

AKZEPTANZ VON ENERGIEWENDE-SZENARIEN IN DER BEVÖLKERUNG

Marian Klobasa, Frank Sensfuß, Philipp Oehler, Fraunhofer ISI
Fachgespräch, Berlin, 09.11.2015





Energiewende Akzeptanz stärken

Forschungsprojekt KomMA-P

Forschungspartner

Fraunhofer ISE

Uni Münster

Uni Stuttgart-ZIRIUS

Fraunhofer ISI

Unterauftragnehmer der Forschung

SWW Wunsiedel GmbH

Energiewende GmbH

FLMH

Laufzeit: 3 Jahre, Juli 2013 bis Juni 2016

Forschungsfragen

- Wie sieht eine **kostenoptimierte Energiewelt** in Deutschland bis 2050 aus, die die Ziele der Energiewende erfüllt?
 - Welchen Anteil haben Wind und PV-Anlagen am Ausbau?
 - Welcher Infrastrukturbedarf ist dafür notwendig?
 - Wie hoch sind die Kosten einer solchen Energiewelt?
- Wie **verändert** sich das **Portfolio** an Erzeugungstechnologien und Infrastruktur, wenn Aspekte von **Akzeptanz und Partizipation** stärker berücksichtigt werden?
 - Welche Rückwirkungen ergeben sich auf die Kosten des Energiesystems?
 - Wie sehen Transitionspfade des Energiesystems aus, die Aspekte der Akzeptanz und Partizipation neben den Kostenfragen eine hohe Relevanz geben?
- Welche **Handlungsempfehlungen** leiten sich daraus ab?

PowerACE Model Plattform

Input Data



Regenerative Technologies

- Existing capacities
- Weather data
- Technology characteristics
- GIS Data



Conventional Technologies

- Existing capacities
- specific investment (€/kW)
- Efficiency
- Energy carrier
- Disponibility



Electricity demand

- Annual demand
- Hourly demand profiles



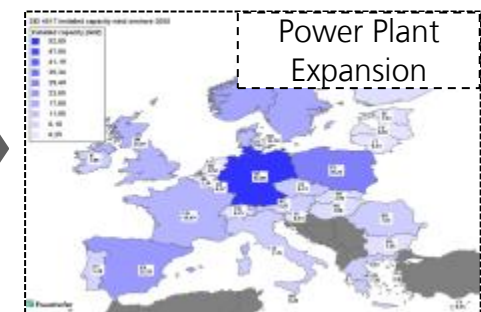
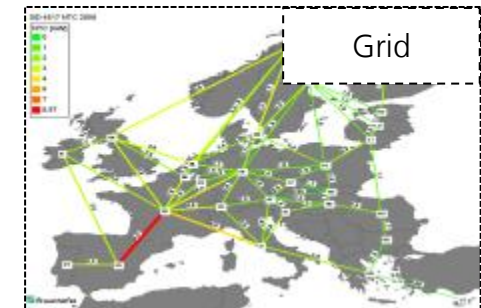
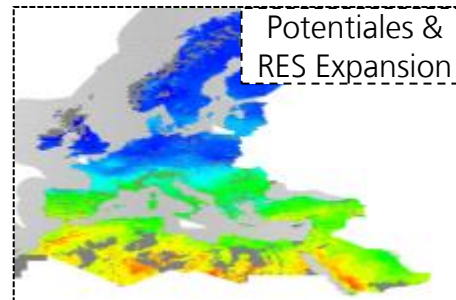
Transmission grid

- Existing capacities
- specific investment(€/kW/km)

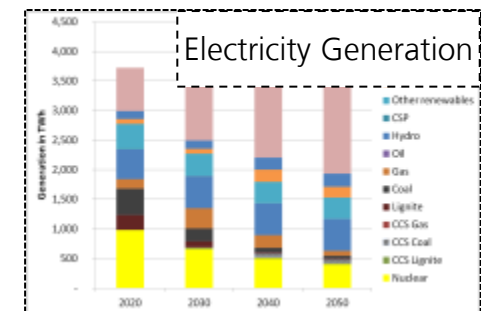
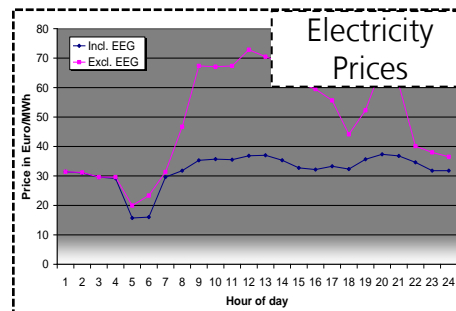


