



Hans-Heinrich Schmidt-Kanefendt:

Dekarbonisierte Energieversorgung Niedersachsens – Zielszenario

Energietag 5.0 | Wilhelmshaven | 31.08.2017



Salzgitter

Suderburg

Wolfenbüttel

Wolfsburg

Gutachten zum ‚Runden Tisch Energiewende‘

Beauftragt durch:

Niedersächsisches Ministerium für
Umwelt, Energie und Klimaschutz



Beauftragtes Konsortium:

CUTEC

Informationen
Ressourcen
Energie

efzn

Energie-Forschungszentrum
Niedersachsen



Institut für
Elektrische Energiesysteme



Institut für Solarenergie-
forschung Hameln



Institut für Umweltplanung



Ostfalia
Hochschule für angewandte
Wissenschaften

Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050

- **Gutachten** – Hannover, April 2016.
- **Zusatzgutachten** – Clausthal-Zellerfeld, 6.10.2016

M. Faulstich, H.-P. Beck, R. Brendel, C. v. Haaren,
R. Hanke-Rauschenbach, J. Kuck, M. Rode,
H.-H. Schmidt-Kanefendt, J. Ahmels, A. Bensmann,
F. Dossola, J. Gollenstede, J. z. Hingst, F. Kaiser,
A. Kruse, J. Krüger, R. Niepelt, C. Palmas, G. Römer,
I. Ryspaeva, W. Siemers, J.-P. Springmann, C. Yilmaz

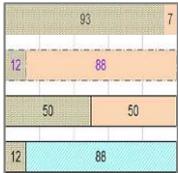
Download: https://noa.gwlb.de/receive/mir_mods_00001117



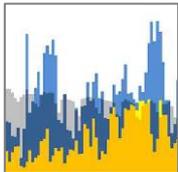
Zielfokus



Szenario Niedersachsen 100% EE



Szenario-Variationen



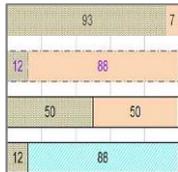
Schwankungsausgleich



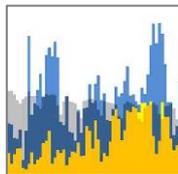
Zielfokus



Szenario Niedersachsen 100% EE



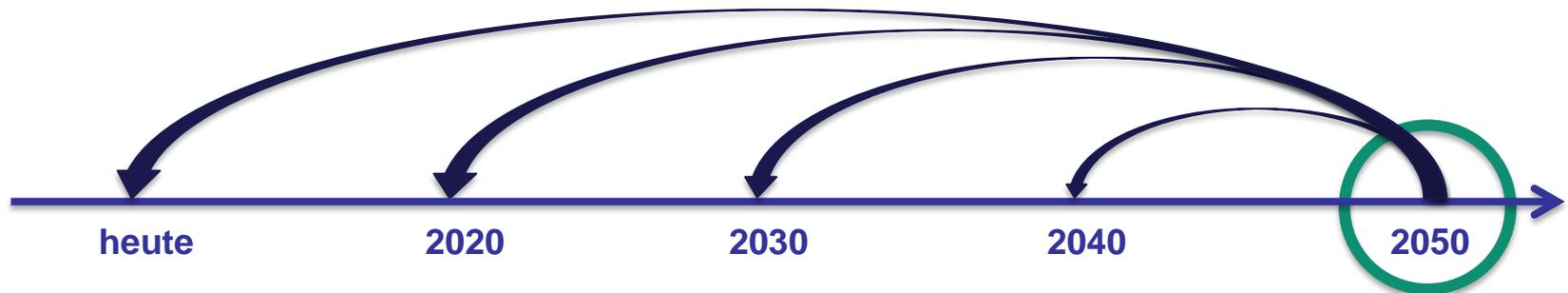
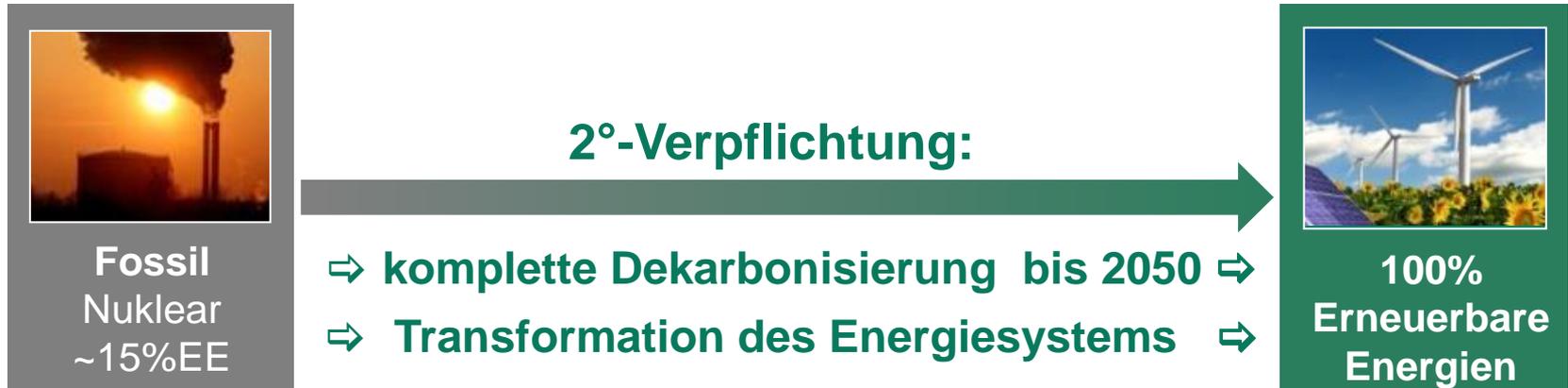
Szenario-Variationen



