

Transformationsprozess Energiewende – Chancen und Herausforderungen für die Industrie

Dr. Andreas Luxa, Head of Marketing, Energy Management Division, Siemens AG

1. – 2. November 2016, Goslar

Energie: damals, heute und morgen

Energie 1.0



Muskelkraft



Energie 2.0

Muskelkraft ++

Energie 3.0

Biomasse



Energie 4.0

Wasserkraft





Energie 5.0

Kohle und Dampf

Energie 6.0



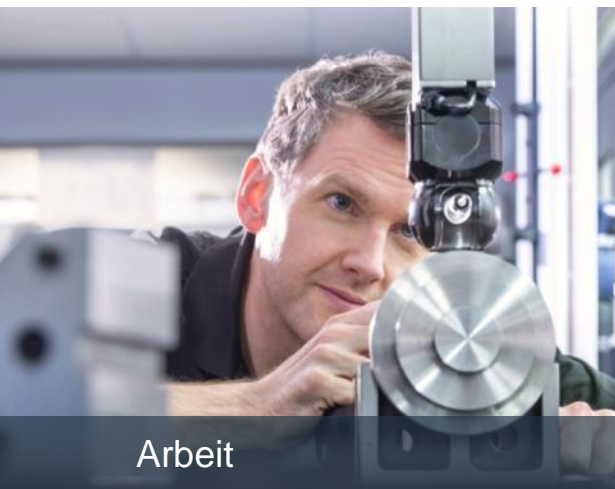
Öl und Gas

Energie 7.0

**Erneuerbare
Energien**



Die Elektrifizierung ist Antriebsmotor der modernen Gesellschaft und zugleich ein Hebel zur Dekarbonisierung des Energiesystems



Arbeit



Erziehung



Städte



Haushalt



Medizin



Unterhaltung

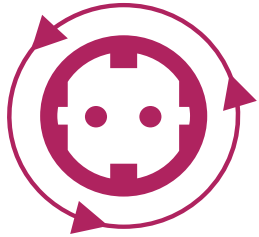


Mobilität



Licht

Die größten Herausforderungen in der Stromversorgung



Verlässlichkeit



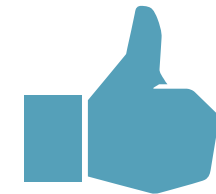
Wirtschaftlichkeit



Klimaschutz



Ressourceneffizienz



Akzeptanz

Politisch gibt man sich gerne mit der Energie-Bilanzierung zufrieden –
Aber die elektrische Leistung ist die systemkritische Größe

Energie = bilanziert

TWh

Terawattstunde

Bruttostromerzeugung in Deutschland
bei ca. 646 TWh (2015)

Leistung = aktuell

GW

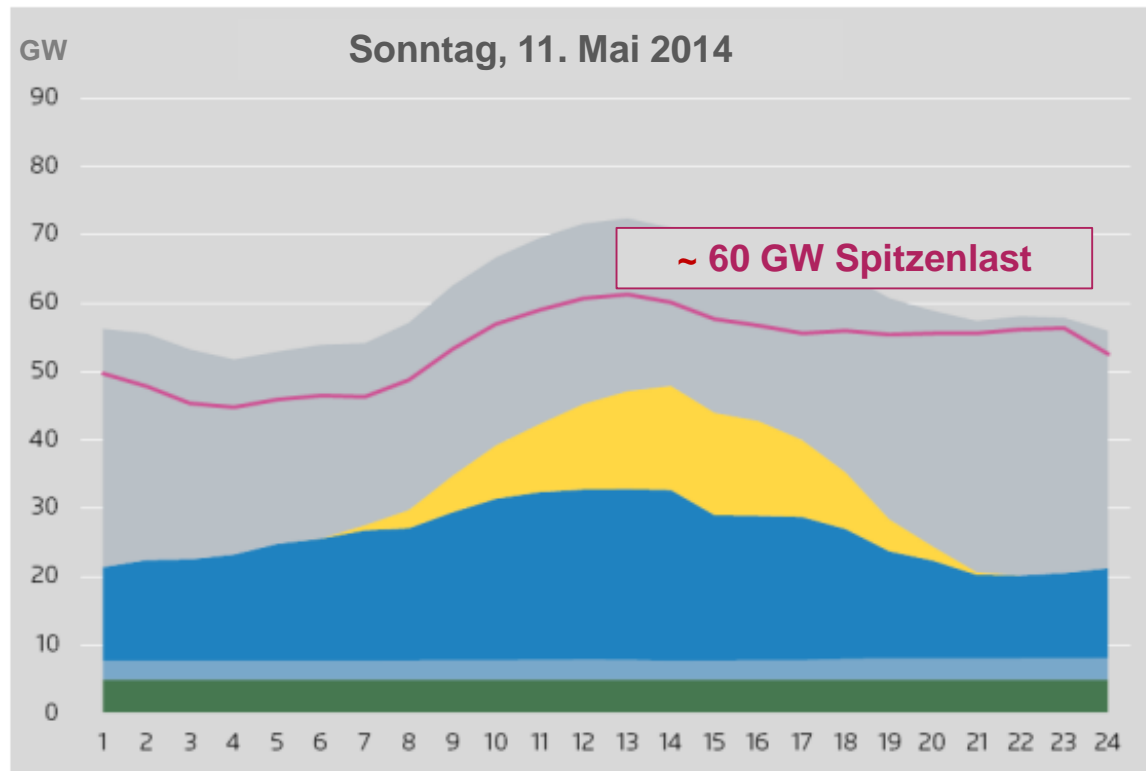
Gigawatt

Mehr als 196 GW installierte Leistung
in Deutschland (2016)

Herausforderung: Wochentags- und jahreszeitabhängige Variabilität der Stromzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern und des Stromverbrauchs

