



Regionale Vermarktung

Modellbasierte Untersuchung von
PV-Eigenverbrauchszenarien und
Stromregionen
im Rahmen von AP 2.6

David Ritter

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Öko-Institut e.V | Freiburg

06.12.2018 C/sells Science Lab



Gefördert durch:



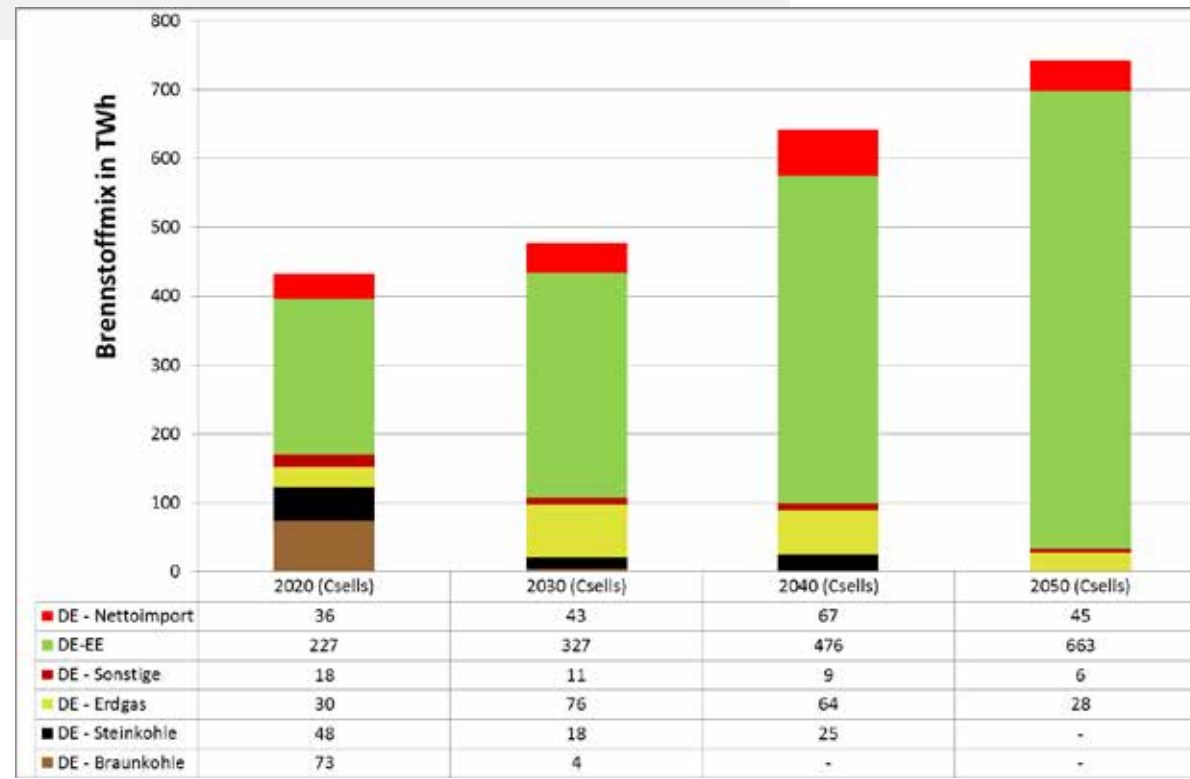
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Was macht das Öko-Institut in AP 2.6?

- ⌘ Szenarienanalyse zweier Anwendungsfälle
 - ⌘ Prosumer am Beispiel von PV-Speichersystemen
 - ⌘ Ausgleich auf dezentraler Ebene mit Fokus auf Stromregionen
- ⌘ Verwendung der in TP2 vereinbarten C/sells-Szenarien für Deutschland und das ENTSO-E Gebiet bis 2050



Unser Strommarktmodell: PowerFlex-Grid-EU

- Â Einsatzmodell für thermische Kraftwerke, fluktuierende erneuerbare Energien, Speicher und Flexibilitätsoptionen
- Â Lineares Optimierungsproblem in stündlicher Auflösung mit perfekter Voraussicht über 1 Woche
- Â Zielfunktion: Minimierung der variablen Gesamtkosten
 - Â Grenzkosten der thermischen Kraftwerke
 - Â Variable Speicherkosten
- Â Vereinfachte Abbildung des Netzes mit DC-Ansatz
 - Â Knotensatz und Maschensatz bestimmen den Lastfluss (PTDF Matr)
 - Â Leitungsverluste und Blindleistung werden vernachlässigt
 - Â Aufbereiteter Datensatz der BNetzA
 - Â 457 Netzknoten
 - Â 780 AC Leitungen, 5 DC Leitungen

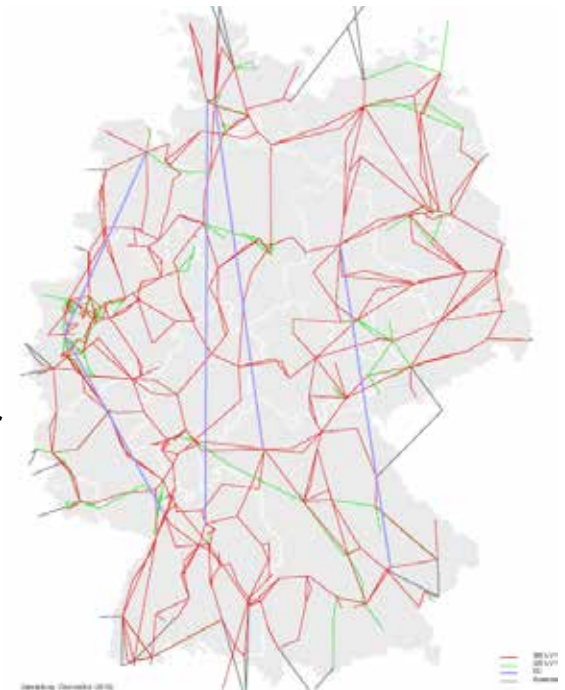


Abb. 2: NEP ZielnetzB 2025 GI (Quelle: ÖkoInstitut e.V.)

Modellgestützte Untersuchung von PV-Eigenverbrauchsszenarien

Fragestellung:

- Â Zu welchen Effekten führen Prosumenten in Form von PV-Batterie-Eigenverbrauchssystemen für das Gesamtenergiesystem?
- Â Wie stellt sich diese Betrachtung über verschiedene Szenario-(Jahre) dar?

Untersuchung:

- Â Referenz: geringer Eigenverbrauch
- Â Hoher Anteil von PV-Batteriesystemen
 - Â Eigenverbrauchsoptimierung
 - Â Marktdienlicher Einsatz und netzdienlicher Einsatz müssen noch geprüft werden.

Modellgestützte Untersuchung von „Stromregionen“

Ä Fragestellung:

- Ä Vergleich zwischen verschiedenen Dezentralitätsebenen
- Ä Zu welchen Effekten würden eine Vermarktung auf verschiedenen Ebenen im Gesamtenergiesystem führen?
- Ä Wie stellt sich diese Betrachtung über verschiedene Szenario-(Jahre) dar?
- Ä Anhand welcher Kriterien sollten Stromregionen festgelegt werden? (evtl. qualitative Herleitung)
- Ä Anknüpfung an aktuelle Debatte (Agora Energiewende)

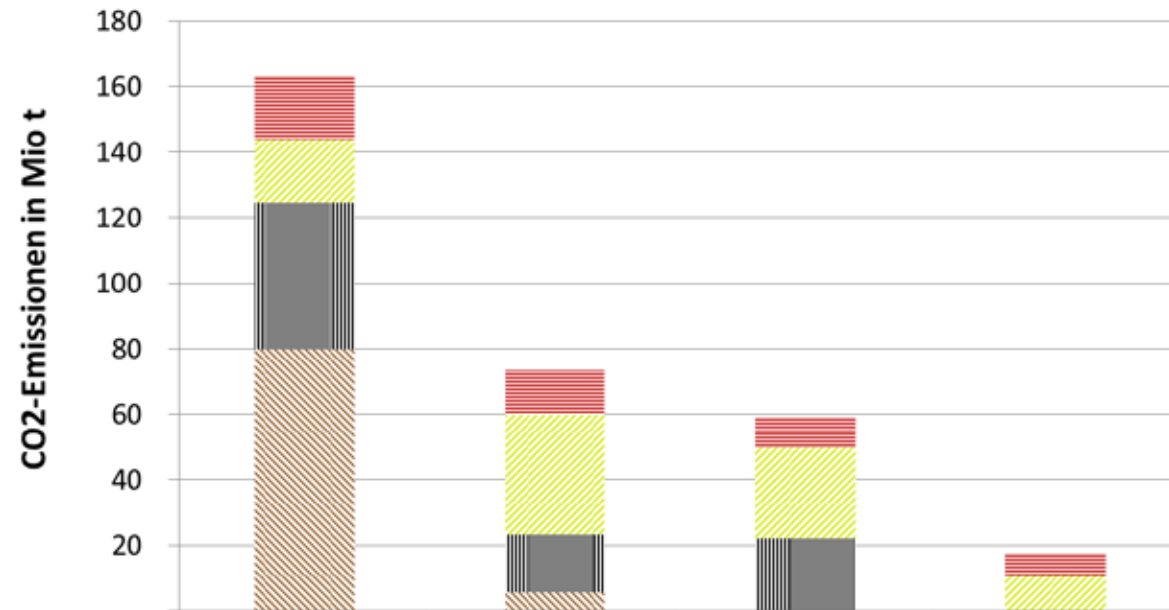
Ä Untersuchung:

- Ä Referenz: Ausgleich im ENTSO-E Gebiet
- Ä Vorrangiger Ausgleich auf Stromregion-Ebene (20 bis 40 Stück)
- Ä Vorrangiger Ausgleich auf HöS-Knoten-Ebene
- Ä Abbildung von temporären regionalen Märkten bei Netzengpässen muss noch geprüft werden.
- Ä Evtl. Exkurs zu Autarkiegrad/Inselbetrieb



Indikatoren

- ∧ Netzauslastung und -ausbaubedarf
- ∧ EE-Abregelung
- ∧ CO2-Emissionen
- ∧ Variable Stromgestehungskosten
- ∧ Strompreise



| | DE 2020 (Csells) | DE 2030 (Csells) | DE 2040 (Csells) | DE 2050 (Csells) |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ■ DE - Sonstige | 19 | 14 | 9 | 6 |
| ▨ DE - Erdgas | 19 | 36 | 28 | 11 |
| ▤ DE - Steinkohle | 45 | 18 | 22 | - |
| ▩ DE - Braunkohle | 80 | 6 | - | - |

Untersuchungsgegenstand: PV-Eigenverbrauchsoptimierung



- Funktionsweise:
 - In einer vorgelagerten Optimierung wird der Strombezug aus dem Netz von generischen PV- Eigenverbrauchsmodulen minimiert.
- Ergebnisse 2050:
 - In 2050 werden etwa 62 TWh zum PV-Eigenverbrauch angeboten.
 - Davon können 26 TWh (42%) ohne Zwischenspeicherung genutzt werden.
 - 19 TWh PV-Strom werden eingespeichert, dadurch entstehen etwa 2 TWh Verluste.
 - 31% der anliegenden Haushaltsstromnachfrage muss weiterhin durch das Netz gedeckt werden (ebenfalls etwa 19 TWh).
 - PV-EV nimmt marginal Einfluss auf das Marktergebnis und senkt die Netzauslastung in 2050 recht deutlich.

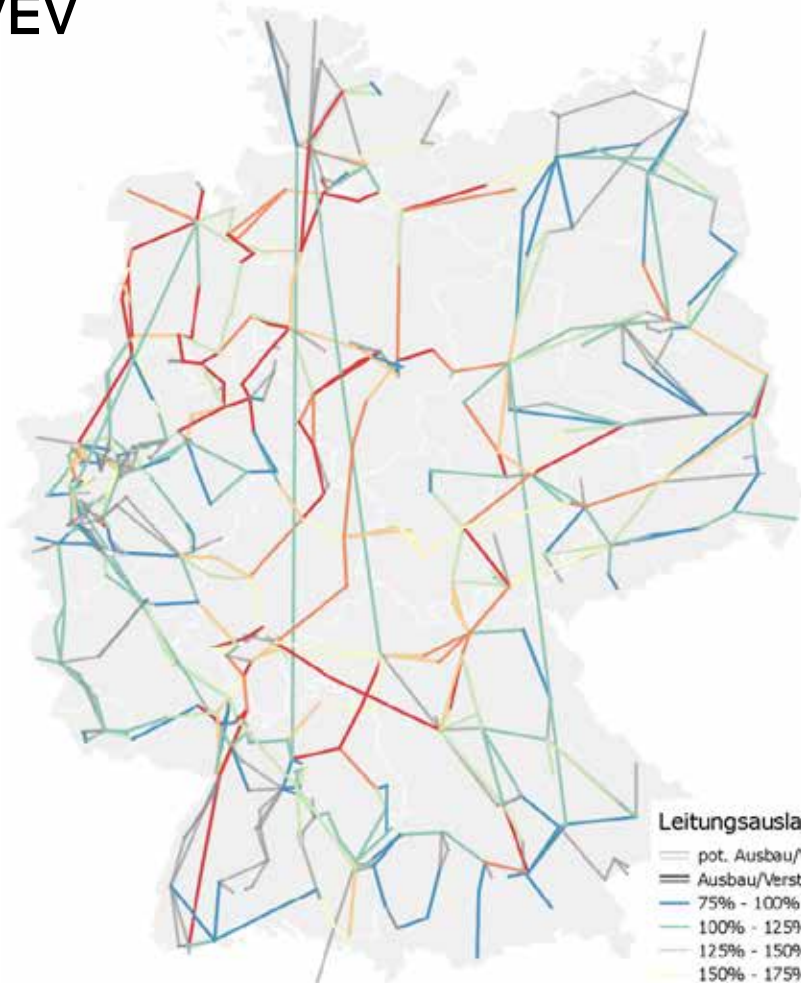
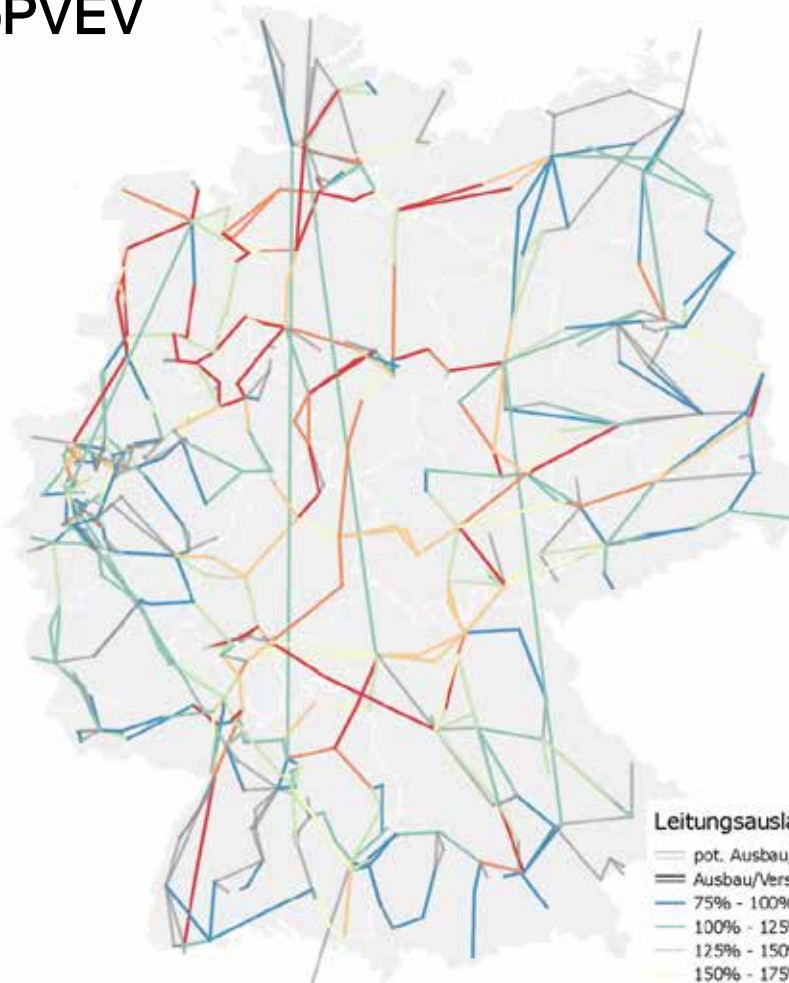
Szenarienvergleich 2050 ohne / mit PV-Eigenverbrauch

Leitungsauslastung (Max)

Leitungsauslastung (Max)

oPVEV

PVEV



Jahresüberlastung: 540TWh

463 TWh

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit! Thank you for your attention!

**Haben Sie noch Fragen?
Do you have any questions?**

David Ritter
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Öko-Institut e.V.
Geschäftsstelle Freiburg

Telefon: +49 761 45295-280
E-Mail: d.ritter@oeko.de

Back Up

Untersuchungsgegenstand: PV-Eigenverbrauchsoptimierung

- Parametrierung analog zu WWF Stromsystem 2035, Regionalisierung der Erneuerbaren, Szenario Energiewende-Referenz :

| | | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 |
|-------------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Energiewende-Referenz | | | | | | | | |
| Anzahl Speicher | 1.000 | 464 | 1.739 | 3.577 | 6.726 | 8.685 | 10.875 | 12.467 |
| Speicherleistung PV-Batterien | GW | 1,7 | 6,5 | 13,4 | 25,2 | 32,6 | 40,8 | 46,8 |
| Speicherkapazität | GWh | 3 | 13 | 27 | 50 | 65 | 82 | 94 |
| PV-Eigenverbrauchsstrom | TWh | 2,3 | 8,7 | 17,9 | 33,6 | 43,4 | 54,4 | 62,3 |
| Gesamte regenerative Stromerzeugung | TWh | 257 | 338 | 411 | 476 | 552 | 650 | 804 |
| - Anteil PV-EV an EE-Stromerzeugung | % | 1% | 3% | 4% | 7% | 8% | 8% | 8% |

- PV-Anlage zur bilanziellen Deckung: 5 kW
- Einspeicherungsleistung Speicher: 3,75 kW
- Speicherkapazität Speicher: 7,5 kWh