Schwankungsausgleich

Zielfokus

100% Erneuerbare Energien



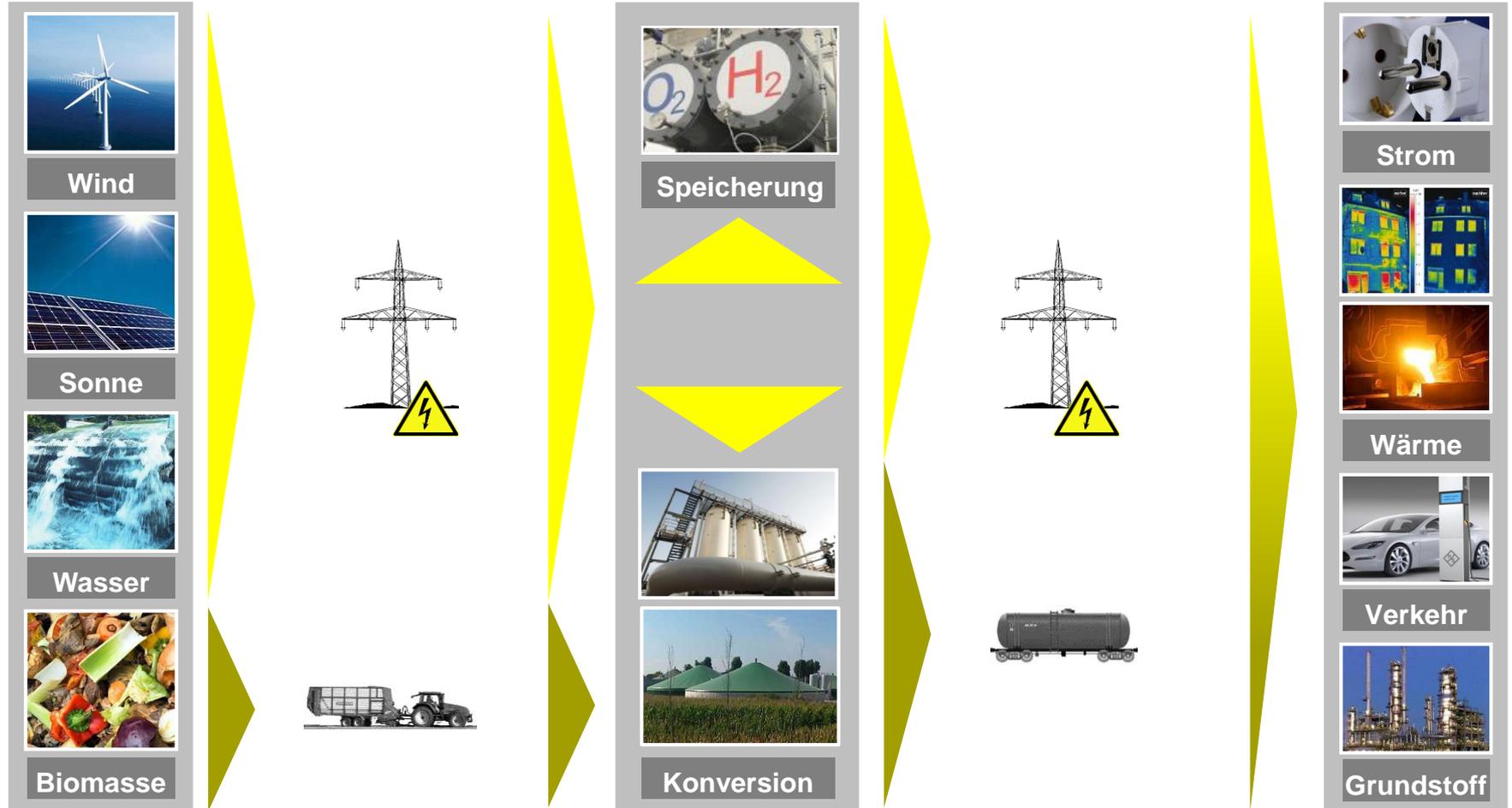
⇒ Risikominimierung von Fehlinvestitionen, Zeitverzügen, Existenzgefahren

Zielfokus

Gesamtsystem (Sektorkopplung)



Erzeugung = **Verluste** + **Endverbrauch**



⇒ **Realistische Sicht: Beachtung von Synergien und Nutzungskonkurrenzen**

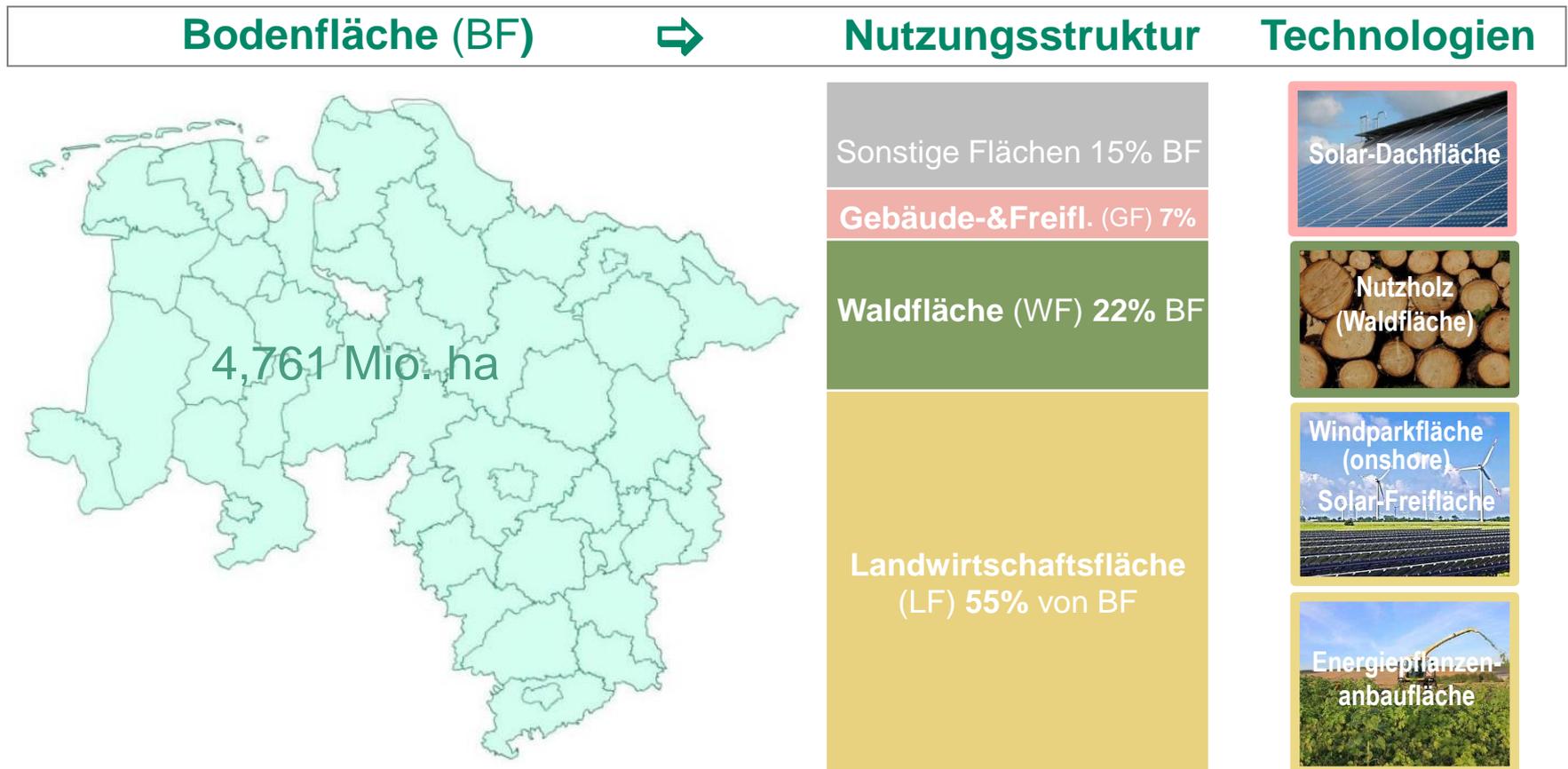
Zielfokus

Physische Gegebenheiten der Region



Erneuerbare Energien gewinnen = natürliche Energieströme in der Fläche auffangen

$$\text{Energieertrag} = \text{Fläche} \times \text{Intensität}_{\text{fix}} \times \text{Wirkungsgrad}_{\text{Technologie}}$$



