www.oeko.de

prognos

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Zukunft Stromsystem II
Regionalisierung der erneuerbaren Stromerzeugung

Workshop der Umweltstiftung WWF Deutschland
auf den Berliner Energietagen

» Windenergie im Spannungsfeld zwischen Flächenbedarf und Naturschutz «

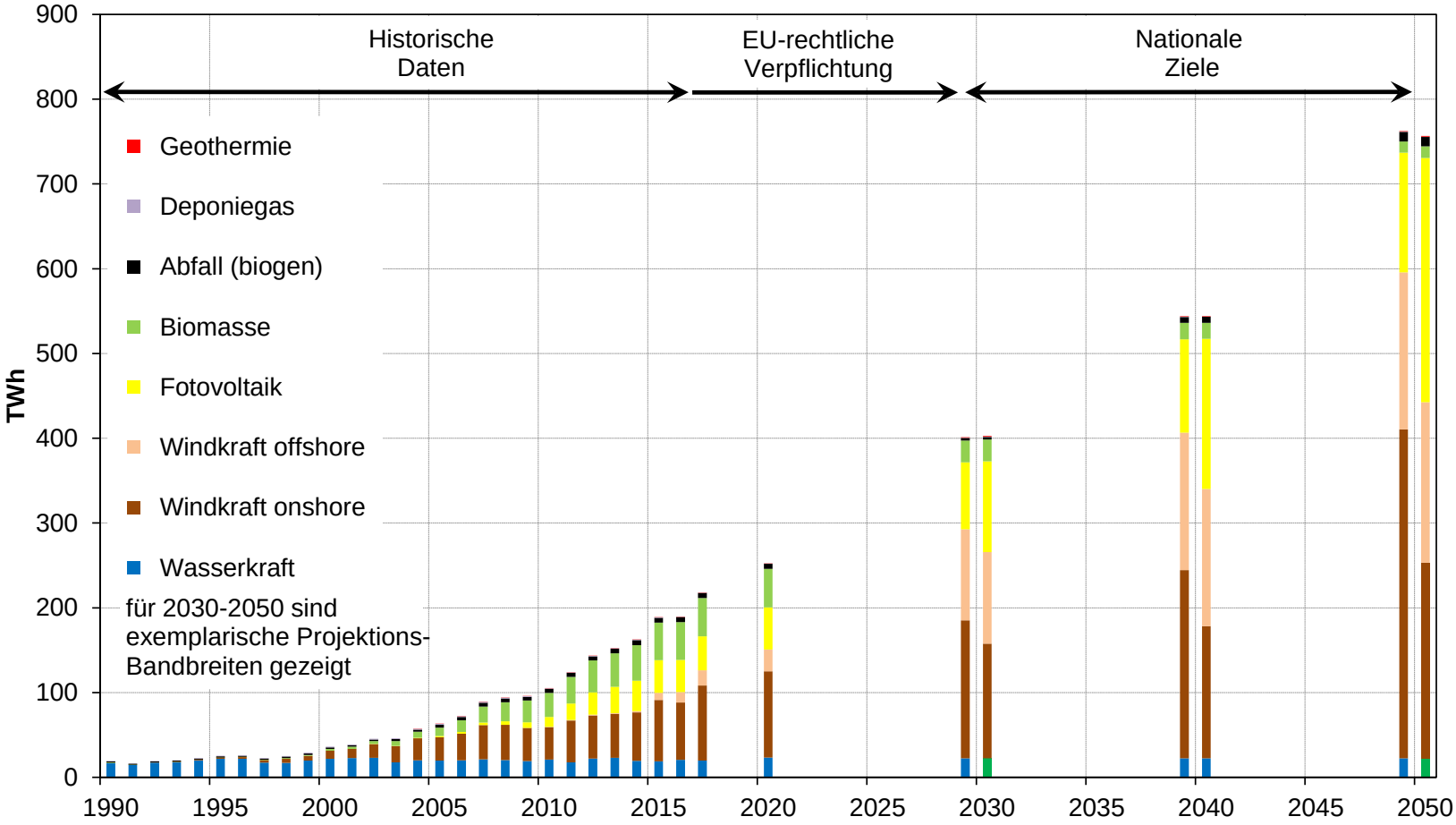
Dr. Felix Chr. Matthes

Berlin, 20. Mai 2019

Öko-Institut e.V.

