



NEW 4.0
WISSENSCHAFTS
KONGRESS

www.new4-0.de

Ergebniszusammenführung und -synthese NEW 4.0

Oliver Arendt | HAW Hamburg

© www.mediaserver.hamburg.de | Christian Spahrbieter

NEW 4.0
Norddeutsche EnergieWende



Gefördert durch:
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie
aufgrund einer Empfehlung
des Deutschen Bundestages

NEW 4.0 - Die Innovationsallianz aus dem Norden

NEW 4.0 soll zeigen, wie die Gesamtregion Modellregion bereits **2035** zu **100 Prozent** sicher und zuverlässig mit regenerativem Strom versorgt werden kann.



Die Modellregion besteht aus den **2** norddeutschen Bundesländern Hamburg und Schleswig-Holstein mit ihren **4,8 Mio.** Einwohnern.



Der **Anteil erneuerbarer Energie** am Bruttostromverbrauch liegt in der Modellregion (2018) bereits bei zusammen **80 %** und damit etwa beim Doppelten des bundesweiten Durchschnitts



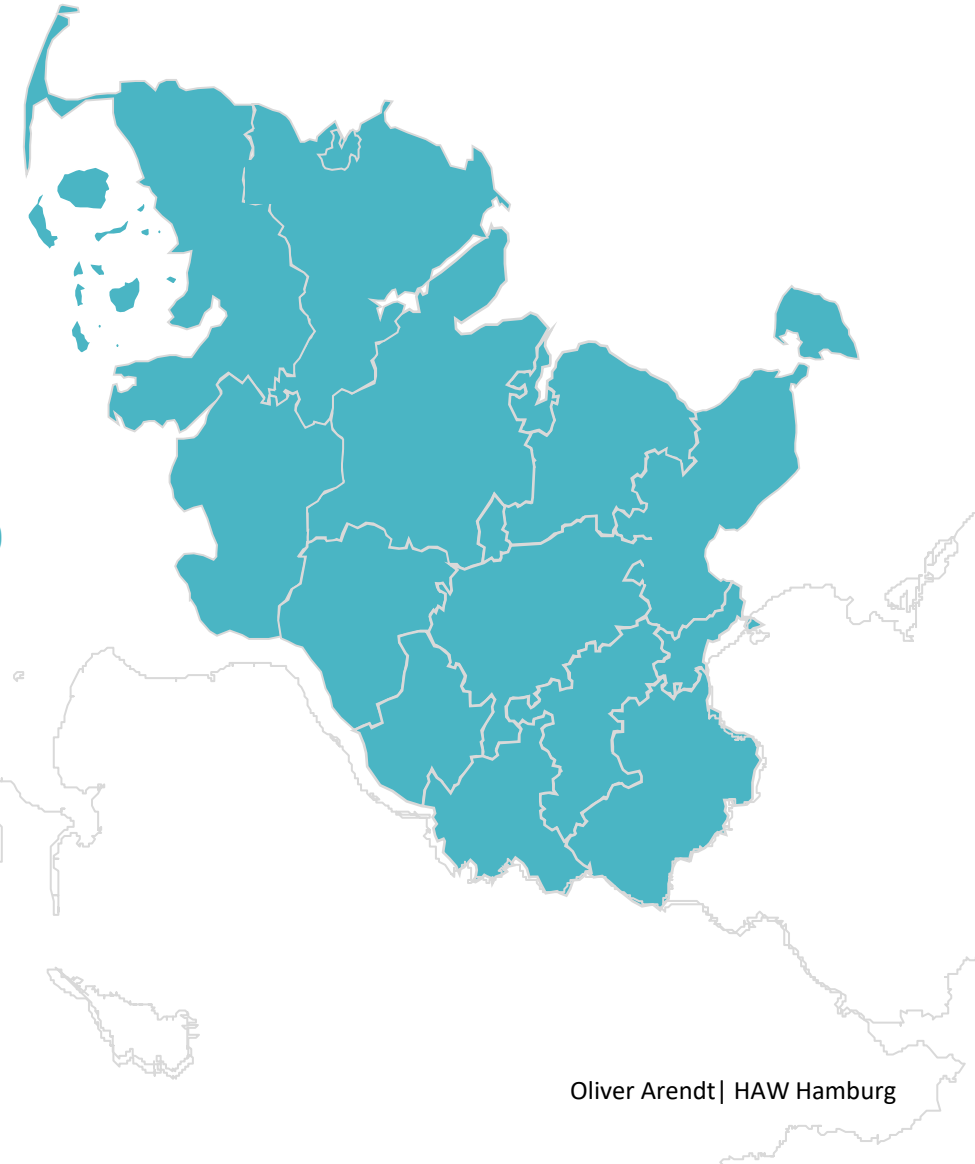
65 Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik arbeiten zusammen in rd. **100** Einzelprojekten entlang der gesamten Wertschöpfungskette im Energiesektor.



Die Akteure der Innovationsallianz haben sich in **8** Arbeitspaketen und **6** Use Cases organisiert.



Über **20** Demonstratoren stellen rd. **200 MW** Flexibilität zur Verfügung



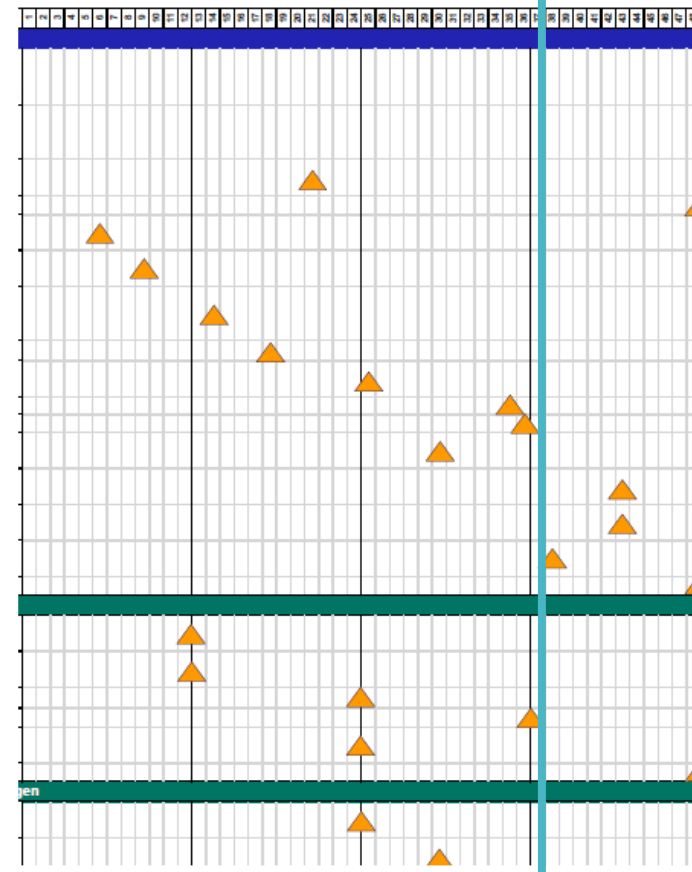


- ✓ zentrale Ergebnisse von NEW4.0
- ✓ Handlungsempfehlungen
- ✓ wissenschaftlich solide und gleichzeitig allgemeinverständlich

