
Geografische Verteilung der PV für eine gelingende Energiewende in Deutschland

Berit Müller, Caroline Möller,
Elisa Gaudchau, Ludwig Schneider,
Kevin Gajkowski, Christian Breyer

7/8.11.2013 – PV Symposium Wolfen



Zielsetzung des RLI: Anwendungsnahe Forschung zur optimalen Integration Erneuerbarer Energien in unser Energiesystem

Thematische Schwerpunkte am RLI



Mobilität und erneuerbare Energien



Optimierte Energiesysteme (Regional D / Off Grid)



Technologie erneuerbarer Energiesysteme

Querschnittsthema

- Begleitung von Transformationsprozessen

- 1. Die Stromstudie Deutschland des RLI als Basis für verschiedene Auswertungen**
- 2. Allgemeine Ergebnisse**
- 3. PV-bezogene Ergebnisse**

Vergleich und Optimierung von zentral und dezentral orientierten Ausbaupfaden zu einer Stromversorgung aus EE in Deutschland



HALEAKALA
STIFTUNG

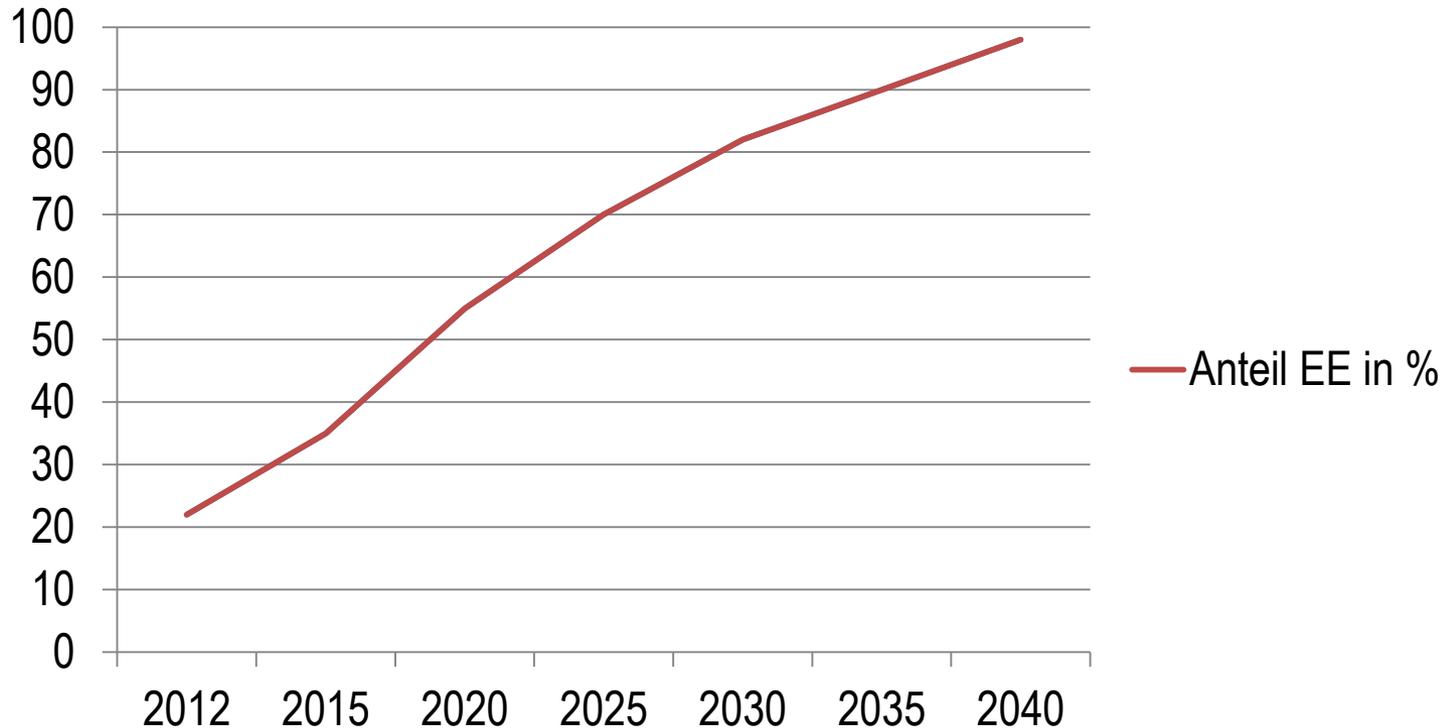


Aufgabenstellung

2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
22 %	35 - 37 %	55 - 57 %	70 - 72 %	82 - 84 %	90 - 92 %	98 - 99 %