prognos

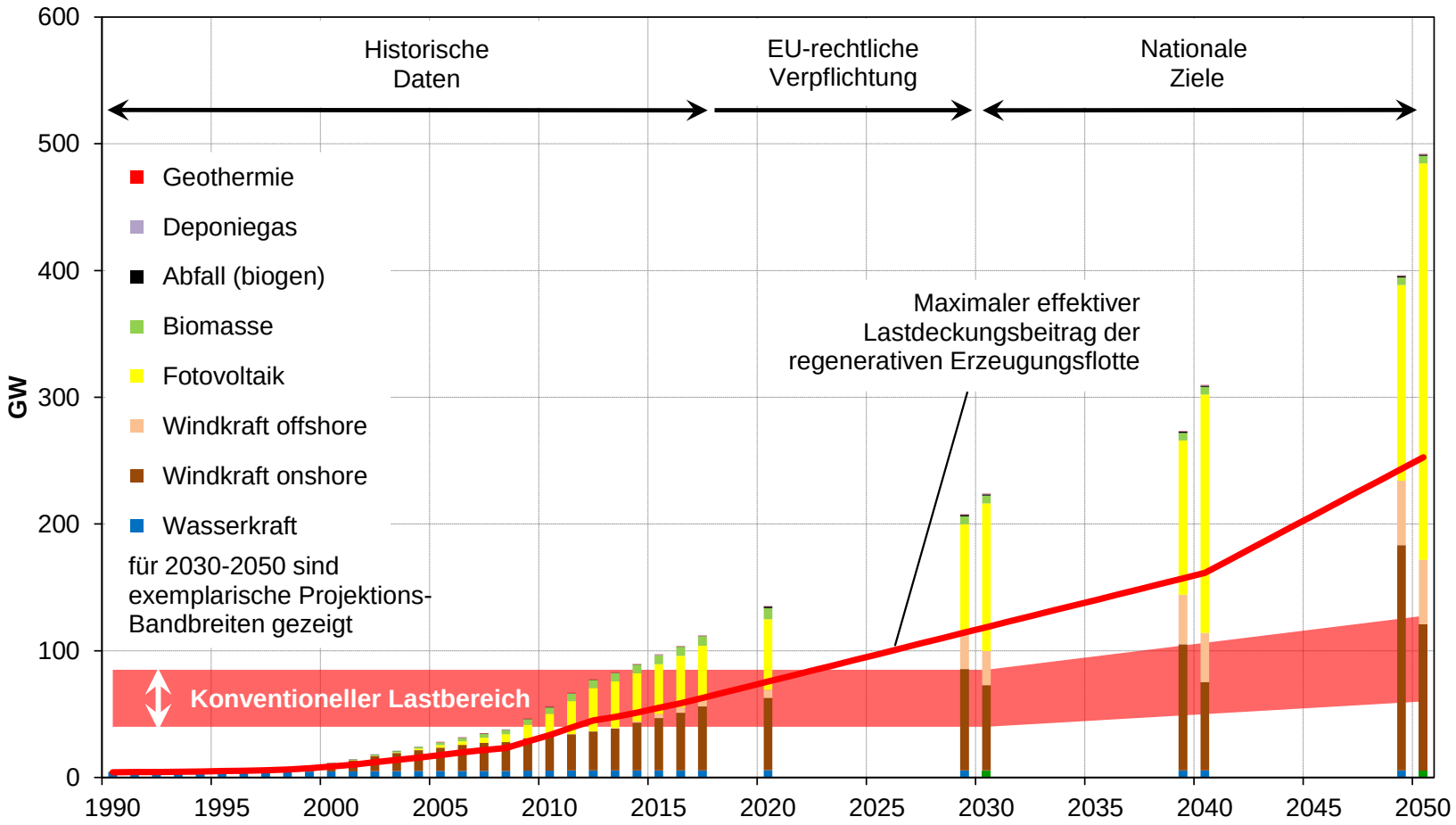
Der Hintergrund: Grundlegender struktureller Umbau der Energie- und Stromsysteme (1)