Herausforderung Ergebnissicherung: Synthesebericht



- ✓ zentrale Ergebnisse von NEW4.0
- ✓ Handlungsempfehlungen
- ✓ wissenschaftlich solide und gleichzeitig allgemeinverständlich



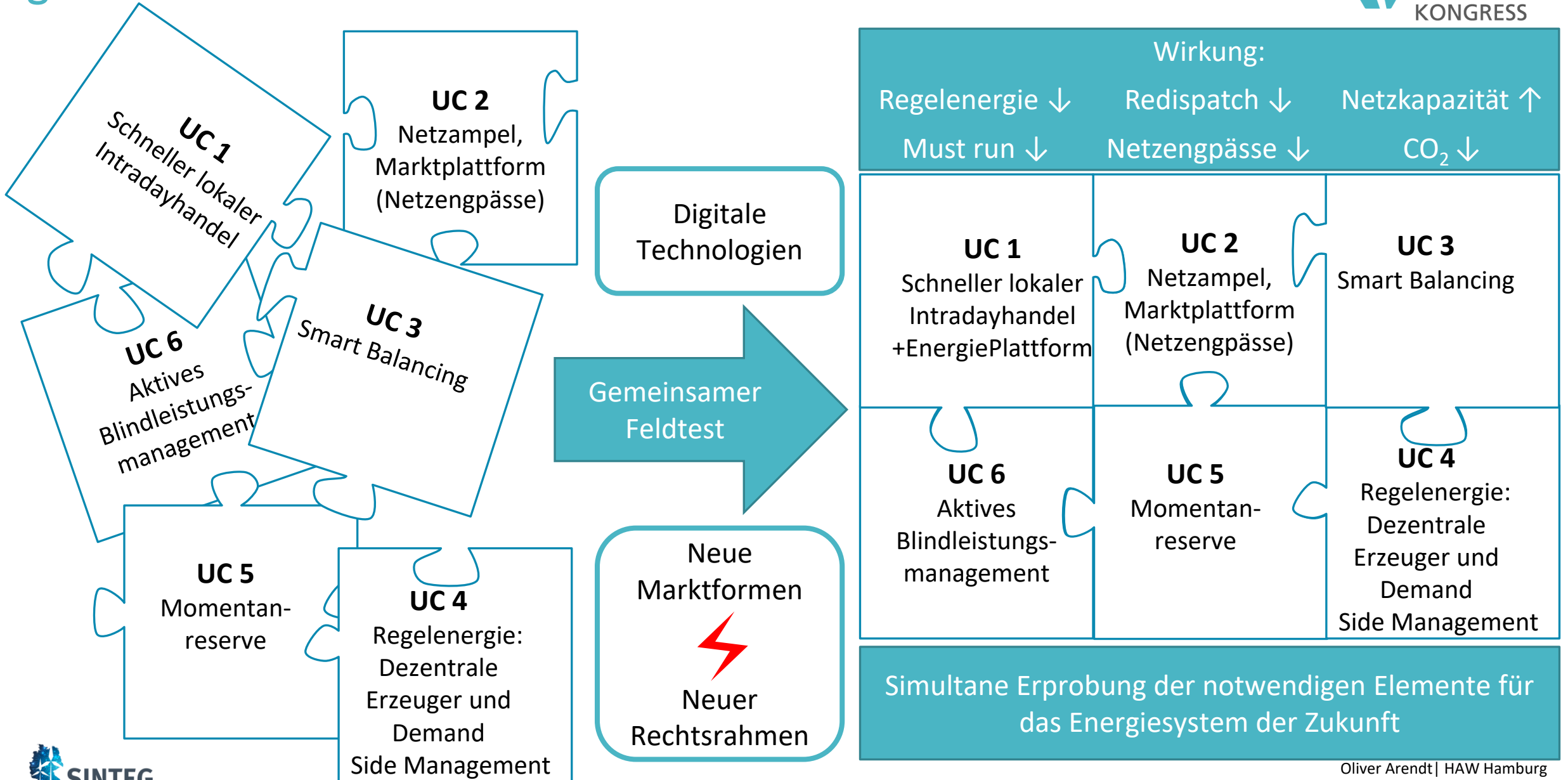
Rund 1 Jahr vor Projektende:

- ✓ Erfassen bereits vorliegender Ergebnisse
- ✓ Kontinuierliches Abfragen und Einarbeiten weiterer Ergebnisse

Erkenntnis 1: Die integrierte Energiewende ist machbar

- NEW 4.0 hat (in Feldtests) nachgewiesen, wie
 - industrielle und private Stromverbräuche gesteuert,
 - elektrische und thermische Speicher systemstützend eingesetzt und
 - Strom sinnvoll zur Erzeugung von Wärme und synthetischen Gasen genutzt werden kann
- Flexible Stromnutzung und Erneuerbare Energien können notwendige Systemdienstleistungen für Stabilität und Sicherheit bereitstellen
- Strom als zentraler Baustein der Energiewirtschaft und Schlüssel zur Dekarbonisierung anderer Sektoren

Ganzheitliche Erprobung des Energiesystems im gemeinsamen Feldtest



Batteriespeicher

Wind to Gas Energy

Batteriespeicher zur SDL-
Erbringung



Quelle: Wind-to-Gas Energy GmbH & Co. KG

- Standort: Brunsbüttel
- Netzebene: Mittelspannung
- Leistung: 2 MW
- Flexibilitätspotential: +/- 2 MW
- Einsatzzweck: Regelenergie

