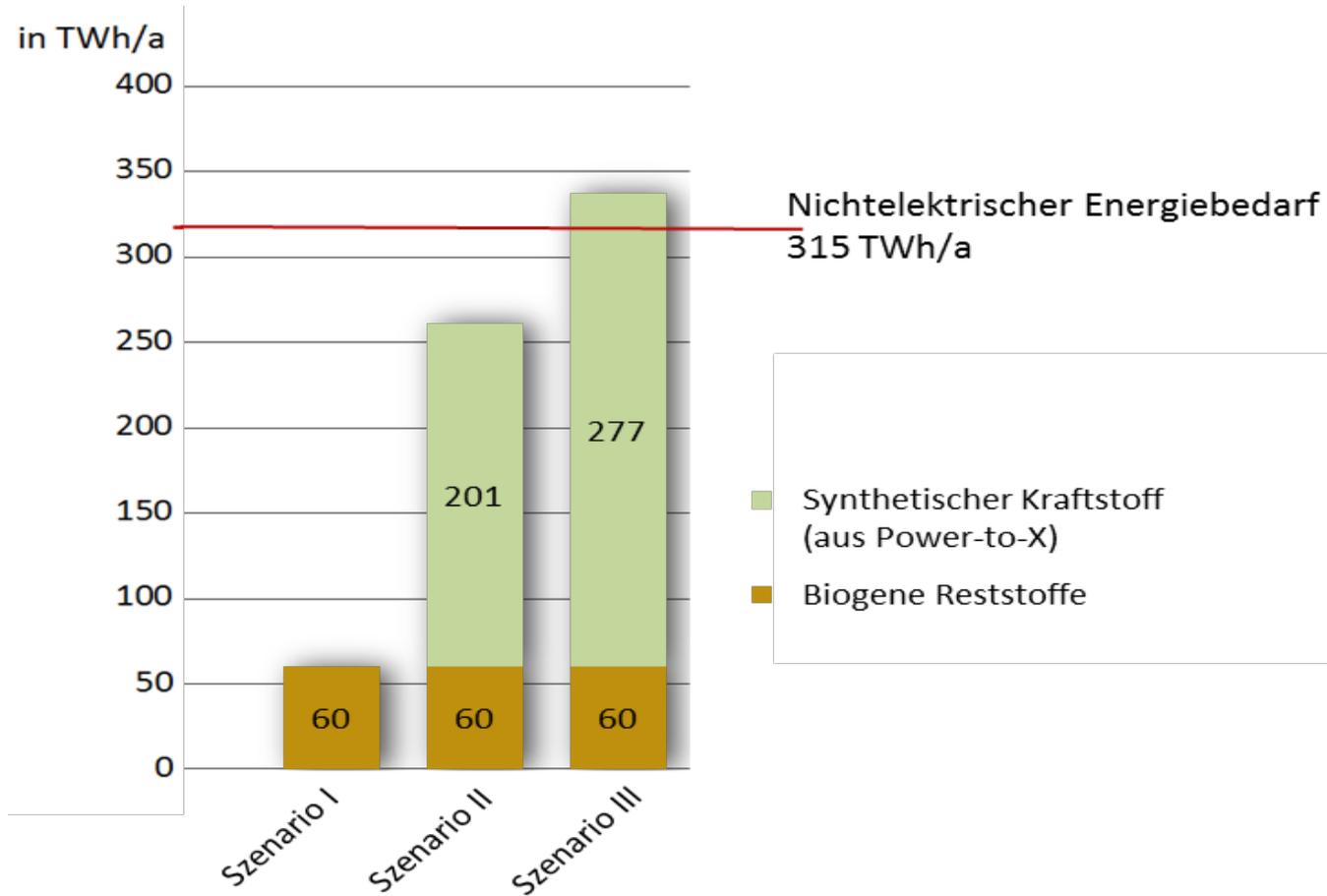
1,227 TWh/a Strombedarf inkl. Stromspeicherung