Energy storage

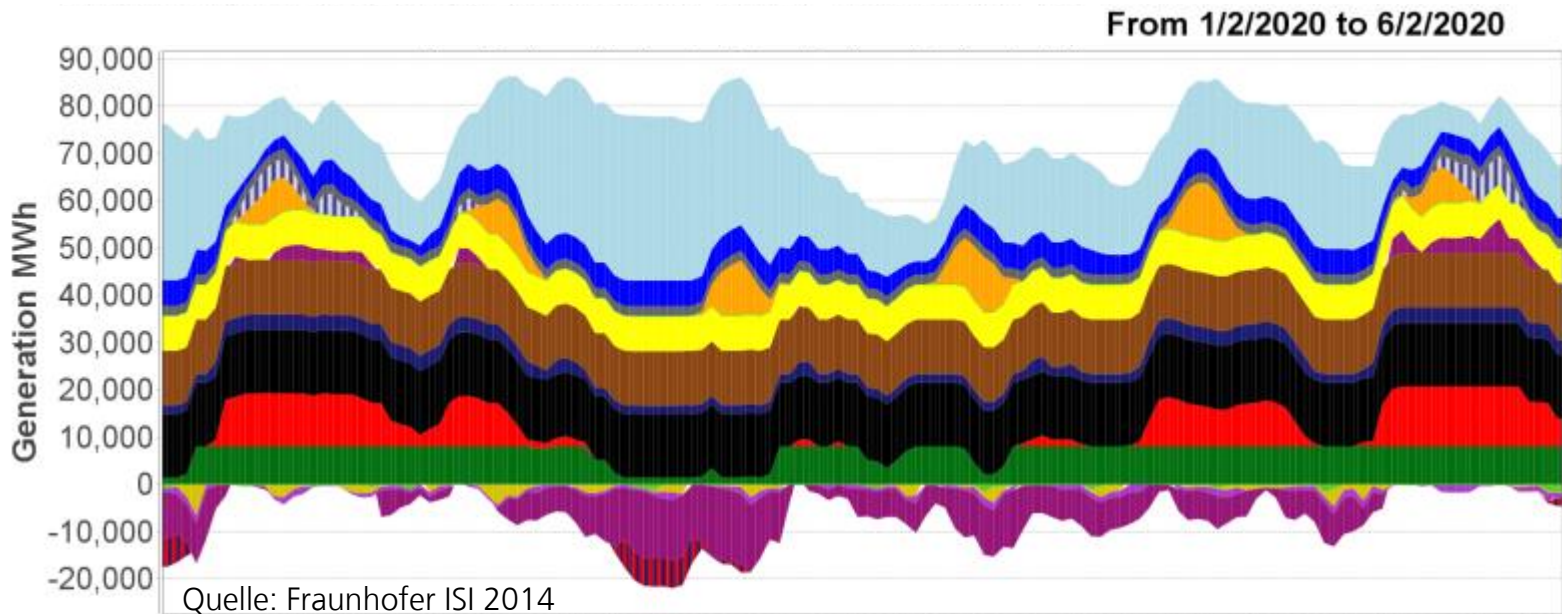
- Existing capacities
- specific investment(€/kW)
- efficiency



**Analysis of potentials
Optimisation
Simulation**



Modellresultate – Beispielsituation 2020



=> Detaillierte Abbildung des Energiesystems



Schnittstellen

Zentrale Frage: **Wie bildet man Akzeptanzfragen in einem techno-ökonomischen Energiesystemmodell ab?**

Zwei zentrale Schnittstellen:

- **Kosten**
 - Bürgerbeteiligung, Entschädigungszahlungen etc. kosten Geld
- **Landnutzung**
 - Höhere Auflagen oder Bürgerproteste können den Spielraum von Erneuerbaren Energien einschränken

