



Commit to Connect 2050 – Zielbild Energieinfrastrukturen für Ostdeutschland

Projektansatz und Ergebnisse

21. April 2020

Dr. Albrecht Wagner

Wagner, Elbling & Company
Management Advisors
Seilerstätte 18-20, 3.OG
A-1010 Wien
office: +43 664-849 58 00
web: www.wecom.at

1. Projekt CtC 2050 / Rahmenbedingungen / Ansatz

2. Optimales Energiesystem Ostdeutschland 2050

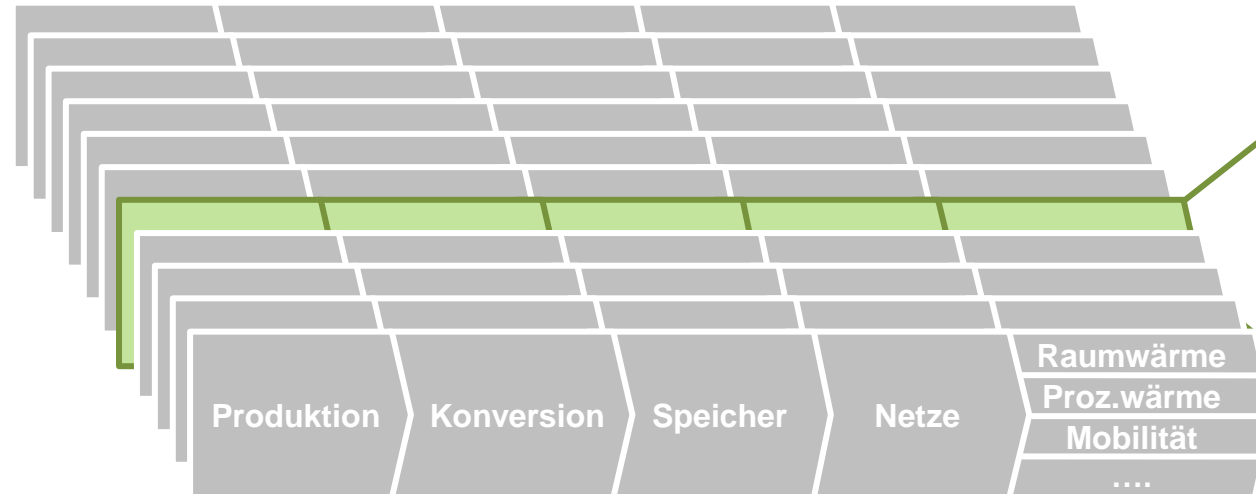
Kostengünstigstes, 100% dekarbonisiertes Energiesystem für Ostdeutschland?



Frage

Optimales Energiesystem
für Ostdeutschland
nach Abschluss
der Energiewende?

SEHR VIELE mögliche Ausgestaltungsvarianten für das Energiesystem!



Berechnung / Bewertung
mit WALERIE



Kostengünstigstes
100% dekarbonisiertes
Energiesystem
für Ostdeutschland



Least-cost
decarbonization

100%
dekarbonisiert*



machbar
(technisch, Platzbedarf)

versorgungssicher

Anforderungen

* Kein Einsatz fossiler Energieträger
Proz.wärme ... Prozesswärme

Innovative Rahmenbedingungen führen zu neuartigen Erkenntnissen

Innovative Rahmenbedingungen

Neuartige Erkenntnisse

1

Unabhängigkeit von Verfügbarkeit
grüner Energie aus dem Ausland

Was kann Ostdeutschland
mit lokaler Produktion grüner Energie erreichen?



2

Keine Bevorzugung bestehender Infrastrukturen
in den Berechnungen (→ Level playing field)

Kein Ablaufdatum für **Ergebnisse / Erkenntnisse**
(→ nachhaltig optimales Energiesystem)



3

Regionalisierte Berechnung
innerhalb Ostdeutschlands

Klare **Aussagen** je **Region Ostdeutschlands**
und für **Energietransportnetze** dazwischen



4

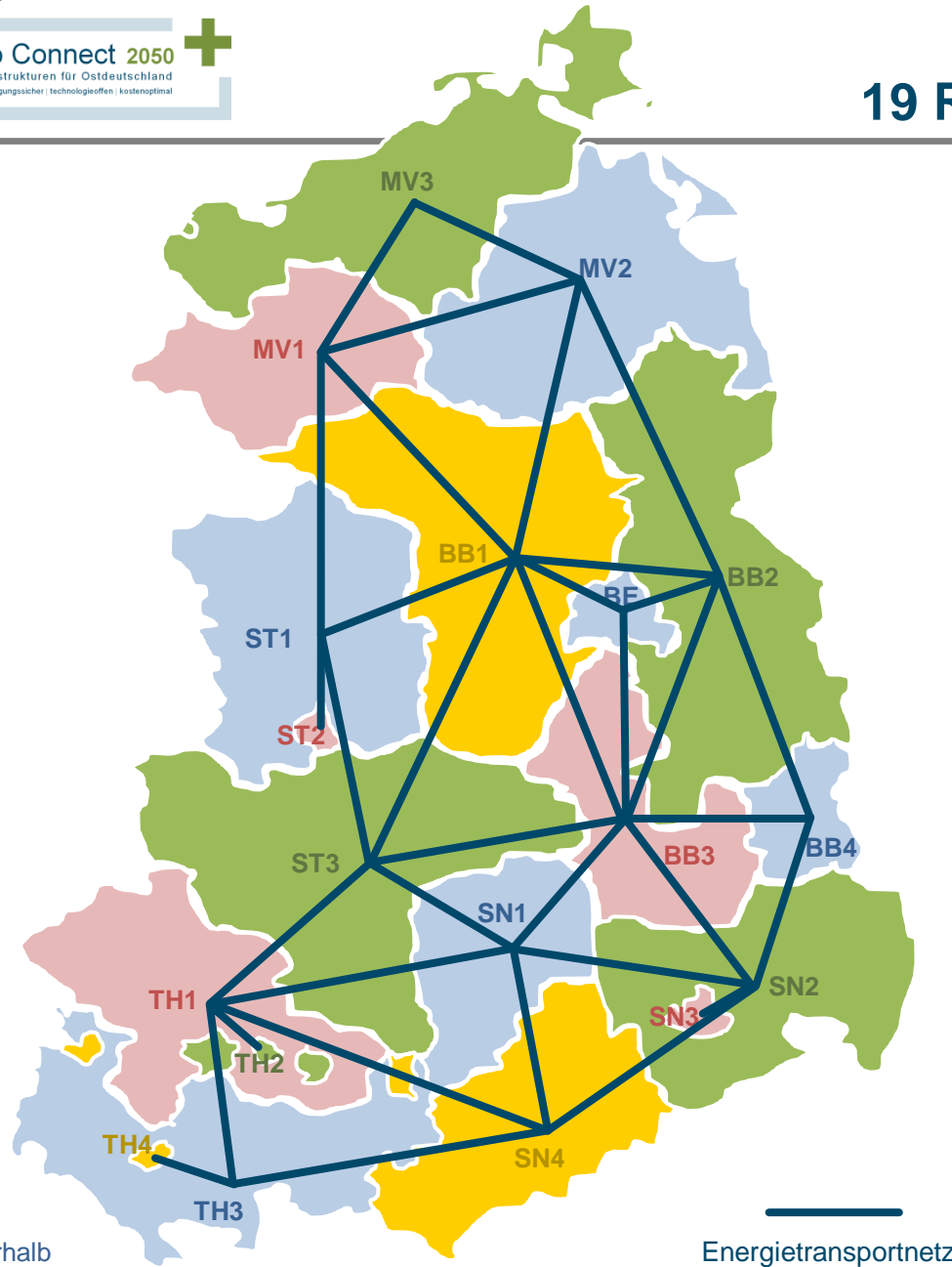
Ganzheitliche Betrachtung
(→ Verbund- und Konkurrenzbeziehungen berücksichtigt)

Ganzheitlich-optimales Energiesystem
über alle Segmente, Energieträger, Wertschöpfungsstufen





CtC 2050: Ganzheitlich-optimales Energiesystem für 19 Regionen Ostdeutschlands und Energietransportnetze



CtC 2050 Ganzheitlich-optimales Energiesystem für Ostdeutschland

Lokalisierter optimaler Anlagenpark für
19 Teilregionen
Berücksichtigt: Regionale Energiebedarfe,
Produktionspotenziale Erneuerbarer ...



Lokalisiert zwischen Regionen: optimale
Energie-Transportnetze
Strom / Methan / Wasserstoff / (Mischgase)



Farbgebung
Cluster rein
illustrativ

MV2
Bundesland |
Nummer innerhalb
Bundesland

Energietransportnetz

Komplexe Anforderungen an Berechnungen wurden mit innovativem System WALERIE von Wagner, Elbling & Company gelöst



Simultane Berechnung mit Energiesystem-Planungswerkzeug WALERIE ...



→ Eine Optimierung von „Allem gegen Alles“

... für alle Energie-Anwendungen in allen Sektoren

Raum-/Prozesswärme, Mobilität, klass. Stromverbrauch, stoffliche Nutzung

... für gesamte Wertschöpfungskette

Primärproduktion bis inkl. Endanwendungen und Netze (Transport und Verteilung)

... mit optimaler Bestimmung Kapazität energietechnischer Anlagen aus umfangreichem Technologie-Baukasten

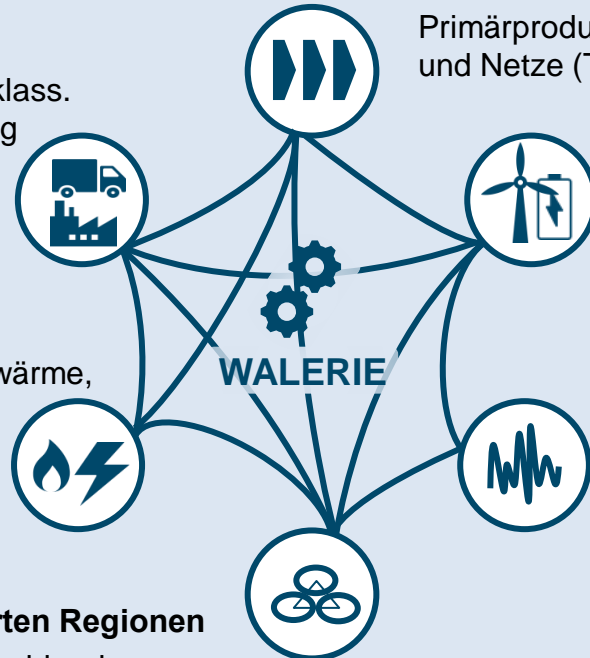
... für alle Energieträger

Strom, Methan, Wasserstoff, Fernwärme, Biomassen, Flüssigkraftstoffe ...

... inkl. optimaler Nutzung dieser energietechnischen Anlagen soweit steuerbar, z.B. Kraftwerke, Gasfernleitungen ...

... für alle modellierten Regionen

innerhalb Ostdeutschlands inkl. Energietransport dazwischen



- ✓ Unverzerrte Ergebnisse
- ✓ Vollständig-optimale Sektorkopplung
- ✓ Vollständig-optimale Regionalisierung
- ✓ Vollständig-optimale Behandlung Verbundeffekte und Nutzungskonkurrenz
- ✓ Echtes Gesamtoptimum des Energiesystems

100% dekarbonisiert*

machbar (Platz, techn.)

versorgungssicher

kostenminimal

* d.h. kein fossiles CO₂

1. Projekt CtC 2050 / Rahmenbedingungen / Ansatz

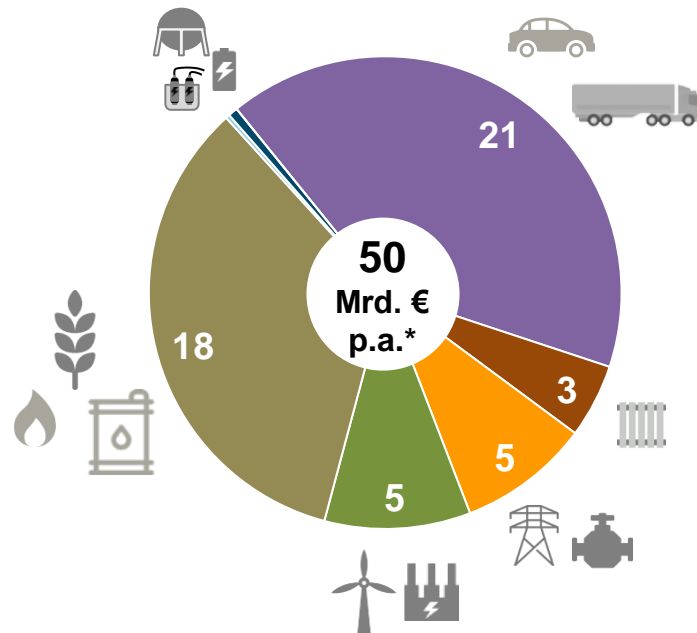
2. Optimales Energiesystem Ostdeutschland 2050

Energiesystem-Kosten durch Dekarbonisierung i.W. unverändert – Kostenverschiebung von Rohstoffimporten zu Investitionen

Jahreskosten Energiesystem Ost-DE

Heute

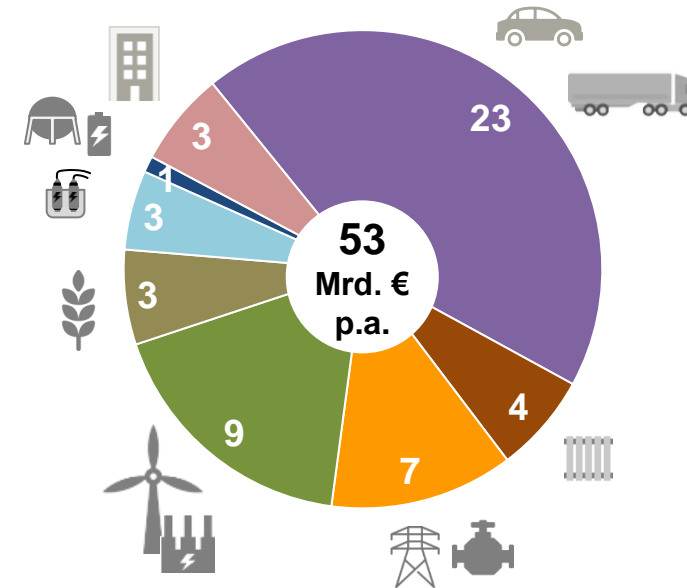
2050 laut CtC 2050**



-15 Mrd. € p.a.
fossile Rohstoffe
(v.a. Importe)

+13 Mrd. € p.a.
Anlagenkosten
in Ostdeutschland

Zentrale Veränderungen

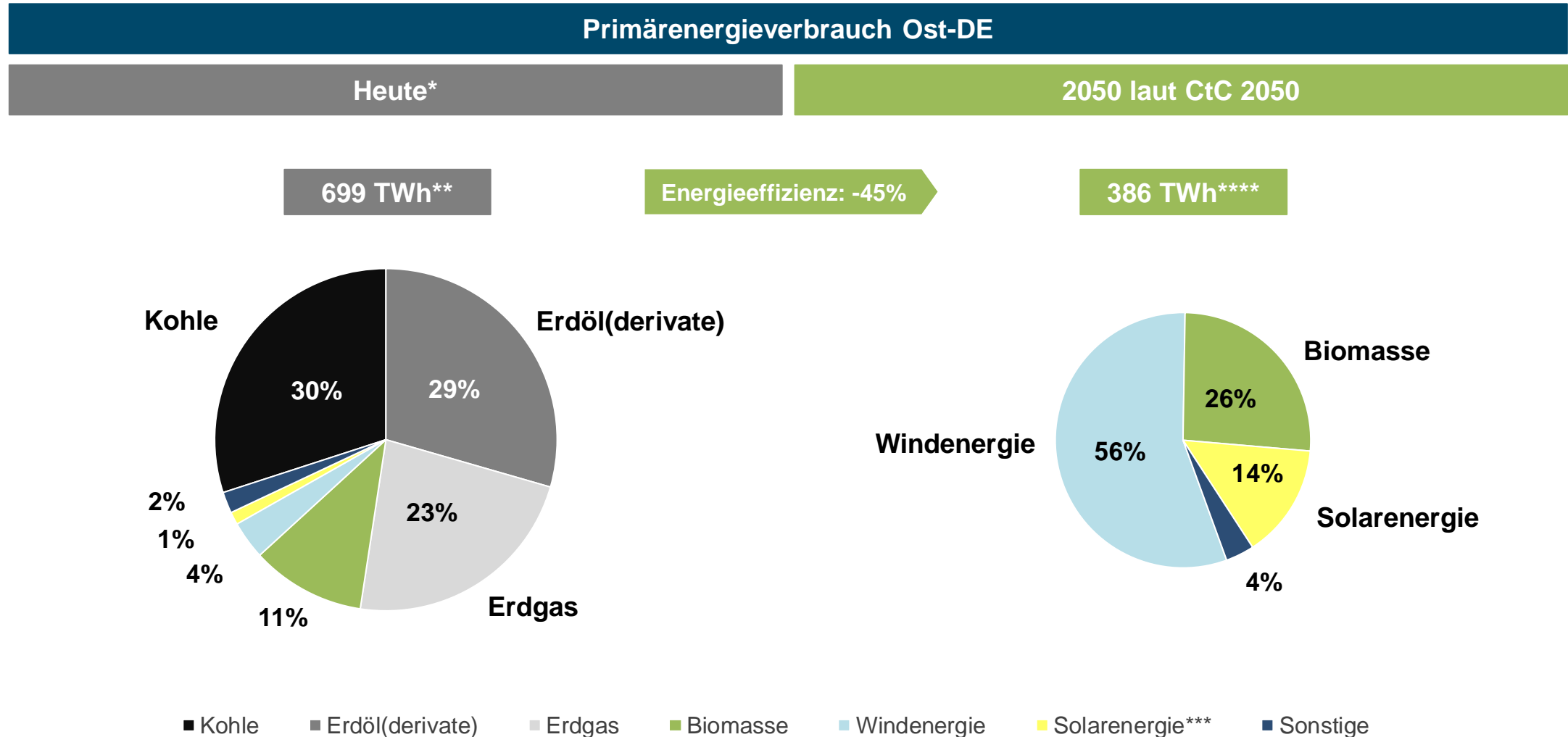


■ Fahrzeuge inkl. Infrastruktur
 ■ Rohstoffe
 ■ Wärmeerzeuger exkl. KWK
 ■ Gas- und Flüssigkraftstoffproduktionsanlagen
■ Netze
 ■ Speichertechnologien
 ■ Stromerzeuger
 ■ Zusatzkosten für Reduktion Raumwärmebedarf

* Nach Abzug Erlöse für Netto-Strom-Exporte (ca. 2 Mrd. EUR/a); ** Inkl. Aufwand für Bereitstellung von Energie für Fernverkehr-Transit (3% Endenergieverbrauch), sowie inkl. Zusatzkosten für Reduktion Raumwärmebedarf, inkl. Kosten für heute bereits elektrifizierte Prozesswärme, exkl. Tankstellenkosten für Transit
Für Datenquellen und weitere Details siehe Endbericht. Nicht modelliert: Aufwände für Energieeffizienz in Prozesswärme und klassischem Stromverbrauch

Bildquellen: Icons made by Freepik, Smashicons, Iconnicle, Pixel Perfect and Creaticca Creative Agency from www.Flaticon.com

Energieeffizienz, Wind, Biomasse und Sonne ersetzen fossile Energieträger vollständig

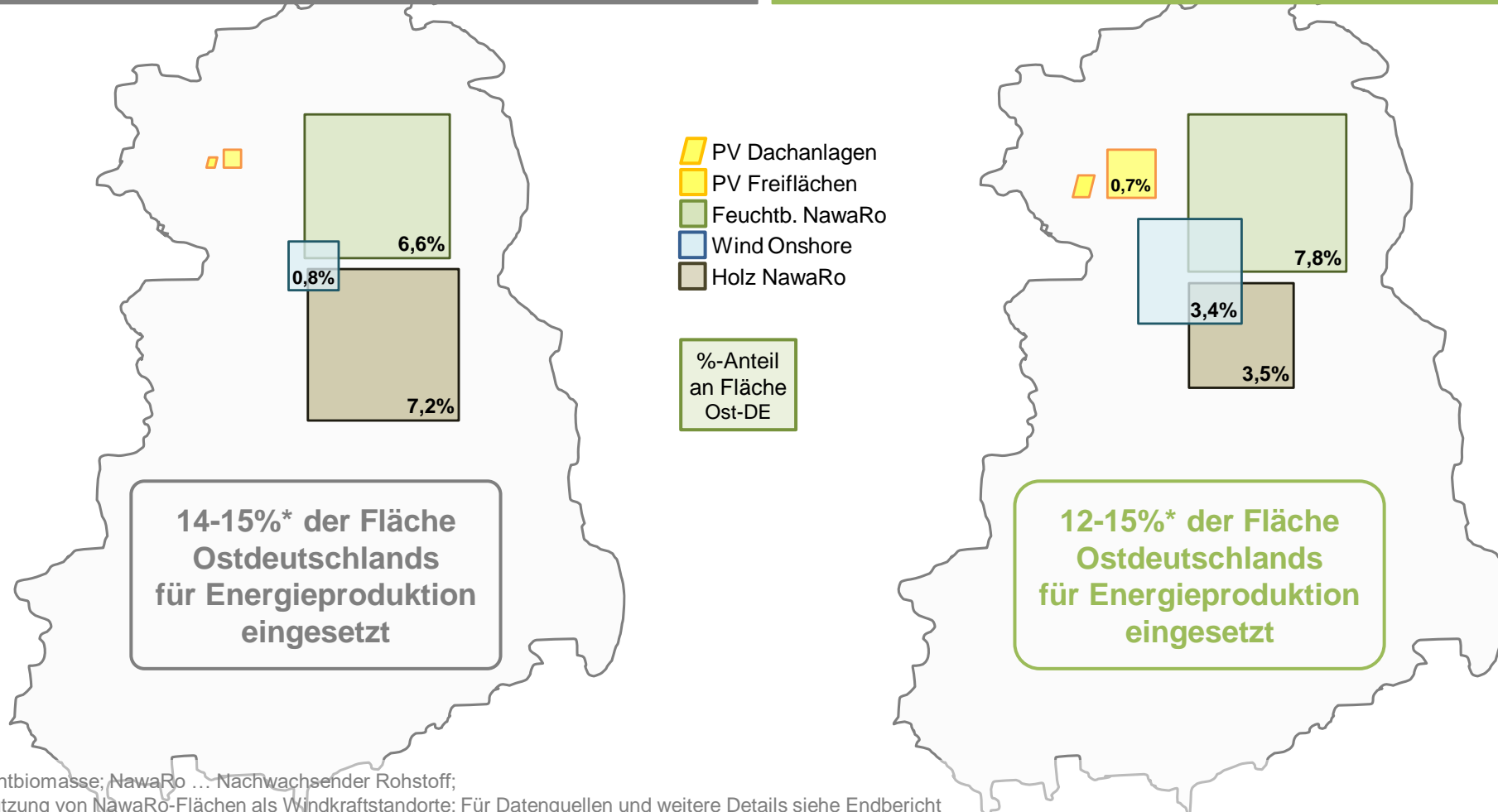


Eigenständige Energieversorgung Ostdeutschlands ist mit zu heute vergleichbarem Flächeneinsatz möglich – jedoch struktureller Wandel

Flächenbedarfe für Energieproduktion Ost-DE [%-Landesfläche]

Heute

2050 laut CtC 2050



14-15%* der Fläche Ostdeutschlands für Energieproduktion eingesetzt

12-15%* der Fläche Ostdeutschlands für Energieproduktion eingesetzt

- ▭ PV Dachanlagen
- ▭ PV Freiflächen
- ▭ Feuchtb. NawaRo
- ▭ Wind Onshore
- ▭ Holz NawaRo

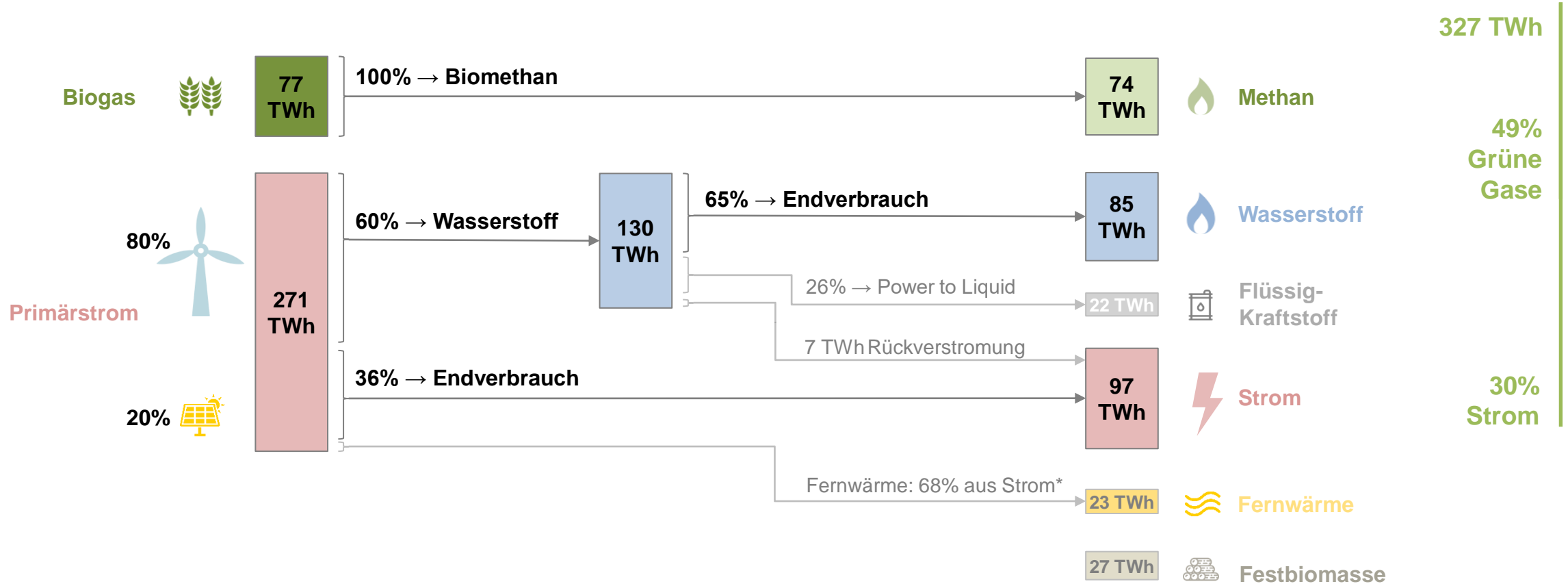
%-Anteil an Fläche Ost-DE

Grüne Gase überwiegen im Endverbrauch; Erzeugung aus Biogas und Strom (→ Elektrolyse)

Endenergie-Verbrauch und Erzeugung / Umwandlung Ost-DE 2050 laut CtC 2050

Erzeugung / Umwandlung 2050 (wesentlichste)

Endenergie-Verbrauch 2050 laut CtC 2050



* Erd-Wärmepumpe und Elektrodenkessel

Für Datenquellen und weitere Details siehe Endbericht

Bildquellen: Icons made by OCHA, Freepik, Smashicons, Iconnice, Hand Drawn Goods from www.Flaticon.com

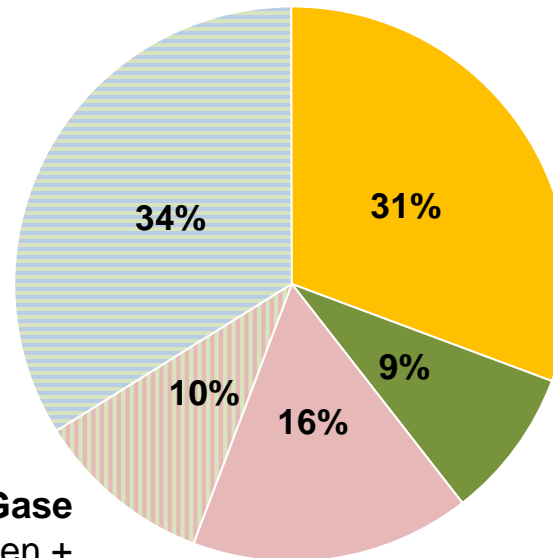
Ganzheitlich integrierte Berechnung zeigt hohe künftige Bedeutung von grünen Gasen und Fernwärme in Raumwärme

Anteile Energieträger an Bereitstellung Raumwärme Ost-DE 2050 laut CtC 2050*

Umstellung auf neue Gastechnologien

Grüne Gase
85% Gas-Luft-Wärmepumpen,
15% Gas-Brennwertkessel + Solarthermie

Hybride Strom / Grüne Gase
Elektrische Luft-Wärmepumpen + Gas-Brennwertkessel



Fernwärme
zu 68% aus Strom

Festbiomasse

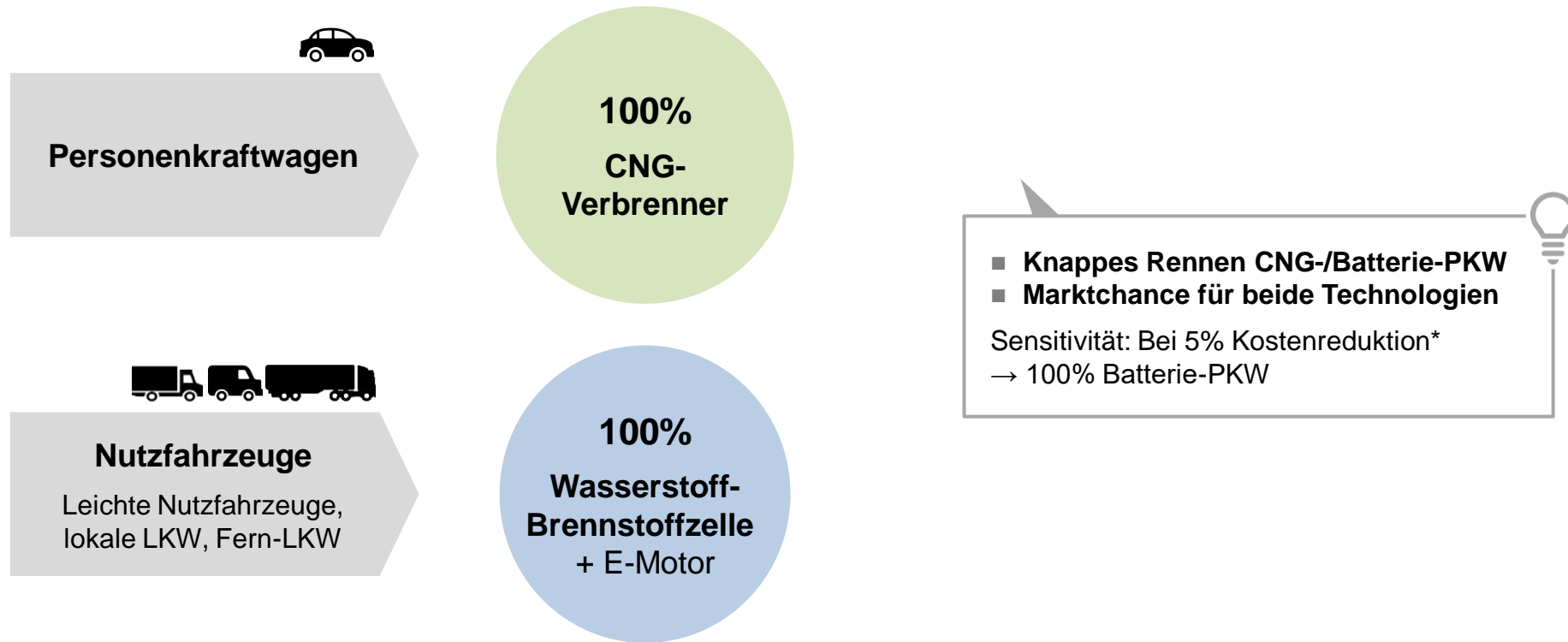
Strom
100% Erd-Wärmepumpen

■ Grüne Gase ■ Fernwärme ■ Biomasse ■ Strom ■ Grüne Gase/Strom

* Anteile an der der Bereitstellung der Nutzwärme
Für Datenquellen und weitere Details siehe Endbericht

Ganzheitlich integrierte Berechnung zeigt hohe künftige Bedeutung von grünen Gasen im Straßenverkehr

Antriebstechnologien im Straßenverkehr 2050 laut CtC 2050

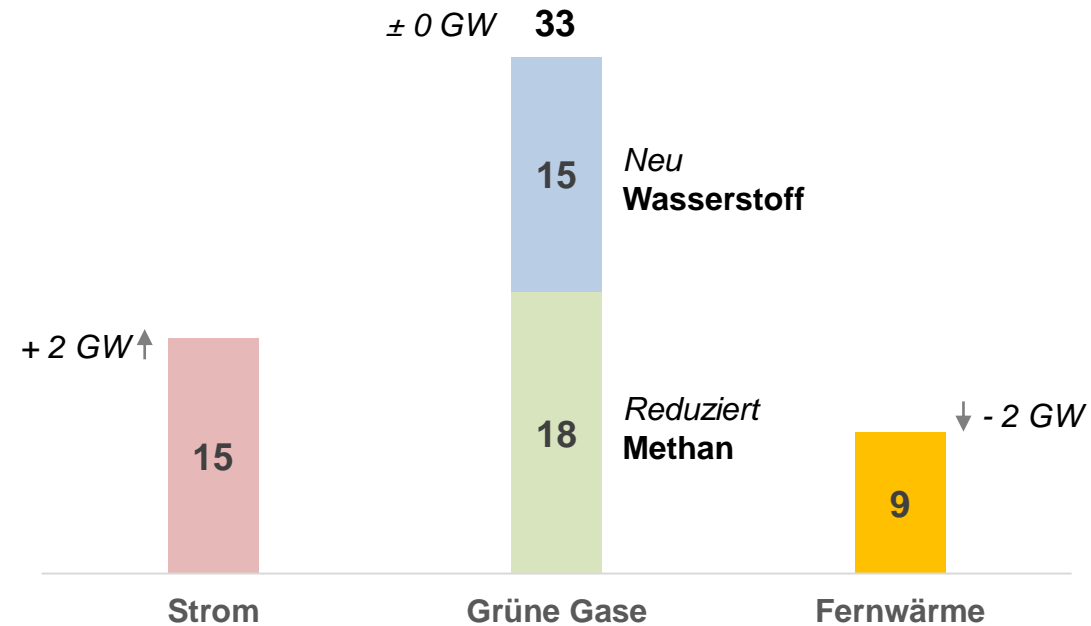


* Reduktion der Kosten von Batterie-PKW inkl. Ladeinfrastruktur (relativ zur Kostenprognose für 2050)

Für Datenquellen und weitere Details siehe Endbericht; Bildquellen: Icons made by Freepik, Creaticca Creative Agency, OCHA from www.Flaticon.com

Spitzenlasten im Endverbrauch ähnlich wie heute mit deutlicher Verschiebung bei Gasen in Richtung Wasserstoff

Zeitgleiche Spitzenlasten Endverbrauch* Ost-DE 2050 laut CtC 2050 [GW]

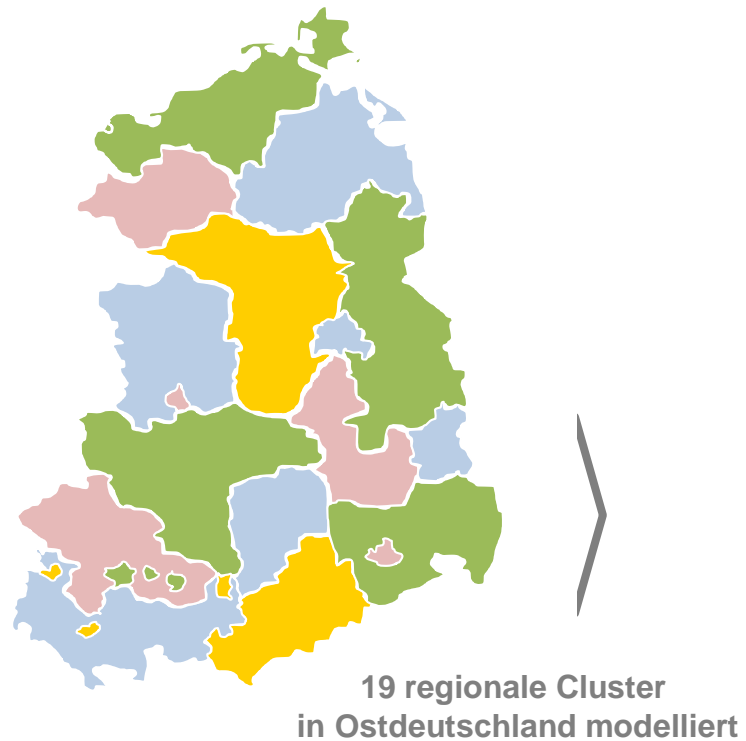


+ x GW ... Veränderung zu heute (Datenstand meist 2016)

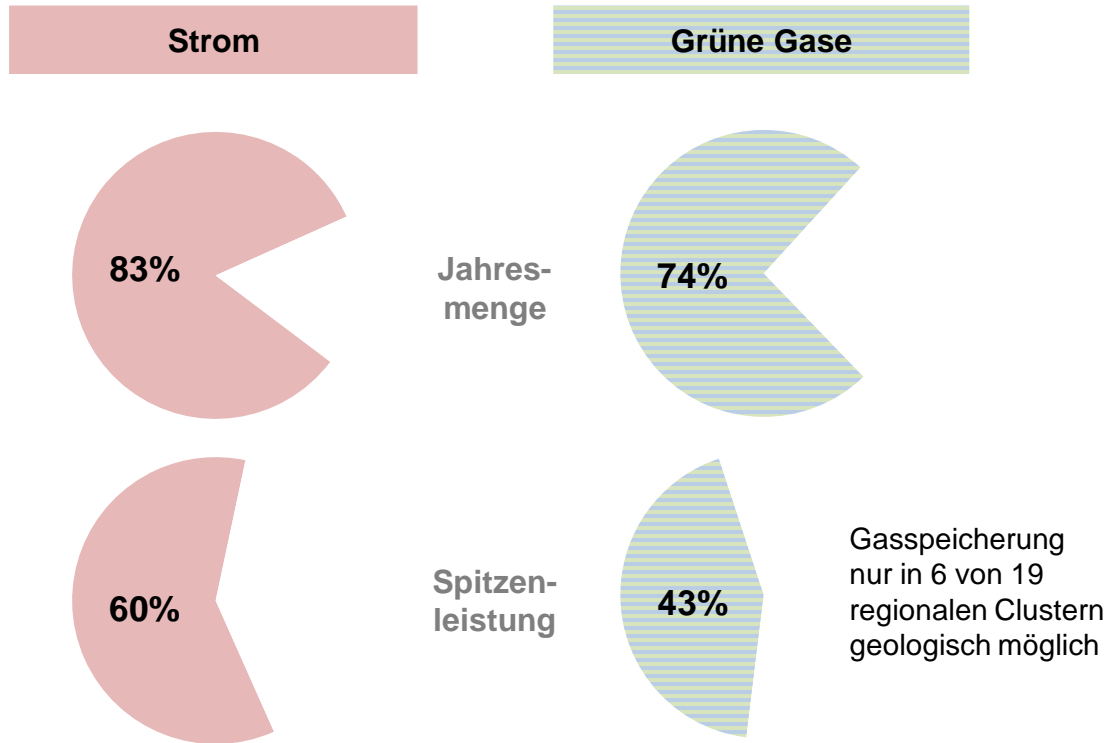
* Zeitgleiche Summe der Spitzenlasten über Ost-DE je Energieträger je Cluster exkl. Umwandlungseinsatz

Für Datenquellen und weitere Details siehe Endbericht

Energieversorgung in Ostdeutschland 2050 ist deutlich zellulär – Ø-Cluster bringen wesentliche Energieanteile selbst auf



Durchschnittlicher Energie-Eigenversorgungsgrad* der regionalen Cluster laut CtC 2050

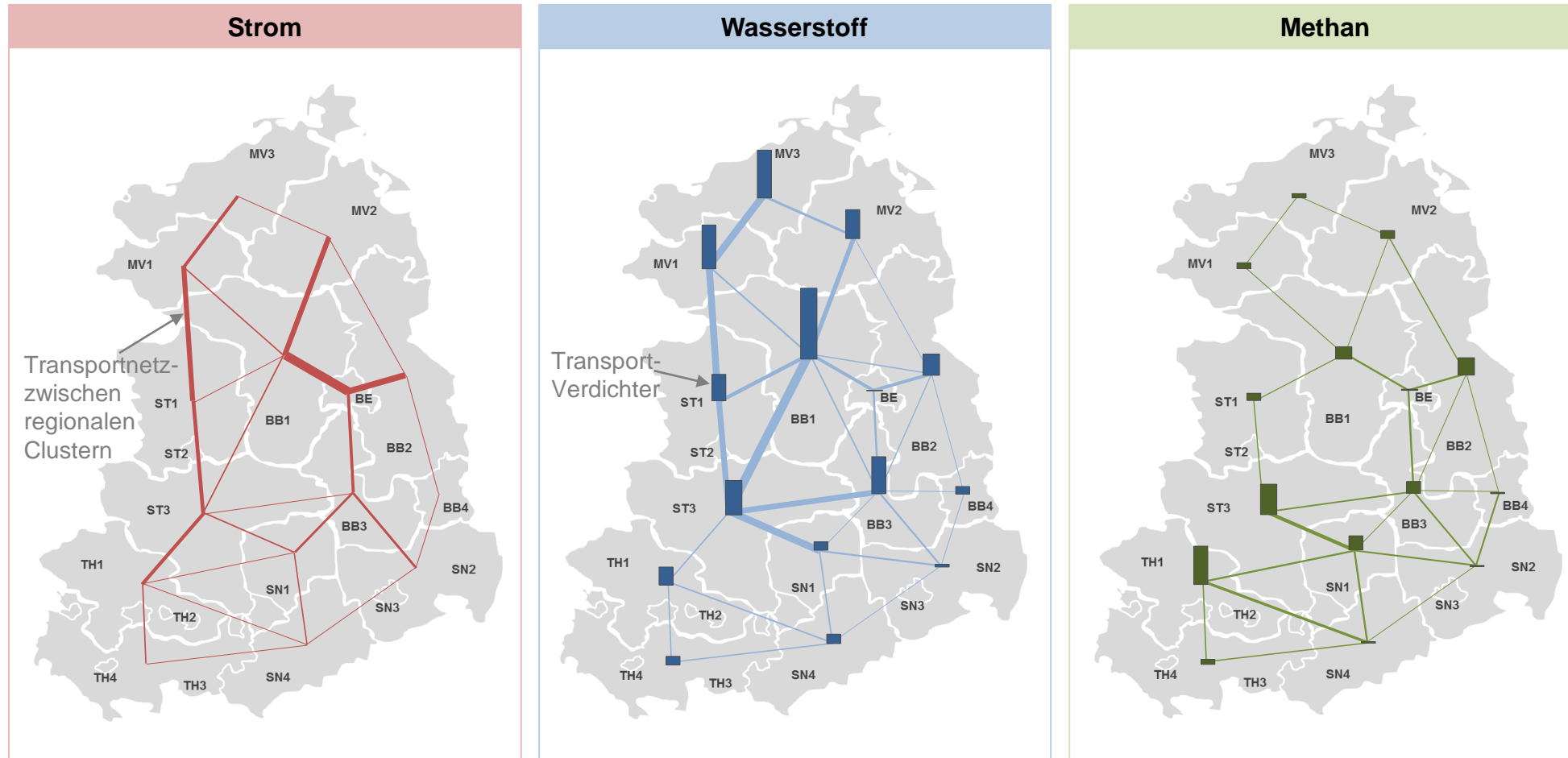


Farbgebung
Cluster rein
illustrativ

* Durchschnitt Eigenversorgungsgrad (mit Obergrenze von 100% je Cluster) über alle modellierten regionalen Cluster in Ostdeutschland

Ganzheitlich integrierte Berechnung zeigt differenzierte Aufgaben von Transportnetzen für Strom und Gase – mit Schwerpunkt Wasserstoff

Anforderungen an Energietransportnetze zwischen regionalen Clustern 2050 laut CtC Zielbild

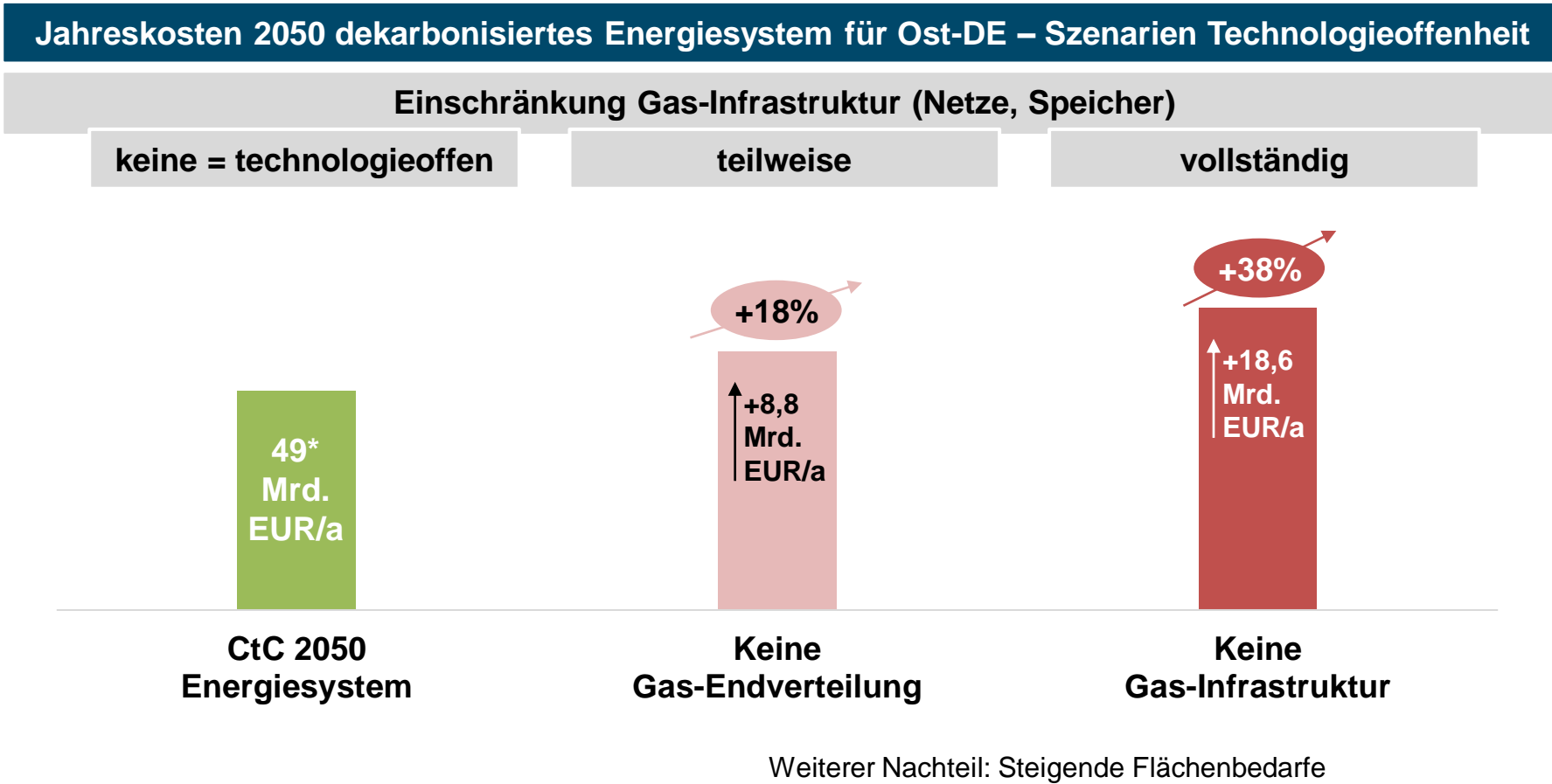


 1 GW Transportkapazität

 5 GW Exportkapazität*

* Summe in benachbarte regionale Cluster

Das technologieoffene Energiesystem von CtC 2050 ist volkswirtschaftlich am günstigsten



* Jahreskosten exkl. Kosten für Energieeffizienz in Raumwärme
Für Datenquellen und weitere Details siehe Endbericht



Projekt CtC 2050 / Rahmenbedingungen / Ansatz

- CtC 2050 identifizierte kostengünstigstes 100% dekarbonisiertes Energiesystem für Ost-DE
- Innovative Rahmenbedingungen: Unabhängigkeit, Regionalisierung, ganzheitlich-optimal
- Integriert berechnetes Energiesystem für 19 Regionen Ost-DEs und Energietransportnetze
- Berechnungen mit innovativem Planungswerkzeug WALERIE von Wagner, Elbling & Company

Optimales Energiesystem Ostdeutschland 2050

- Energiesystem-Kosten durch Dekarbonisierung i.W. unverändert – Kostenverschiebung: Rohstoffimporte → Energieanlagen in Ost-DE
- Fossile Energieträger werden durch Energieeffizienz, Wind, Biomasse und Sonne ersetzt
- Eigenständige Energieversorgung Ost-DEs mit zu heute vergleichbarem Flächeneinsatz möglich
- Grüne Gase überwiegen im Endverbrauch; Erzeugung aus Biogas und Strom (→ Elektrolyse)
- Berechnungen zeigen hohe künftige Bedeutung von grünen Gasen und Fernwärme in Raumwärme
- Berechnungen zeigen hohe künftige Bedeutung von grünen Gasen im Straßenverkehr
- Spitzenlasten im Endverbrauch ähnlich wie heute mit Verschiebung bei Gasen zu Wasserstoff
- Energieversorgung in Ost-DE 2050 ist deutlich zellulär – Ø-Cluster bringen wesentliche Energieanteile selbst auf
- Differenzierte Aufgaben von Transportnetzen für Strom und Gase – mit Schwerpunkt Wasserstoff
- Das technologieoffene Zielbild von CtC 2050 ist volkswirtschaftlich am günstigsten

