



Strommarkttreffen „Wetterdaten“, Berlin, 17.11.2017

# Analyse eines europäischen -95 %-Klimazielszenarios über mehrere Wetterjahre

Diana Böttger, Norman Gerhardt

Gefördert durch:



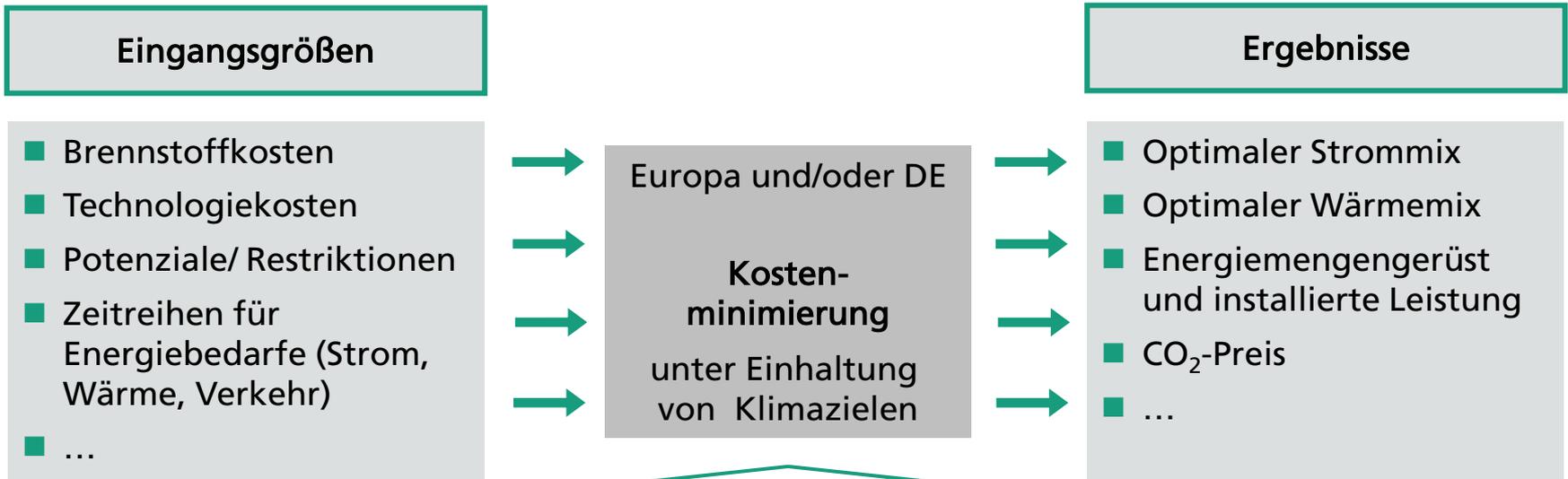
Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Forschungsfrage

- Kann ein auf **fluktuierenden EE basierendes Energieversorgungssystem** die **Versorgungssicherheit** garantieren?
- Welche Auswirkungen hätten **extreme Wetterjahre** (z.B. kalt und windschwach)?
- Analyse für ein Klimazielszenario (- 95 % CO<sub>2</sub> in Europa) in 2050
- Vergleich von **7 unterschiedlichen historischen Wetterjahren** (2006 bis 2012)

# Sektorübergreifende Zubau- und Einsatzoptimierung „SCOPE“



-Märkte:



Technologieportfolio:

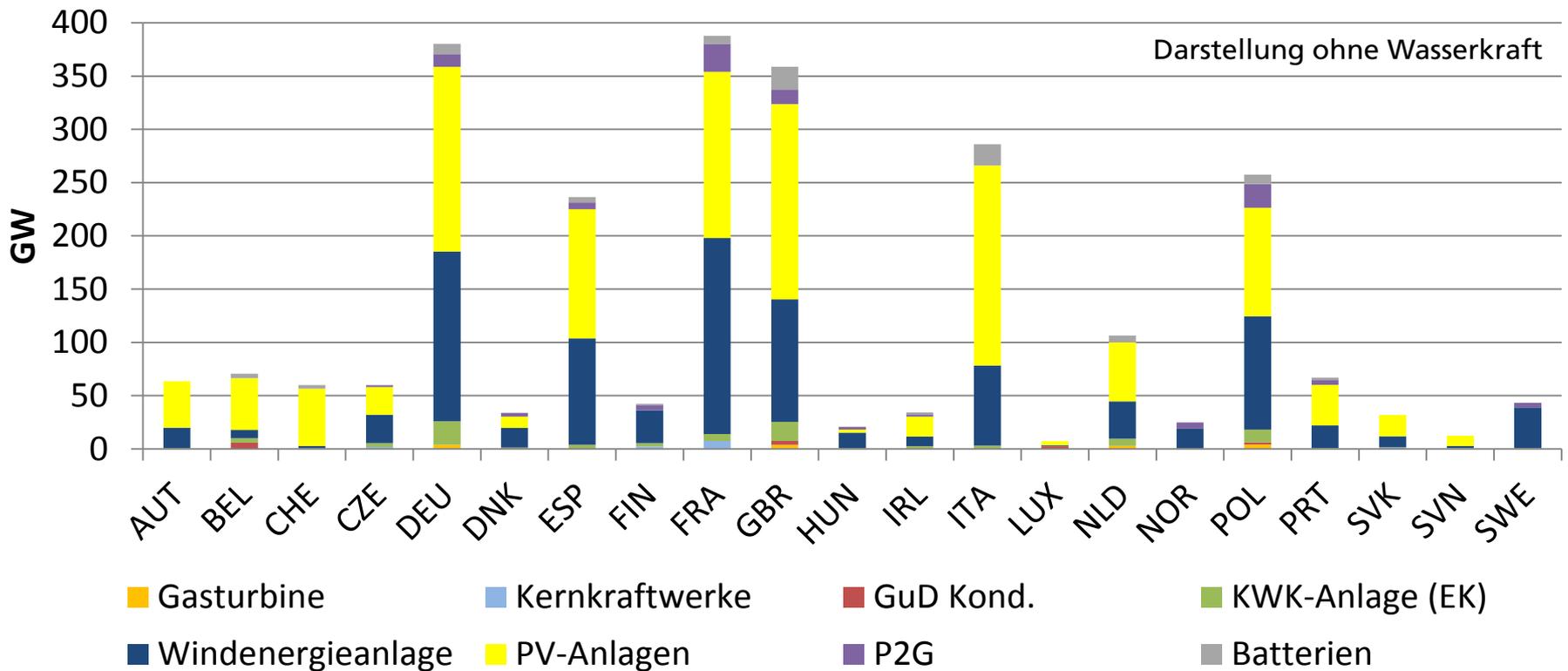


# Szenariodefinition

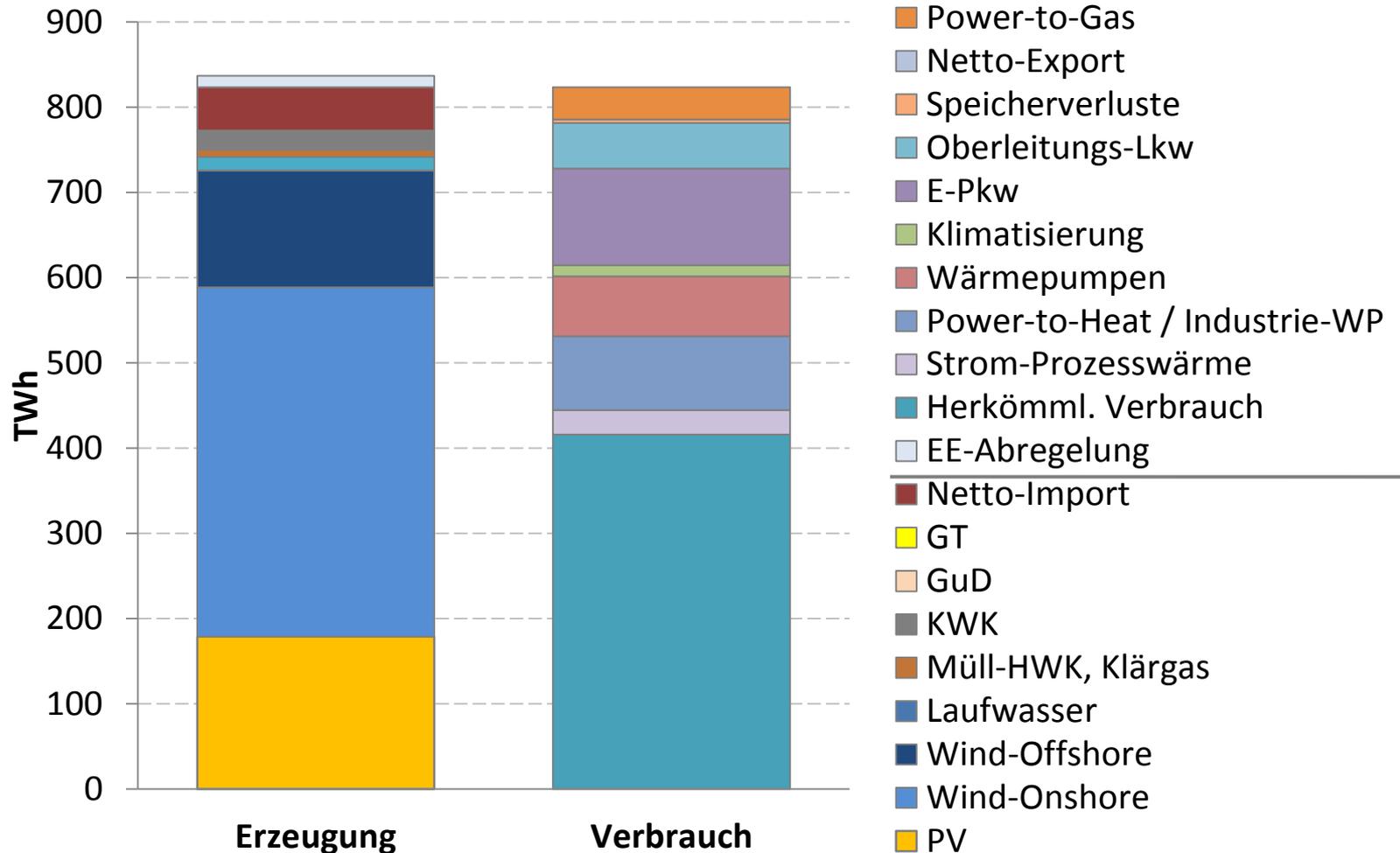
- **CO<sub>2</sub>-Emissionen:** -95 % in ganz Europa → erneuerbare Vollversorgung
- **Strom:** Effizienzsteigerung bei herkömmlichen Anwendungen, wenige letzte KKW in Europa, ansonsten nur noch Gaskraftwerke möglich; Biomasse als Gasgutschrift; Ausbau der europäischen Kuppelstellen, keine inländischen Kapazitätsrestriktionen im Stromnetz modelliert
- **Wärme:** deutliche Effizienzsteigerung, dezentrale Wärmepumpen mit thermischen Speicher, KWK mit Wärmespeicher und P2H, generell überwiegend hybride Systeme
- **Verkehr:** überwiegend Elektromobilität mit vorwiegend gesteuertem Laden (kein V2G), Oberleitungs-Hybrid-Lkw, verbleibender Kraftstoffbedarf über PtL-Import aus dem außereuropäischen Ausland