Öko-Institut e.V.

prognos

Der Hintergrund: Grundlegender struktureller Umbau der Energie- und Stromsysteme (2)



Leitfragen für die Untersuchung

- Die (vollständige) Umstellung des deutschen Stromsystems auf erneuerbare Energien kann auf unterschiedlichen Wegen erfolgen
  - mit Blick auf unterschiedliche Technologiemixe für die Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien
  - mit Blick auf unterschiedliche Regionalisierungsmuster für die Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien
  - mit Blick auf unterschiedliche Einsatzstrategien für die Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien (z.B. bzgl. der Eigenverbrauchsoptimierung)
- Zum heutigen Entwicklungs- und Technologiestand der erneuerbaren Energien muss ein breiterer Satz von Bewertungskriterien reflektiert werden
  - technische Machbarkeit sowie technisches und marktliches Zusammenspiel der unterschiedlichen Systemelemente als klassische Herausforderung
  - (System-) Kosten als üblicher Bewertungsmaßstab
  - Flächeninanspruchnahme und -verfügbarkeit als neue Herausforderung
  - Infrastrukturbedarf als zunehmend wichtige Herausforderung

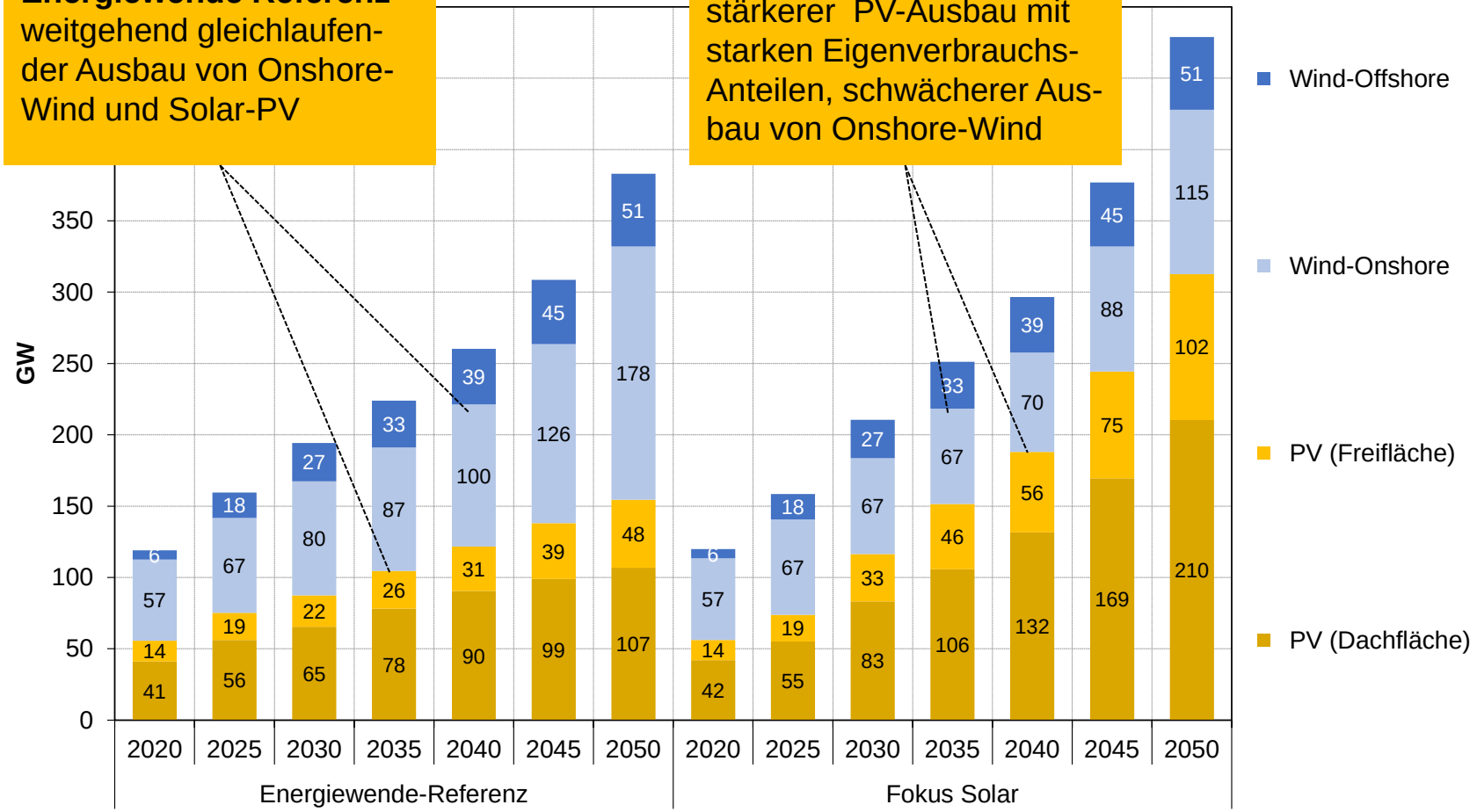
Methodischer Ansatz

- Entwicklung des konventionellen Kraftwerksparks und der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen entsprechend dem Transformationsszenario der Studie „Zukunft Stromsystem – Kohleausstieg 2035“