- Use Cases: UC 4

EnSpireME

Batteriespeicher mit Multi-Use
Case Nutzung



Quelle: Eneco

- Standort: Jardelund
- Netzebene: Höchstspannung
- Leistung: 48 MW
- Flexibilitätspotential: +/- 48 MW
- Einsatzzweck: Regelenergie, Blindleistung

- Use Cases: UC 6

Vattenfall, Nordex, HAW

Speicherregelkraftwerk



Quelle: Daniel Reinhardt

- Standort: Hamburg
- Netzebene: Mittelspannung
- Leistung: 720 kW
- Flexibilitätspotential: +/- 720 kW
- Einsatzzweck: Blindleistung, Momentanreserve

- Use Cases: UC 5 + 6

Energiespeicher Nord

Lithium-Ionen- und Vanadium-
Redoxflow-Hybridspeicher

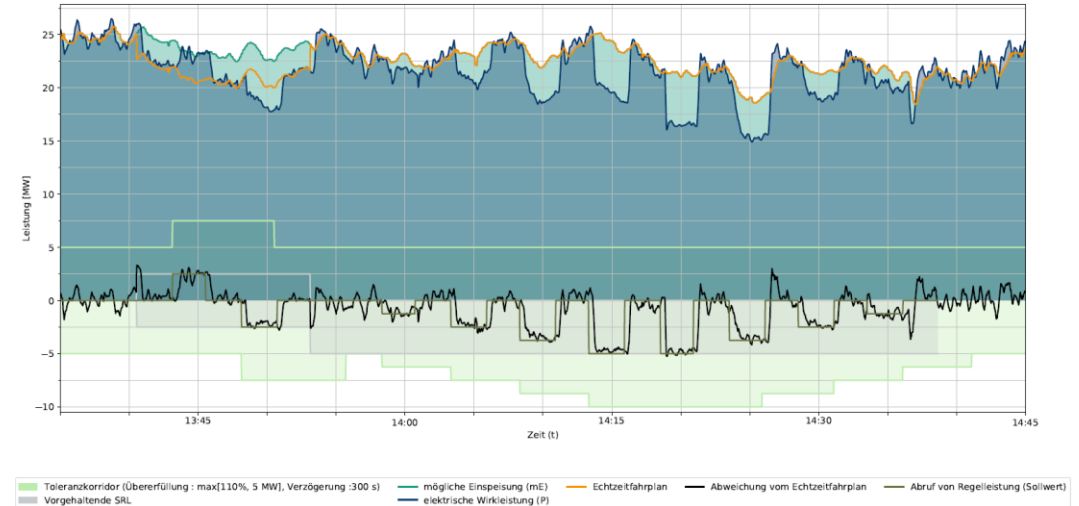


Quelle: Robert Bosch GmbH

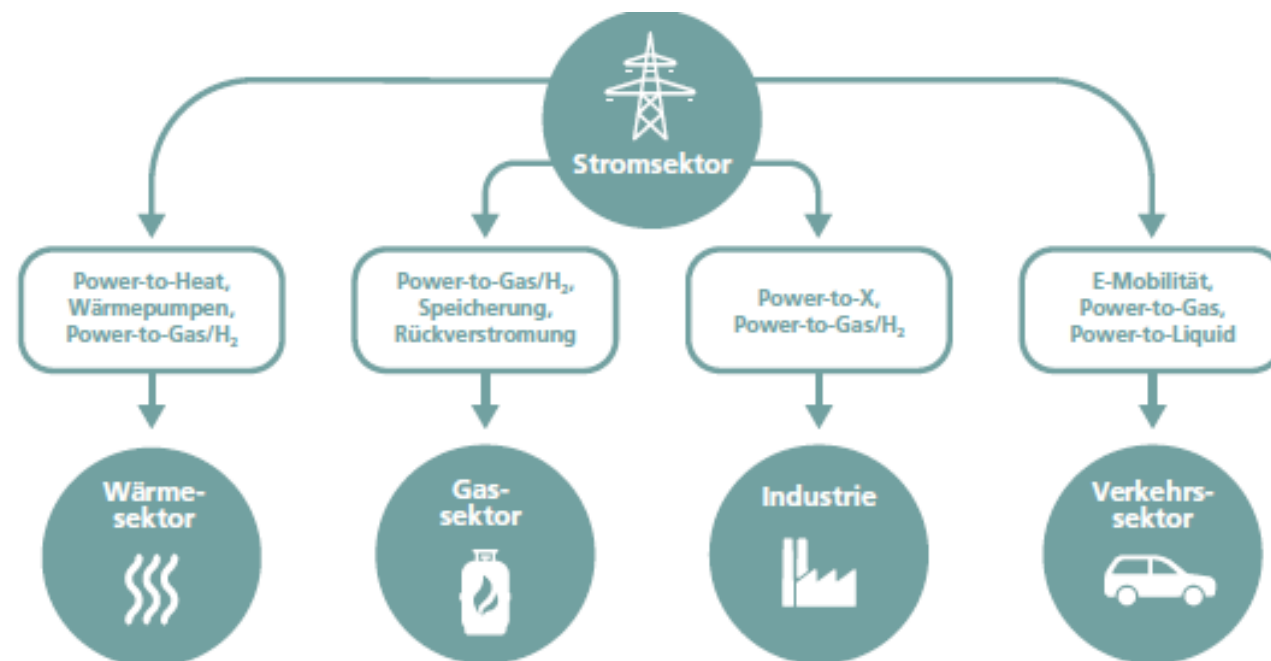
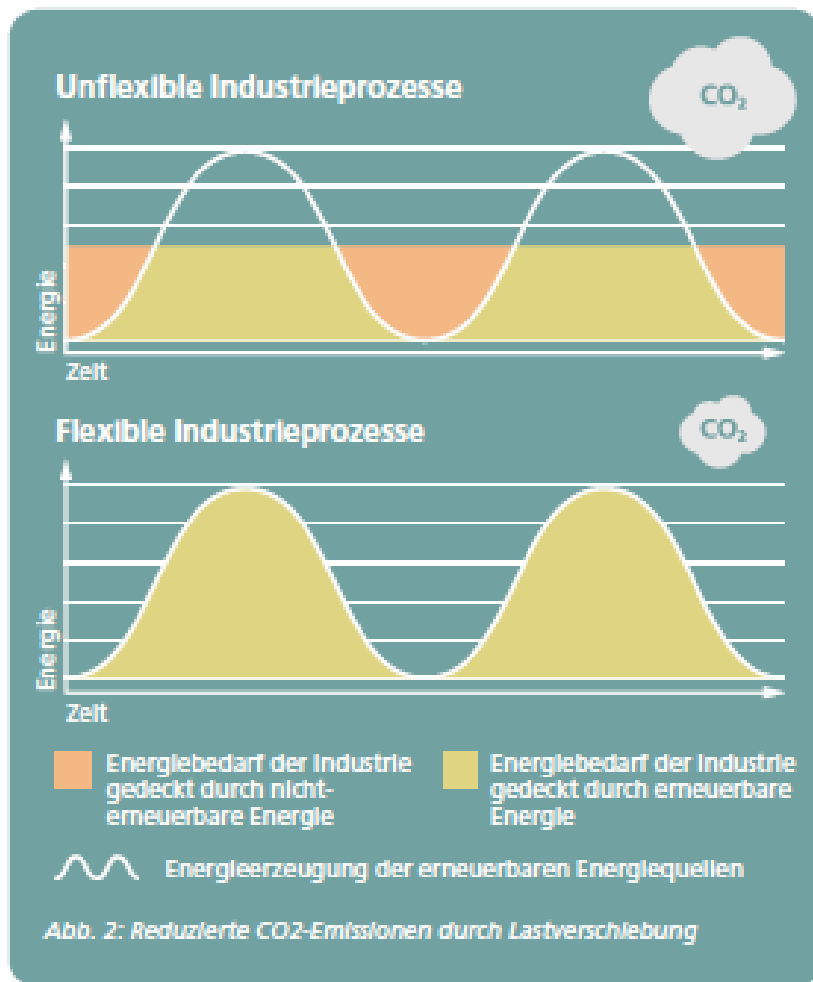
- Standort: Braderup
- Netzebene: Mittelspannung
- Leistung: 2,25 MW
- Flexibilitätspotential: +/- 2,25 MW
- Einsatzzweck: Regelenergie