Weitere Einflüsmöglichkeiten

- Ausbauziele
- Erneuerbaren-Quoten, Emissionsziele

Zusammenstellung der Szenarien

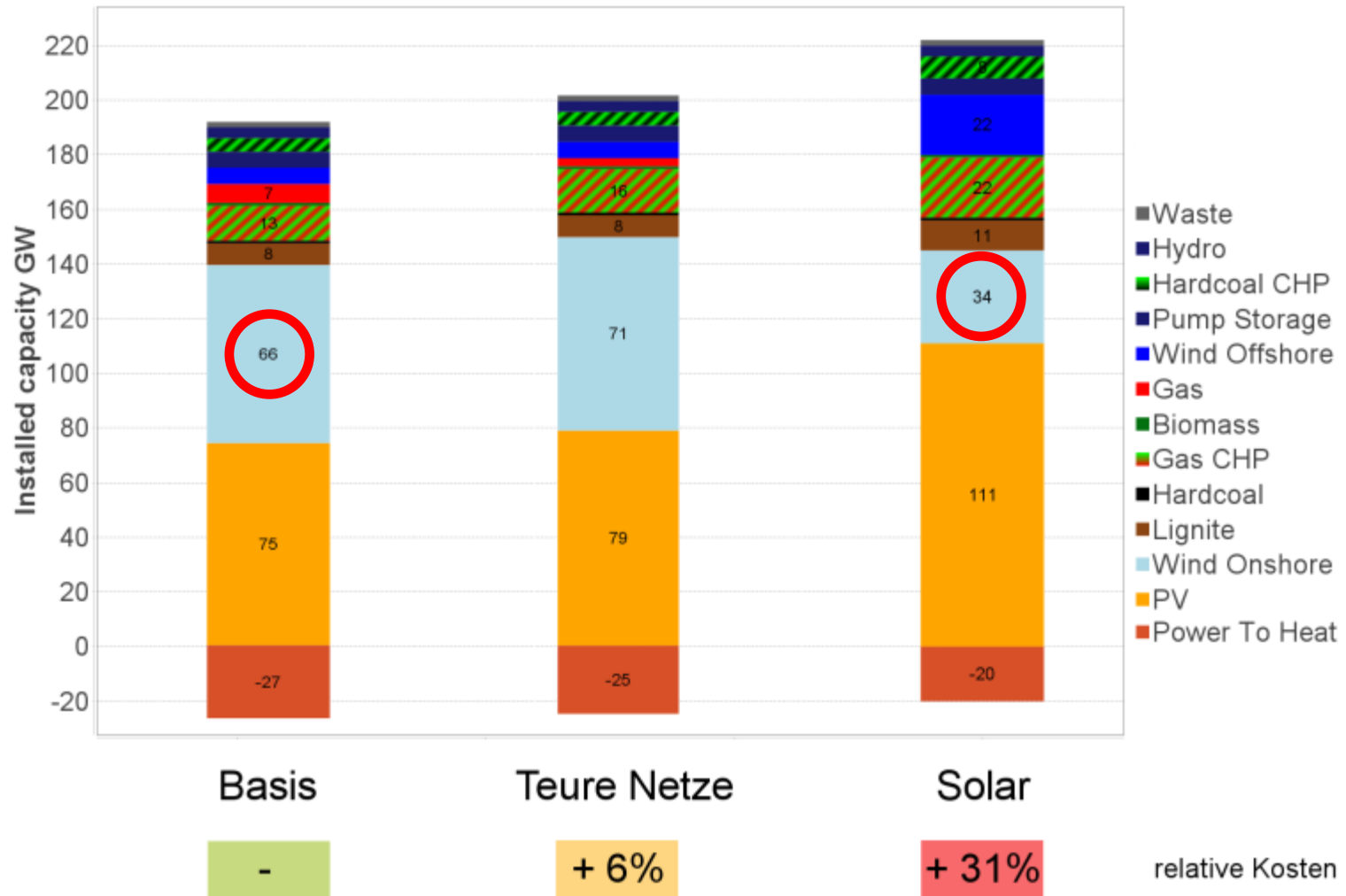
- Wie entwickelt sich das Energiesystem, wenn man den **ökonomisch günstigsten Pfad** wählt, um CO₂-Ziele und Erneuerbaren-Quoten zu erreichen?
- Wie unterscheidet sich der Pfad, wenn **Windenergie** an Land nur **sehr schwach akzeptiert** wird und daher nur sehr eingeschränkt ausgebaut werden kann?
- Wie unterscheidet sich der Pfad, wenn **Netzausbau** nur **sehr schwach akzeptiert** wird?
- Wie unterscheidet sich der Pfad, wenn **viel Photovoltaik** ausgebaut wird?