Istzustand

Simulationen



Modellbildung

- Mehrknoten
- Berücksichtigung des Transportnetzes

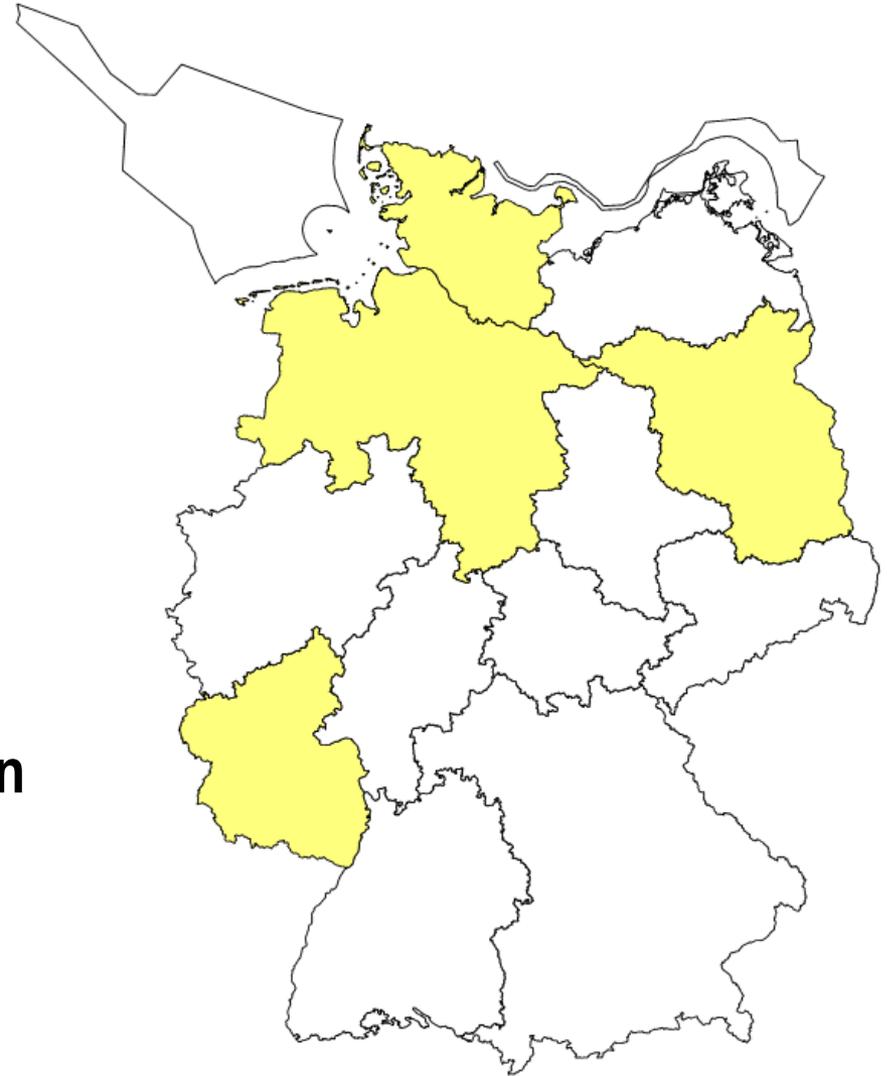
und Optimierung

- Optimierte Größenordnung und räumliche Verteilung von Kraftwerkskapazitäten (EE und fossil)
- Optimierter Kraftwerkseinsatz
- Optimierung auf minimale Stromgestehungskosten
- Abschätzung der Kommunalen Wertschöpfung

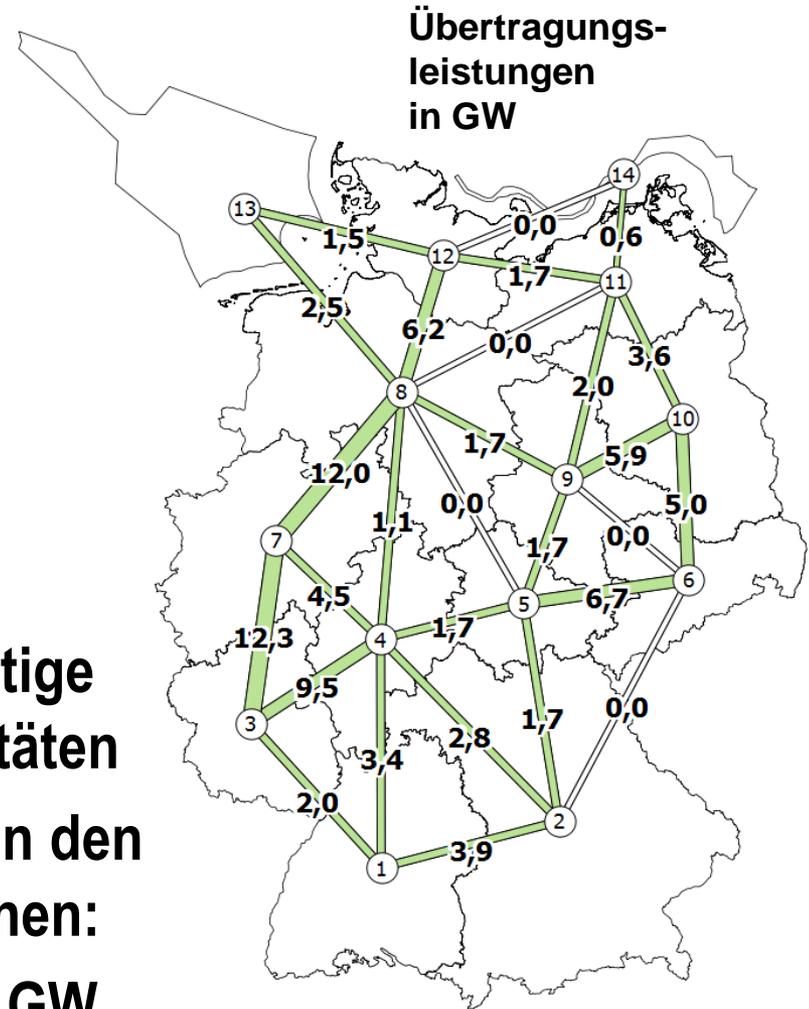
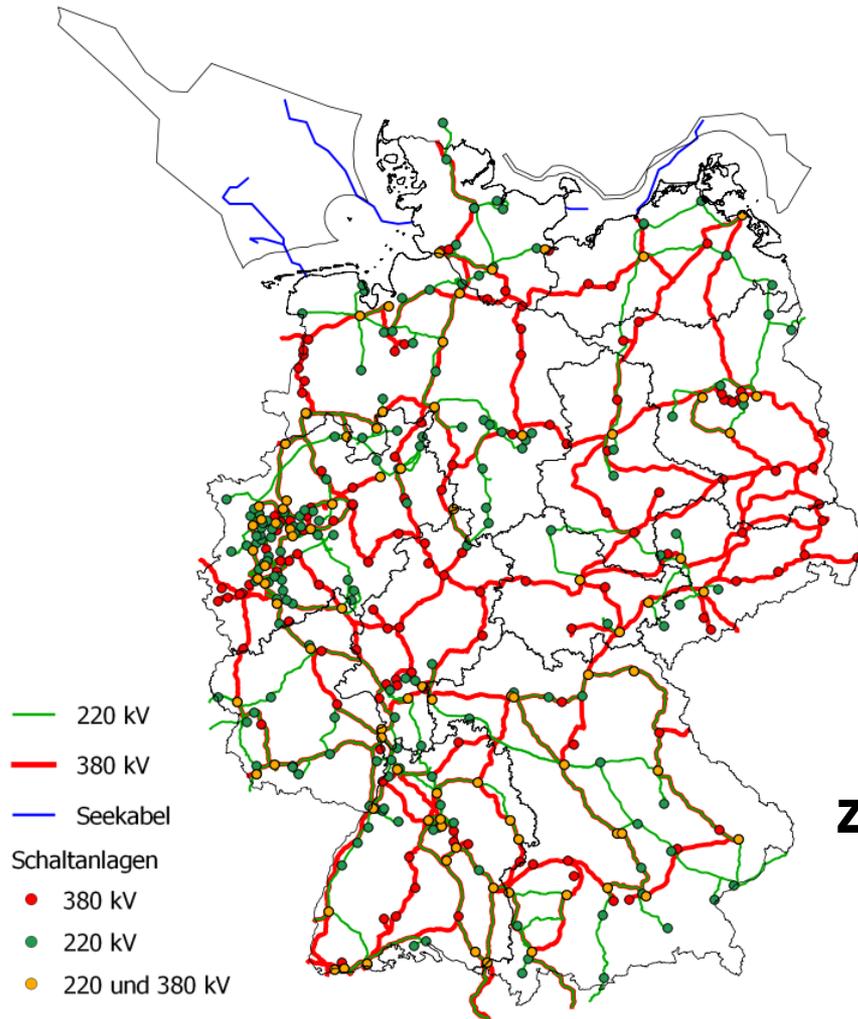
Deutschland mit 14 Regionen (Knoten)