- Use Cases: UC 4

- Erbringung von Regelenergie mit WEA aus EEKW-Portfolio der ARGE Netz demonstriert
 - ▶ Technische Machbarkeit entsprechend den Anforderungen der ÜNB zeitlich und leistungsmäßig präzise demonstriert
- Regelungstechnische Präqualifikationsanforderungen für negative MRL erfüllt („Doppelhöckerkurve“)
- Auch Momentanreserve und Blindleistung können aus WEA bereitgestellt werden



Erkenntnis 2: Mehrfacher Klimanutzen durch flexible Sektorenkopplung



Power to Heat

Stadtwerke Flensburg

PtH in Fernwärmenetzen



Quelle: Stadtwerke Flensburg GmbH

- Standort: Tarp
- Netzebene: Mittelspannung
- Leistung: 800 kW
- Flexibilitäts-Potential: +1600 kW
- Einsatzzweck: Vermeidung EinsMan, Substitution Heizölkessel
- Use Cases: UC 1 + 2

Wärme Hamburg

PtH „Karoline“



Quelle: HAW Hamburg

- Standort: Hamburg
- Netzebene: Hochspannung
- Leistung: 45 MW
- Flexibilitäts-Potential: +45 MW
- Einsatzzweck: Vermeidung EinsMan, Regelenergie, Sektorkopplung
- Use Cases: UC 1 + 3 (+ 4b)

HanseWerk Natur

PtH



Quelle: HanseWerk Natur GmbH

- Standort: Schwarzenbek
- Netzebene: Mittelspannung
- Leistung: 216 kW
- Flexibilitäts-Potential: +216 kW
- Einsatzzweck: Vermeidung EinsMan, Sektorkopplung
- Use Cases: UC 4

Aurubis

Power to Steam



Quelle: Aurubis AG

- Standort: Hamburg
- Netzebene: Hochspannung
- Leistung: 10 MW
- Flexibilitäts-Potential: +10 MW
- Einsatzzweck: Substitution Erdgas, Regelenergie, Sektorkopplung
- Use Cases: UC 1

Power to Gas

Wind to Gas Energy

H₂ zur Gasnetzeinspeisung und Tankstellenbelieferung



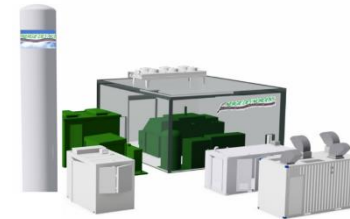
Quelle: Bertold Fabricius

- Standort: Brunsbüttel
- Netzebene: Mittelspannung
- Leistung: 2,4 MW
- Flexibilitäts-Potential: +2,4 MW
- Einsatzzweck: Sektorkopplung, Vermeidung EinsMan
- Use Cases: UC 2 + 5

In Betrieb

Energie des Nordens

H₂ zur Gasnetzeinspeisung



Quelle: Energie des Nordens GmbH & Co. KG

- Standort: Haurup
- Netzebene: Hochspannung
- Leistung: 1 MW
- Flexibilitäts-Potential: +1 MW
- Einsatzzweck: Sektorkopplung, Vermeidung EinsMan
- Use Cases: UC 2 + 4

In Betrieb

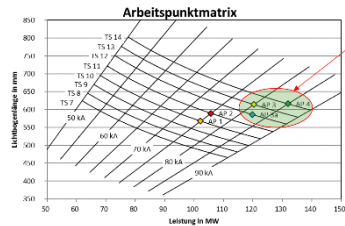
Erkenntnis 3: Die (industrielle) Stromnachfrage bietet wichtige Flexibilitätspotenziale

- Flexibilisierung der Stromnachfrage für zukünftige Stromversorgung entscheidend
- Industrie hat wichtige prozessgebundene Flexibilitätspotenziale durch Verbrauchsanteile von 46 % des Nettostrom- und 39 % des Wärmebedarfs
- NEW 4.0 hebt Flexibilitäts-Beispiele der energieintensiven Metallindustrie, aber auch kleiner Verbraucher durch Haushaltskunden-Projekte