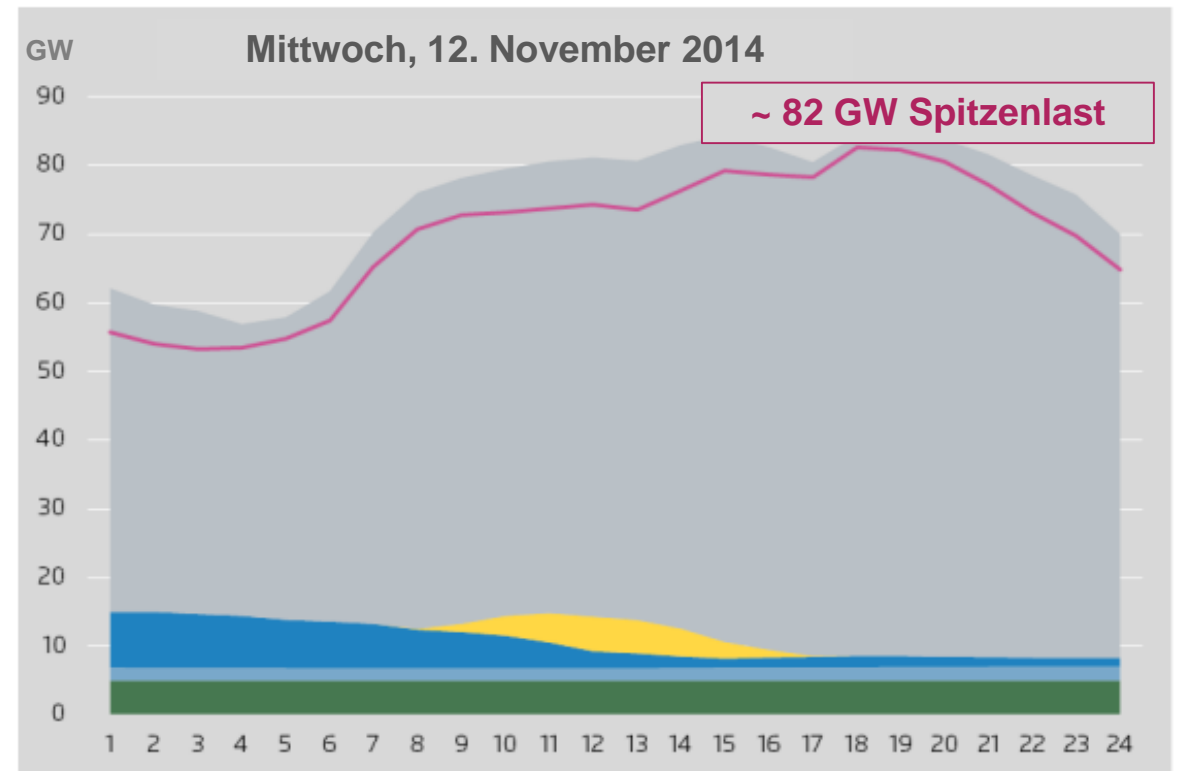
Schwachlast: 80 Prozent des Leistungsbedarfs durch erneuerbare Energieträger gedeckt

(Netto-Stromerzeugung in GW und Verbrauch)



Spitzenlast: Nur 10 Prozent der Einspeisung aus erneuerbare Energieträgern möglich

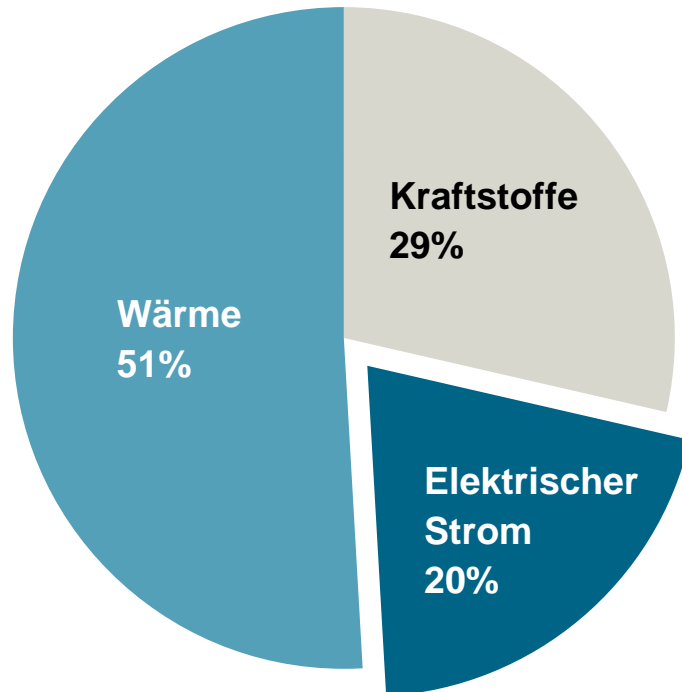
(Netto-Stromerzeugung in GW und Verbrauch)



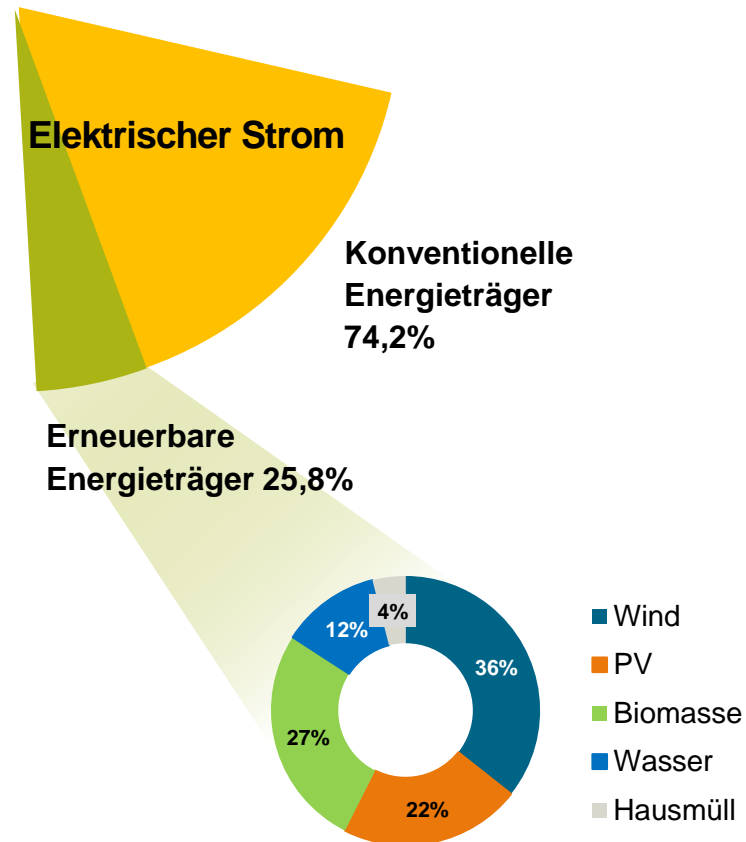
● Konv. Kraftwerke
 ● Solar
 ● Wind
 ● Laufwasser
 ● Biomasse
 — Stromverbrauch = Last

Starker Umbau der Energielandschaft notwendig: Selbst in Deutschland haben Erneuerbare Energien noch einen geringen Anteil am Endenergieverbrauch