Szenarienübersicht

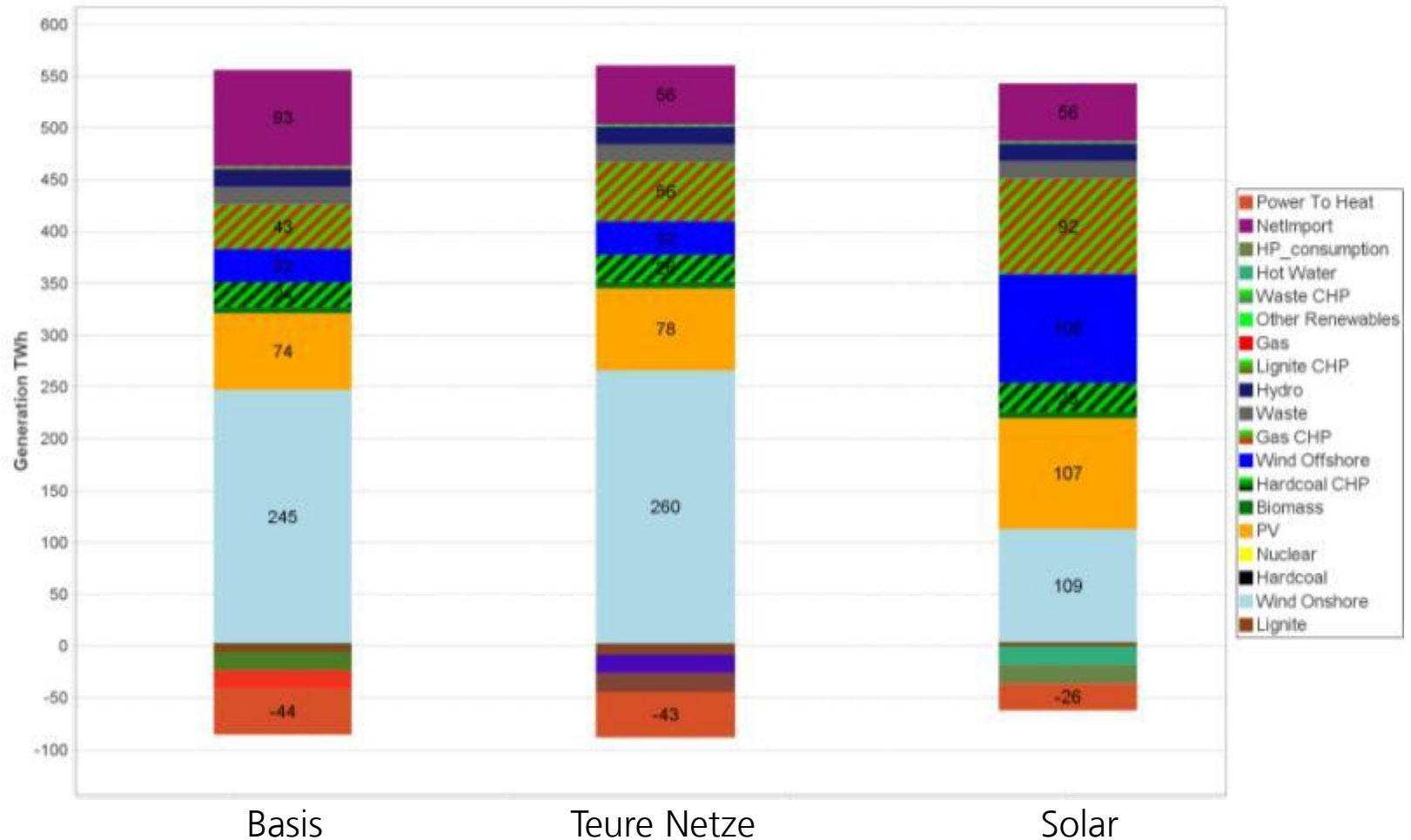
Drei Szenarientypen gerechnet:

- Annahme für **alle Szenarien**
 - **70%** des deutschen Stromverbrauchs durch **EE-Erzeugung** in Deutschland
 - **80% Reduktion des CO₂-Ausstoßes** in der EU gegenüber 1990 (1500 MT); keine explizite Vorgabe für Deutschland
- **Basis-Szenario**
 - EE- und CO₂-Ziele, sonst keine Beschränkungen
 - **52GW PV-Ausbauziel**
- **Teure-Netze-Szenario**
 - Netze 1,5x teurer (Annahmen: 15% statt 10% Erdverkabelung, 35% Entschädigungsaufschlag)
 - **52GW PV-Ausbauziel**
- **Solar-Szenario**
 - Flächenverfügbarkeit für Windkraft onshore auf ¼ reduziert
 - Hohes Ausbauziel für PV (**100 GW**)