Industrie-Flexibilisierung

ArcelorMittal

Lastflexibler Betrieb des Elektrolichtbogenofens

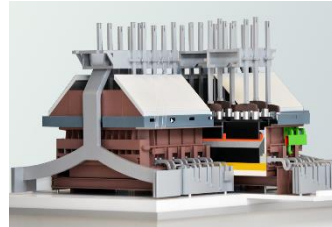


Quelle: ArcelorMittal Hamburg GmbH

- Standort: Hamburg
- Netzebene: Hochspannung
- Leistung: 106 MW
- Flexibilitäts-Potential: + 11 MW/-7 MW
- Einsatzzweck: Erbringung von Regelernergie
- Use Cases: UC 1 + 3

TRIMET

Dynamisierung Aluminiumelektrolyse



Quelle: TRIMET Aluminium SE

- Standort: Hamburg
- Netzebene: Hochspannung
- Leistung: 2,5 MW
- Flexibilitäts-Potential:
 - Pilot +/- 1,25 MW
 - Hütte HH +40MW/-20MW
 - Roll Out D ca. +/- 160 MW
- Einsatzzweck: DSM
- Use Cases: UC 1 - 4

Aurubis

Flexibilisierung Elektrolyse und E-Öfen



Quelle: Aurubis AG

- Standort: Hamburg
- Netzebene: Hochspannung
- Leistung:
- Flexibilitäts-Potential: -7 MW
- Einsatzzweck: Regelernergie
- Use Cases: UC 1 + 4

Sasol

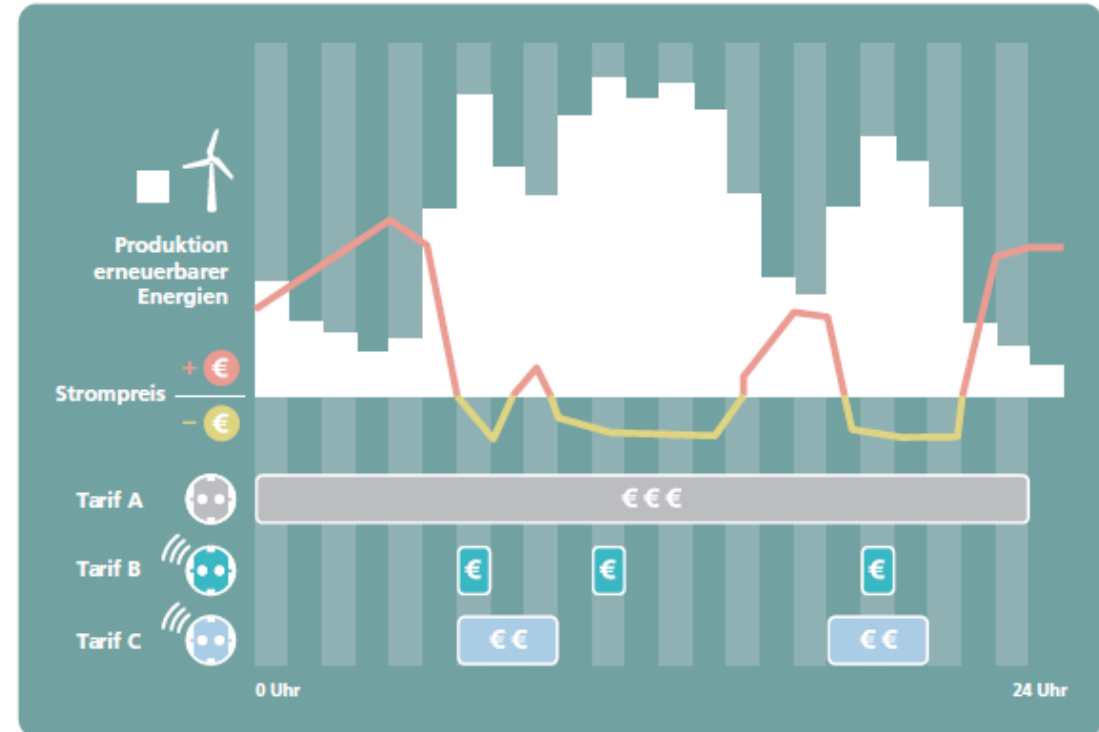
Flexibilisierung von KWK-Gasturbinen



Quelle: Sasol Germany GmbH

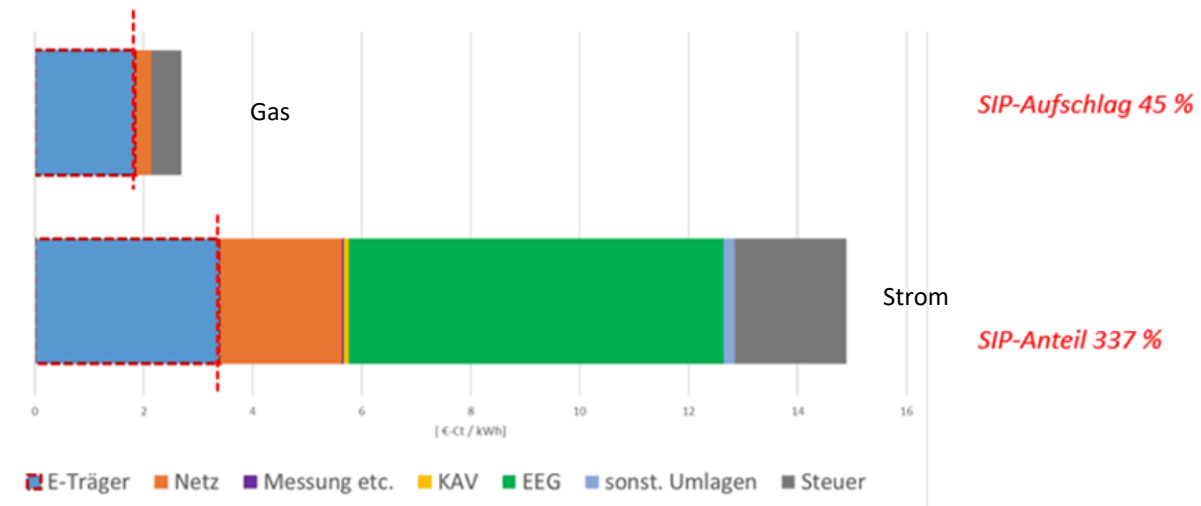
- Standort: Brunsbüttel
- Netzebene: -
- Leistung: 4 MW
- Flexibilitäts-Potential: +4 MW
- Einsatzzweck: Vermeidung EinsMan, Regelernergie
- Use Cases: UC 2 + 4