818 TWh/a Strombedarf

- Windenergie an Land
- PV im Innenbereich
- Windenergie auf See
- Geothermie
- Wasserkraft



Nichtelektrischer Energieertrag



Zwischenergebnis

- Der Strombedarf von 818 TWh/a (+409 TWh/a Stromspeicher) im Jahr 2050 kann menschen- und naturschonend gedeckt werden.
- Ein Überschuss von 181 TWh/a (Szenario „No-regret“) bis 664 TWh/a (Szenario „Kompromiss“) kann für den prognostizierten Nicht-elektrischen Energiebedarf von 510 TWh/a (einschließlich Umwandlungsverluste) eingesetzt werden.
- Zusätzlich wären als Energiequelle für den nicht-elektrischen Bedarf etwa 60 TWh/a aus organischen Reststoffen naturschonend verfügbar.
- Der Flächenbedarf für Windkraftanlagen beträgt im Szenario „No-regret“ rund 1,5 % der deutschen Landfläche und im Szenario „Kompromiss“ 3,8 %.



Bisher nicht berücksichtigte EE-Ressourcen

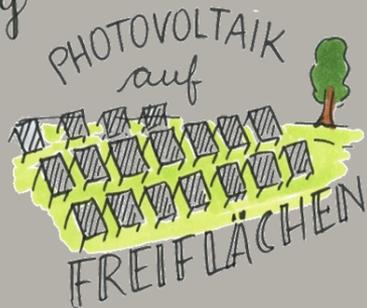
RESERVEN



TECHNISCHE Innovation

+ 5 – 10 % des Energiebedarfs aus Tiefengeothermie

(OPPELT 2017)



Energieimporte



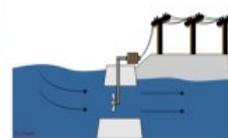
Human and conservation friendly technical innovations



EWICON



ICEWIND



TIDAL POWER



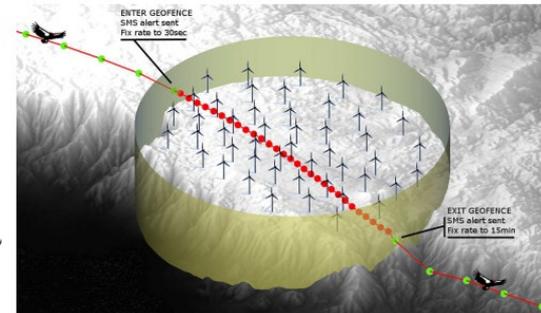
WATTWAYS solar roads



WINDWHEEL



DT-BIRD



Handlungsoptionen

Recht und Anreize auf Bundesebene

Umsetzung anstoßen:
vorhandene Mindestziele Natur (BNatSchG)
und Mensch (BlmschG) räumlich
konkretisieren

Entwickeln:

- „Fachplanung Energieerzeugung“
- Quantitative Ziele auf Bundesebene
- Belohnungssystem für Gemeinden
- Forschung zu mensch- und naturverträglichen Technologien, Speichern, Netzen, ...

Umsetzung in Ländern, Regionen und Gemeinden

Land:

- Schutz Natur und Landschaft
- Quantitative Ziele räumlich weiter konkretisieren

Regionen, Kreise:

- Schutz Natur und Landschaft
- Energiegebiete, Netze, Beteiligung

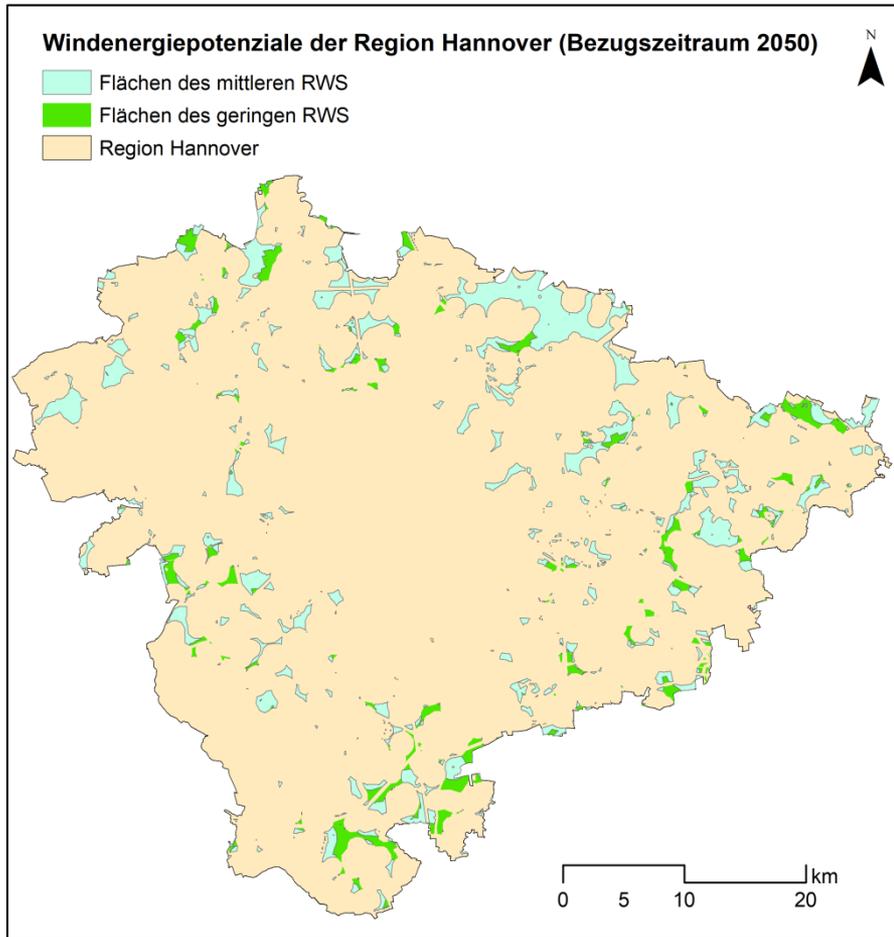
Kommunen:

- Bauleitplanung, Bürgerbeteiligung



Ziele regionalisieren: Wind für die Region Hannover nach „Szenario EE 100 „Kompromiss“ “

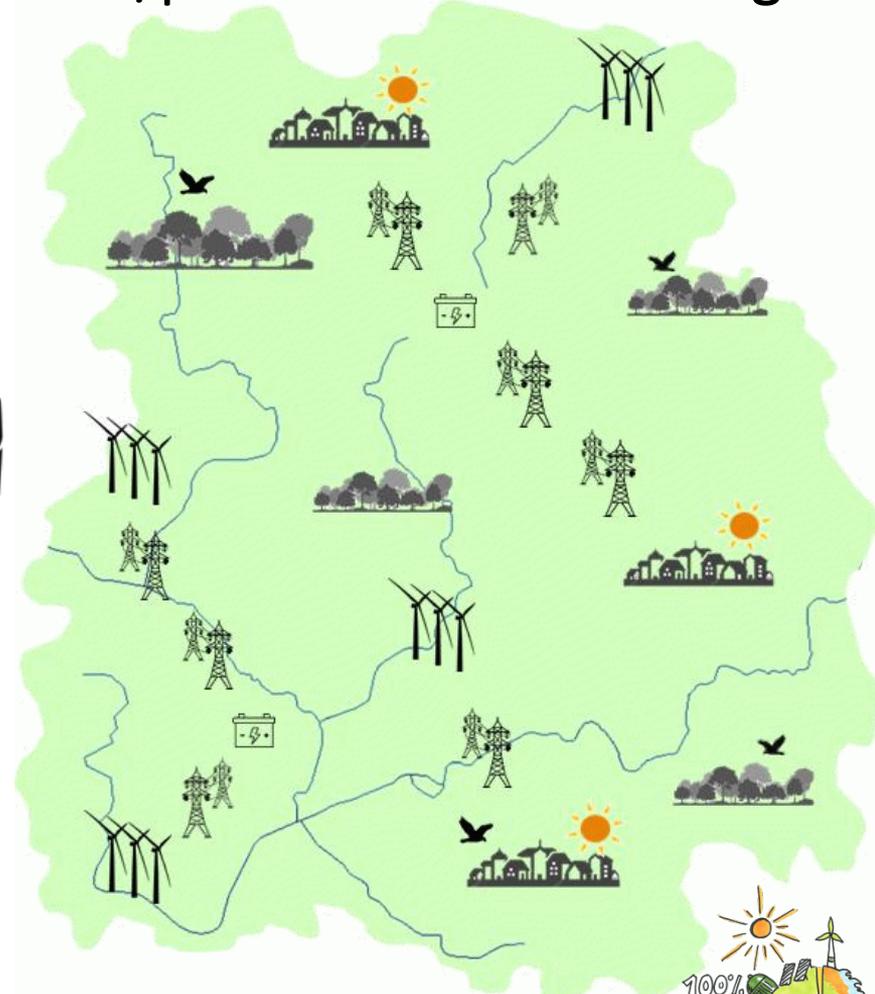
- Geringer RWS: 3,08 TWh/a auf 52,72 km²
- Mittlere RWS: 9,95 TWh/a auf 172,38 km²