- Umfangreiche Datenanalysen (Flächen, Verbrauch etc.) auf Ebene der 402 Landkreise in Deutschland
- Energiemarkt- und Netzberechnungen mit dem europaweiten Modell PowerFlex-Grid EU des Öko-Instituts
- Zusatzanalysen zur Entwicklung der Gesamtkosten des Stromsystems (Erzeugungsanlagen, Speicher, Netze)
- Zentrale Ergebnisse
  - regionalisierte Stromerzeugung
  - jährliche und kumulierte CO_2-Emissionen
  - regionalisierter Flächenbedarf
  - relationsspezifischer Infrastrukturbedarf (Übertragungsnetze)
  - Systemkosten

Umfassender Vergleich zweier Szenarien: Energiewende Referenz und Fokus Solar (1)

Energiewende Referenz
weitgehend gleichlaufender Ausbau von Onshore-Wind und Solar-PV

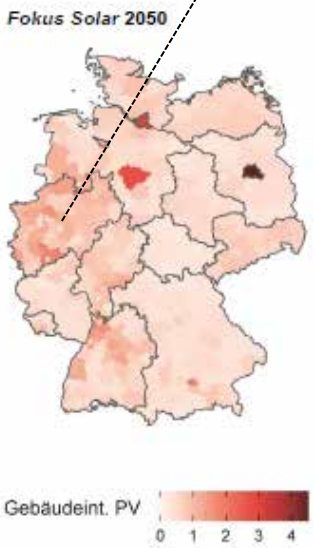
Fokus Solar
stärkerer PV-Ausbau mit starken Eigenverbrauchs-Anteilen, schwächerer Ausbau von Onshore-Wind



Öko-Institut e.V.

prognos

Umfassender Vergleich zweier Szenarien: Energiewende Referenz und Fokus Solar (2)



Gebäude-integrierte PV
Muster des verstärkten Ausbaus folgt Bevölkerungs-dichte und Siedlungs-strukturen

Freiflächen-PV
Muster des verstärkten Ausbaus folgt dem Solar-angebot und geringerer Bevölkerungs-dichte

Onshore-Windkraft
Muster des schwächeren Ausbaus folgt entlastet de norddeutschen Regionen mit gutem Windangebot