- Innovatives Lastmanagement durch fernschaltbare Steckdosen im Haushaltsbereich
 - ▶ Erhöhung Netz- und systemdienliches Verhalten
 - ▶ Automatisierte Vorgänge durch smarte Signalisierung (Netzampel) und Steuerung („homee“)
- Dynamische Grünstrom-Tarife für Haushaltskunden
 - ▶ Private Haushalte dazu bewegen, günstigen Strom für ausgewählte Verbraucher zu nutzen, wenn „der Wind weht“ – Tarifwechsel per App-Steuerung möglich
 - ▶ Mehr als 1000 Kunden mit über 3000 „flexiblen Steckdosen“ nutzen mittlerweile das System
 - ▶ Im Schnitt konnten die Stadtwerke Norderstedt pro Testhaushalt monatlich 21,2 kWh (12 kWh nach Abzug der Grundlast) mithilfe von Haushaltsgeräten flexibilisieren.
 - ▶ Gelänge es, den Stromverbrauch aller 2,46 Mio. Haushalte in Hamburg und Schleswig-Holstein vergleichbar zu flexibilisieren, könnte auf diese Weise jedes Jahr ein rechnerischer Verbrauch von rund 354 GWh flexibilisiert werden.



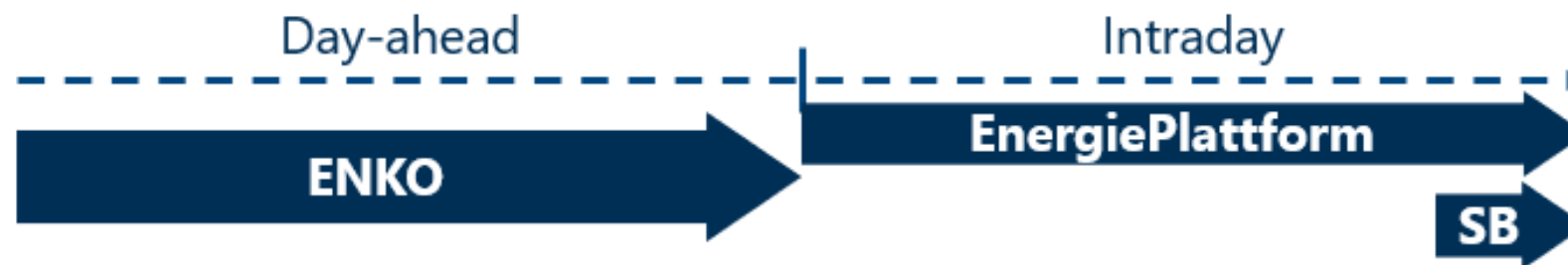
Fehlende Wettbewerbsgleichheit

- Zahlreiche Flexibilitätspotenziale sind aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen nicht wirtschaftlich zu realisieren. Ursächlich dafür sind
 - ▶ staatlich induzierte Strompreisbestandteile (SIP) mit geltendem System zur Verteilung der Netzkosten,
 - ▶ systemdienlicher Stromeinsatz für flexible Verbraucher führt zu höheren Netzentgelten
- Kein 'level playing field' bei Kosten zur Wärmeerzeugung
- Ungleichbehandlung der SIP führt zu einer Wettbewerbsverzerrung der Wärmegestehungskosten
- Bei einem Strompreis von 50 €/MWh verursachen die SIP einen Wärmegestehungspreis von über 160 €/MWh



Erkenntnis 4: Schnelle marktbasierende Verfahren ermöglichen effiziente Koordination von Flexibilitäten

- Zusammenwirken von großen industriellen Lasten, Speichern, Wasserstoff- und Wärmeerzeugern sowie tausender kleiner Stromproduzenten und Stromverbrauchern bedarf der intelligenten, schnellen und systemdienlichen Koordination
- ENKO-Plattform reduziert Abregelung erneuerbarer Energien durch Engpassmanagement im Day-Ahead-Zeitraum
- EnergiePlattform ermöglicht unter anderem kurzfristiges Bilanzmanagement für Händler und Netzbetreiber
- Smart Balancing löst Ungleichgewichte im Stromsystem auf und vermeidet Regelenergie und deren Kosten



Erkenntnis 5: IKT ist eine Schlüsseltechnologie für die Systemintegration

- Koordinationsbedarf beim Umbau vom last- zum erzeugungsgeführten Stromsystem nur durch vielfältige Lösungsbeiträge zu bewältigen
- Digitalisierung liefert das „Nervensystem der Energiewende“
- NEW 4.0 hat ein breites Spektrum von IKT-Anwendungen erprobt:
 - Engpassprognosen und Merit-Order-Algorithmen
 - Blockchain Anwendungen
 - Modernste Mess- und Regelungstechnik zur Bereitstellung von Blindleistung und virtueller Momentanreserve
 - Echtzeit-Kommunikation