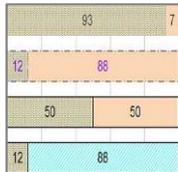
⇒ Wirtschaftliche Lösungen nur in den Grenzen des physisch Möglichen



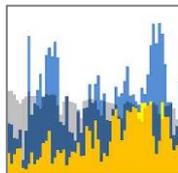
Zielfokus



Szenario Niedersachsen 100% EE



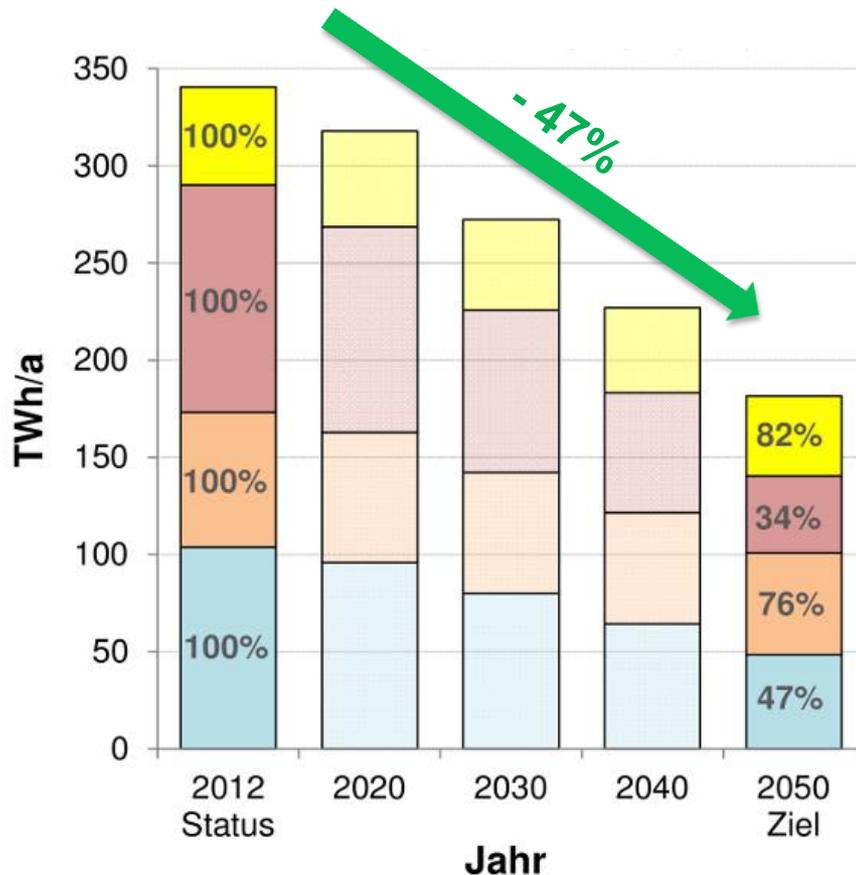
Szenario-Variationen



Schwankungsausgleich

Szenario Niedersachsen 100% EE

Verminderung des Endenergieverbrauchs*



Strom-Anwendungen

- Verminderter Strombedarf
- Effizientere Verbraucher



Gebäudewärme-Anwendungen

- Weitgehende Gebäudesanierung
- Nutzung von Umwelt- und Abwärme



Prozesswärme-Anwendungen

- Verminderter Prozesswärmebedarf
- Verlustarme elektrische Beheizung



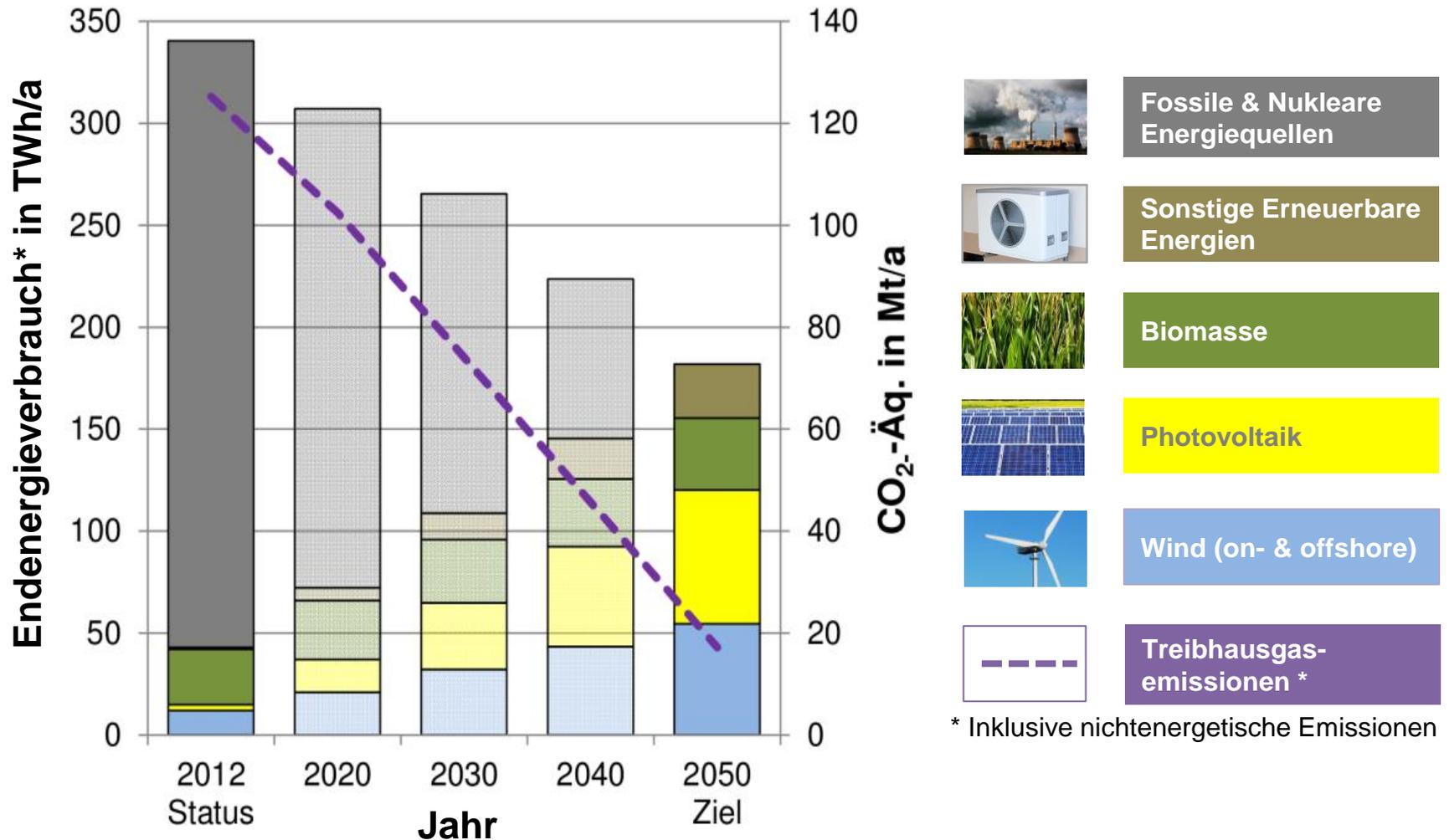
Mobile Anwendungen

- Weitgehende Elektrifizierung
- Verminderter Kraftstoffbedarf

*) Verursacht von 10,7 Mio. Energieverbrauchern in Niedersachsen und benachbarten Ballungszentren gemäß Solidarprinzip.