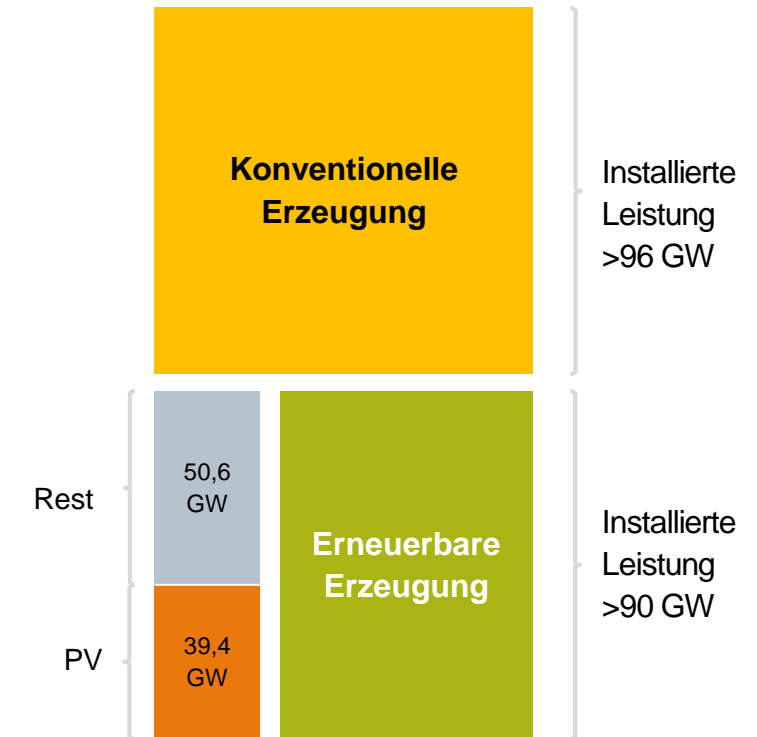
Nur ein Fünftel der Endenergie wird heute bereits als elektrischer Strom verbraucht ¹



Nur ein Viertel des Stroms wird aus Erneuerbaren Energieträgern gewonnen ²



Erneuerbare Erzeugung stellt fast die Hälfte der installierten Leistung ³



¹ Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Auswertungstabellen zur Energiebilanz der BRD; Stand 2012

² Quelle: AGEE; Energiebilanzen, Stand: Dezember 2014; BMWi, August 2015

³ Quelle: BMWi; Stand: November 2015

Erneuerbare Energien bringen insbesondere zwei Herausforderungen mit sich

Variabilität der momentanen (!) Erzeugung im Netz



Entfernung von Erzeugung & Verbrauchern



Wie gleichen wir die Variabilität der Erzeugung aus?

An aerial night view of a city with a glowing network overlay and a data dashboard. The network consists of white lines connecting nodes, with a prominent orange light trail curving across the city. In the background, a semi-transparent dashboard displays various data visualizations including a bar chart, a line graph, and a network diagram.

Mehr Agilität

Maximierte Intelligenz mit einer **offenen und flexiblen Lösungs- und Servicearchitektur** für mehr Flexibilität der Energienetze

Agility in Energy

Lösung durch Digitalisierung in der Netzbetriebsführung Beispiel in Kanada: „Virtuelles Kraftwerk“

- Dezentrale Energieerzeugung und Stromverbrauch einzelner Verbraucher gebündelt auf einer virtuellen Plattform
- Nutzbar wie ein einziges flexibles Kraftwerk



Lösung durch selbstheilende Netzwiederherstellung im Hafen von Rotterdam für die schnelle Stabilisierung des Energieversorgung: „Selfhealing Grid“

- Automatische Fehlerortung und –abschaltung
- Automatische Verknüpfung von gesunden Netzteilen



Forschungsprojekt IREN2 in Wildpoldsried Lösung mit Microgrid-Software: „Integration von Erneuerbaren Energieträgern im ländliche Ökosystem“

Kombination von Microgrids und virtuellem Kraftwerk zu einem topologischen Kraftwerk, das im Inselmodus betrieben werden kann

AÜW 

AllgäuNetz
Der Leitungsverband 

RWTH AACHEN
UNIVERSITY 

IDKOM 

Hochschule
Kempten
University of Applied Sciences 

Gefördert durch:

 **Bundesministerium**
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

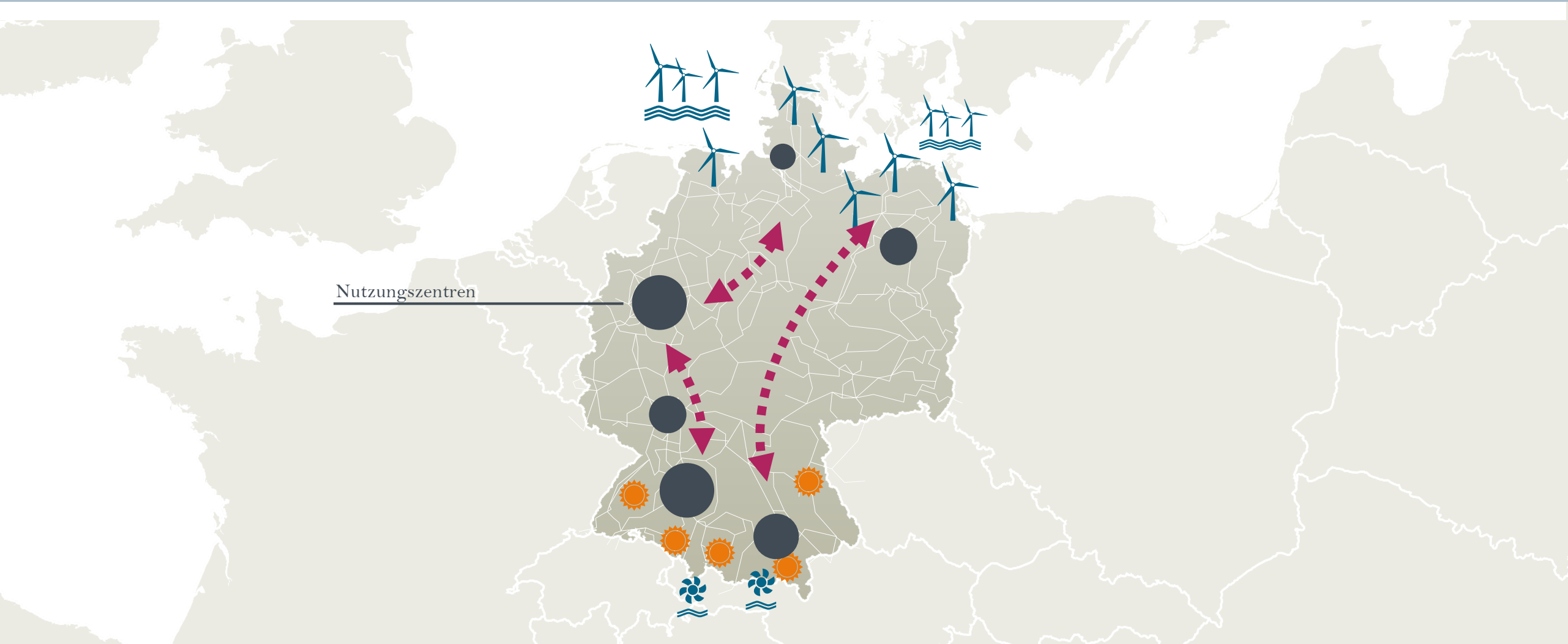
Lösung durch Integration von Gebäuden und Elektrischem Netz im dezentralen Energiesystem in Aspern, Wien: „Nachhaltige Stadtentwicklung“