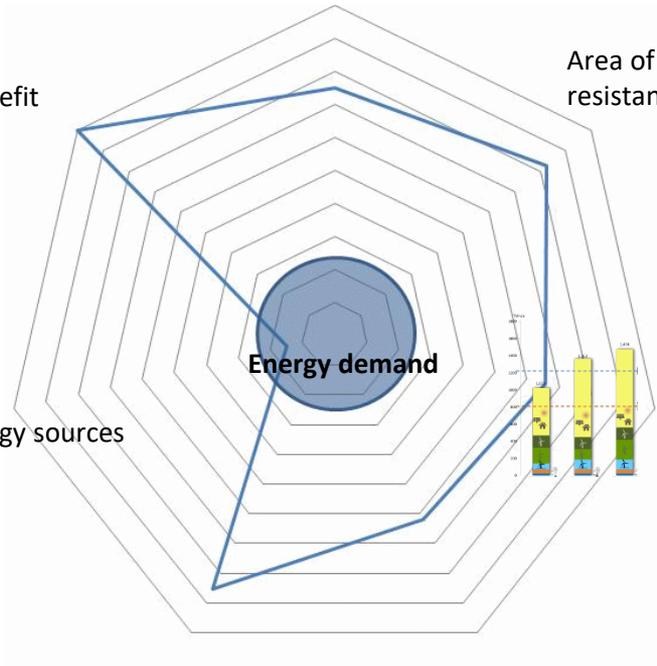
Scenario calculator for local participation/political decision making

Area with medium "resistance"

Area of low "spatial resistance"



Cost/ benefit



Energy demand

Wind energy yield on land

PV in settlements

Wind energy yield offshore





Institut für Umweltplanung
Leibniz Universität Hannover
Prof. Dr. Christina von Haaren



Institut für Landschaftsarchitektur und
Umweltplanung
Technische Universität Berlin
Prof. Dr. Stefan Heiland



Institut für Wirtschaftsinformatik
Leibniz Universität Hannover
Prof. Dr. Michael H. Breitner

Vielen Dank!



Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und
Energiesystemtechnik IEE
Dr. Carsten Pape
Dr. Stefan Bofinger



Institut für elektrische Energiesysteme
Leibniz Universität Hannover
Prof. Dr. Lutz Hofmann
Prof. Dr. Richard Hanke-Rauschenbach



Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum
TU Clausthal
Dr. Jens zum Hingst



Bundesamt für Naturschutz
FG II 4.3 „Naturschutz und
erneuerbare Energien“