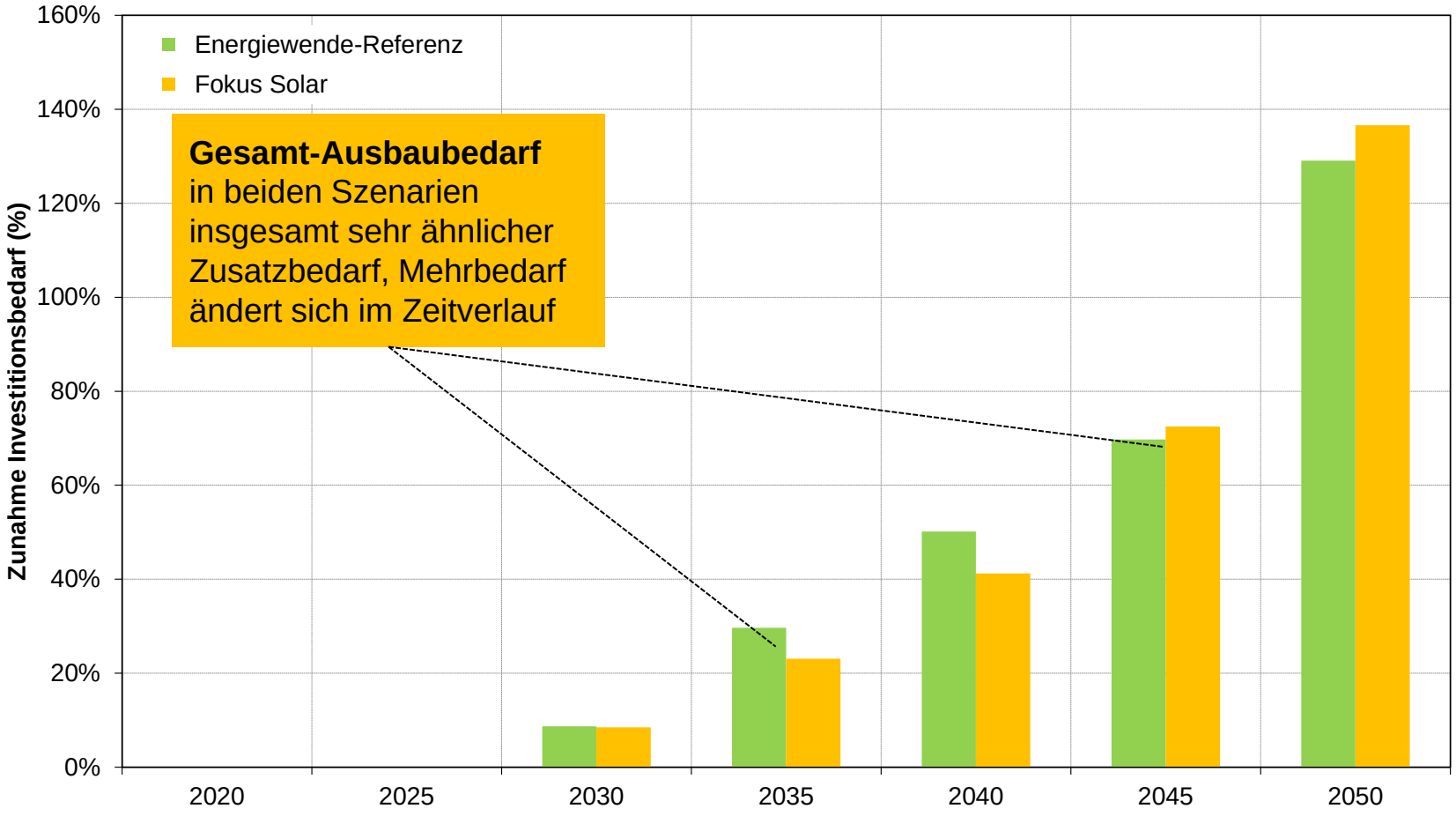
Flächenbedarf als kritische Größe

- Im Szenariojahr 2035
  - Energiewende-Referenz: 1,2% der Landesfläche für Onshore-Windkraftanlagen und 0,1% für PV-Freiflächenanlagen
  - Fokus Solar: 1,0% der Landesfläche für Onshore-Windkraftanlagen und 0,2% für PV-Freiflächenanlagen
- Im Szenariojahr 2050
  - Energiewende-Referenz: 2,3% der Landesfläche für Onshore-Windkraftanlagen und 0,2% für PV-Freiflächenanlagen
  - Fokus Solar: 1,5% der Landesfläche für Onshore-Windkraftanlagen und 0,5% für PV-Freiflächenanlagen
- Flächenrestriktionen (restriktivste Perspektive)
  - 1,7% der Landesfläche für Onshore-Windkraftanlagen weitgehend restriktions-frei, 0,7% mit weichen Restriktionen (Einzelbewertungen nötig)
  - 0,9% der Landesfläche für PV-Freiflächenanlagen
  - maximal verfügbare Fläche für Aufdachanlagen: ca. 200 GW

Öko-Institut e.V.