Installierte Kapazitäten 2050



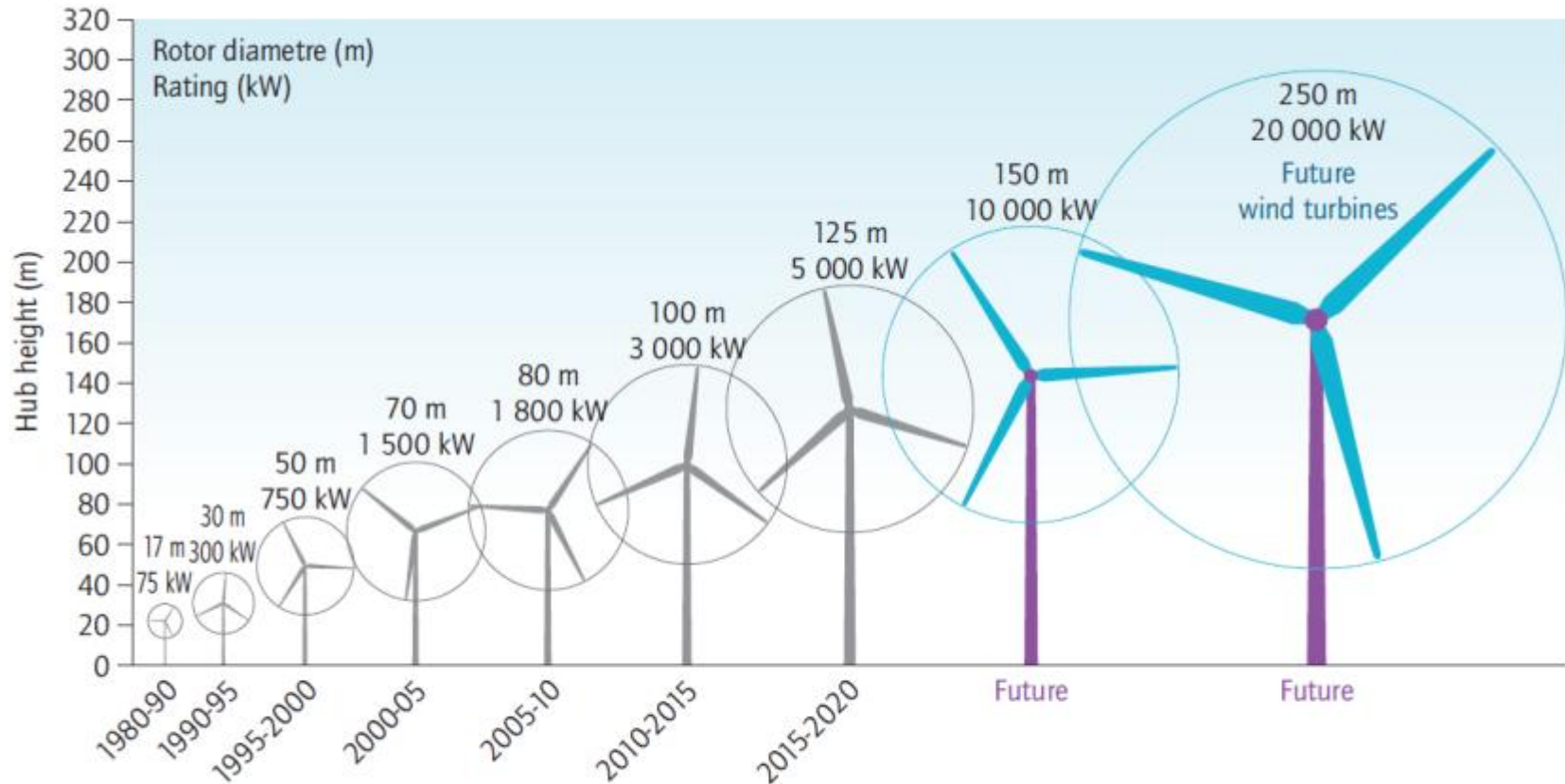
Vergleich Erzeugung 2050



Abschätzung zu Anlagenanzahl

- **Status Quo Wind Onshore:** ca. 25.000 Anlagen mit einer installierten Leistung von 38 GW erzeugen in 2014 ca. 57 TWh. Mittlere Anlagenleistung liegt bei ca. 1,5 MW bei einer Auslastung von 1600 Volllaststunden. Anteil an der Stromerzeugung ca. 10 %
- **Szenario 2050:** ca. 66 GW erzeugen ca. 245 TWh. Auslastung liegt bei ca. 3700 Volllaststunden, Anteil an Stromerzeugung ca. 44 %. Anlagengröße eher 3 – 5 MW und ca. 130 – 160 m Rotorfläche.
- Weitere EE-Technologien
 - Solar: 75 GW mit 74 TWh Erzeugung, ca. 13 % der Stromerzeugung
 - Offshore-Wind: 6 GW mit 32 GWh Erzeugung, ca. 5 – 6 % der Stromerzeugung
 - Wasserkraft: 2 GW mit ca. 8 GWh Erzeugung, ca. 1 – 2 % der Stromerzeugung
 - Import: ca. 93 TWh, ca. 17 % der Stromerzeugung