- 12 „Bundesländer“
- 2 Offshore-Regionen

**Stadtstaaten und Saarland werden
Bundesländern zugeordnet.**



Istzustand: Übertragungsnetz



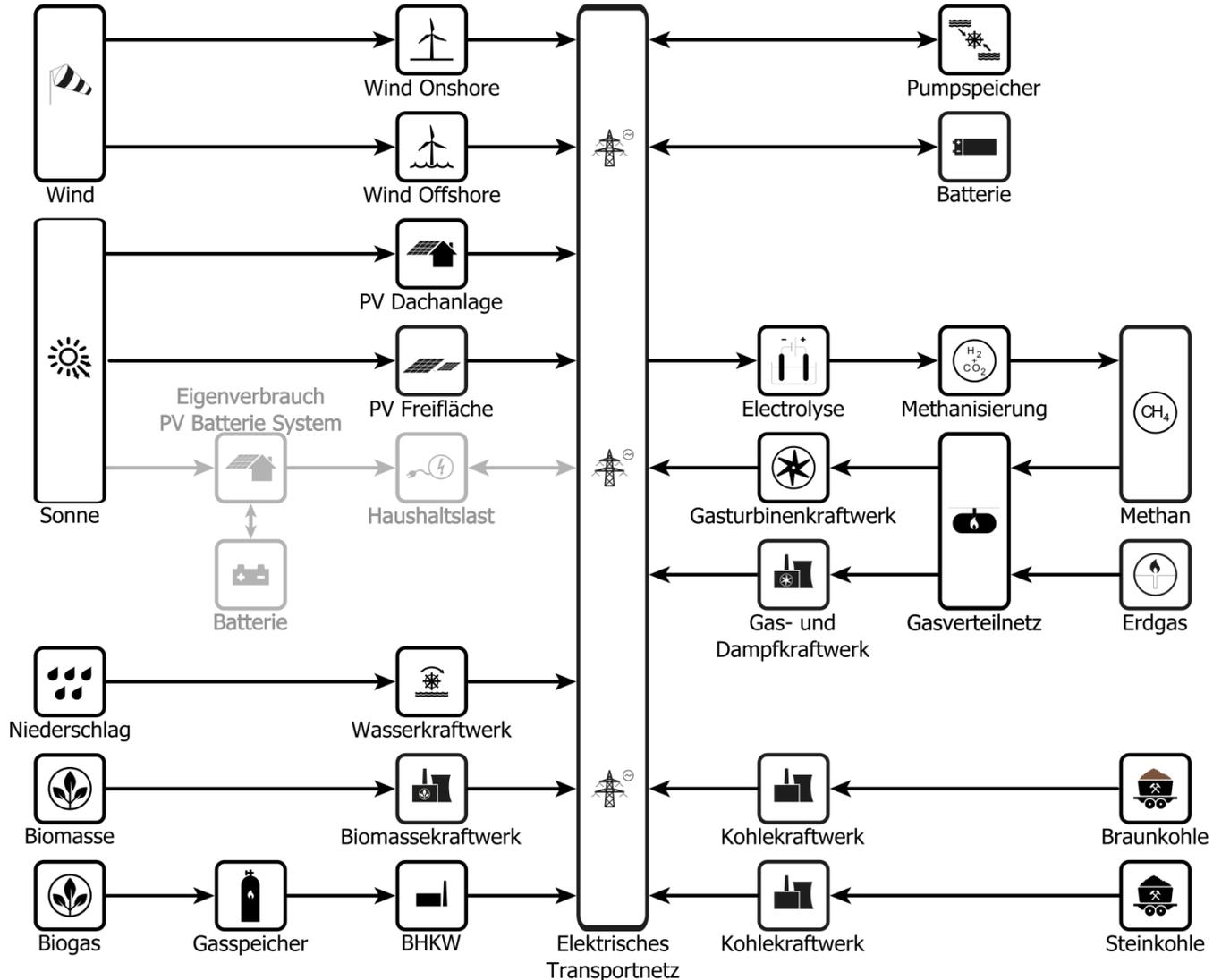
Modellbildung

- Mehrknoten
- Berücksichtigung des Transportnetzes

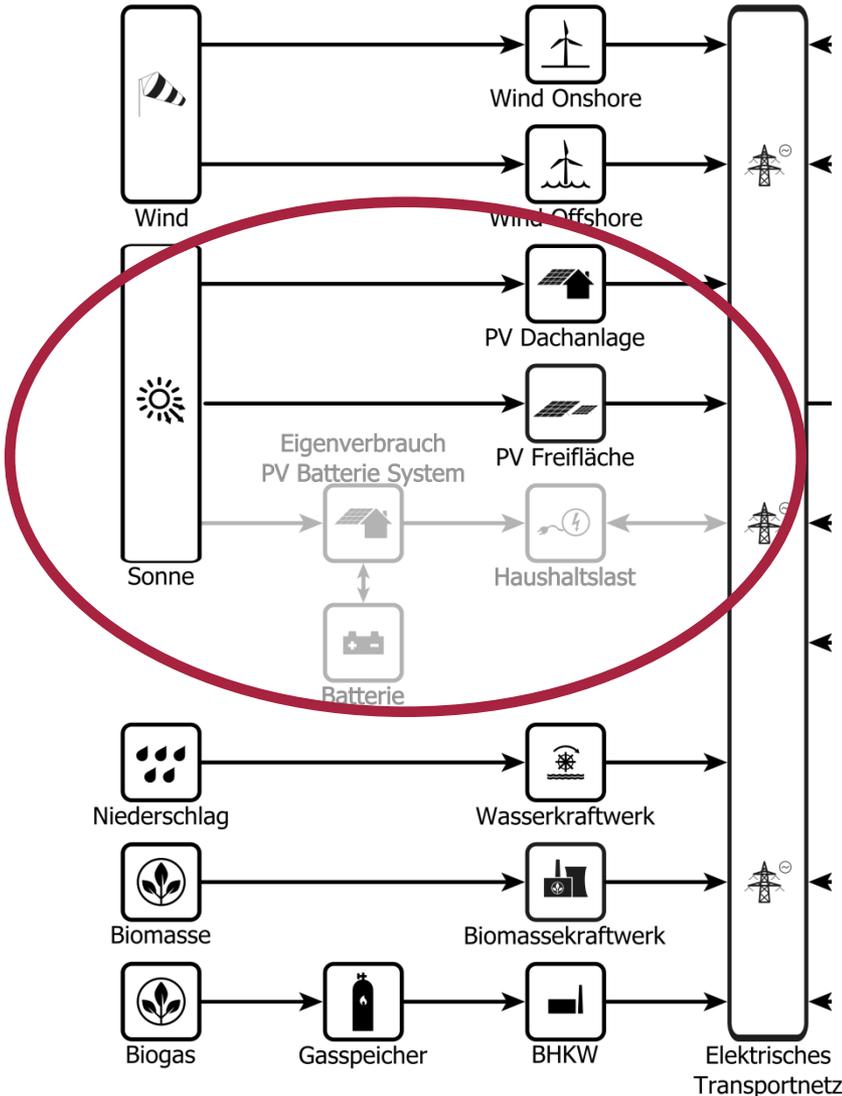
und Optimierung

- Optimierte Größenordnung und räumliche Verteilung von Kraftwerkskapazitäten (EE und fossil)
- Optimierter Kraftwerkseinsatz
- Optimierung auf minimale Stromgestehungskosten