# Klimazielszenario für 2050: Installierte Leistungen in Europa

■ Deutschland: 173 GW PV, 159 GW Wind, 12 GW P2G, 10 GW Batterien

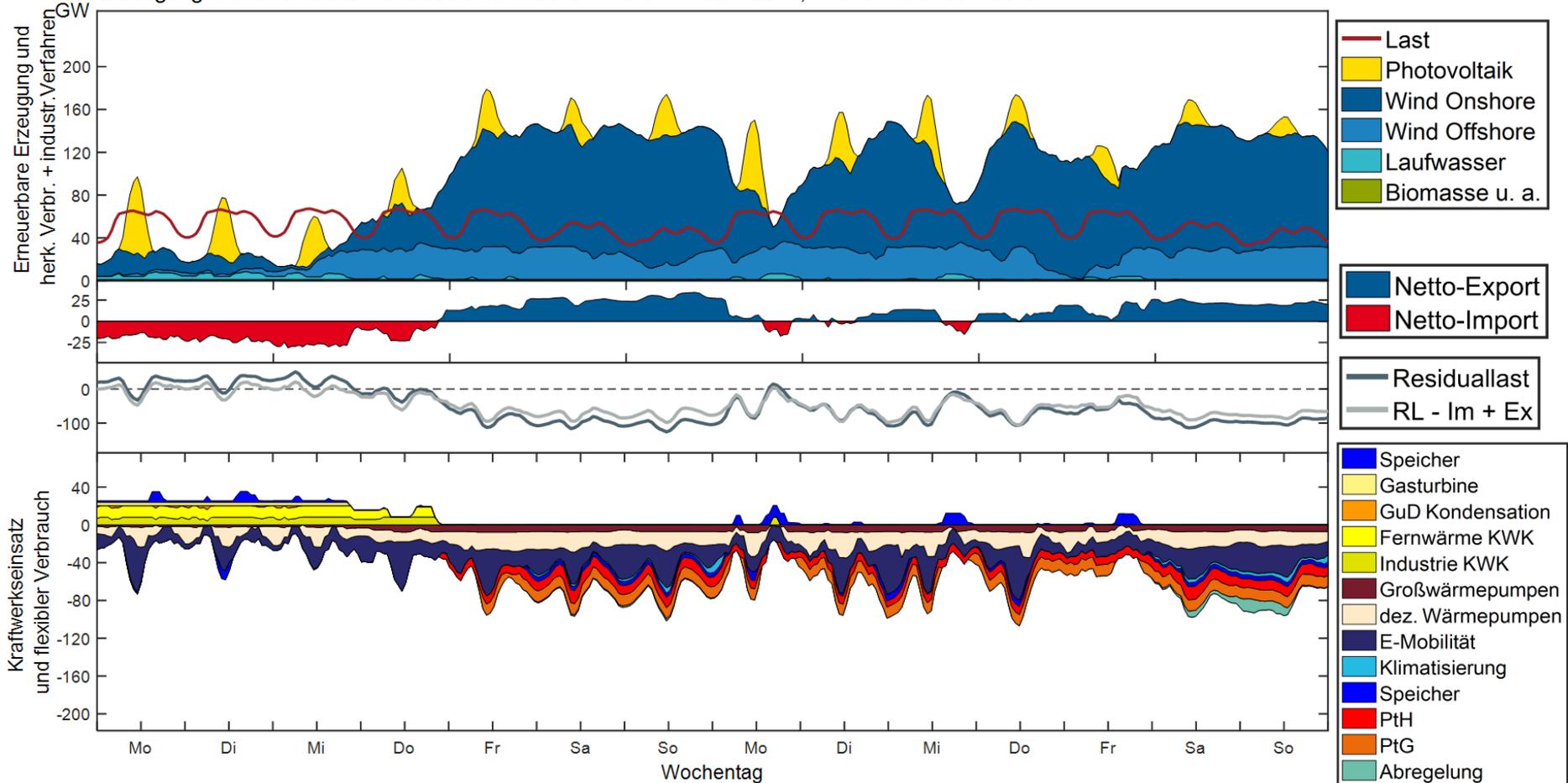


# Stromerzeugung und Stromverbrauch in Deutschland 2050

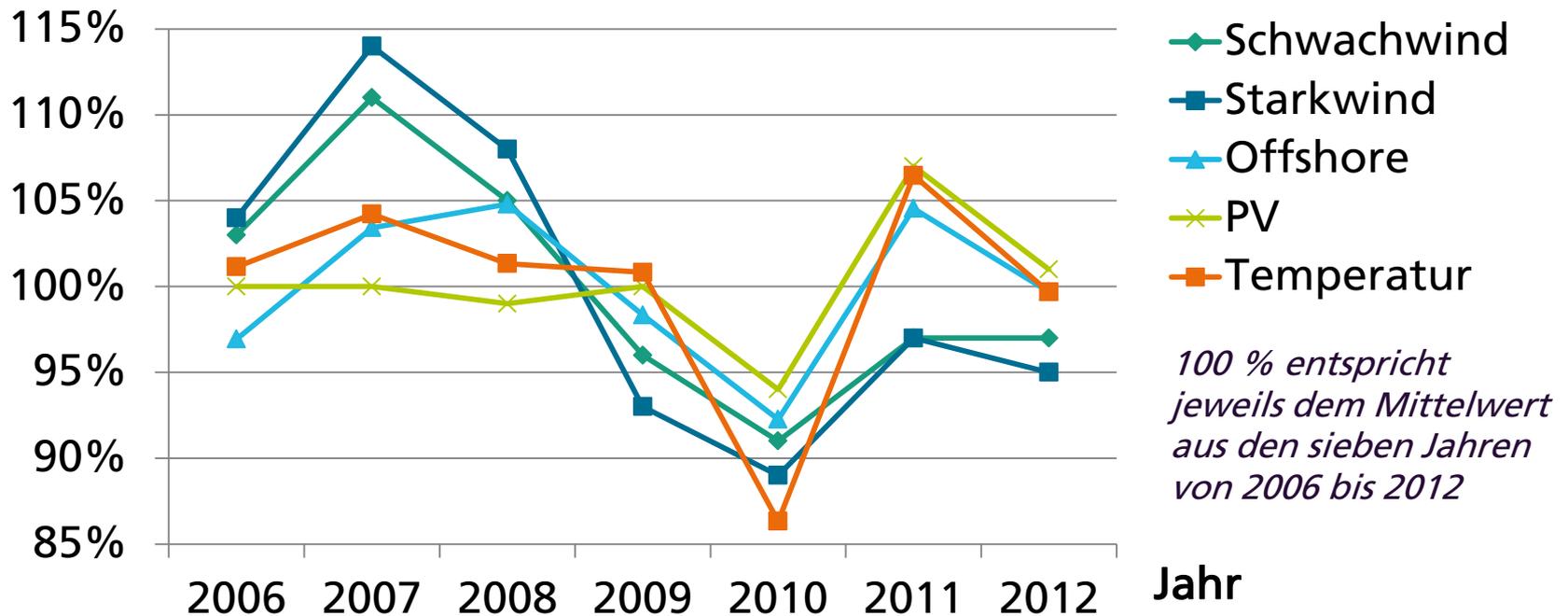


# Stromerzeugung und Stromverbrauch

Erzeugung und Strombedarf in Deutschland 2050 - meteorol. Jahr 2011, 47./48. Kalenderwoche

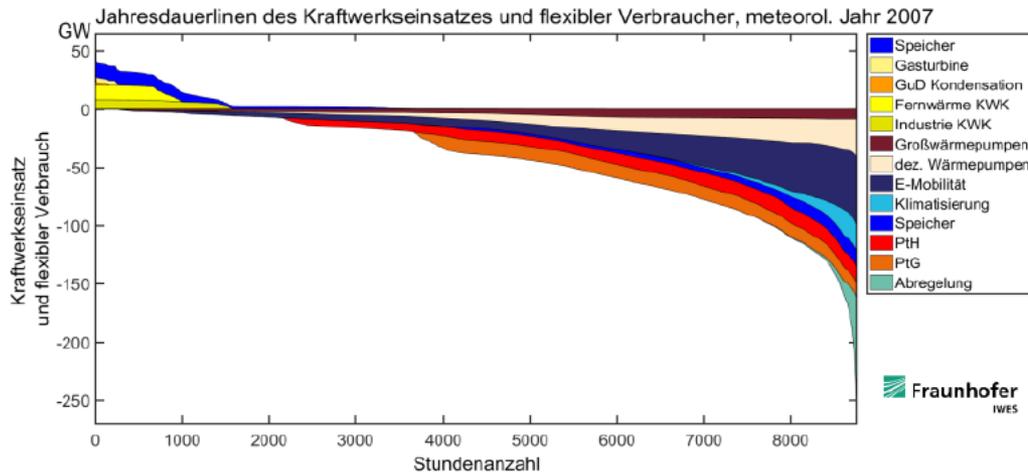


# Relative Energieerträge für Windkraft und PV sowie bevölkerungsgewichtete mittlere Temperatur nach Wetterjahren in Deutschland

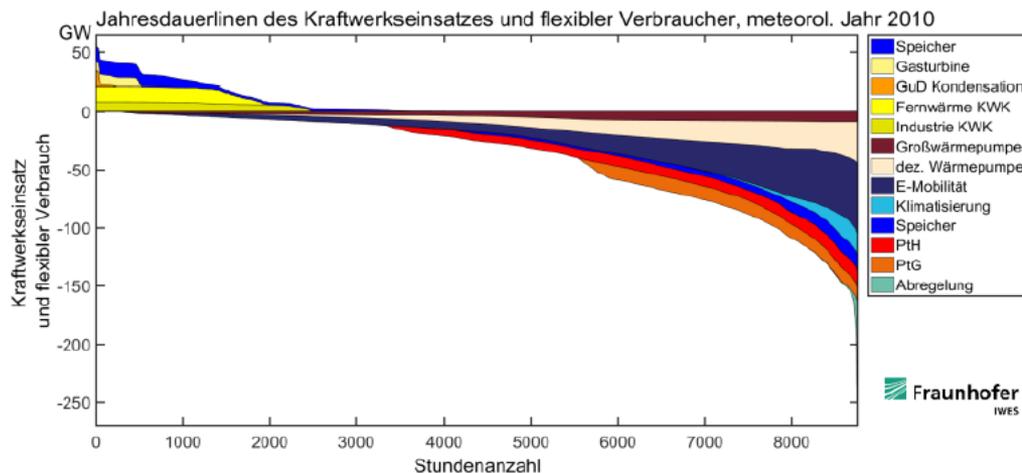


- 2010: extremes Wetterjahr: kalt und geringe EE-Volllaststunden
- 2007: bestes Windjahr
- 2011: Effekte Klimawandel (viel PV, warm) repräsentiert

# Vergleich der Wetterjahre 2007 und 2010 für Deutschland

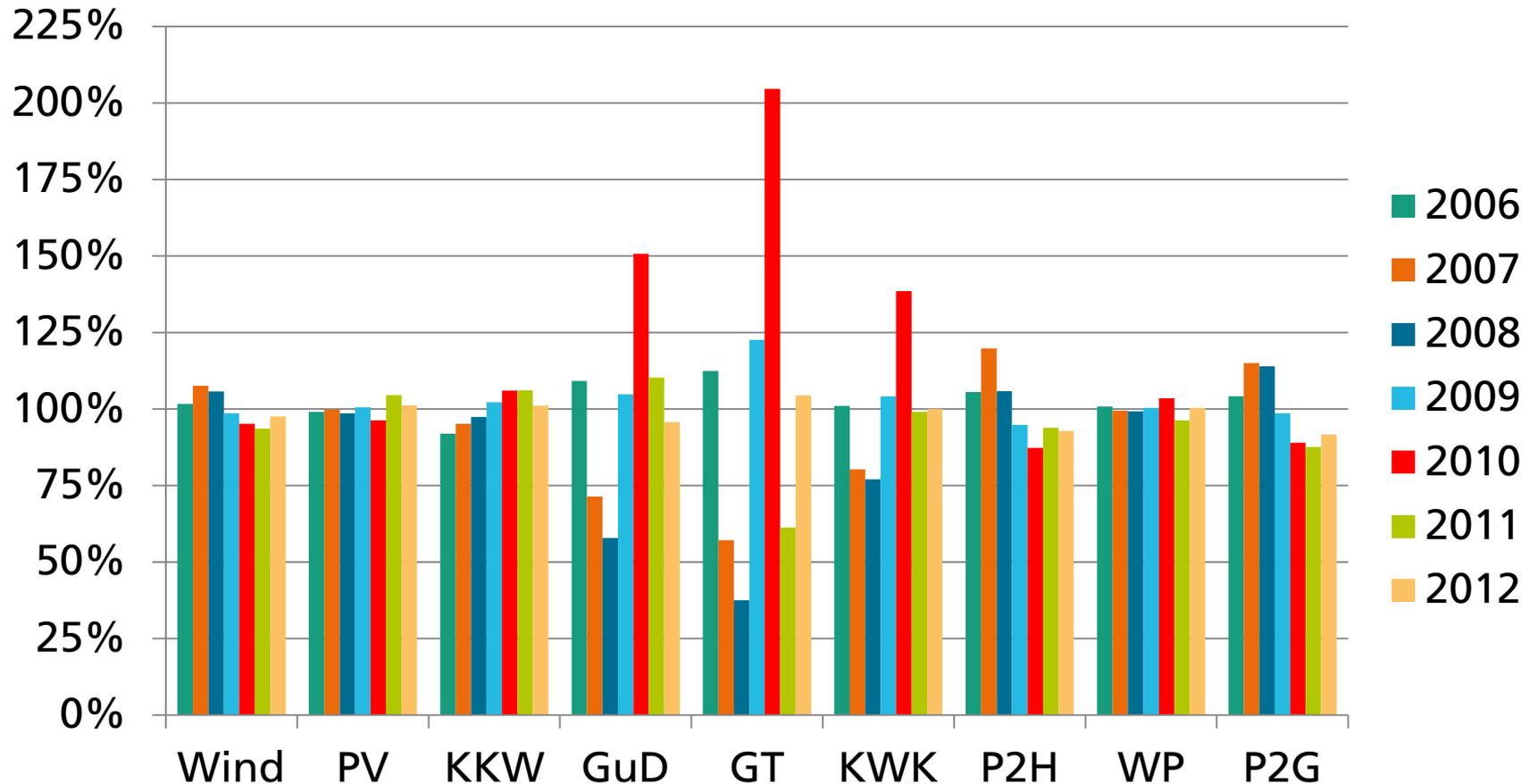


	TWh/a
Speicher_out	17,3
Gasturbine	1,0
GuD Kond	0,3
Fern. KWK	9,9
Industrie KWK	10,6
Groß-WP	38,7
dez. WP	71,3
E-Mob	165,2
Klima	12,9
Speicher_in	22,5
PtH	61,6
PtG	58,4
Abregelung	6,5



	TWh/a
Speicher_out	16,71
Gasturbine	3,91
GuD Kond	0,78
Fern. KWK	20,15
Industrie KWK	16,65
Groß-WP	41,27
dez. WP	79,96
E-Mob	166,48
Klima	10,75
Speicher_in	21,13
PtH	44,17
PtG	36,14
Abregelung	1,63

# Gesamteuropäischer Vergleich von Erzeugung und Verbrauch



■ 100 % entsprechen jeweils dem Mittelwert über die 7 Jahre

# Zusammenfassung

- Auf **wetterabhängigen EE basierendes System** kann die **Versorgungssicherheit garantieren**, wenn fehlende Erzeugung aus EE durch KWK-Anlagen, Gasturbinen, Pumpspeicher, Batteriespeicher sowie den europäischen Stromimport kompensiert werden. Außerdem ist eine **hybride Auslegung von Wärmeerzeugern** hilfreich.
- **Wetterjahr 2011** erscheint geeignet für Analysen, die **Effekte des Klimawandels** (höhere Temperaturen, mehr PV, mehr Klimatisierung) berücksichtigen sollen, sowie auch für Energiebilanzen, da es mittlerem Wetterjahr entspricht; für Robustheit in Bezug auf eine **Dunkelflaute Zeiträume aus Januar 2010** sinnvoll

# Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

## Kontakt Daten:

Dipl.-Wirtsch.-Math. Diana Böttger

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES)  
Institutsteil Energiesystemtechnik

FuE-Bereich Energiewirtschaft und Systemanalyse

Goethestr. 27 | 34119 Kassel (Besucheradresse)

Königstor 59 | 34119 Kassel (Postadresse)

E-Mail: [diana.boettger@iwes.fraunhofer.de](mailto:diana.boettger@iwes.fraunhofer.de)

Telefon: 0561 / 7294 - 1738

<http://www.energiesystemtechnik.iwes.fraunhofer.de>

# Quellen

- Fraunhofer IWES (2017): Analyse eines europäischen -95%-Klimazielszenarios über mehrere Wetterjahre. Teilbericht im Rahmen des Projektes: KLIMAWIRKSAMKEIT ELEKTROMOBILITÄT - Entwicklungsoptionen des Straßenverkehrs unter Berücksichtigung der Rückkopplung des Energieversorgungssystems in Hinblick auf mittel- und langfristige Klimaziele. Kassel. Online verfügbar unter [projekt-envelmo.iwes.fraunhofer.de/includes/reports/Auswertung\\_7Wetterjahre\\_95Prozent\\_FraunhoferIWES.pdf](http://projekt-envelmo.iwes.fraunhofer.de/includes/reports/Auswertung_7Wetterjahre_95Prozent_FraunhoferIWES.pdf)
- Böttger, D., Gerhardt, N., Ganal, I. (2017): Auswirkungen des Wetterjahres in kostenoptimalen Klimaschutzszenarien. In: VDI Wissensforum GmbH: 12. Fachtagung „Optimierung in der Energiewirtschaft“, VDI-Berichte 2303.