Szenario Niedersachsen 100% EE

Vollversorgung mit erneuerbaren Energien



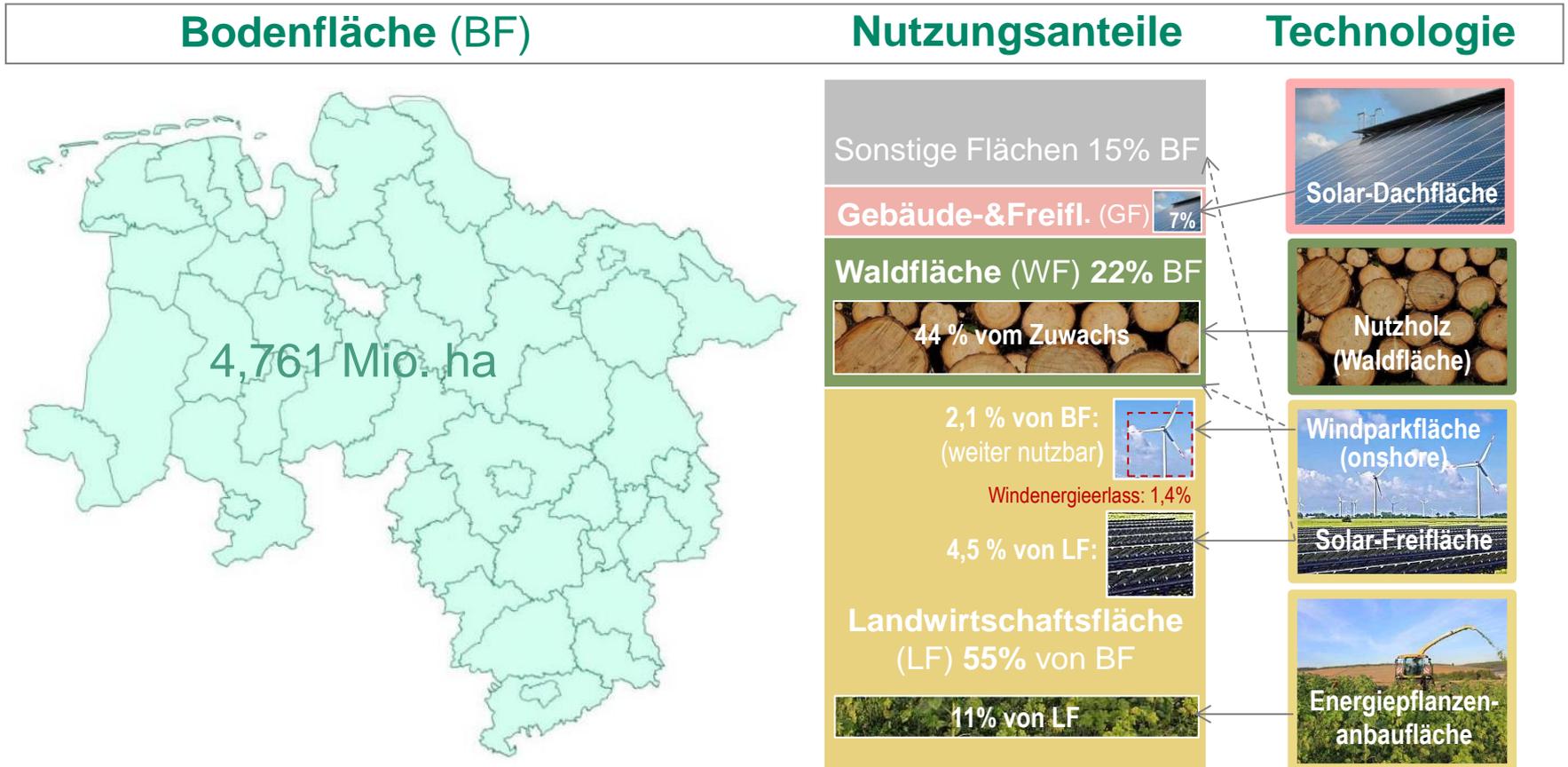
*) Verursacht von 10,7 Mio. Energieverbrauchern in Niedersachsen und benachbarten Ballungszentren gemäß Solidarprinzip.

Szenario Niedersachsen 100% EE

Flächenbeanspruchung zur Bedarfsdeckung



$$\text{Energieertrag} = \text{Fläche} \times \text{Intensität}_{\text{fix}} \times \text{Wirkungsgrad}_{\text{Technologie}}$$



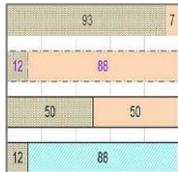
⇒ Realistische Sicht auf harte Potenzialgrenzen und Nutzungskonkurrenzen



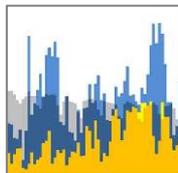
Zielfokus



Szenario Niedersachsen 100% EE



Szenario-Variationen



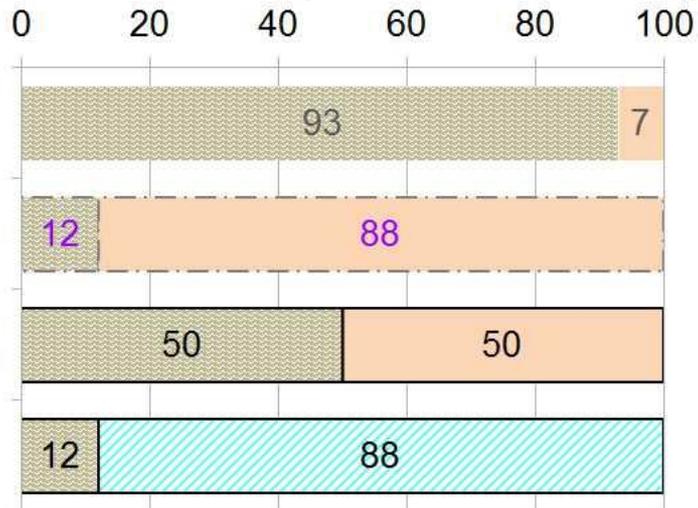
Schwankungsausgleich

Szenario-Variationen

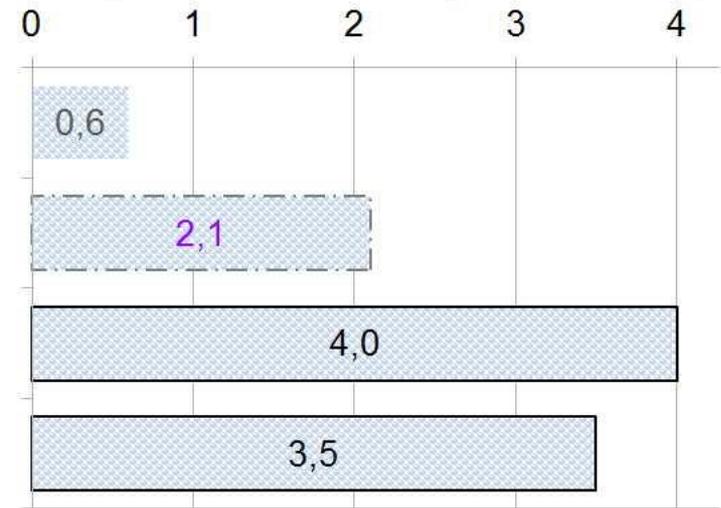
hier: Einfluss der Antriebstechnologien im Verkehr



Antriebe Straße & Schiene [% der Verkehrsleistung]



Windparkfläche onshore [% der Bodenfl.]