prognos

(Insgesamt) vergleichbarer Ausbau der Übertragungsnetze notwendig

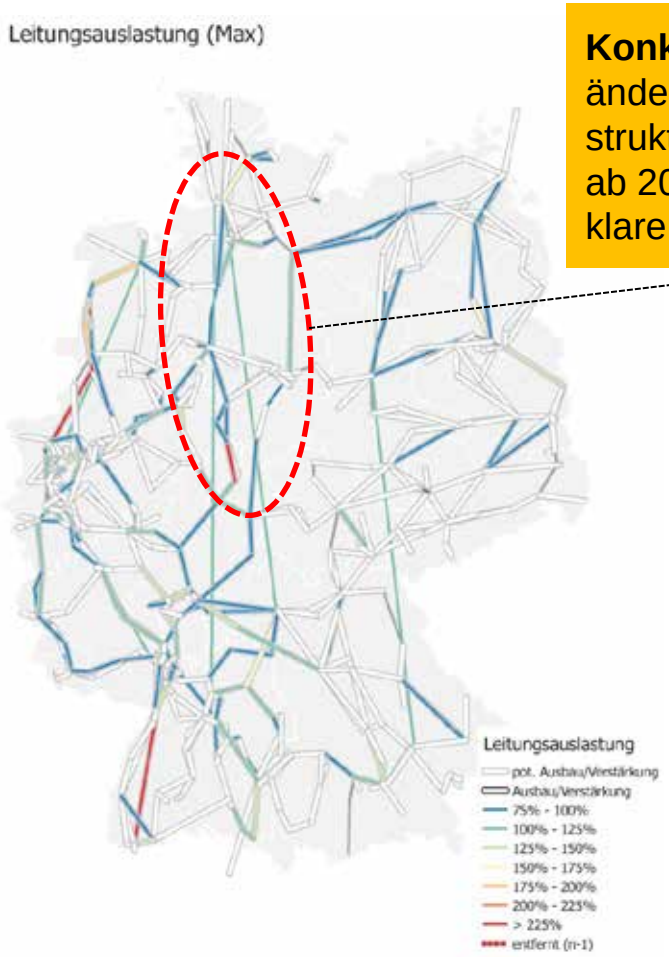


Öko-Institut e.V.

prognos

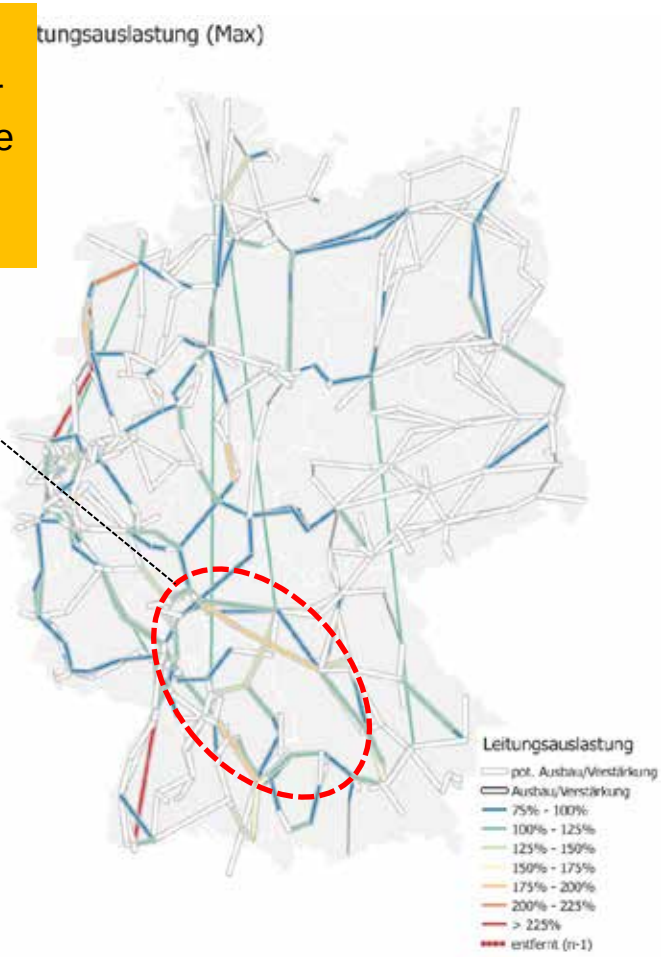
Notwendiger Ausbau der Übertragungs-netze ändert sich ab 2035/40 strukturell