Kombination von Smart Buildings,
Smart Grid und Smart Markets mit
Hilfe von Datenanalyse und IT /
Com -Lösungen

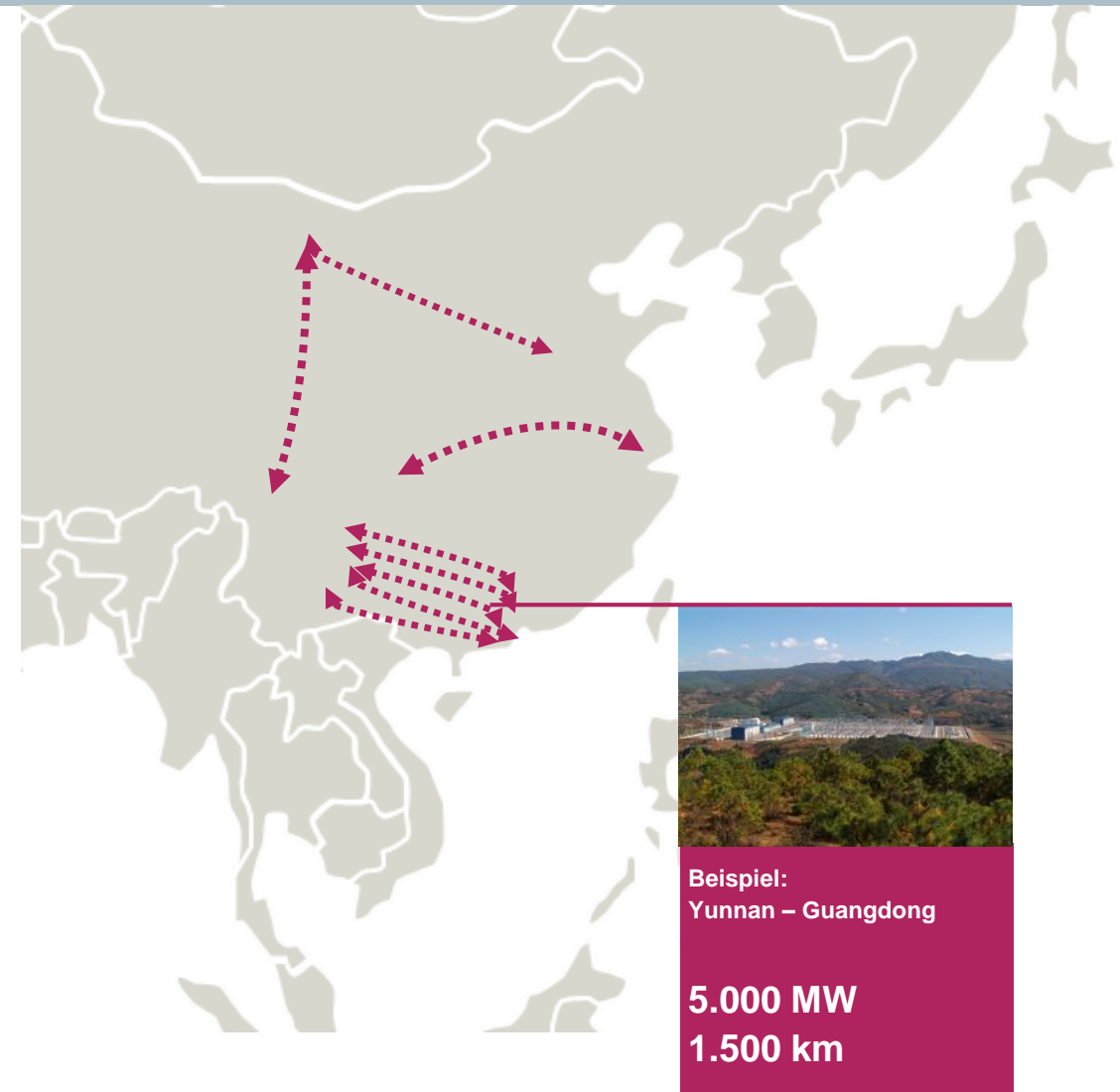
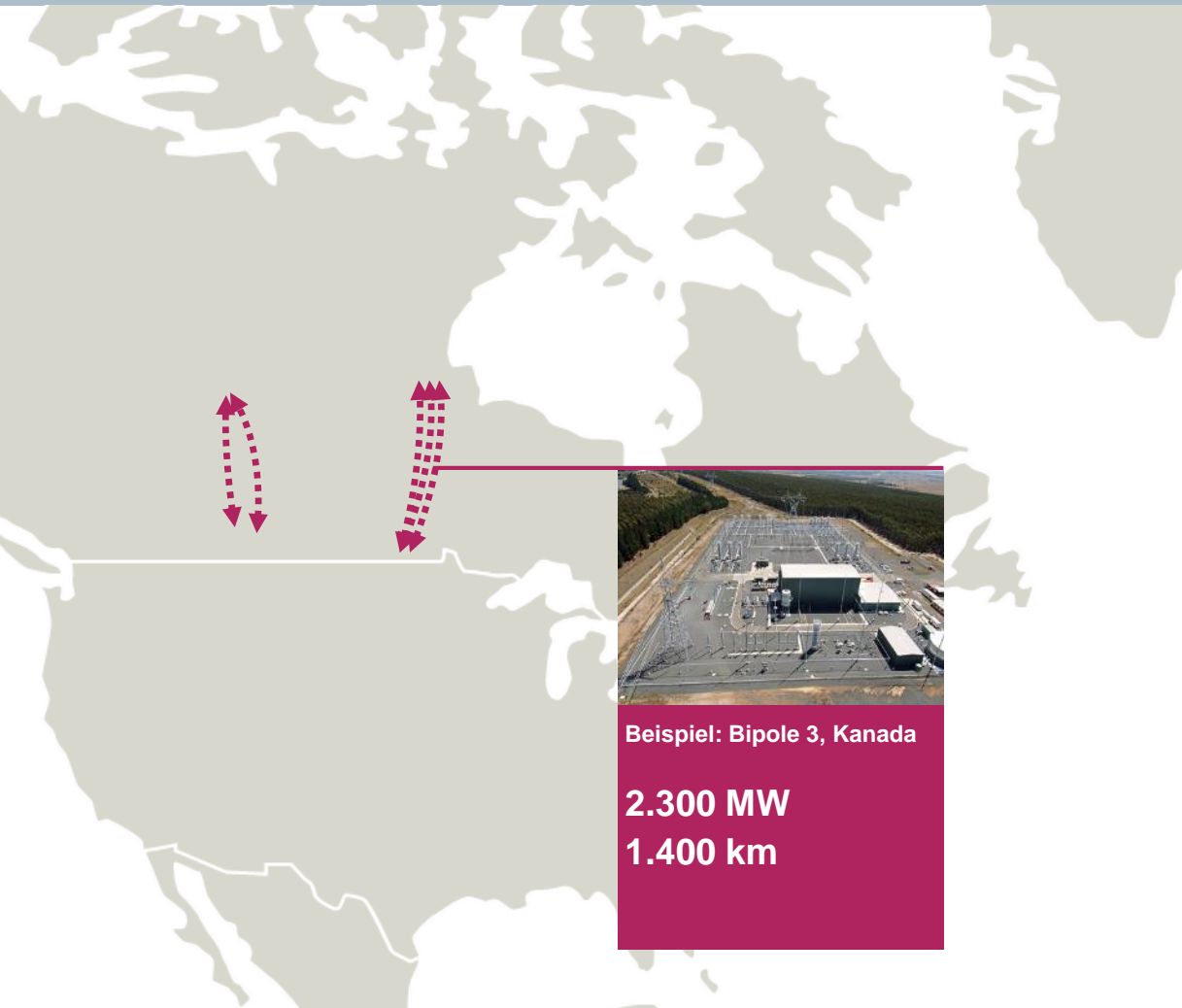
Wie überbrückt man die Distanz zwischen Erzeugung und Verbrauch?