- Abschätzung der Kommunalen Wertschöpfung

Komponenten im Modell



Komponenten im Modell: PV



Potenzialgrenzen

- Eigenverbrauchsanlagen: 5-20% der Haushaltsnachfrage
- 40 GWp in 2015; 52 GWp in 2020

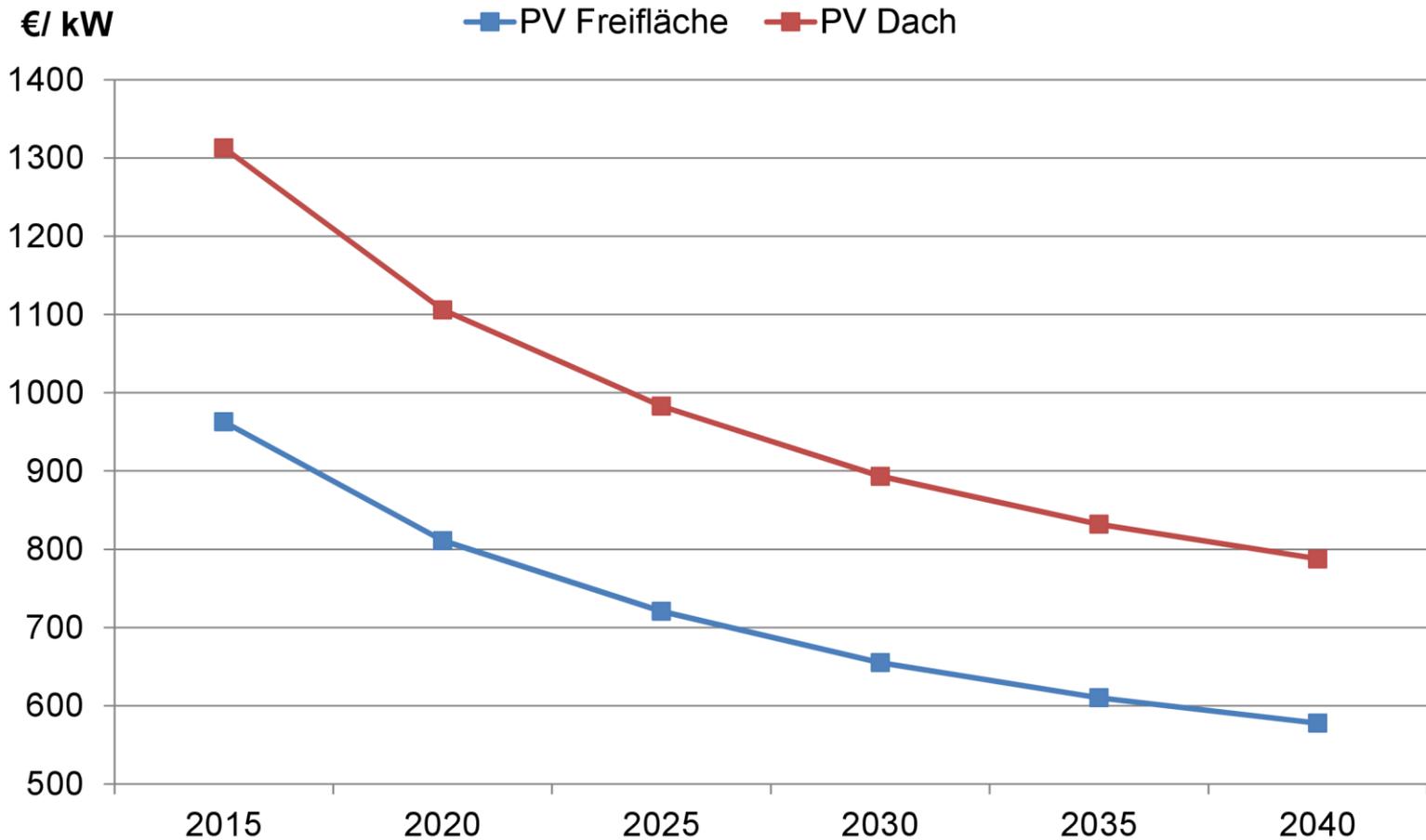
Einspeisezeitreihen

- Stundenmittelwerte Einstrahlung
Raster 50 km x 50 km
Mittel der mittleren Einstrahlung => Rasterpunkt für normierte Einstrahlung

Kosten

- Differenziert: Dach, Freifläche
- Lebensdauer: 25 Jahre (dann Repowering); 2% Opex_{fix}