Technology trends



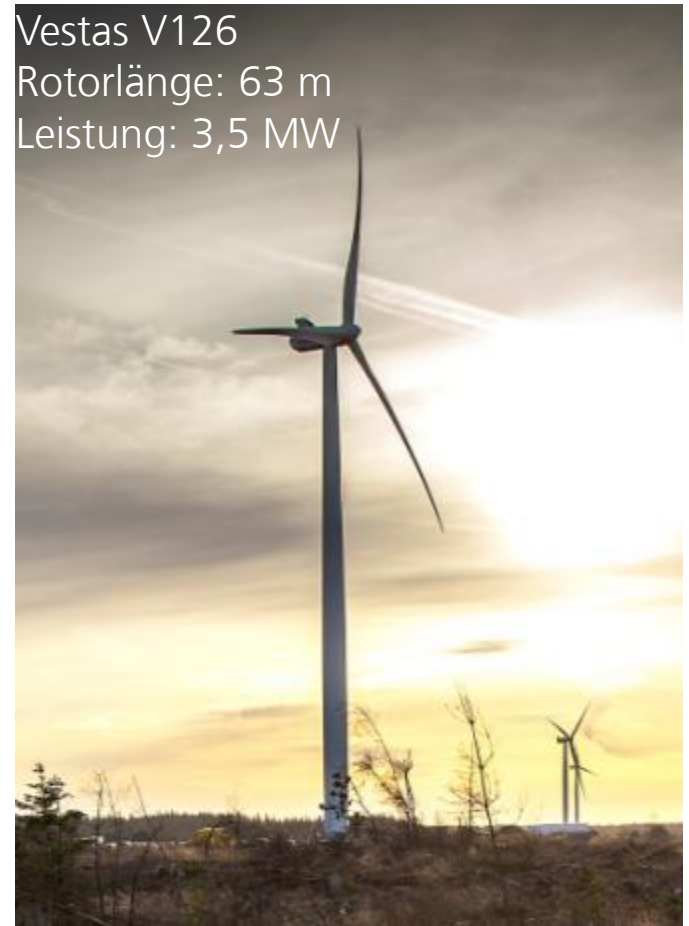
Source: adapted from EWEA, 2009.

Technology trends 2005 vs. 2015

Enercon E 66
Rotorlänge: 33 m
Leistung: 1,8 MW



Vestas V126
Rotorlänge: 63 m
Leistung: 3,5 MW



Interpretation

- **Einschränkung des Ausbaus von Windenergie** mit erhöhtem Ausbau von PV hat auch **geringeren Übertragungsnetzausbau** zur Folge, aber **zusätzliche Kosten bei Verteilnetzausbau**
 - Dies wird durch **deutlich höhere Kosten** und erhöhten Einsatz konventioneller Kraftwerke erkaufte
- **Erhöhte Kosten für Übertragungsnetze** (bspw. durch Erdverkabelung und Kompensation), **ändern das System** trotz höherer Kosten **insgesamt nur wenig**
- **Einschränkung der Flächenverfügbarkeit für Windkraftanlagen** reduziert zwar den Ausbau, führt allerdings auch dazu, dass **Anlagen sehr verstreut und auch an schlechten Standorten** errichtet werden.

Kontakt



Dr. Marian Klobasa
Tel: +49(0)721-6809-287
Mail: marian.klobasa@isi.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für System- und
Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe
www.isi.fraunhofer.de

Philipp Oehler
Tel: +49(0)721-6809-654
Mail: philipp.oehler@isi.fraunhofer.de



Das Forschungsprojekt unter Leitung des Fraunhofer ISE wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Fördergeber ist Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH.



Das Vorhaben ist Teil des BMBF-Rahmenprogramms „[Forschung für nachhaltige Entwicklungen](#)“ (FONA) und des Programms „[Umwelt- und Gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems](#)“.