- 1. Ausbau der Energieübertragung**
- 2. Dezentrale Energieerzeugung und Speicheranwendungen**

1. Lösungsansatz: Den Strom effizient verteilen mit neuen Strombahnen



HGÜ-Verbindungen in China und Kanada



An aerial night view of a city and surrounding landscape. The city lights are visible, and a network of glowing orange and yellow lines, representing power lines, stretches across the scene. A semi-transparent grid is overlaid on the image, with various icons and symbols, suggesting a digital or smart grid system. The sky is dark blue, and the water in the background is also visible.

Mehr Netzverknüpfungen

Effiziente Übertragung von großen („grünen“) Strommengen **über lange Distanzen**, das Schaffen eines dedizierten Stromaustauschs zwischen Stromnetzen, Anschluss von Microgrids an Hauptnetze.

Connecting Grids

Europäischer Interkonnektor: Hochspannungsgleichstromübertragung zwischen Spanien und Frankreich

- Stromaustauschkapazität zwischen den beiden Ländern verdoppelt
- Gesteigerte Versorgungssicherheit
- Integration erneuerbarer Energiequellen und Steigerung der Netzstabilität



Pionierprojekte in der Nordsee

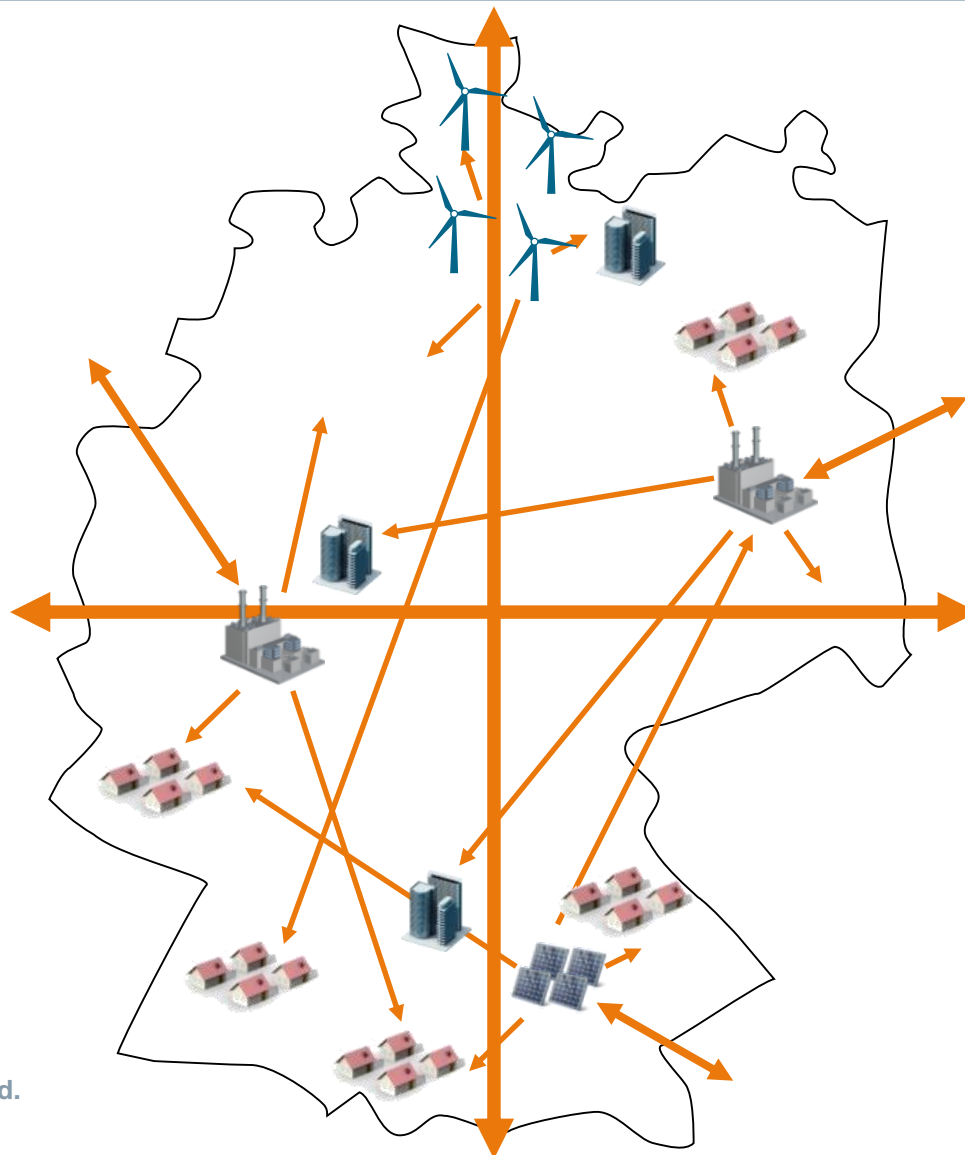
Offshore-Netzanbindung in effizienter Gleichstromtechnik (HGÜ)



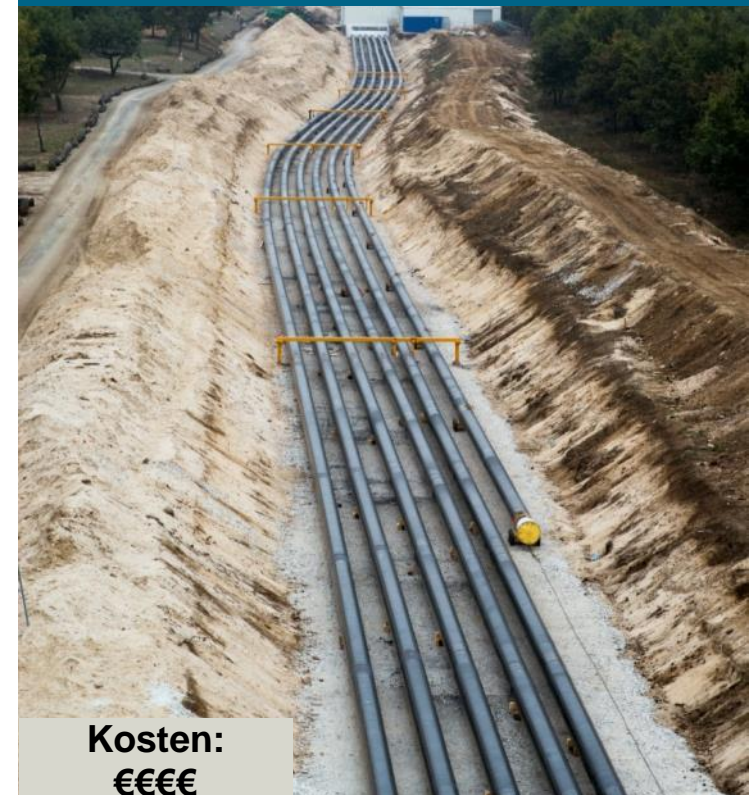
- Zuverlässige Netzanbindung in mehr als 100 km Entfernung von der Küste
- Höhe 25 Meter, Gewicht rund 16.000 Tonnen, entspricht 38 Airbus A380 (BorWin 2)
- Bis jetzt vier Siemens-Plattformen am Netz: zusammen über 2,9 Gigawatt Windenergie für rund vier Millionen deutsche Haushalte

Weite Entfernung zwischen Stromerzeugern und -verbrauchern erfordert großräumige Vernetzung durch ein Overlay-Grid

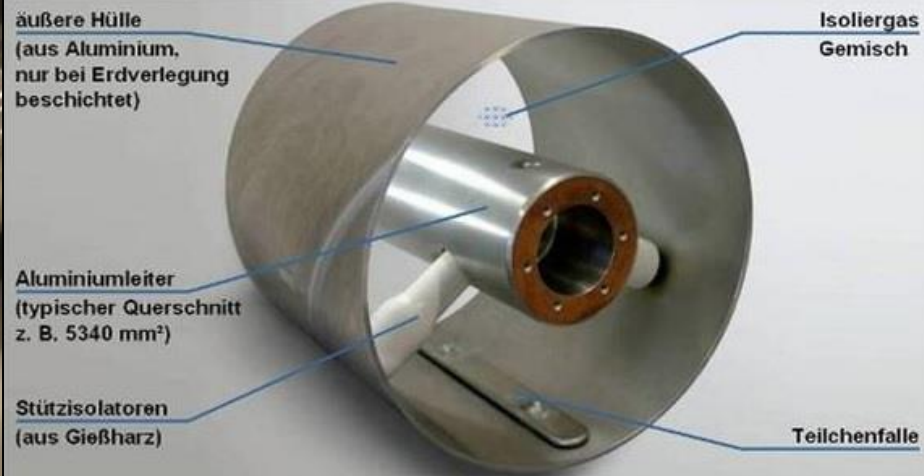
Freileitung



Kompakte Übertragungsleitung (Rohrleiter)



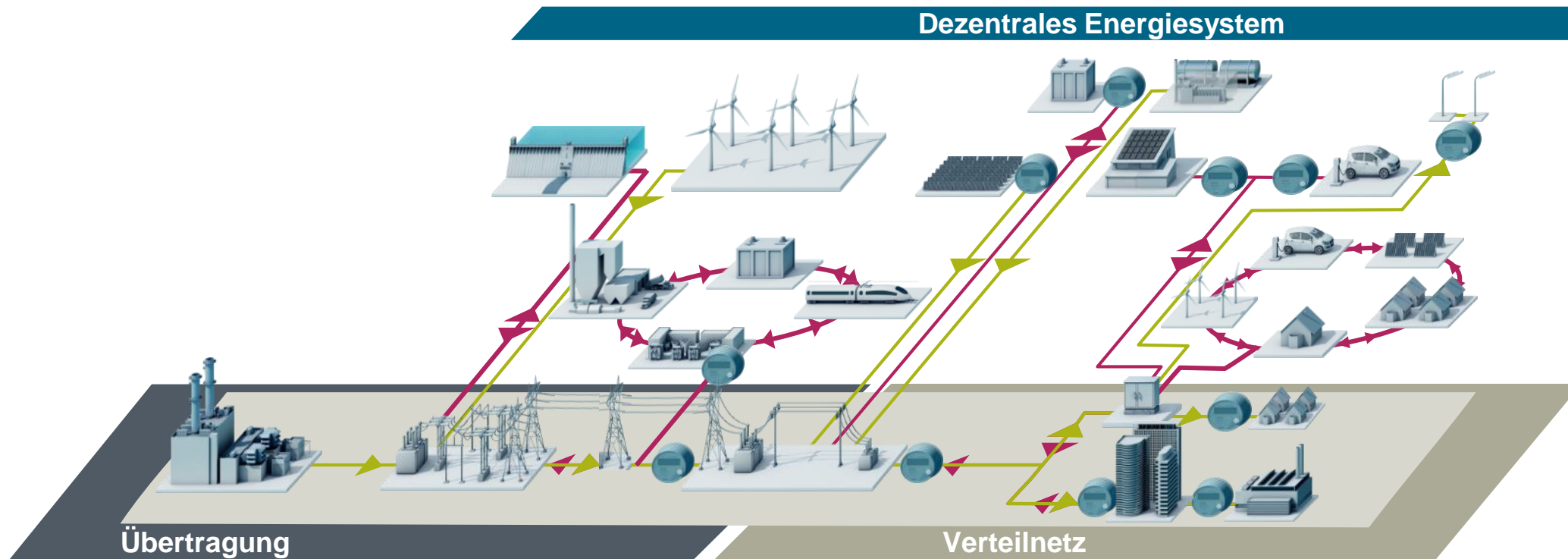
Brauerei nutzt Kompakte Übertragungsleitung (Rohrleiter) in 450-Meter langem Tunnel unter einem neuen Brauhaus bei München Hohe Leistungsdichte – keine zusätzliche Brandlast