Energiewende-Referenz



Konkreter Netzbedarf ändert sich hinsichtlich der strukturellen Schwerpunkte ab 2035/40: es entstehen klare Pfadabhängigkeiten

Fokus Solar



Systemkostenunterschiede zwischen den Szenarien bleiben gering

- Kosten der regenerativen Erzeugungsanlagen
  - im Szenario Fokus Solar leicht über denen des Szenarios Energiewende-Referenz (max. 0,63 Mrd. € jährlich)
  - vor allem bedingt durch die (leicht) höheren Kosten der PV-Aufdachanlagen
- Kosten der Speicheranlagen
  - im Szenario Fokus Solar leicht über denen des Szenarios Energiewende-Referenz (max. 0,67 Mrd. € jährlich)
  - vor allem bedingt durch den zusätzlichen Bedarf an Batteriespeichern
- Kosten des Übertragungsnetzes
  - extrem geringe Unterschiede: Kosten im Szenario Fokus Solar teilweise bis zu 0,17 Mrd. € unter denen des Szenarios Energiewende Referenz, teilweise auch bis zu 0,15 Mrd. € darüber
- Gesamte Systemkosten
  - im Szenario Fokus Solar leicht über denen des Szenarios Energiewende-Referenz (max. 1,34 Mrd. € jährlich)

Zentrale Erkenntnisse aus den Szenarienanalysen

- (Sehr) unterschiedliche Ausprägungen des Erneuerbaren-Ausbaus sind möglich und darstellbar
  - hinsichtlich des Technologiemixes
  - hinsichtlich der regionalen Verteilung
  - hinsichtlich der Betriebsregime (z.B. Eigenverbrauchsoptimierung)
- Im Zeitverlauf entwickelt sich die Flächenverfügbarkeit zur zentralen Restriktion, vor allem für den Ausbau der Onshore-Windenergie (1,7 bis 2,4% der Landesfläche), die Freiflächen-PV (0,9% der Landesfläche) sowie bei den Aufdach PV-Anlagen (ca. 200 GW).
- Es existiert ein (leichtes) Spannungsfeld zwischen Systemkosten und Flächenbedarf, die Flächenrestriktion ist aber die deutlich härtere Restriktion.
- Der Infrastrukturbedarf (im Bereich der Übertragungsnetze) unterscheidet sich zwischen den beiden Szenarien nicht signifikant, ab 2035/40 ergeben sich jedoch unterschiedliche Ausbauschwerpunkte. Hier müssen Ende der 2020er Jahre Pfadentscheidungen getroffen werden.

Zentrale Schlussfolgerungen aus den Szenarienanalysen

- Flächenrestriktionen müssen stärker in den Blick genommen werden.
- Die regionale Verteilung des Ausbaus der regenerativen Stromerzeugung sollte bereits frühzeitig besser gesteuert werden.
- Die kombinierte Nutzung der geeigneten Flächen (im Bereich der Energieerzeugung, aber auch bzgl. Energieerzeugung und den verschiedenen wirtschaftlichen Nutzungen) sollte aktiver adressiert werden.
- Die reale Erschließung der verfügbaren Dachflächenpotenziale ist von hoher Bedeutung (auch mit Blick auf die Rolle der Gebäudeeigentümer).
- Für die robuste Identifikation des notwendigen Infrastrukturausbaus sollten in der Netzentwicklungsplanung breitere Bandbreiten für den Ausbau erneuerbarer Energien berücksichtigt werden (auch für den in dieser Studie nicht variierten Ausbau der Offshore-Windstromerzeugung), für den Zeitraum nach 2030 werden hier Pfadentscheidungen notwendig.
- Die Datengrundlagen für die Regionalisierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien bedürfen angesichts des hohen Planungs- und Modellierungsbedarfs einer erheblichen qualitativen Verbesserung.

prognos

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Besten Dank
für Ihre Aufmerksamkeit

… und hier geht‘s zum Weiterlesen: