
SEKTORKOPPLUNG UND SYSTEMINTEGRATION – SCHLÜSSELELEMENTE DER NÄCHSTEN PHASE DER ENERGIEWENDE



Prof. Dr. Hans-Martin Henning

Fraunhofer-Institut für Solare
Energiesysteme ISE

7. Kongress
»Energieautonome Kommunen«
Freiburg, 1-2. Februar 2018

www.ise.fraunhofer.de

Inhalt

Energiewende und Klimaschutz

Sektorkopplung

Systemintegration und Systemoptimierung

Sektorkopplung und Systemintegration im Gebäude und Quartier

Fazit

Inhalt

Energiewende und Klimaschutz

Sektorkopplung

Systemintegration und Systemoptimierung

Sektorkopplung und Systemintegration im Gebäude und Quartier

Fazit

Hauptziele der Energiewende

→ Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80 % bis 95 % (bezogen auf 1990)

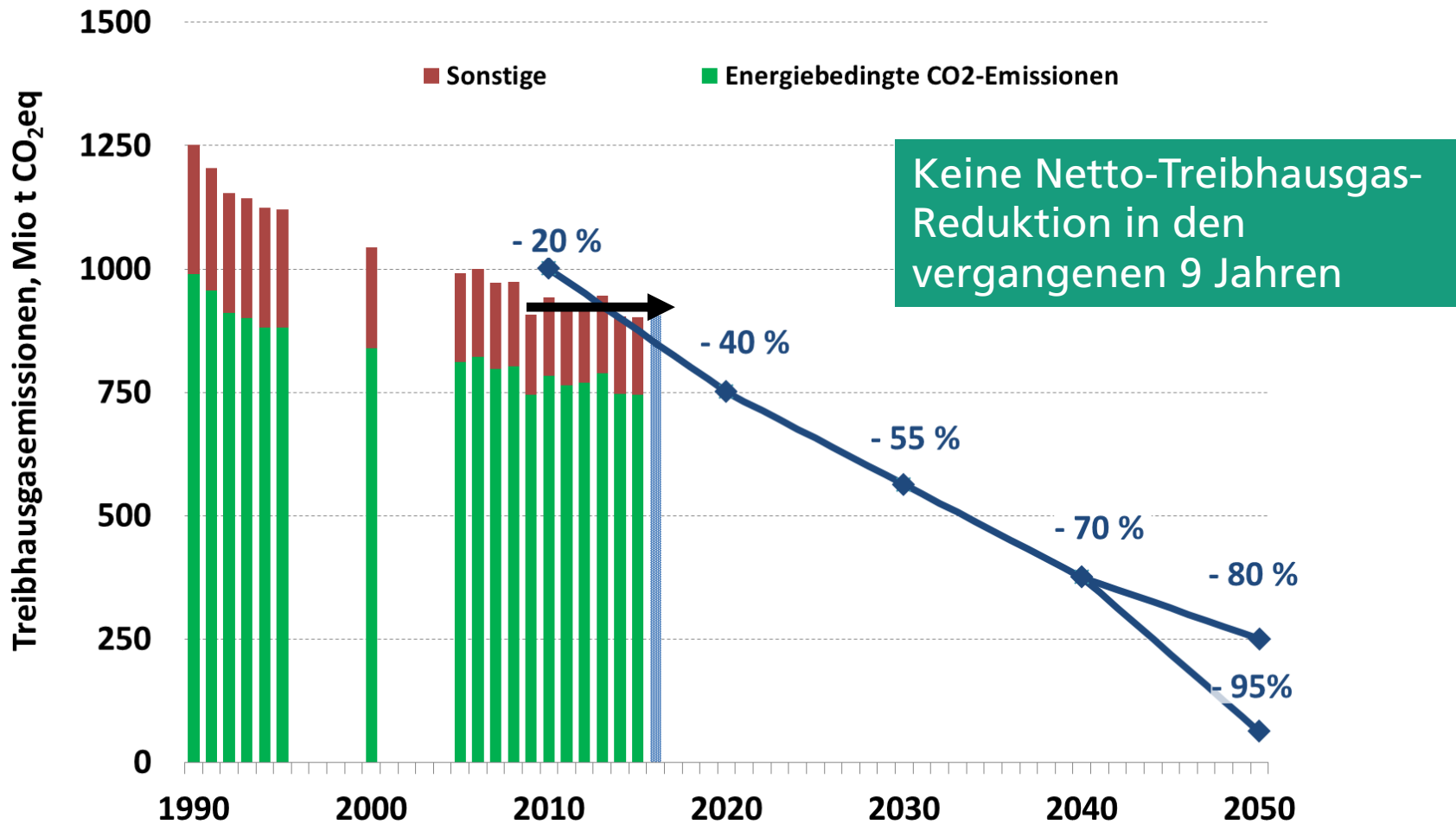


→ Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022



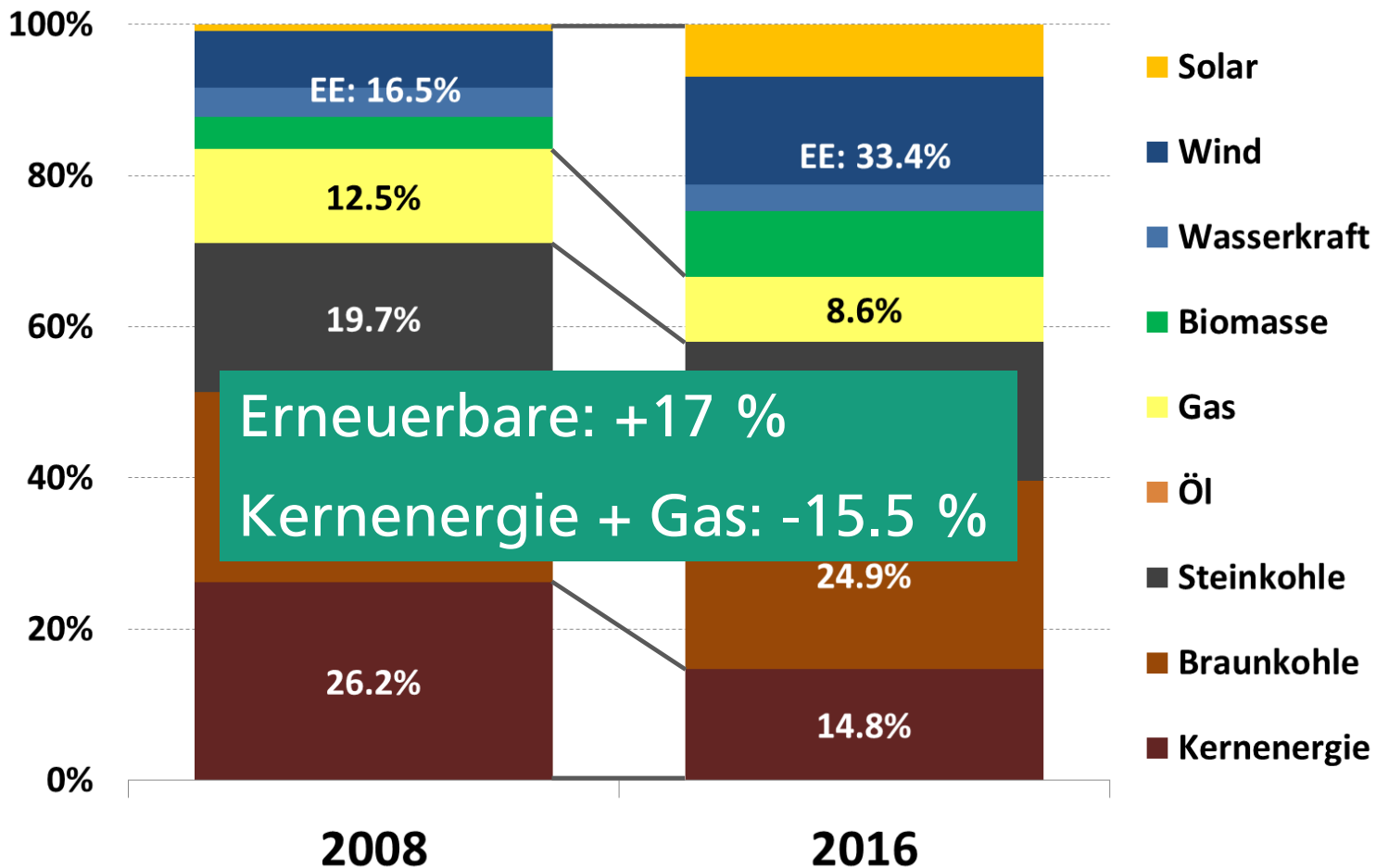
Treibhausgasemissionen Deutschland

Historie und Ziele

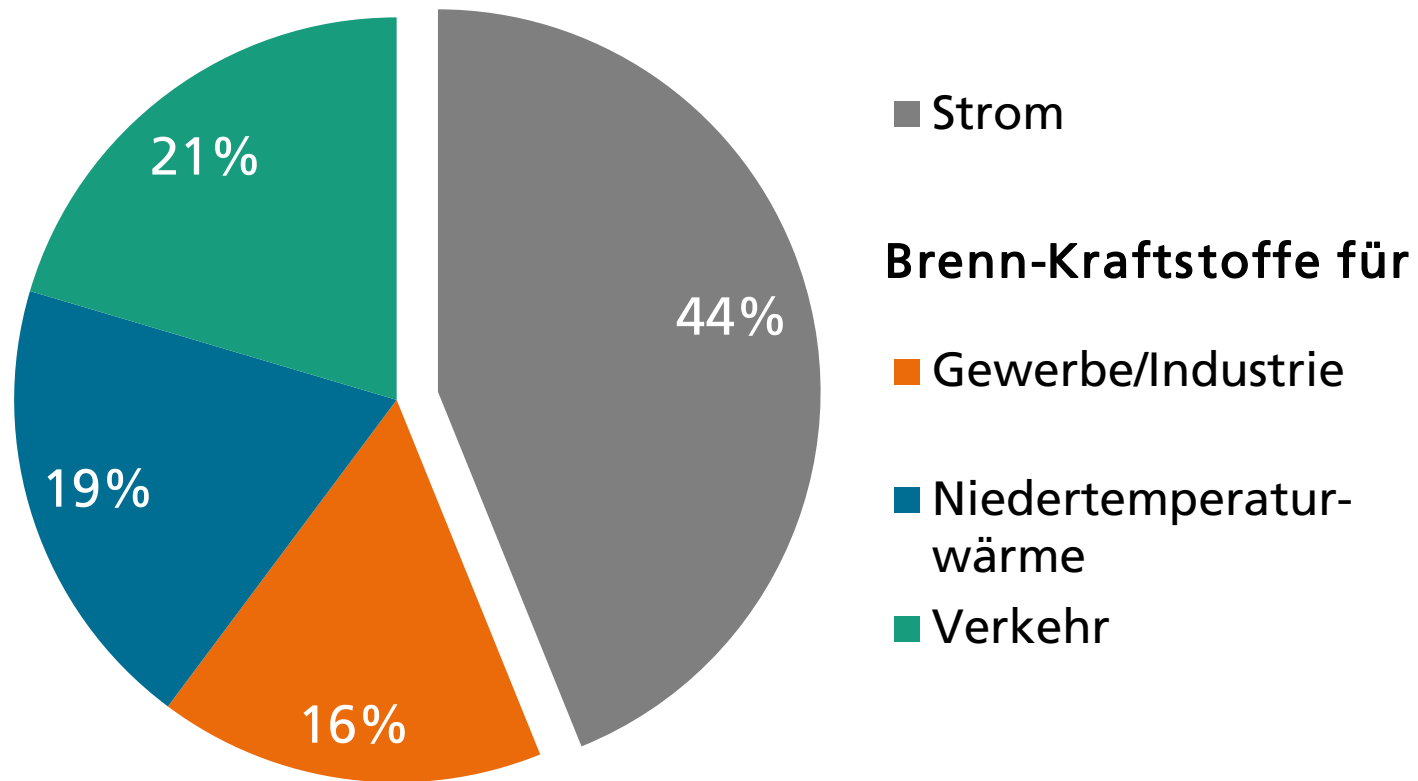


Stromerzeugung 2008 vs. 2016

Zusammensetzung



Energiebedingte CO₂-Emissionen – Deutschland



Inhalt

Energiewende und Klimaschutz

Sektorkopplung

Systemintegration und Systemoptimierung

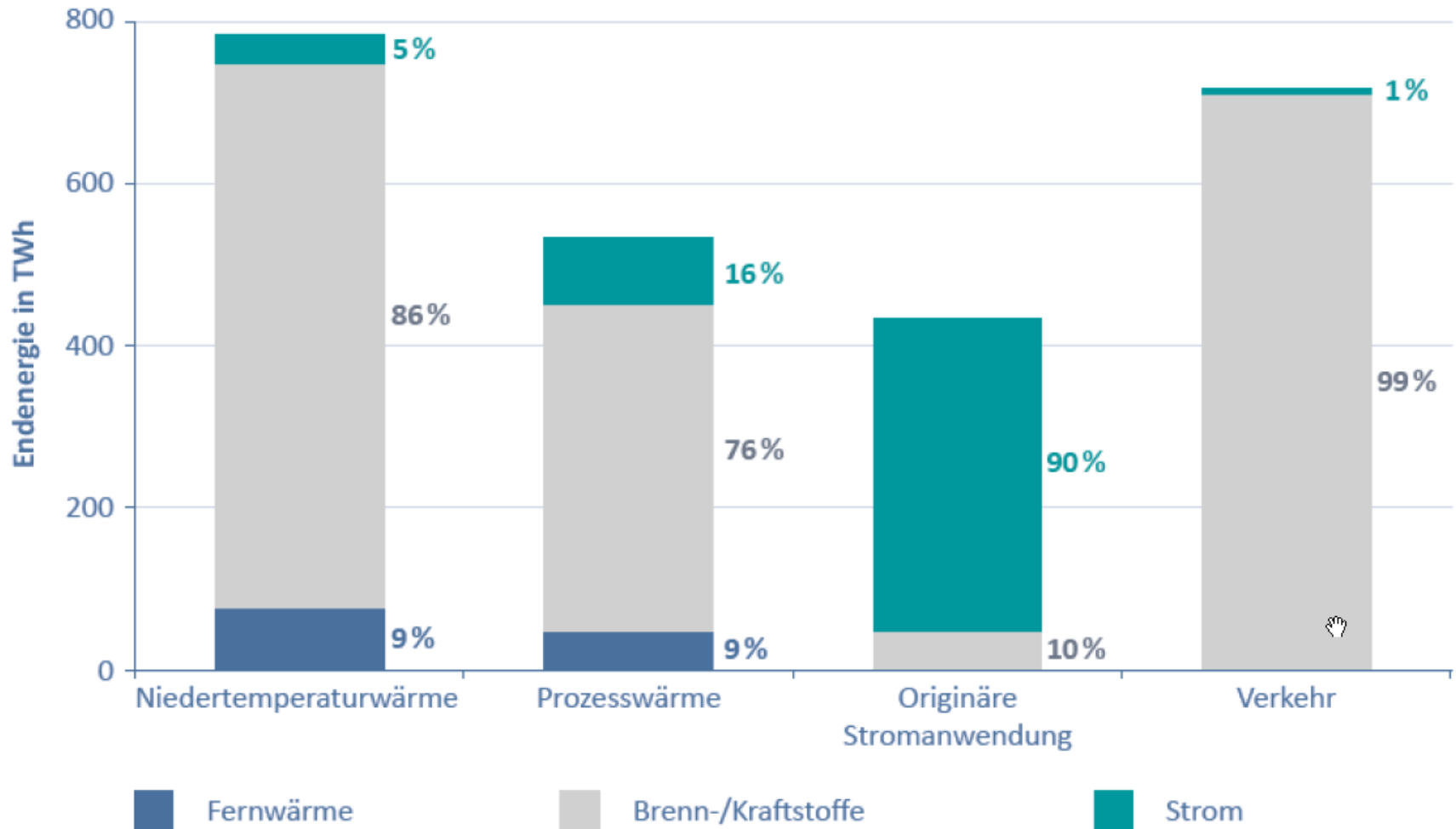
Sektorkopplung und Systemintegration im Gebäude und Quartier

Fazit

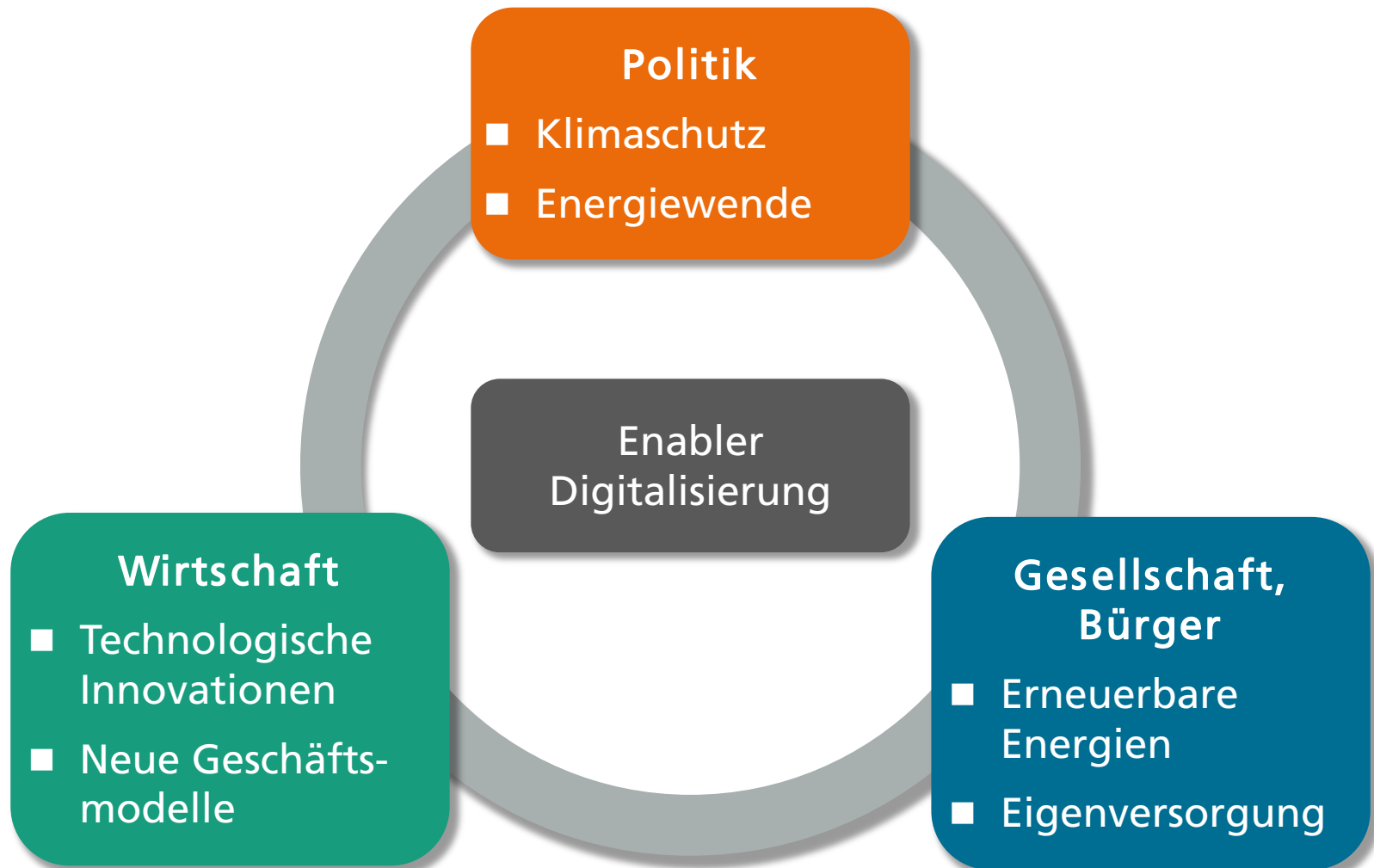
Was bedeutet Sektorkopplung?

- Heute: jeder Sektor verwendet dominierende Form von Energieträgern
 - **Wärme/Gebäude: Brennstoffe** (Erdgas, Heizöl, Biomasse)
 - **Verkehr: Kraftstoffe** (Benzin, Diesel, biogene Beimischung)
 - **Industrie: Brennstoffe**
- Zukünftig: Optionen der Sektorkopplung
 - **Direkte Stromnutzung:** Verwendung von Strom in Sektoren, die heute von anderen Energieträgern dominiert werden
 - **Wasserstoff:** Konversion von EE-Strom in Wasserstoff und dessen Nutzung in unterschiedlichen Bereichen (Verkehr, Chemie, Strom)
 - **Synthetische Brenn- und Kraftstoffe:** Kohlenwasserstoffe aus Weiterkonversion von EE-Wasserstoff mit CO₂ und deren Nutzung in unterschiedlichen Bereichen

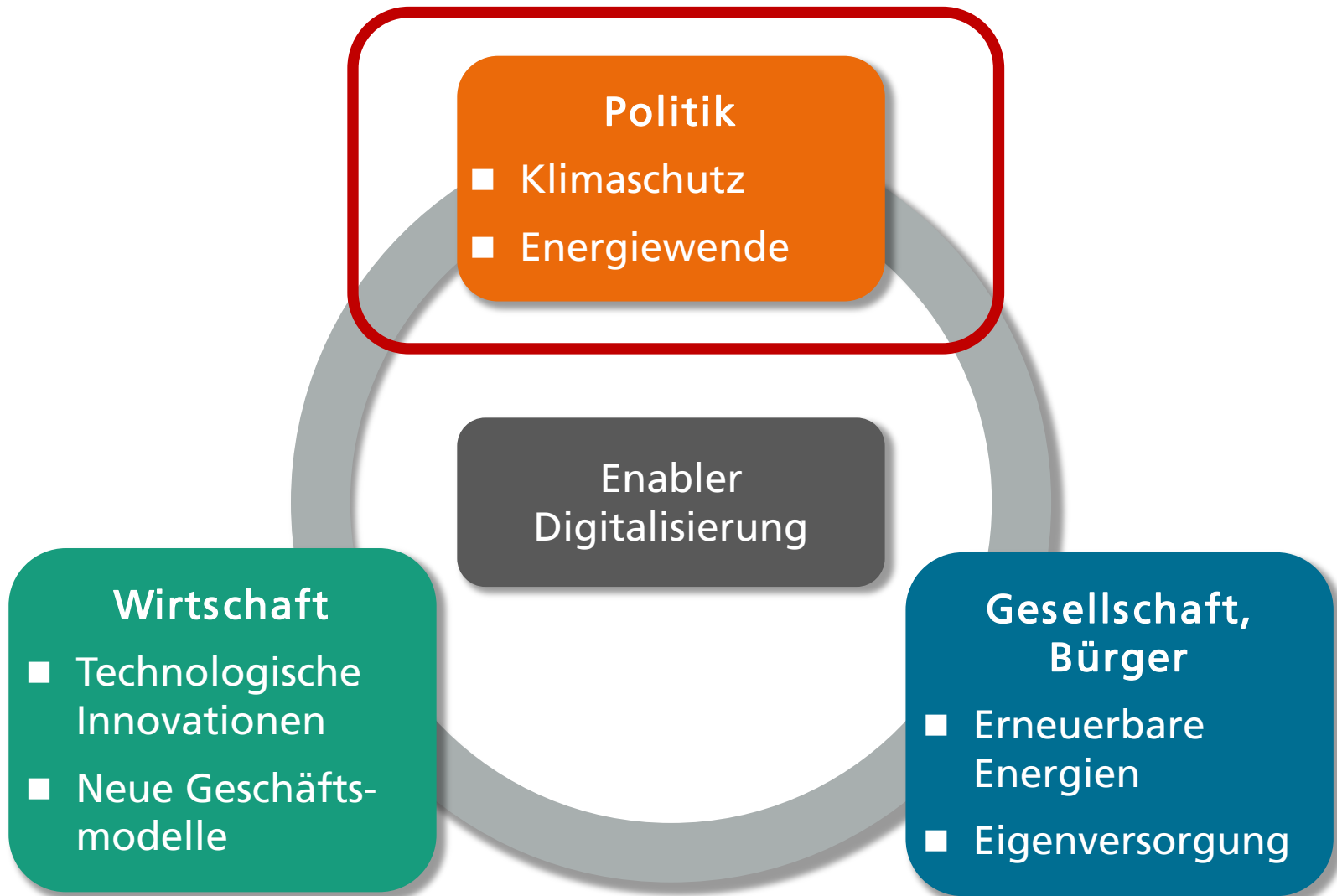
Endenergieverteilung heute nach Sektoren/Anwendungen



Treiber für die Sektorkopplung



Treiber Politik



Regenerative Energien Modell »REMod«

Modell zur Simulation und Optimierung der Entwicklung nationaler Energiesysteme

Einbeziehung aller Verbrauchssektoren und Energieträger

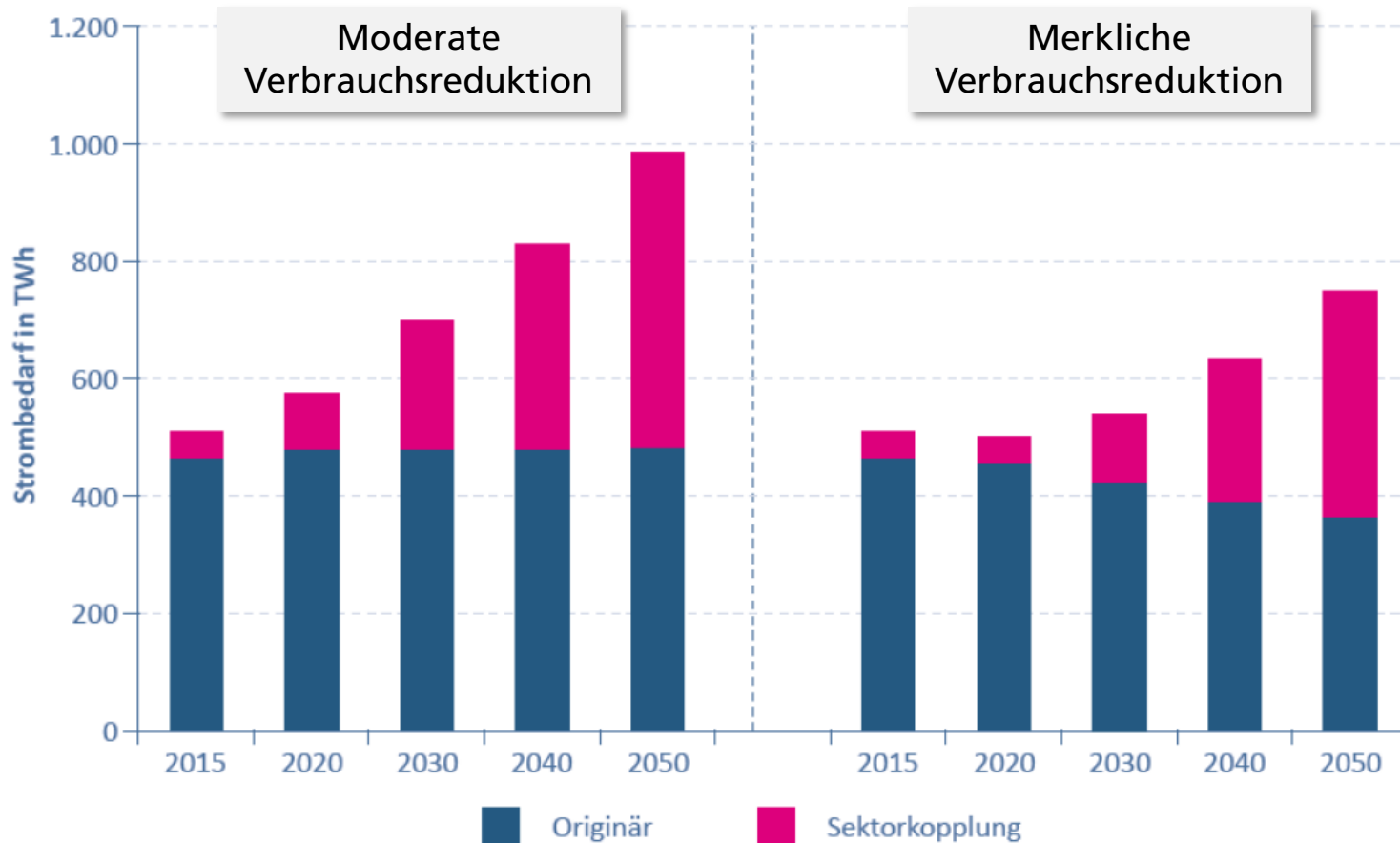
Minimierung der Transformationskosten

Stundengenaue Modellierung



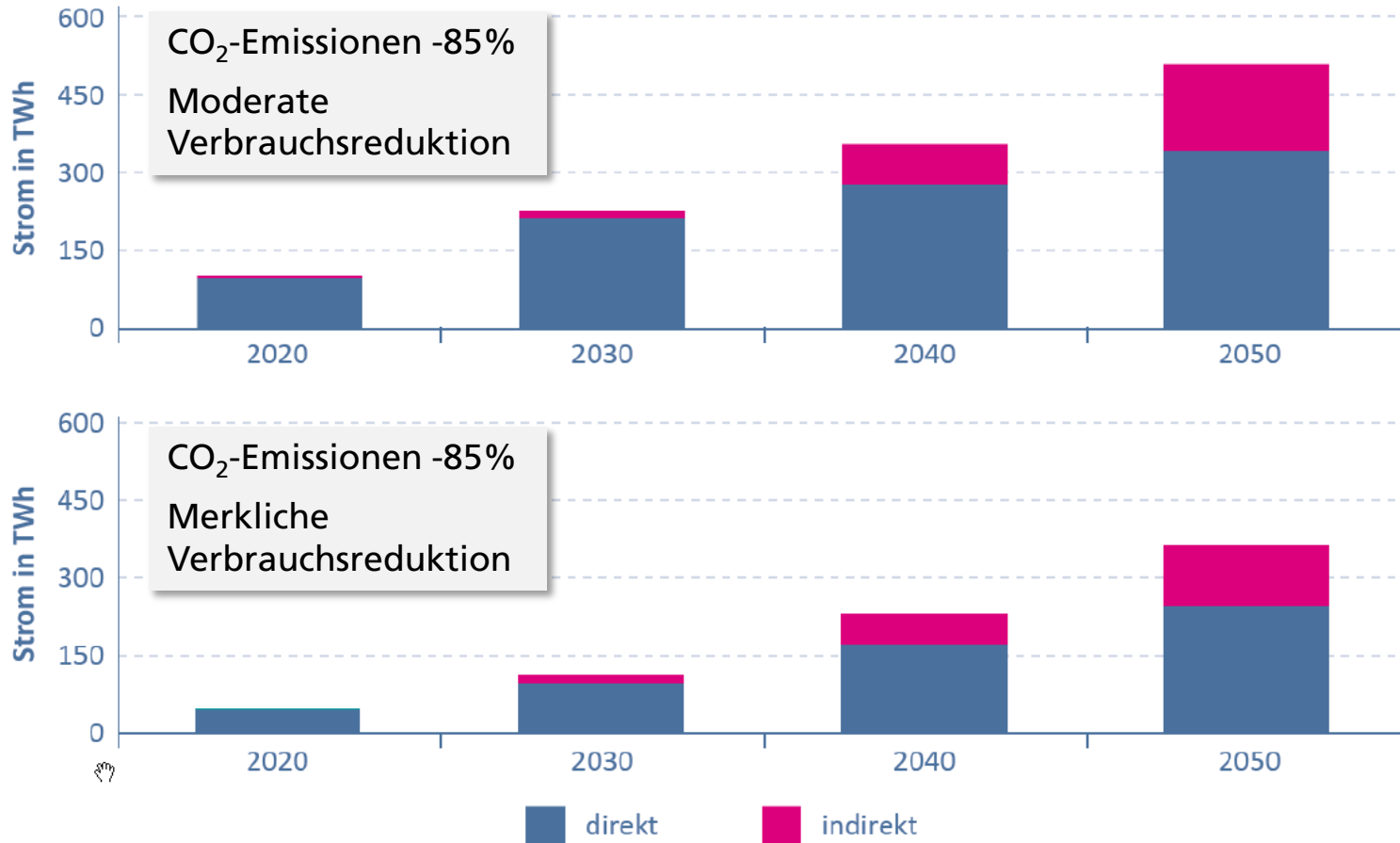
Ergebnisse

Entwicklung des Strombedarfs (CO₂-Emissionen -85%)



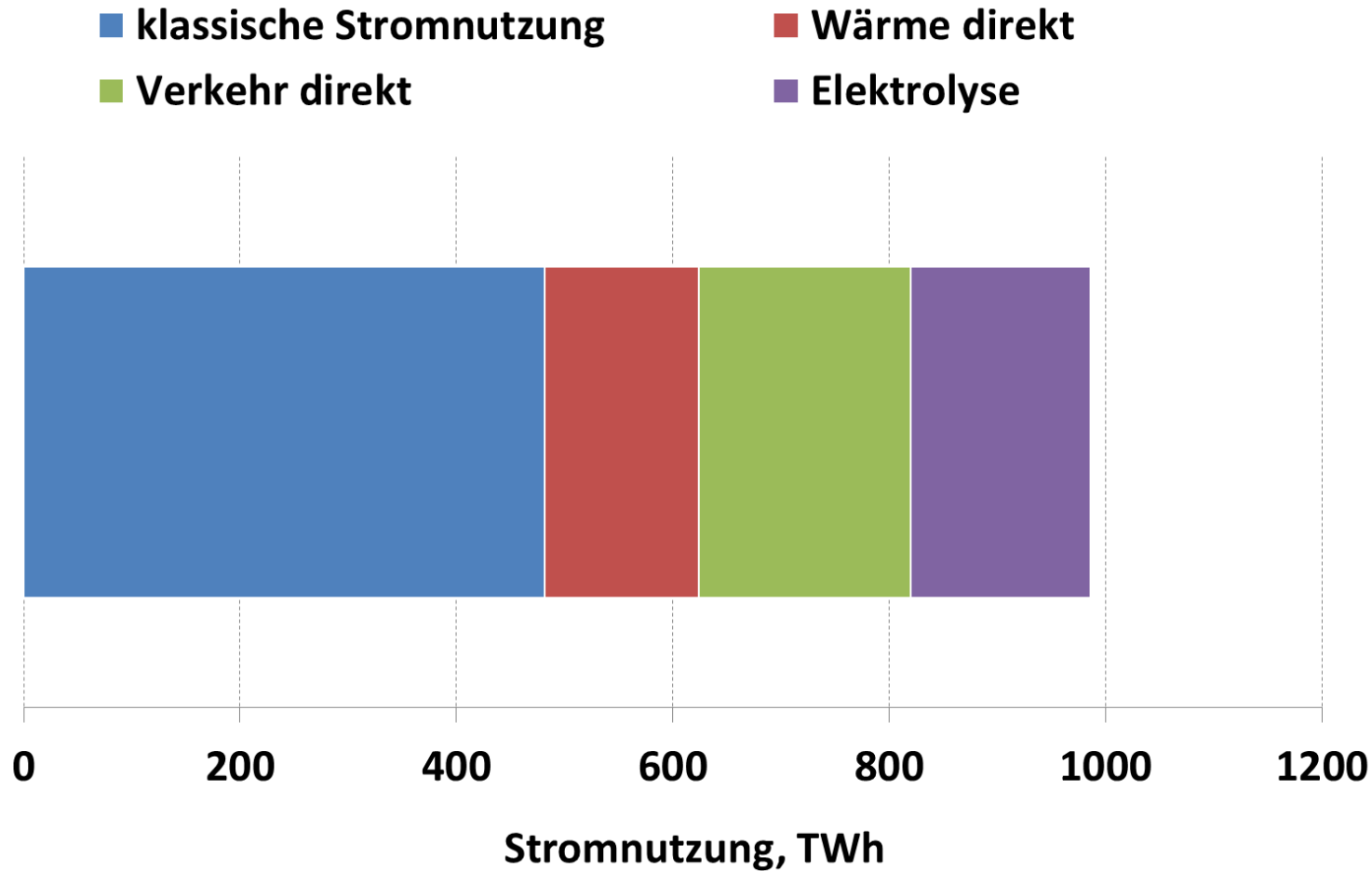
Ergebnisse

Entwicklung des Strombedarfs für Sektorkopplung



Zusammensetzung Stromnutzung 2050

– 85% energiebedingte CO₂-Emissionen



Inhalt

Energiewende und Klimaschutz

Sektorkopplung

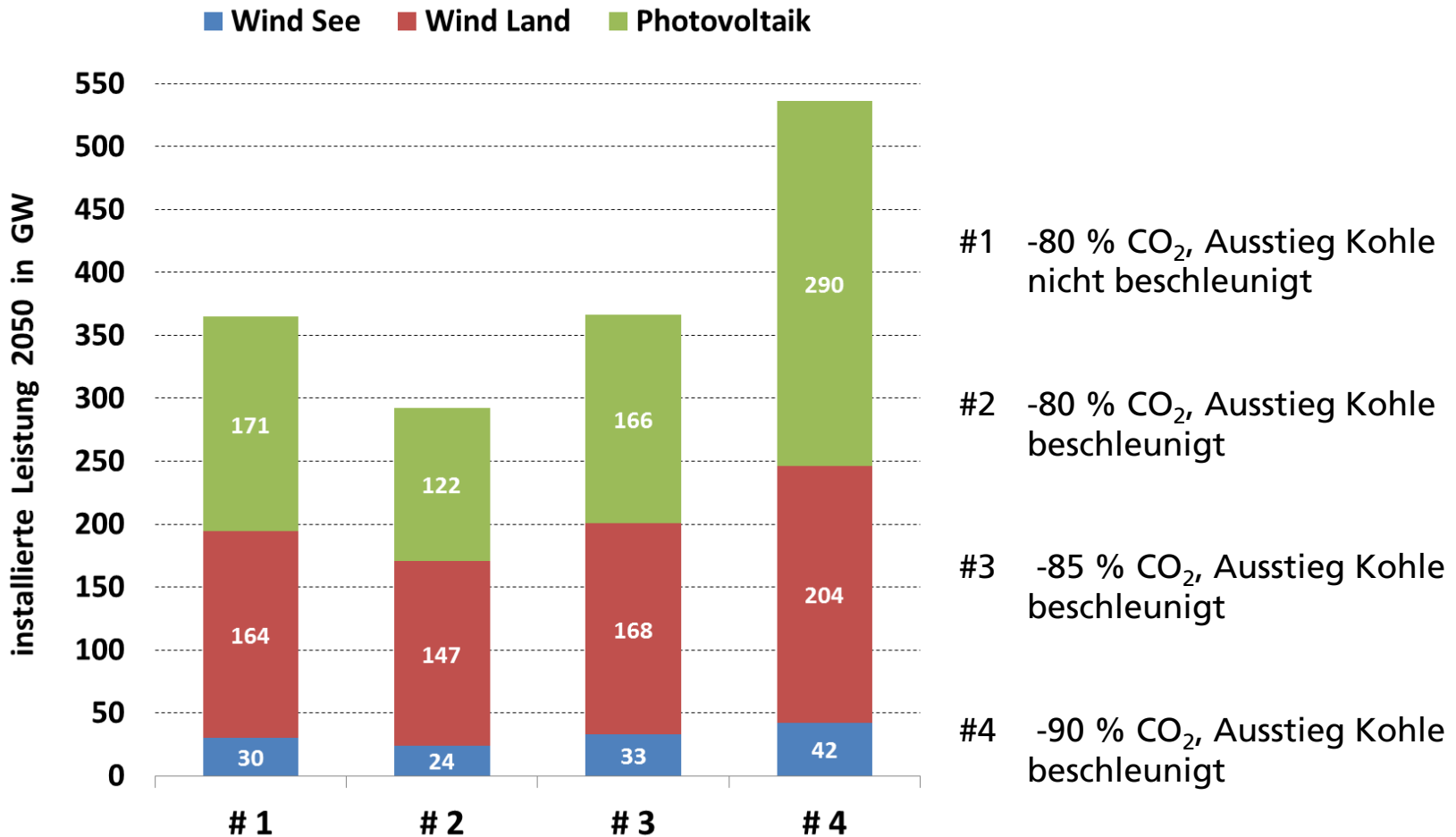
Systemintegration und Systemoptimierung

Sektorkopplung und Systemintegration im Gebäude und Quartier

Fazit

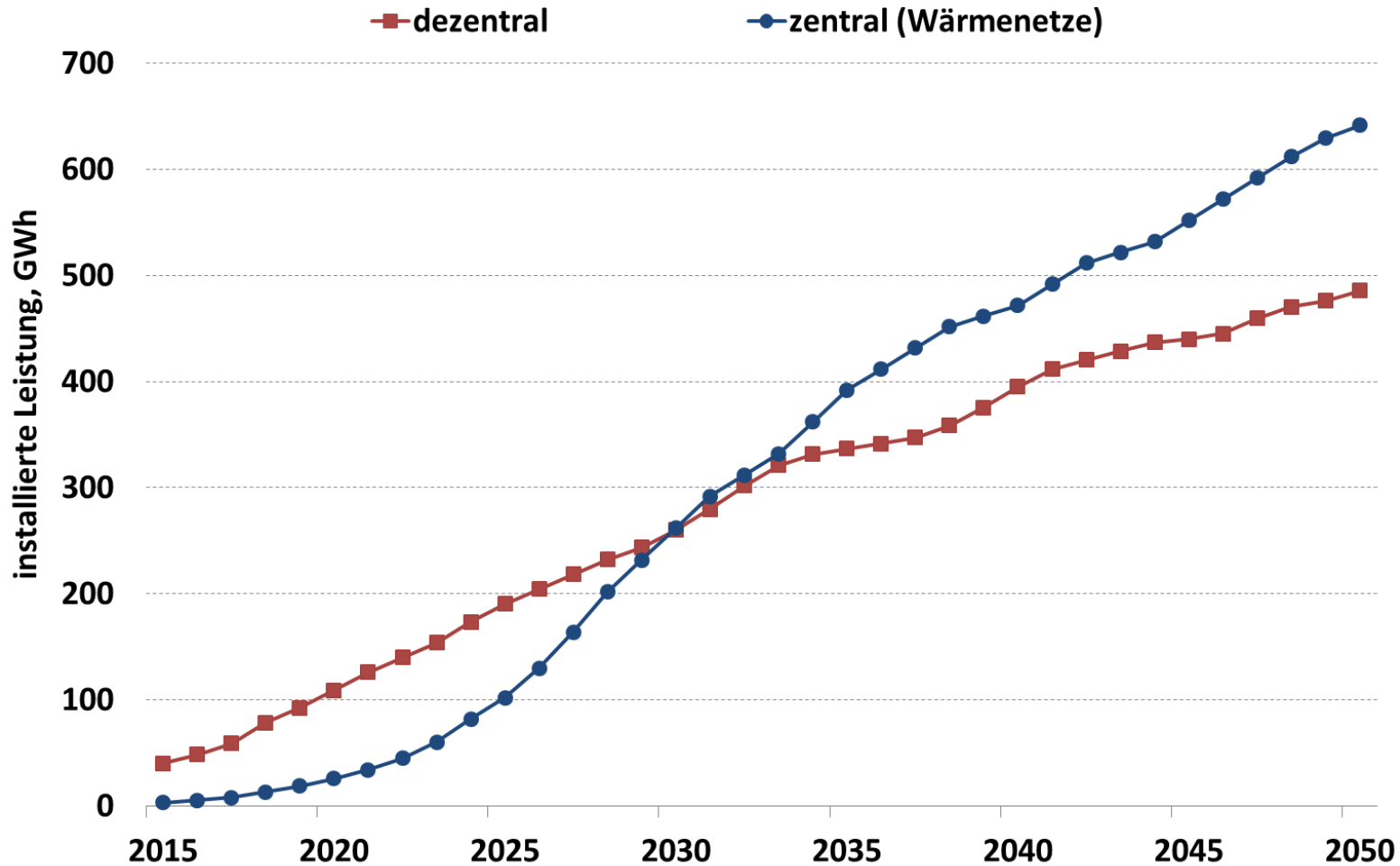
Systemoptimierung

Fluktuierende erneuerbare Energien im Jahr 2050



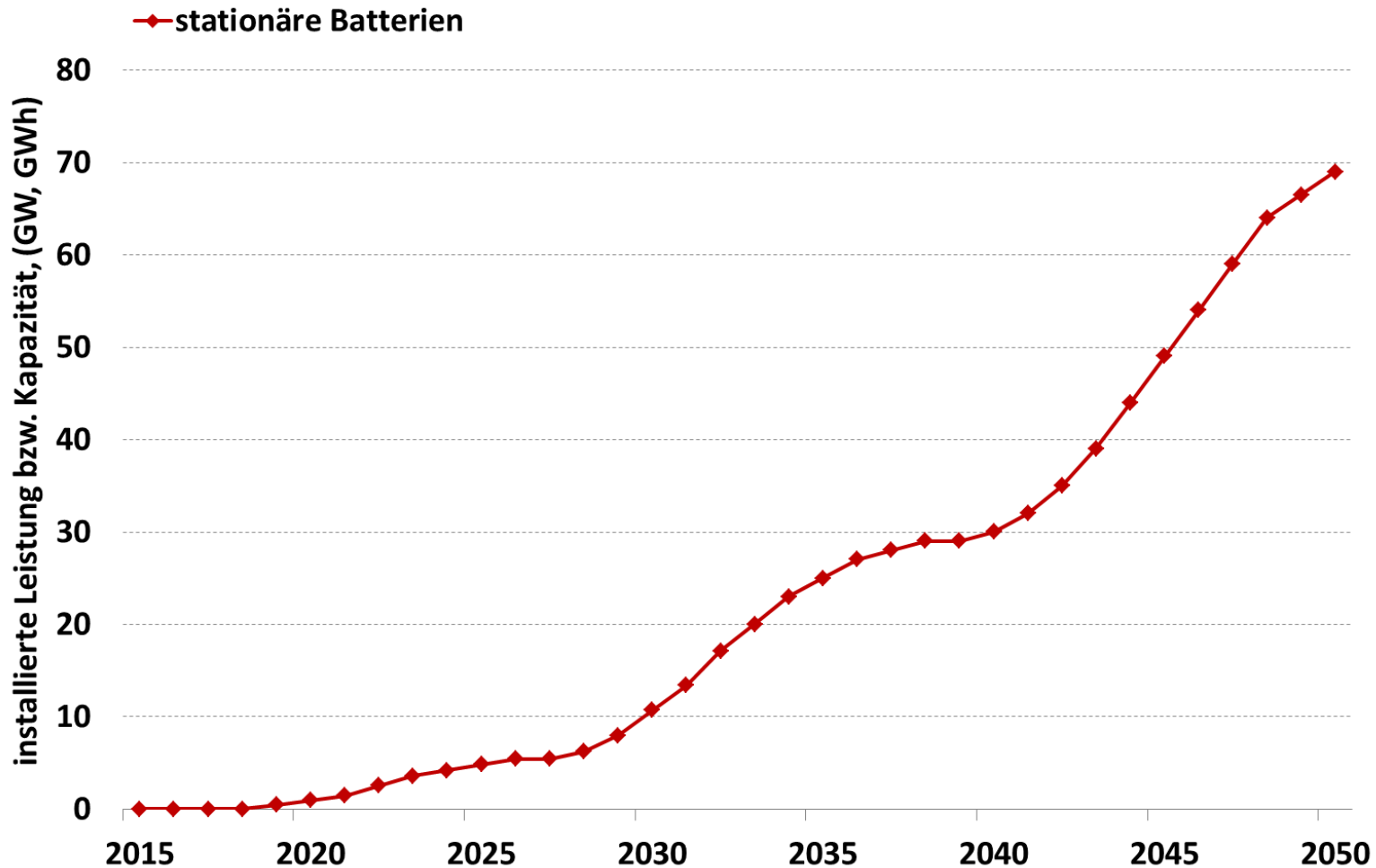
Entwicklung Wärmespeicher

– 85% energiebedingte CO₂-Emissionen



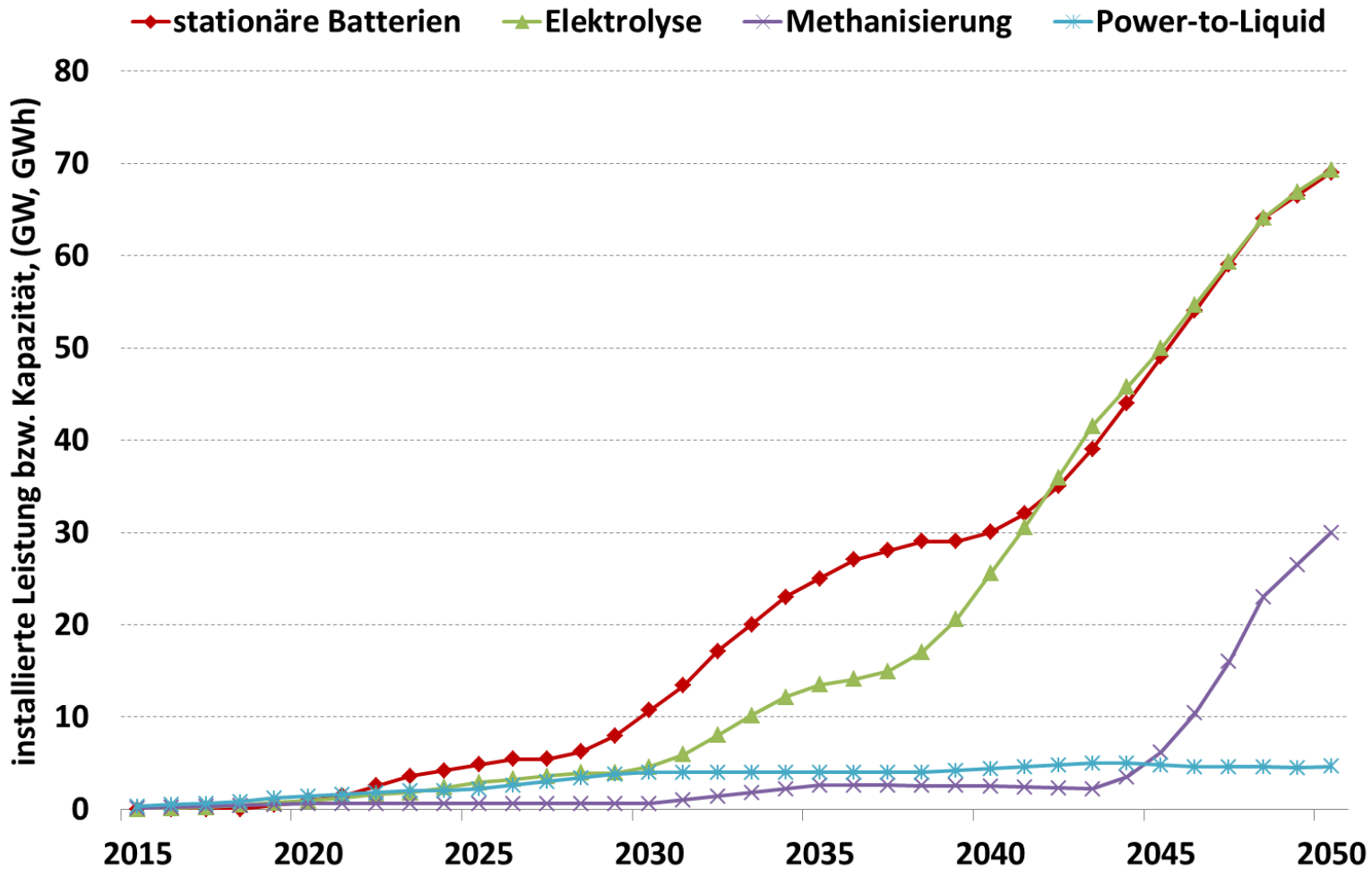
Stationäre Batterien

– 85% energiebedingte CO₂-Emissionen

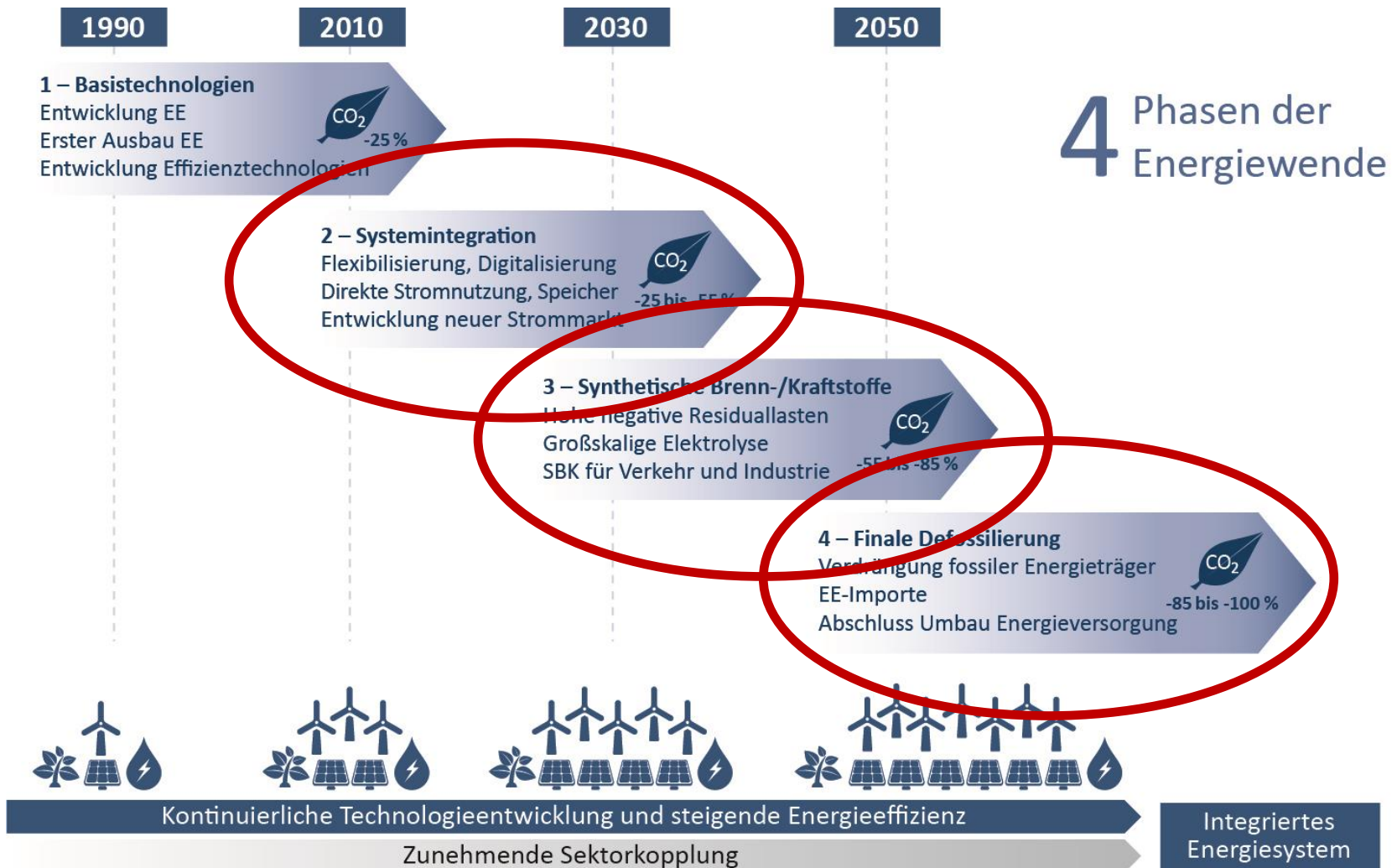


Stationäre Batterien und synthetische Energieträger

– 85% energiebedingte CO₂-Emissionen



Phasen der Energiewende



Inhalt

Energiewende und Klimaschutz

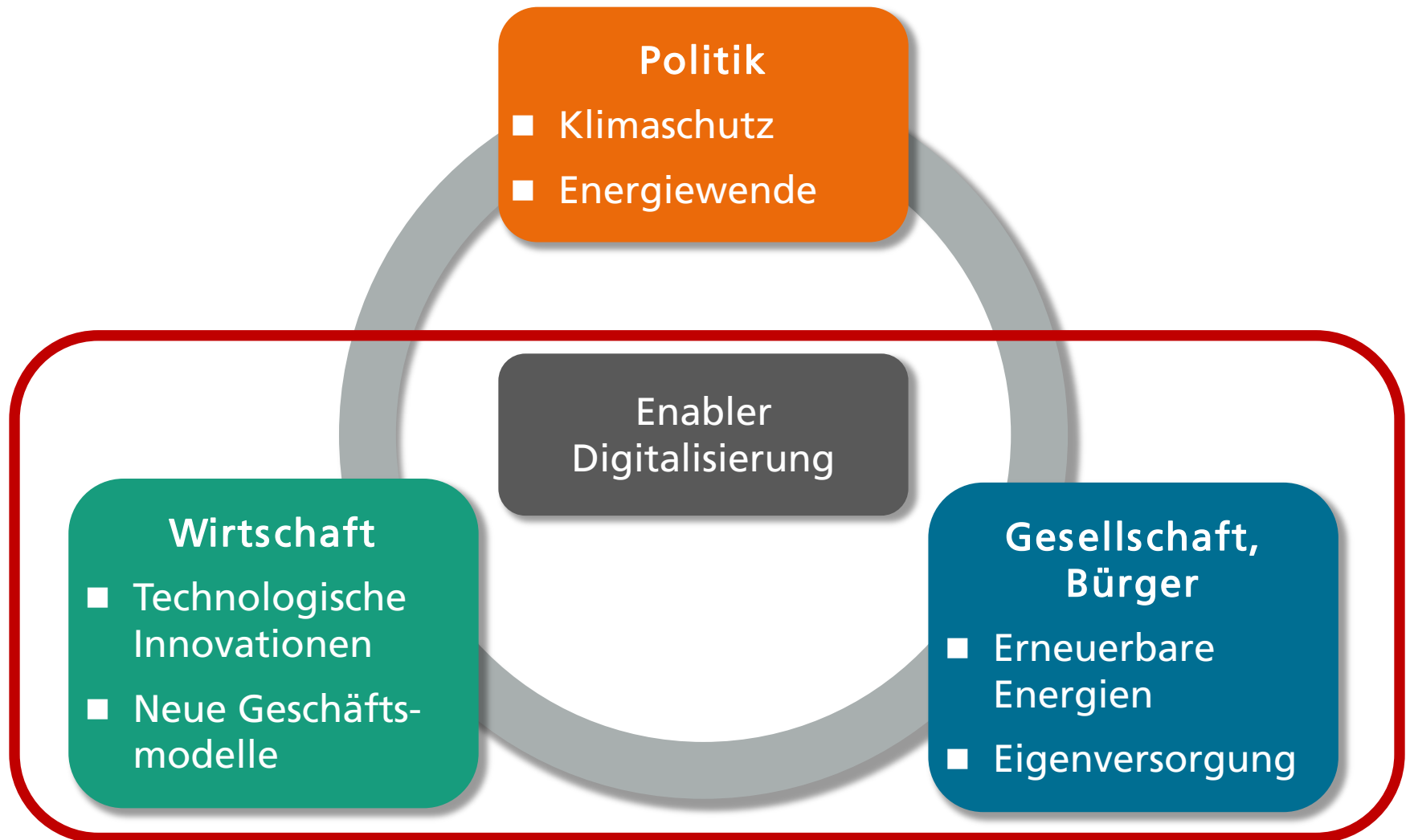
Sektorkopplung

Systemintegration und Systemoptimierung

Sektorkopplung und Systemintegration im Gebäude und Quartier

Fazit

Treiber Wirtschaft und Gesellschaft

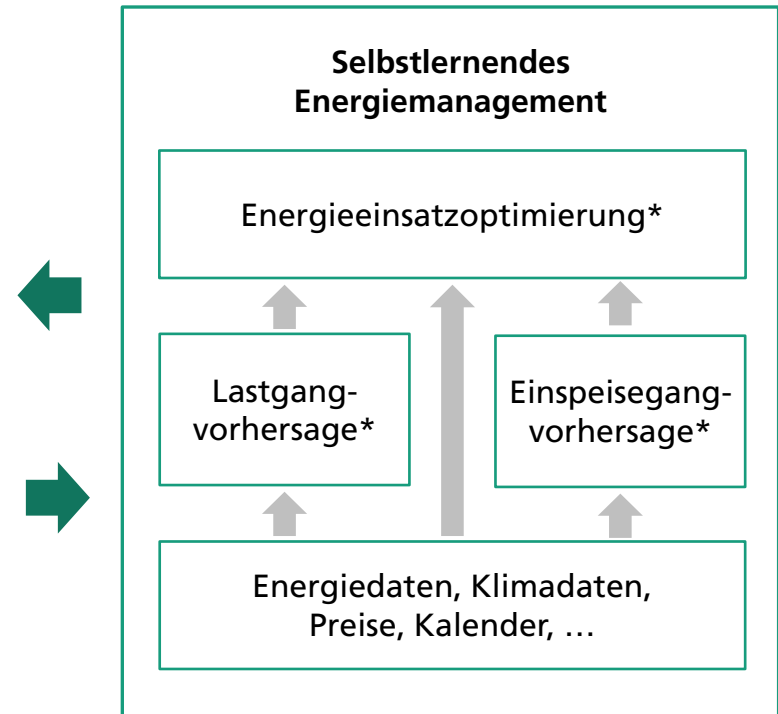
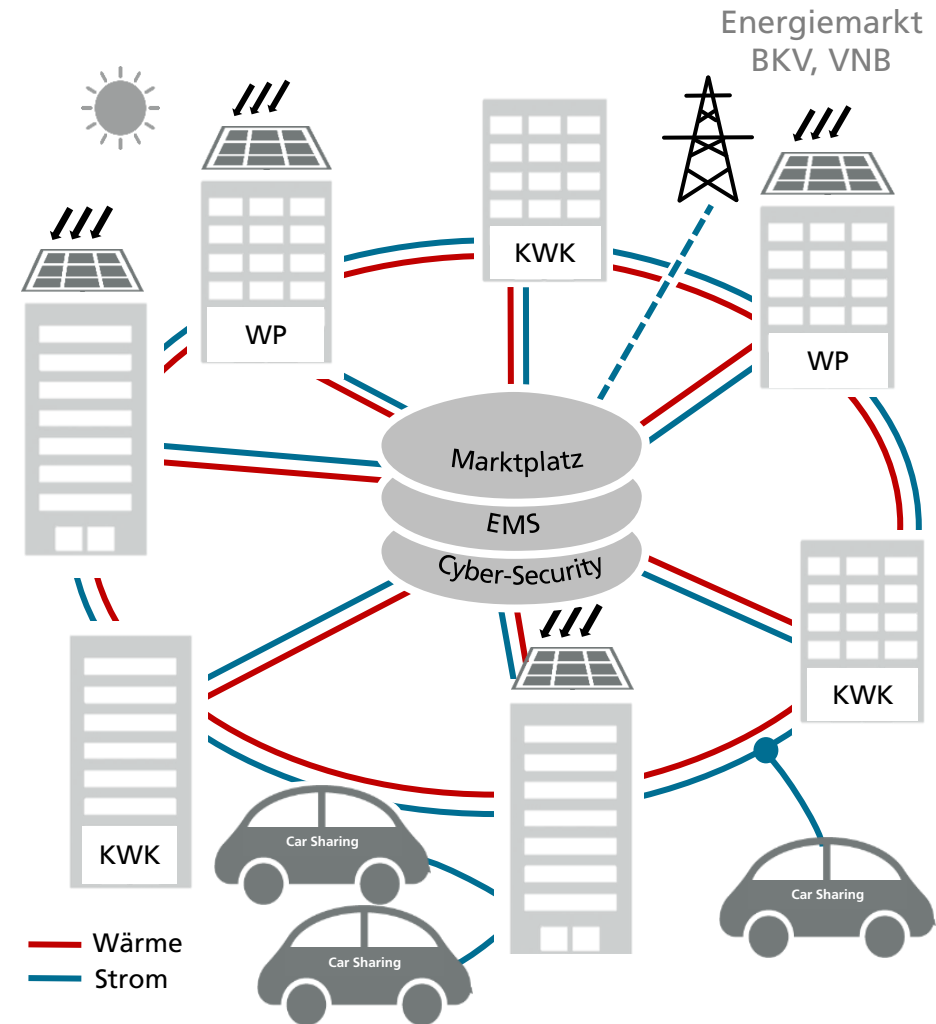


Treiber Wirtschaft und Gesellschaft

- Für viele **Verbraucher** (privat, gewerblich) ist Strom aus erneuerbaren Energien günstiger als Strom aus Netzbezug
 - Maximierung **Eigenverbrauch**
 - Einsatz von **Speichern**
 - Nutzung für Wärme und Fahrzeugladung → **Sektorkopplung**
- Neue **Geschäftsmodelle** und neue **Marktteilnehmer**, z.B.
 - **Energie-Komplettlösungen** für Gebäudebesitzer oder gewerbliche Liegenschaften einschl. Energiemanagementsysteme
 - Daten-basierte **Energieüberwachung** und **Betriebsführung**, einschl. Einbeziehung von Vorhersage (Model Predictive Control)
 - **Mieterstrom-Modelle**, z.B. durch Wohnungsbaugesellschaften
 - **Quartierskonzepte** und Gebäude-übergreifende Optimierung
 - **Poolösungen**: virtuelle Kraftwerke und virtuelle Großverbraucher

Beispiel: Selbstlernendes Energiemanagementsystem

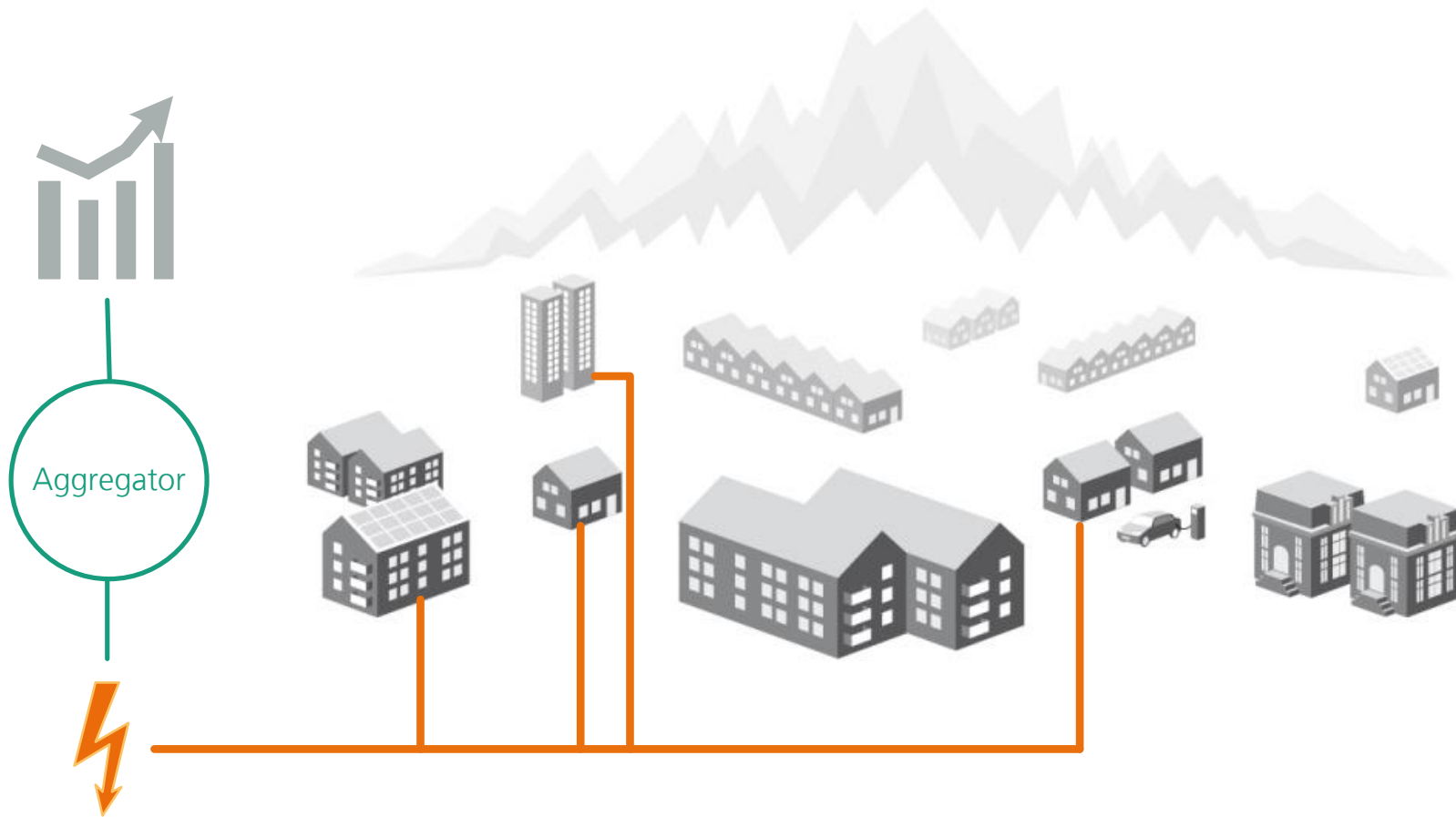
Automatisierte Energieversorgung im Quartier



* selbstlernende, selbstkonfigurierende Methoden durch modulares Machine Learning Verfahren

Beispiel: Aggregation von Flexibilitätspotenzialen

Nutzung des Flexibilitätspotenzials von Wärmepumpen



Beispiel: Systemdienlicher Betrieb von Wärmepumpen

Feldtest mit 100 Wärmepumpen und smarterer Regelung



- Messtechnische Untersuchung von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden
- Potenzial von Wärmepumpen als Erbringer von Systemdienstleistungen
- Partner: 100 Haushalte, 9 Wärmepumpenhersteller, 3 Energieversorger

Inhalt

Energiewende und Klimaschutz

Sektorkopplung

Systemintegration und Systemoptimierung

Sektorkopplung und Systemintegration im Gebäude und Quartier

Fazit

Fazit

- Die **Klimaschutzziele** sind nur durch eine deutlich zunehmende **Kopplung der Sektoren** (Strom, Wärme, Verkehr) erreichbar
- Wachsende Bedeutung von **Strom**
- Starker **Ausbau erneuerbarer Energien** notwendig
- Umfassende Erschließung der **Nutzung von Flexibilitäten** (flexible Kraftwerke, Lastmanagement, Kurzzeitspeicher) in der nächsten Phase der Energiewende → Systemintegration der (volatilen) EE
- Wichtige Elemente für **Weiterentwicklung des Marktrahmens**
 - Einheitlicher, wirksamer **Preis für CO₂-Emissionen** – über alle Sektoren und Energieträger
 - Aufbrechen Sektor-spezifischer Regulierungen
 - **Variable Strompreise**, um Flexibilitäten anzureizen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fotos © Fraunhofer ISE



Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Hans-Martin Henning

www.ise.fraunhofer.de

hans-martin.henning@ise.fraunhofer.de