Kraftstoff
(Otto-/Dieselantrieb)

Strom direkt (Batterie, Oberleitung, Indukt.)

Wasserstoff
(Brennstoffzellenantrieb)

Windparkfläche
(onshore)

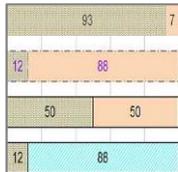
⇒ **Minimale Flächenbeanspruchung bei hohem Anteil an Elektrofahrzeugen**



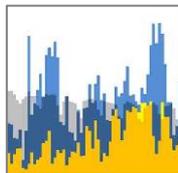
Zielfokus



Szenario Niedersachsen 100% EE



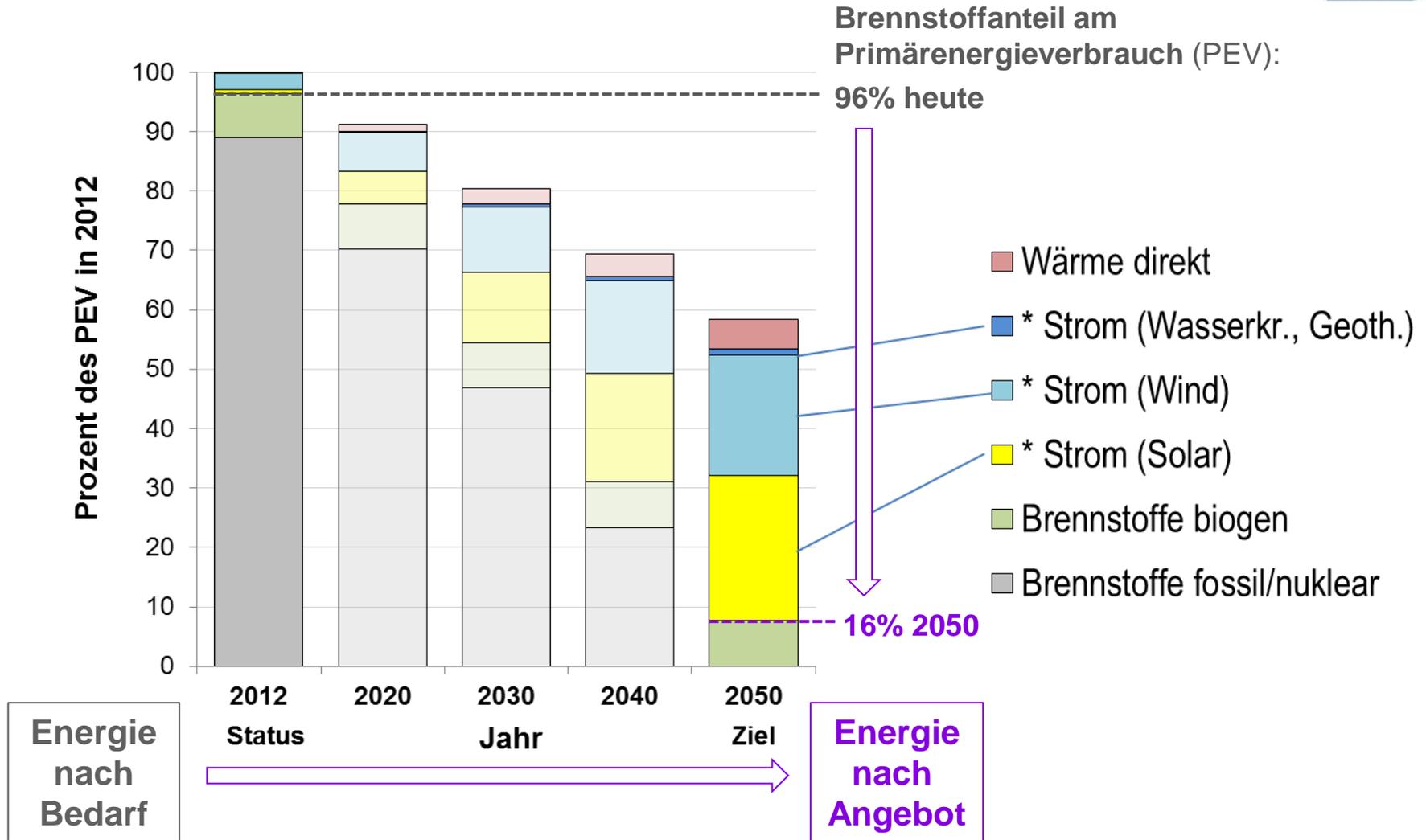
Szenario-Variationen



Schwankungsausgleich

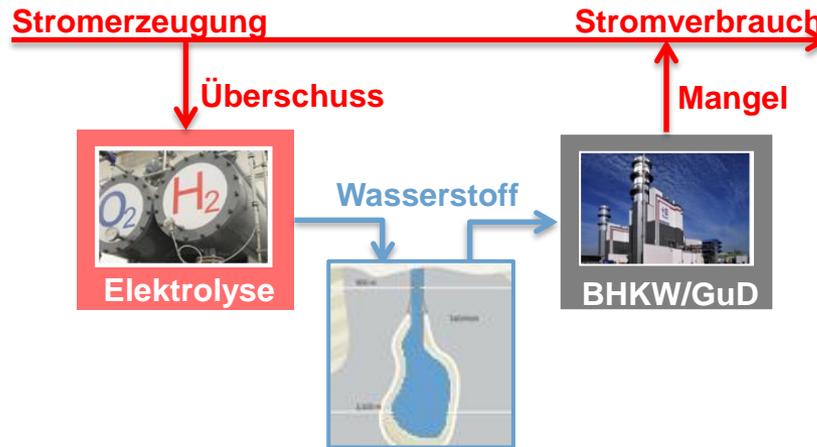
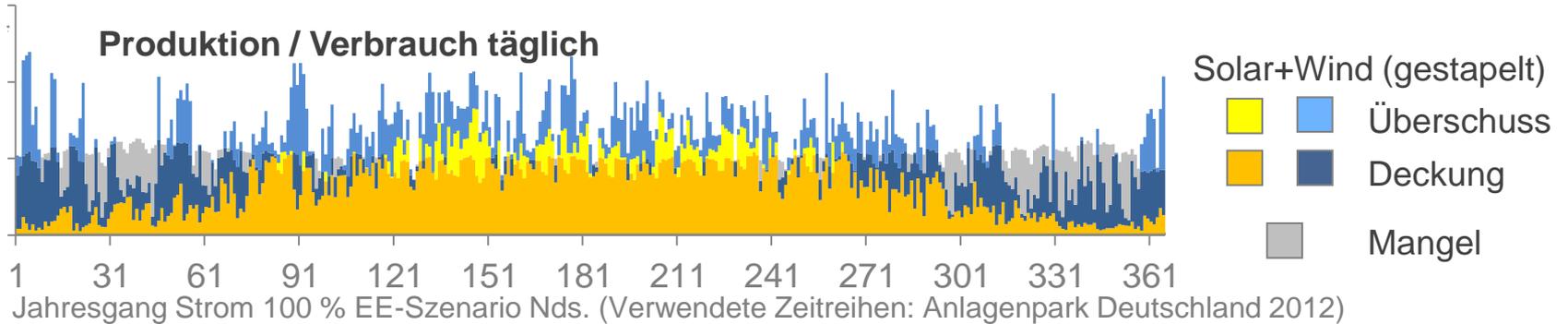
Schwankungsausgleich

Brennstoffe > Wind-/Solarstrom



Schwankungsausgleich

Saisonal: Zentrale Gasspeicher

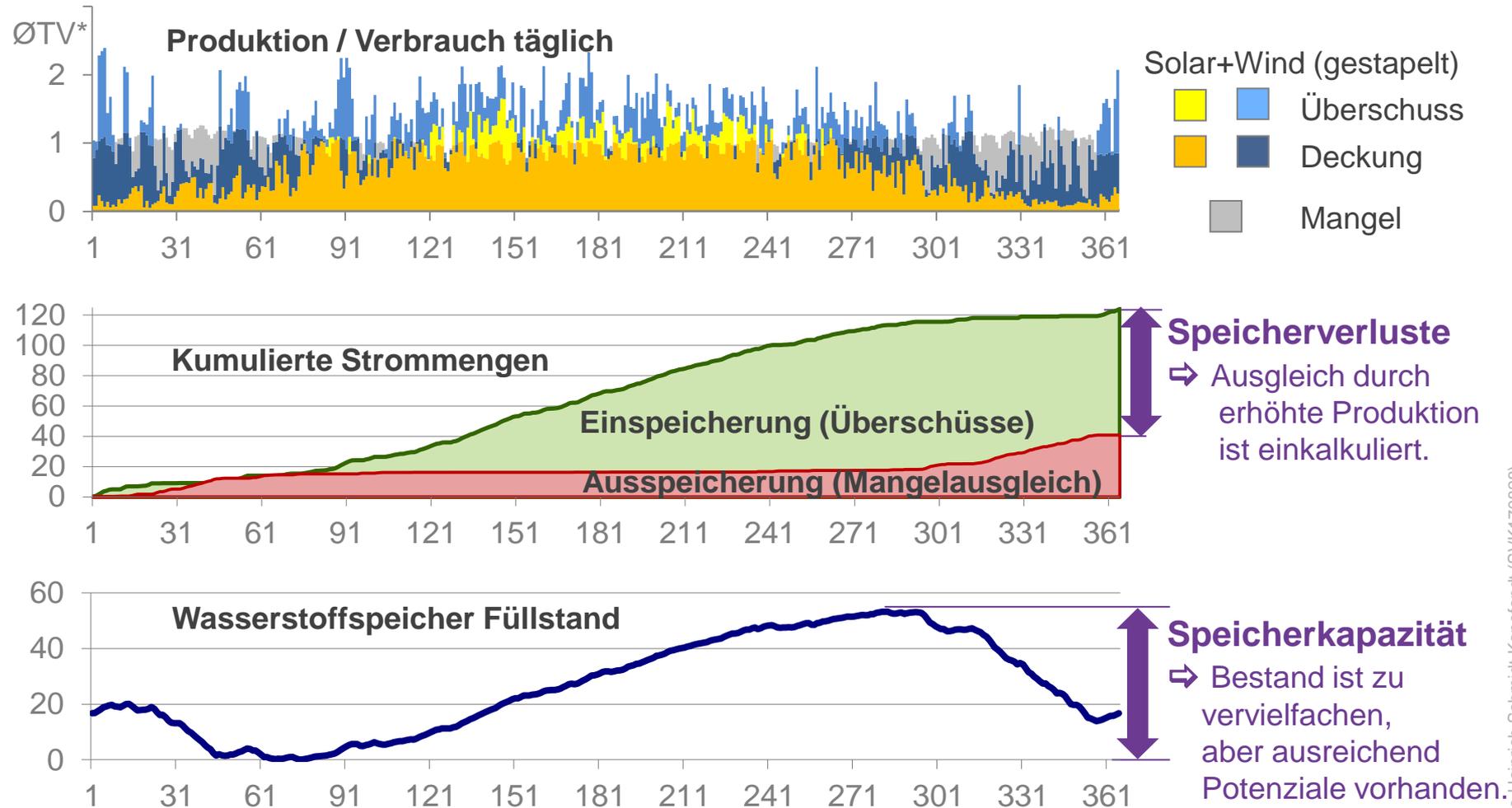


- Saisonaler Ausgleich erfordert große Stromspeicherkapazität
- Langzeitspeicherung primär in Gaskavernen, da kostengünstig
- Wandlungseffizienz gering, aber Verluste moderat (geringe Zyklenzahl)

Schwankungsausgleich



Saisonale Speicherung: Verluste und Kapazität



*) ØTV: Auf durchschnittlichen Tagesverbrauch der Region normiert.

Datengrundlage: Gutachten, Szenario 100% EE Niedersachsen (150826)

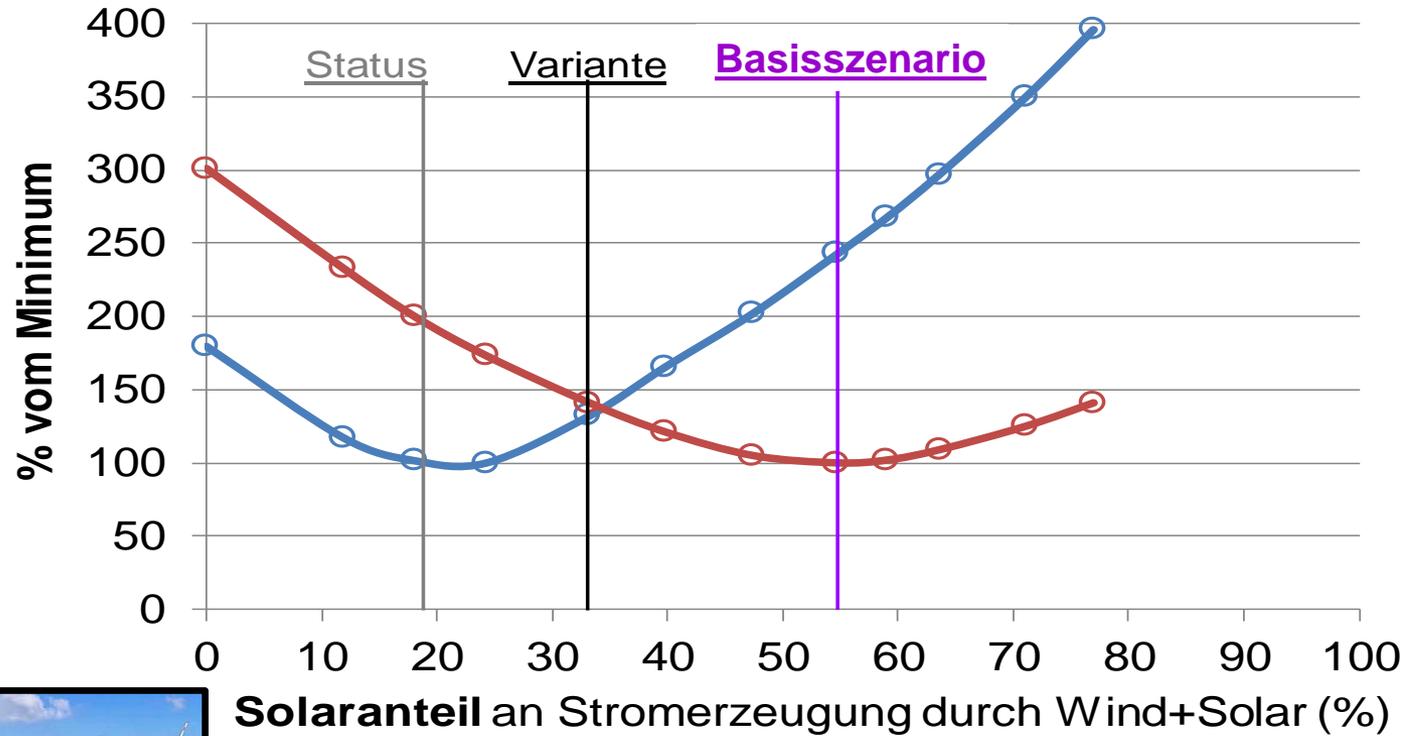
Schmidt-Kanefendt, 31.08.2017

Energietag 5.0

17

Schwankungsausgleich

Saisonale Speicherung: Einfluss Wind-/Solarstrom-Verhältnis



Solaranteil an Stromerzeugung durch Wind+Solar (%)

—○— Speicherkapazität

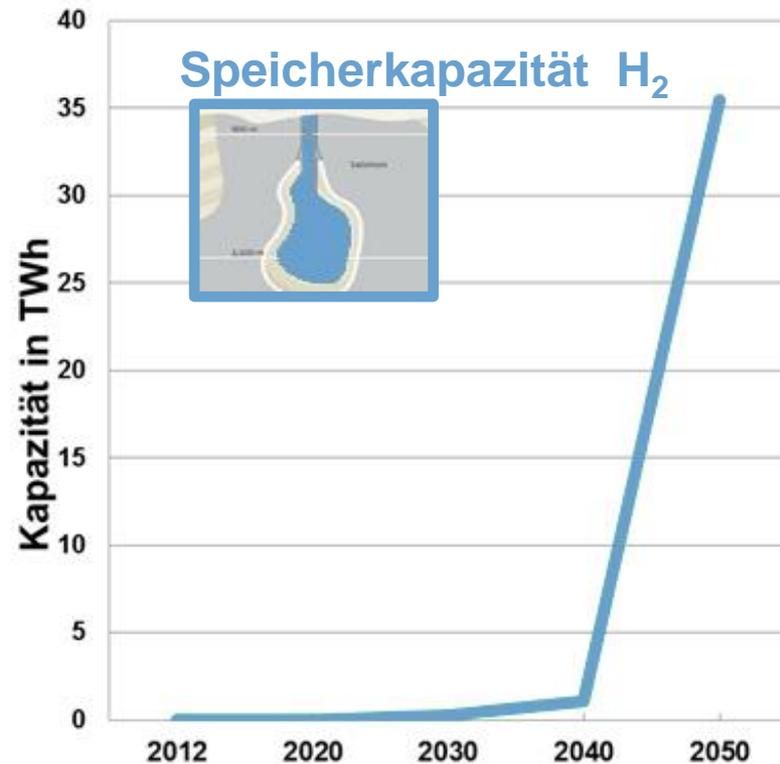
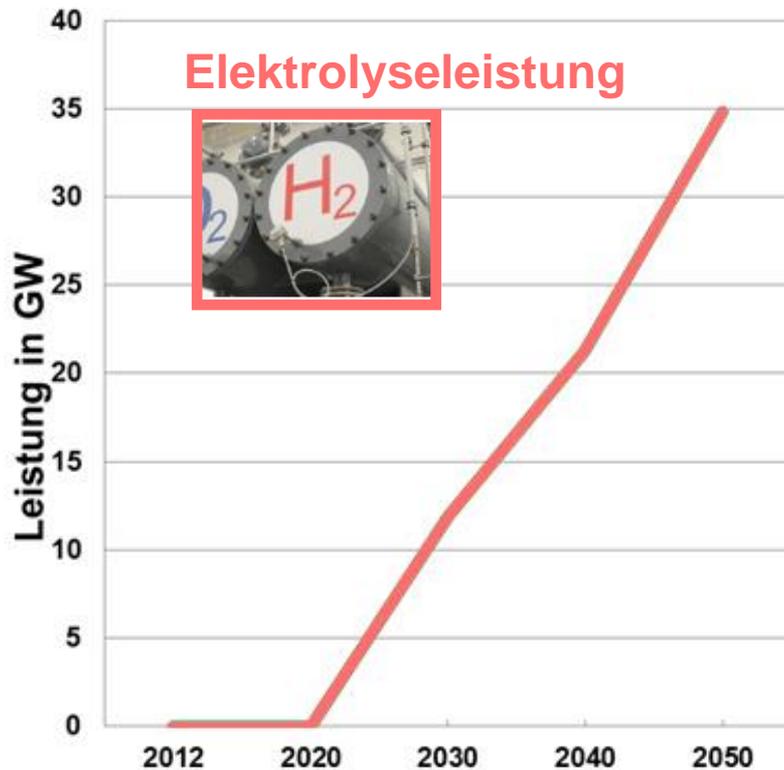
—○— Elektrolyseleistung



Quelle: Schmidt-Kanefendt H.-H., Dissertations-Entwurf, Kap. 6.6.1, Wertetabelle 13a, 2017, unveröffentlicht.
Datengrundlage Basisszenario: Gutachten, Szenario 100% EE Niedersachsen (150826).

Schwankungsausgleich

Ausbaupfad für Stromspeicherung



- ▶ Aufbau **Elektrolyseleistung ab 2020** erforderlich (Vermeidung von Abregelung)
- ▶ Aufbau großer Wasserstoff-**Speicherkapazitäten** erst **ab 2040** erforderlich
- ▶ Vorlauf zur Errichtung von Langzeitspeichern notwendig

Gemäß Zusatzgutachten: Hochaufgelöste Zeitreihen, Stromspeicherung mit Wasserstoff auf Kurzzeitspeicherung ausgeweitet.