Komponenten im Modell: PV

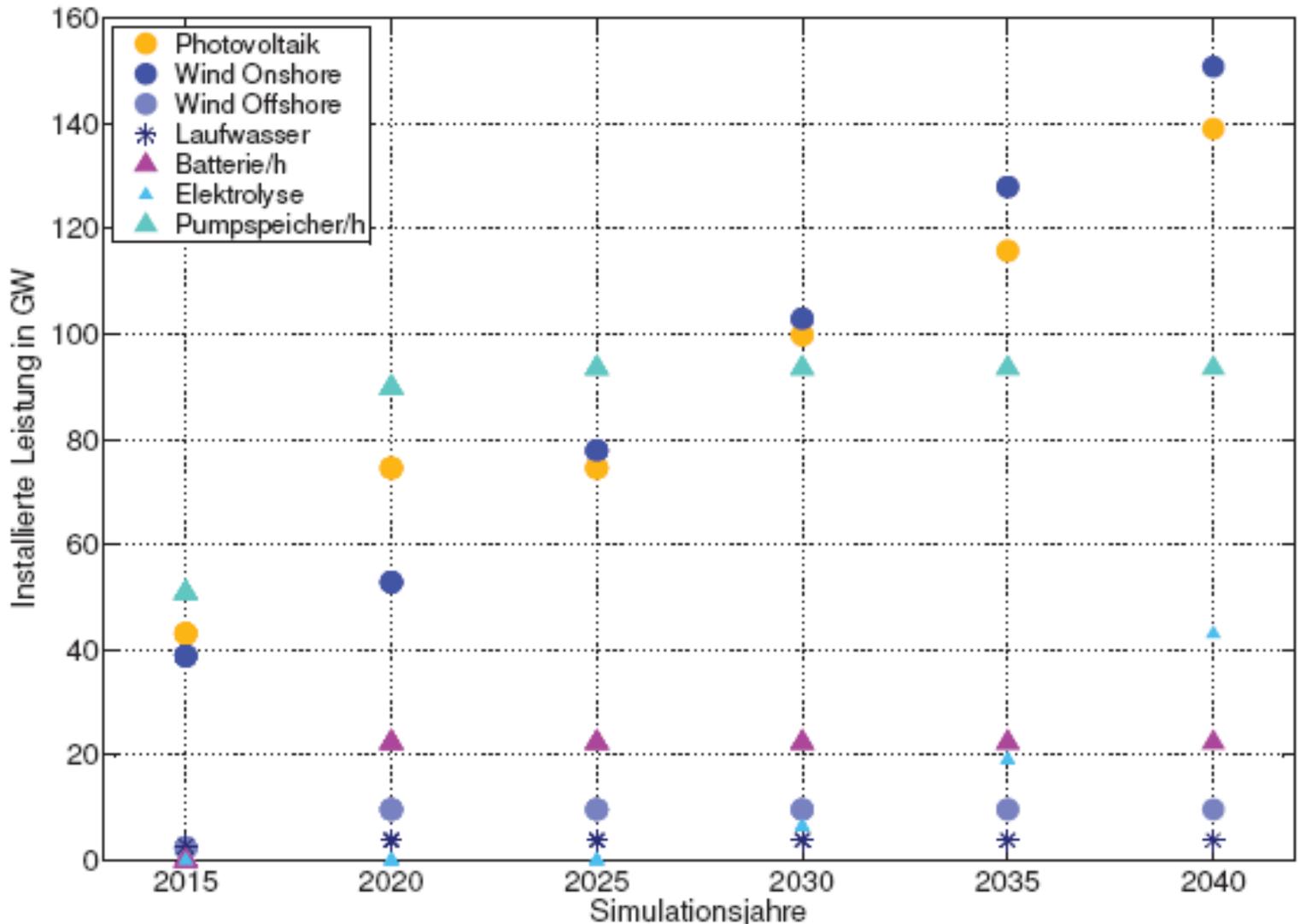


- **Szenario Zentral:** Vorgabe des Anteils EE in Deutschland gemäß Ausbaupfad
- **Szenario Dezentral:** Vorgabe des Anteils EE in Deutschland gemäß Ausbaupfad; Vorgabe des Mindestanteils EE an der Stromerzeugung pro Region; Vorgabe eines Mindestzubaues von PV und Windenergie je Region