1. **Ausbau der Energieübertragung**
2. **Dezentrale Energieerzeugung und Speichieranwendungen**

2. Lösungsansatz: Dezentralisierung

Mehr Strom dort erzeugen, wo er verbraucht wird



Steigender Anteil Energie-Transport

- Leistungsausgleich schaffen
- Netzstabilität sicherstellen

Steigender Anteil lastseitiger, variabler Einspeisung

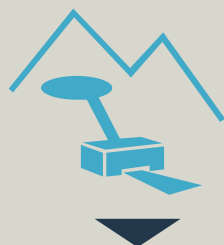
- Elektrifizierung realisieren
- Netzkapazität sicherstellen

Energiespeicher und Sektor-Kopplung erweitern den Horizont im dezentralen = verteilten Energiesystem der Zukunft



Anwendungsfälle je nach Ort und Systemanforderung

Pumpspeicher



Elektrizität

Netzstabilität

H₂/Chemie-Produkte



Elektrizität

H₂/
Methan
(Gasnetz)

H₂ -
Treibstoff

**Power to Gas
Power-to-chemicals**

Batterie-Speicher



Elektrizität

**Netzstabilität,
Eigenversorgung, e-Mobilität**

Thermische Speicher



Heat

Power-to-heat

Wie stellen wir sicher, dass Strom effizient und sicher bereitgestellt wird?

Stromausfall in Gütersloher Rechenzentrum am 21. November 2015

GÜTERSLOH

Stromausfall in Gütersloher Rechenzentrum legt populäre Websites und O2-Netz lahm

Spiegel Online und Focus Online über Stunden nicht erreichbar

nw.de

Geräte in Rechenzentrum beschädigt

Stromausfall legte Websites lahm

Stand: 21.11.2015 15:43 Uhr



Mehrere Stunden lang sind mehrere Internetportale großer deutscher Medienunternehmen nicht zu erreichen gewesen. Schnell gab es Spekulationen über Hackerangriffe. Doch offenbar handelte es sich um einen Stromausfall in einem Rechenzentrum in Gütersloh.

tagesschau.de

„SPIEGEL“ UND „FOCUS“ NICHT ERREICHBAR

Rechenzentrum-Crash legt Websites lahm

Mehr Systemdenken in der Stromversorgung

Sichere Stromversorgung auch dort, wo ein hoher Energiebedarf in einer **schwierigen Umgebung** besteht (d.h. kritische Stromversorgung). Umfassende ganzheitliche Lösungen von der Hochspannung über die Mittelspannung bis zur Niederspannung.

Totally Integrated Power



Rechenzentren sind große Energieverbraucher und benötigen höchste Versorgungssicherheit

- Rechenzentren sind verantwortlich für **2 bis 4 Prozent des Stromverbrauchs**
- **Leistungsbedarf** eines größeren Rechenzentrums entspricht dem einer Kleinstadt (> 100MW)
- Stromunterbrechungen von **10 Millisekunden** reichen bereits aus, um Systeme zu stören

Neue Stromversorgungstechnik für Sendeanstalten



Energieüberwachungs- und -leitsystem für das höchste „grüne Gebäude“ der Welt: Taipei 101 (508 Meter) – Optimierung von Heizung / Klima und Elektrizität



Im Vergleich zu durchschnittlichen Gebäuden:

- Energieverbrauch um **30 Prozent geringer**
- **4,8 Gigawattstunden (GWh)** Strom weniger pro Jahr
- **Ca. 500.000 Euro** Energiekosten jährlich eingespart

Luftschadstoffe aus der Schifffahrt stellen Hafenstädte wie Hamburg vor große Probleme – Landstromversorgung schafft Abhilfe

Stromversorgung von Schiffen im Hafen mit elektrischer Energie von Land

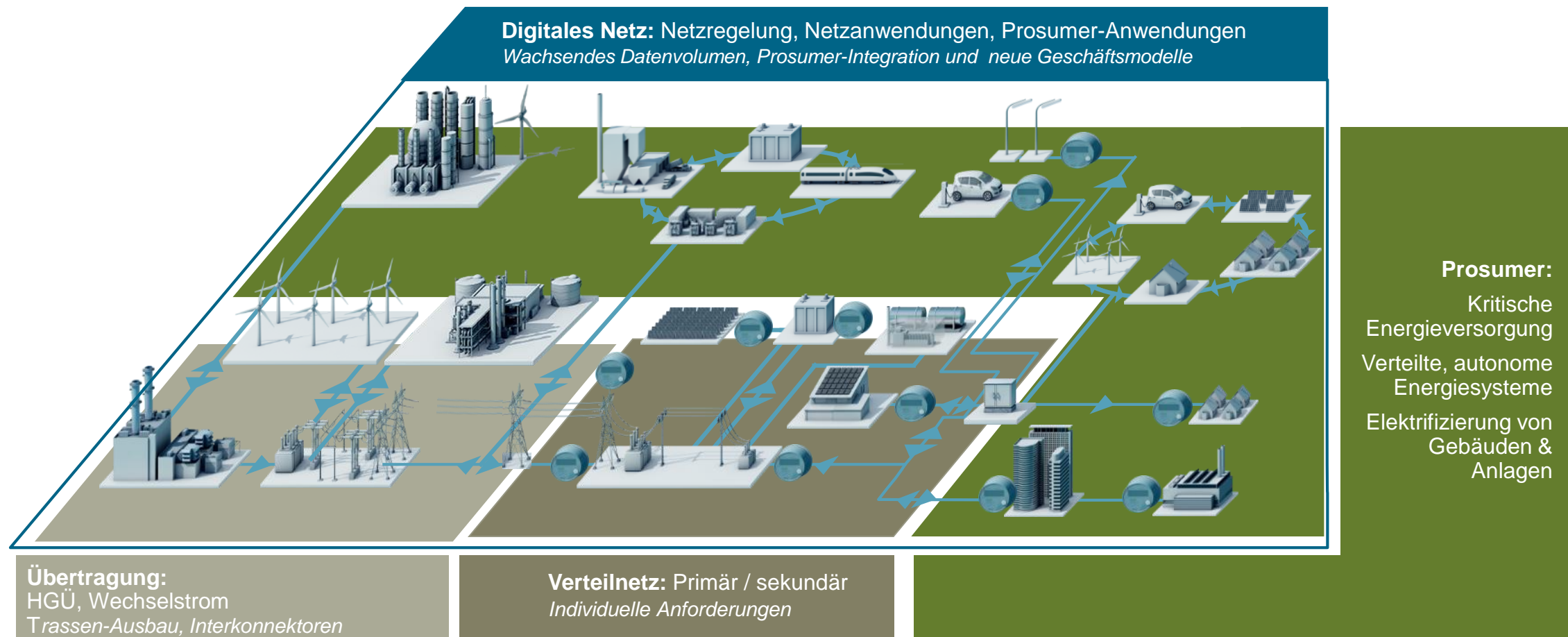
Nutzen:

- Weniger CO₂-Ausstoß und Lärmbelastung
- Schaffen von steuerbaren Lasten (Integration Erneuerbarer und Netzstabilisierung)
- Finanziell attraktiv bei steigenden Treibstoffkosten

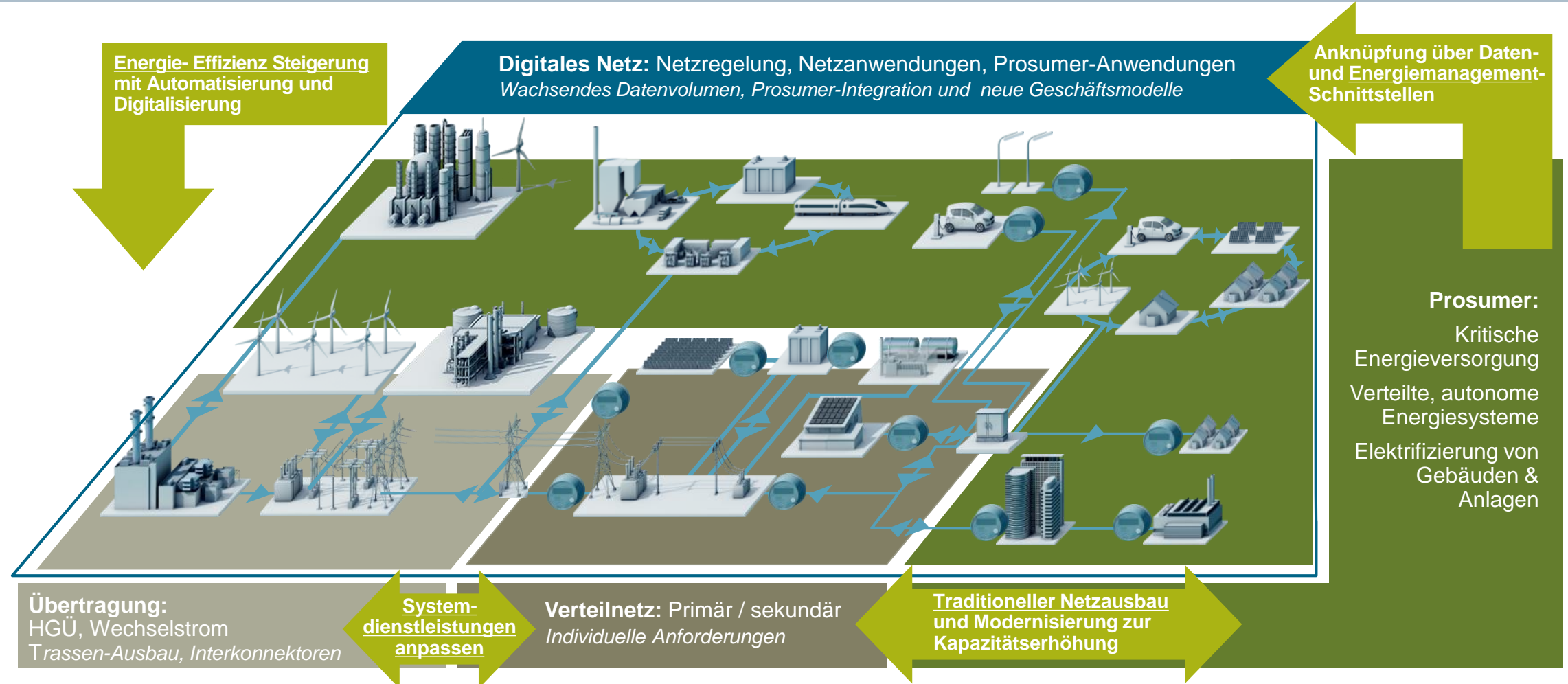


Energiewende und Dezentralisierung schaffen Impulse für neue Märkte und Technologien

Dezentralisierung des Energiesystems: Die Komplexität nimmt stark zu



Die dezentrale Energie-Infrastruktur ist ein hoch dynamisches Wachstumsumfeld mit neuen Kunden und Anbietern



Zusammenfassung

- 1 In Deutschland liegt der größte Teil der Dekarbonisierung noch vor uns – die Elektrifizierung ist ein sehr wirkungsvoller Hebel
- 2 Sektorkopplung und Energiespeicher gewinnen an Bedeutung - zunächst mit Kurzzeit- (Batterie) und später mit Langzeitspeichern (H₂)
- 3 Die Digitalisierung ist eine Kernkomponente für die Elektrifizierung (komplexe Datenverarbeitung, Optimierung der Systemführung, Integration der Marktteilnehmer)
- 4 Netzausbau und mehr Intelligenz sind Erfolgsfaktoren für die Transformation des Energiesystems – Investition in die Netzinfrastruktur ist zu verstärken!

Transformations-Hebel für Energiewende und Dezentralisierung: *Elektrifizierung – Automatisierung – Digitalisierung*