Hans-Heinrich Schmidt-Kanefendt, Ing. (grad.)

Ostfalia Hochschule:

Fakultät Versorgungstechnik
Regionale Energiekonzepte

Salzdahlumer Straße 46/48
38302 Wolfenbüttel

05331-939 39830

05331-939 39832

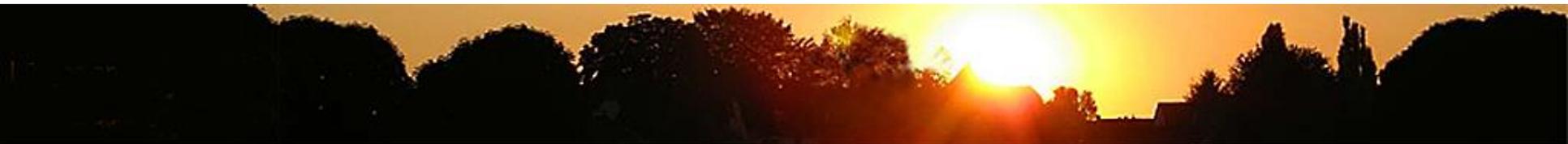
h-h.schmidt-kanefendt@ostfalia.de

Privat:

Büntewinkel 4 b
38690 Goslar

<http://wattweg.net>

info@wattweg.net

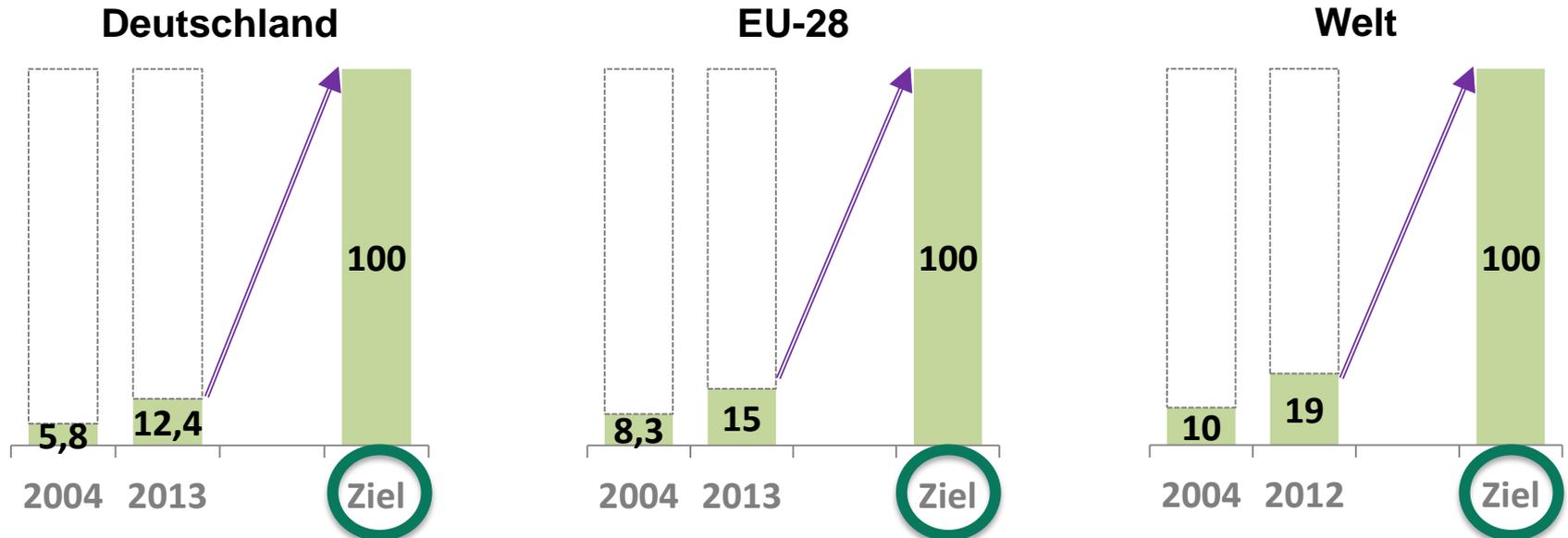


Zielfokus

Selbstversorgung



Erneuerbarer Anteil am Energieverbrauch* (%):



Importe?

Weltmarktpreise?
Zugangssicherung?
Verteilungskonflikte?

⇒ **Selbstversorgung = Vermeidung gravierender Import-Unsicherheiten**

*) Bruttoendenergieverbrauch über sämtliche Energieträger

Quellen: https://de.wikipedia.org/wiki/Erneuerbare_Energien, abgerufen am 28.10.2015.

Share of renewable energy in gross final energy consumption. Internetseite der Europäischen Union. Abgerufen am 13. Juni 2015.

Global Status Report 2014. Internetseite von REN21. Abgerufen am 8. August 2014..

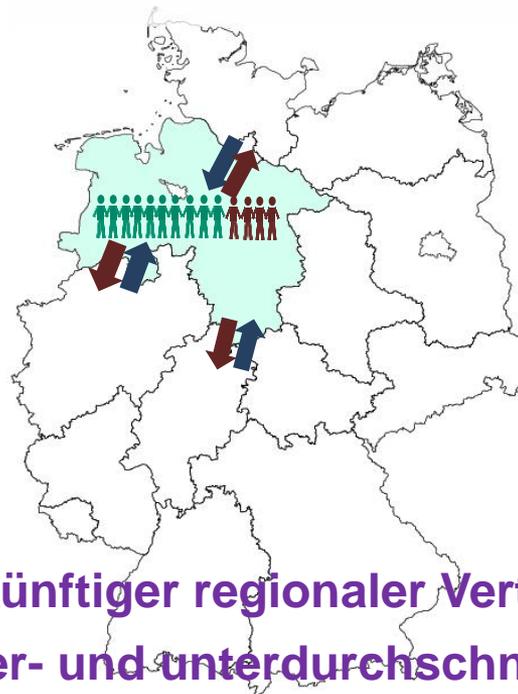
Zielfokus



Interregionaler Austausch - Solidarprinzip

Kernfrage: Wie hoch ist der künftig zu deckende Energieverbrauch?

- ▶ Nach **Territorialprinzip**: Tatsächlicher Verbrauch innerhalb der Region
- ▶ Nach **Verursacherprinzip**: Pro-Kopf-Verbrauch x Einwohnerzahl
Beispiel Nds.: Von 7,8 Mio. Einwohnern verursachter Energieverbrauch (100%) 
- ▶ Nach **Solidarprinzip**: Pro-Kopf-Verbrauch x Energieverbraucherzahl
Beispiel Nds.: Zusätzlich Export in benachbarte Ballungsräume für 2,9 Mio. (+38%) 
(10,7 Mio. Energieverbraucher unter fiktiver Annahme deutscher Bevölkerungsdichte auf Fläche Nds.)



Energieexport



Güterimport



- ⇒ **Unabhängig von künftiger regionaler Verteilung energieintensiver Industrie**
- ⇒ **Ausgleich von über- und unterdurchschnittlichen Möglichkeiten für 100%EE**