Ergebnisse: Installierte EE - Dezentral

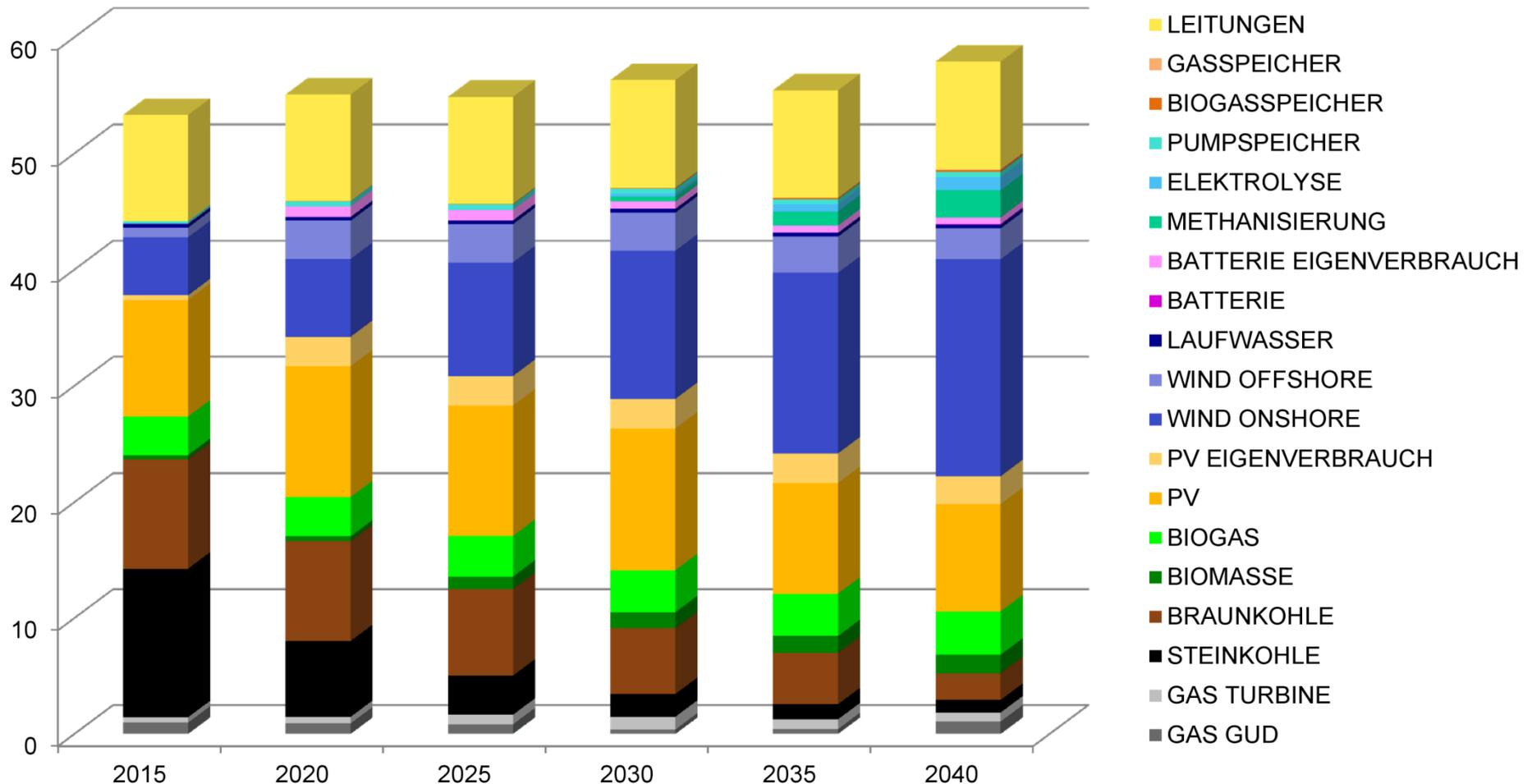
fluktuier. EE
und
Speicher

Back-up-KW:
50-60 GW



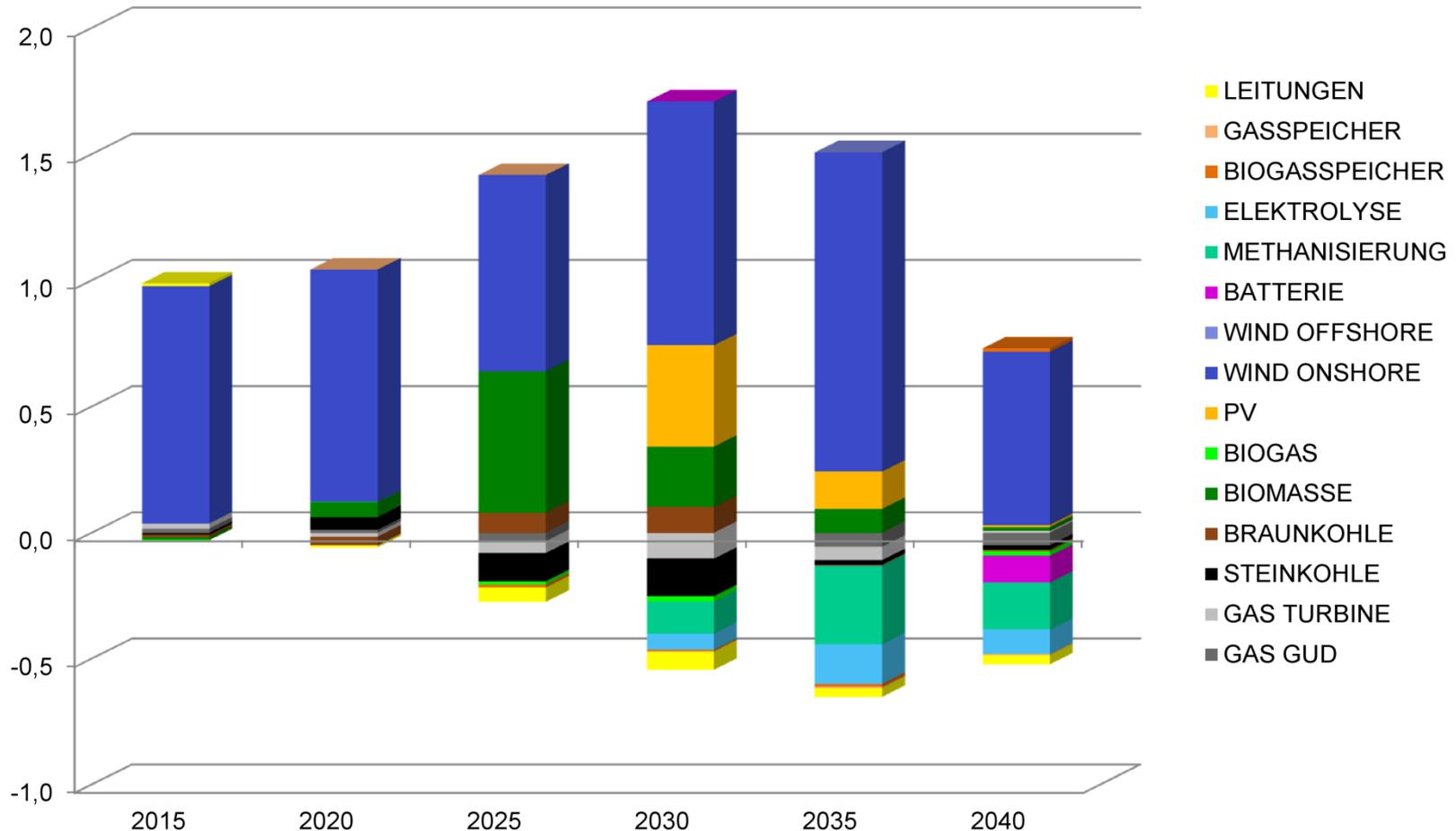
Ergebnisse: Kosten Zentral (dezentral)

jährliche Kosten in Mrd. €



Ergebnisse: Kosten Zentral - Dezentral

Differenz in % der
Gesamtkosten

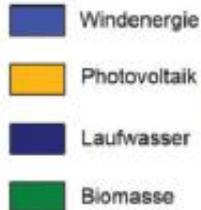


Anteil EE am Endenergieverbrauch Strom 2040

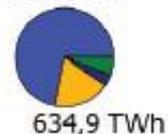
Werte:

Stromproduktion aus EE
in TWh

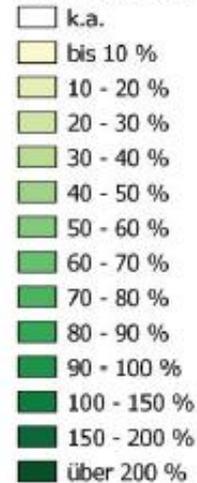
Anteil EE



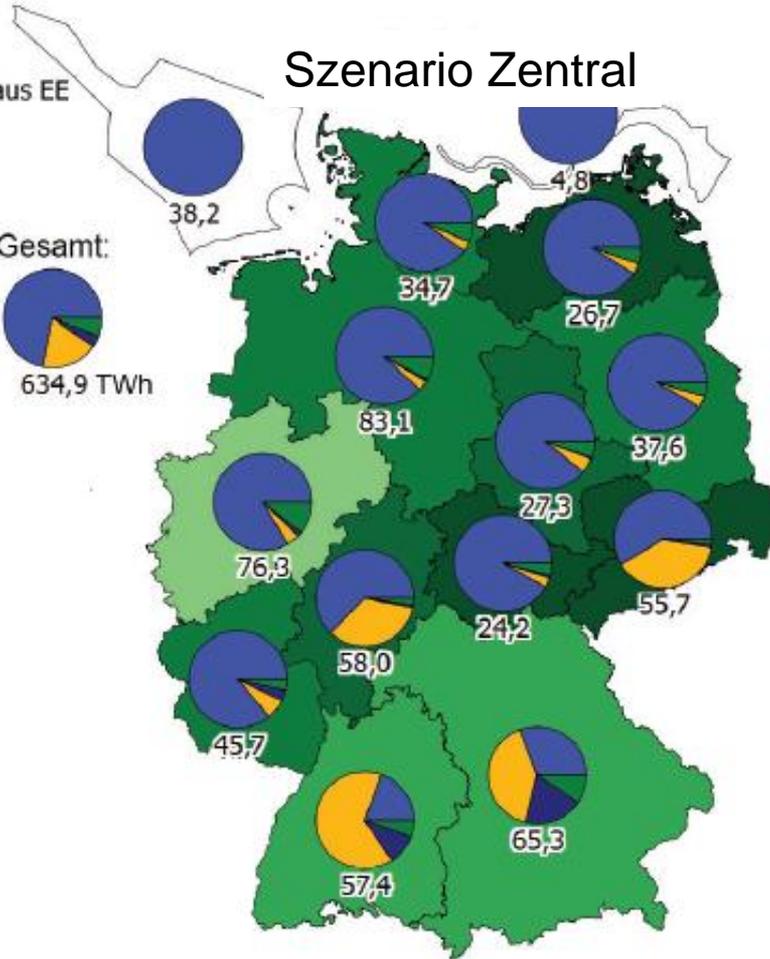
Gesamt:



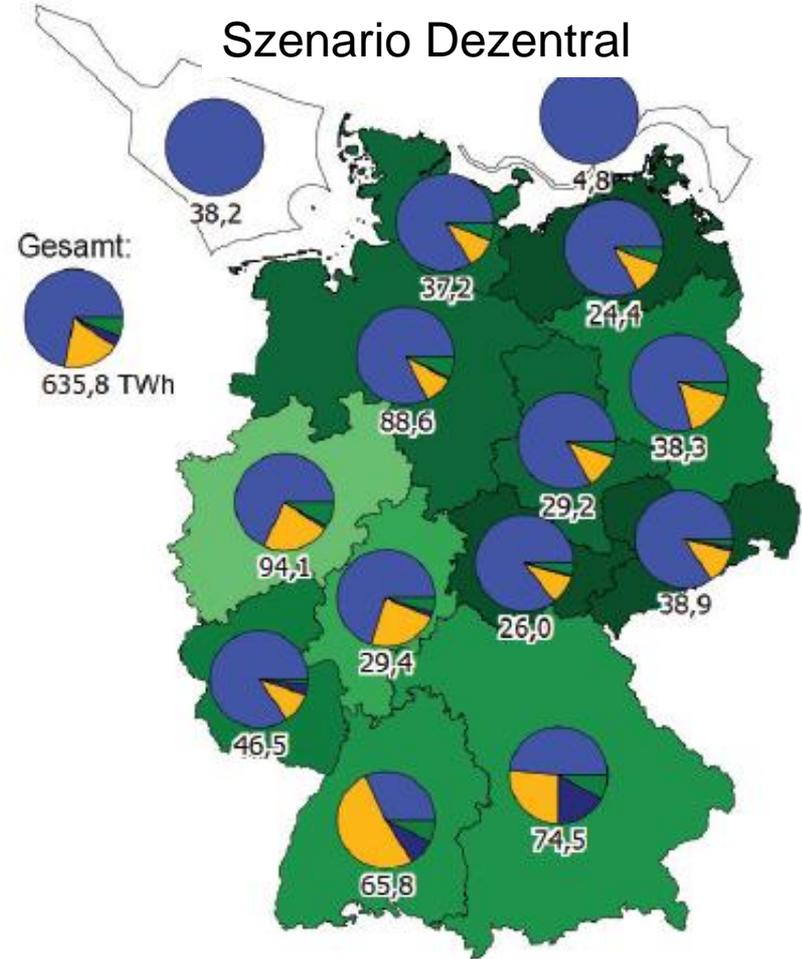
Anteil EE / EEVS



Szenario Zentral



Szenario Dezentral

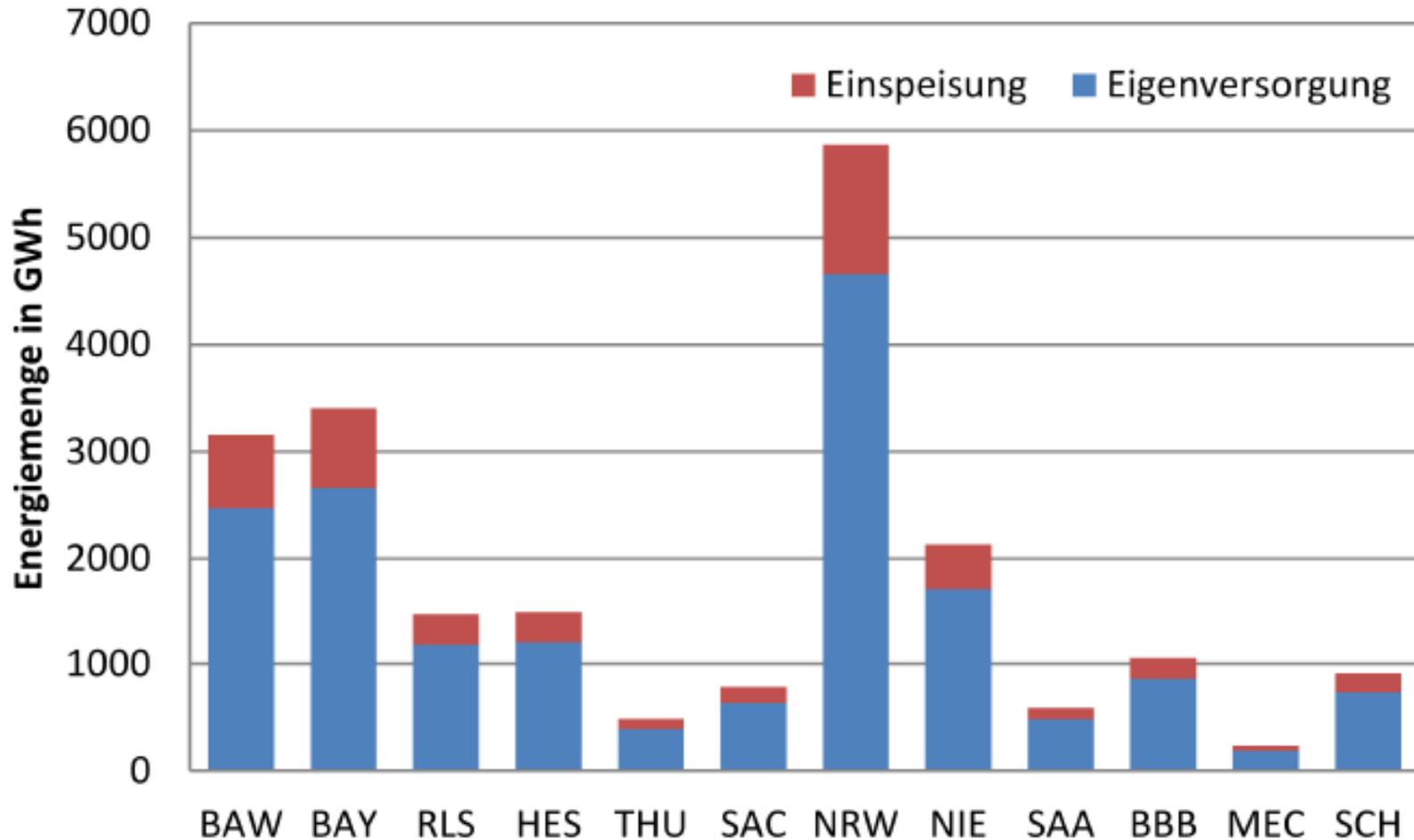


Die jährlichen Kosten des betrachteten Stromsystems erhöhen sich bei einer Steigerung von 35% EE auf nahezu 100% um insgesamt ca. 8 % (ca. 1 cent/kWh)

Endzustände der Szenarien Zentral und Dezentral haben keine großen Diskrepanzen in den Kosten und den Gesamtinstallierten Leistungen

Unterschiede liegen im Ausbaupfad und in der Verteilung der EE und gehen zu Kosten der regionalen Wirtschaft

Ergebnisse: PV-Eigenverbrauch 2020

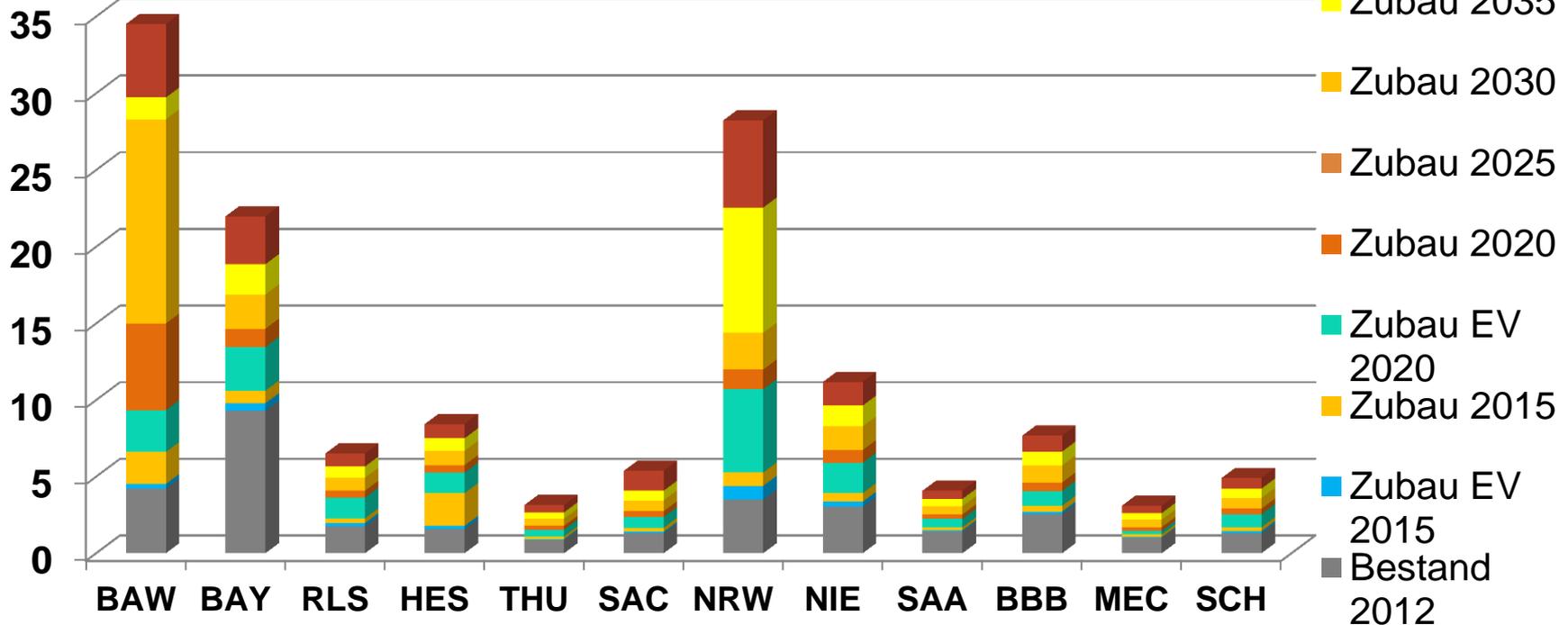


Einspeisung und Eigenversorgung ca. 22 TWh

Gesamtausbau PV: ca. 140 GW

Bestand und Zubau in den Regionen

Leistung in
GW



Anteil Freiflächen an der Gesamtfläche des Bundeslands und m² Dachfläche je Einwohner (2040)

	BAW	BAY	RLS	HES	THU	SAC	NRW	NIE	SAA	BBB	MEC	SCH
FF	0,7%	0,2%	0,2%	0,3%	0,1%	0,2%	0,5%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%
DF/EW in m²	18	10	8	8	8	8	10	8	10	8	11	10

**Die ausführliche Studie gibt es in ca. 2
Wochen**