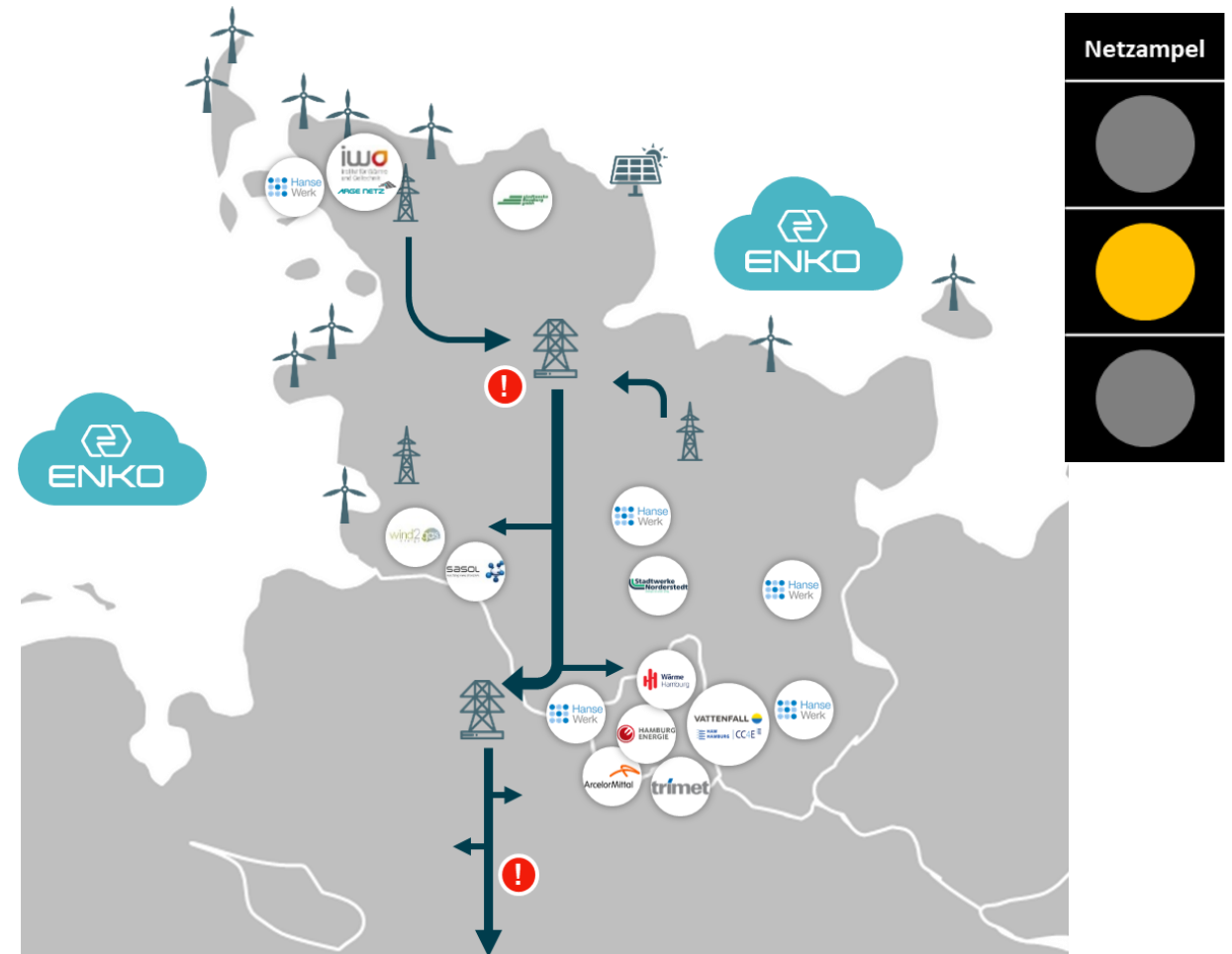
ENKO: Erhöhung der Selbstverwertungsquote

Heute: Bei Engpässen im Netz stehen die Windräder still
Morgen: ENKO vermittelt Grünstrom an flexible Verbraucher vor Ort, bevor Netzengpässe entstehen

- ➔ **~6.482 GWh**
Abschaltung erneuerbarer Energien¹
- ➔ **~710 Mio. €**
Kosten für Netzkunden für nicht eingespeisten Grünstrom in Deutschland¹
- ➔ **~380 Mio. €**
Kosten für Netzkunden für nicht eingespeisten Grünstrom in Modellregion²
- ➔ Übersicht über Netzengpässe (Netzampel) unter: <https://www.netzampel.energy/home>

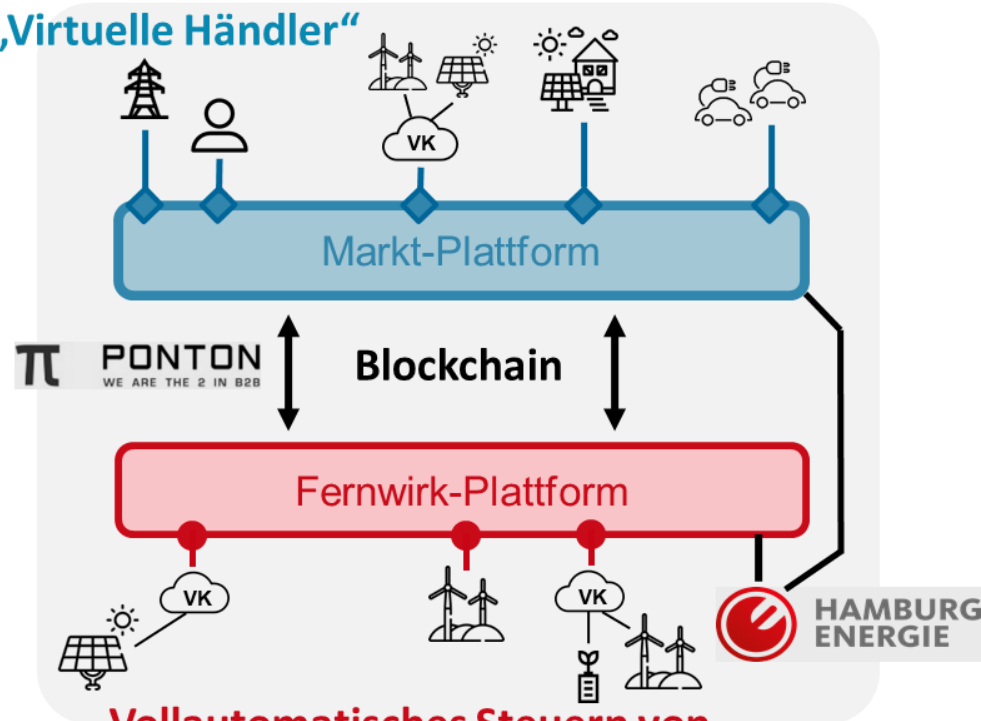
¹Auswirkungen von Einspeisemanagement für 2019 in Deutschland gemäß Quartalsbericht der Bundesnetzagentur

²<https://www.bundesnetzagentur.de>



Eine Marktplattform für universellen Energiehandel: Die EnergiePlattform

Anbieter & Verbraucher über „Virtuelle Händler“



**Vollautomatisches Steuern von
Erzeugungs- & Verbrauchsanlagen in
Echtzeit**

VK: Virtuelle Kraftwerke

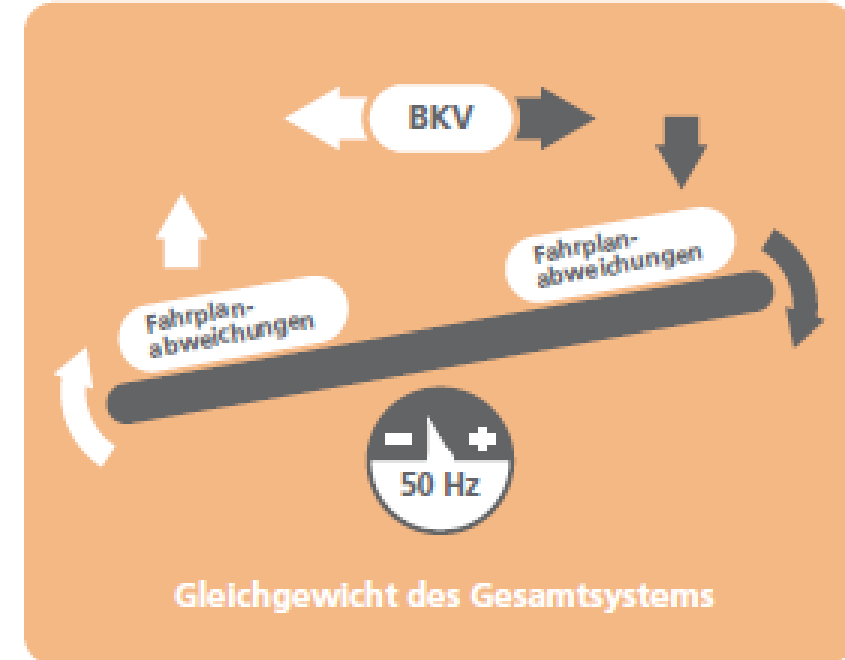
- ✓ Kurzfristiger Handel von Überschussenergie in der Erbringungs Viertelstunde durchgeführt
- ✓ Lokal erzeugte Windenergie aus positiver Fahrplanabweichung an disponible Haushaltskunden in Norderstedt vermittelt
- ✓ Zusätzliche Eigenschaften der gehandelten Energie integrierbar
 - Grünstrom
 - Regionale Erzeugung

Motivation

- Die Bilanzkreise sollen sich Gesamtsystem-stabilisierend verhalten, um konventionell erzeugte Regellenergie zu ersetzen
- Abweichungen vom Bilanzkreis können in manchen Fällen sogar eine stabilisierende Wirkung für das Gesamtsystem haben

Konzept

- Durch Transparenz sind die BKV in der Lage durch dynamisches Anpassen ihres Fahrplanes stabilisierend auf das Gesamtsystem zu wirken:
 1. BKV erhalten Informationen in Echtzeit über die jeweils aktuelle Frequenzabweichung des Gesamtsystems
 2. Die Kosten für Ausgleichsenergie sind transparent
- BKV können Ihre aktuelle Abweichung im Bilanzkreis mit der des Gesamtsystems vergleichen



Einsparpotentiale Regellenergie für ganz Deutschland (2019):

Bedarf Sekundär-RL (pos. & neg.): 2123 GWh

Reduktion durch SB: 341 GWh (16 %)

Bedarf Minuten-RL (pos. & neg.): 310 GWh

Reduktion durch SB: 157 GWh (51 %)

Erkenntnis 6: Fortbildungsoffensive für eine erfolgreiche Energiewende notwendig

- GAP-Analyse: Fachkräftemangel in der Modellregion droht zum Engpass zu werden
- Energiewende-spezifische und vor allem IKT-bezogene Berufsqualifizierungen werden dringend gesucht: wichtiger Erfolgsfaktor für Innovationen und regionale Wertschöpfung
- Bedarf besteht im gewerblichen, wie auch akademischen Feld
- NEW 4.0 – Akademie: Entwicklung, Durchführung und Erprobung von über 10 verschiedenen Aus- und Weiterbildungsprogrammen, zugeschnitten auf die identifizierten GAP's
- Erfolg des Bildungsangebots der NEW 4.0-Akademie unterstreichen die Wichtigkeit einer Fortführung beruflicher Qualifizierungsangebote

Bedarfsgerechte Weiterbildungsangebote: NEW - Akademie



**Märkte &
Smart Balancing**



**Quereinstieg in die
Energiewende**



Digital Leadership



**Informations- &
Kommunikations-
technologien**



**IT-Sicherheit in der
Energiebranche**



**Data Science,
KI & CO**



**Stromspeicher,
Heizsysteme &
Gebäudetechnik**



**Datenanalyse &
-bewertung**



**Projekt-
management**



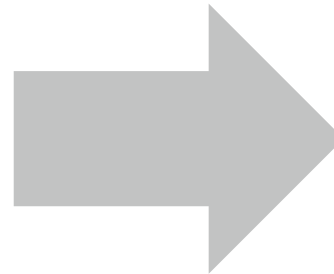
Sektorenkopplung

Erkenntnis 7: Hohe gesellschaftliche Akzeptanz für die Energiewende im Norden ist vorhanden

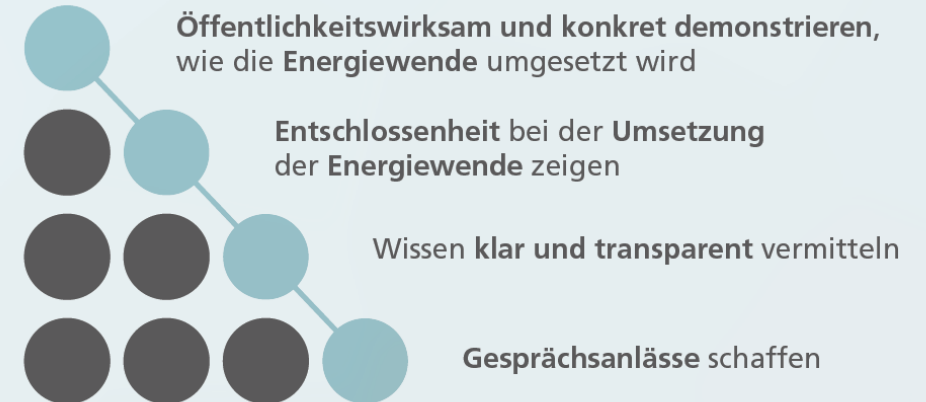
- Starke norddeutsche Energiekultur – Akzeptanz für Windkraft- und Netzausbau in der norddeutschen Bevölkerung ist da
- Erfolgsfaktoren: Zielgruppen-differenzierte Kommunikation, Bürgernähe durch Roadshow, Demonstration der Machbarkeit der Energie- und Klimawende, persönlicher Nutzen + Anreize
- Breites Bündnis Wirtschaft, Gesellschaft, Politik für eine gemeinsame Fortführung der Energiewende, Vertrauenskrise (hinsichtlich politischen Handelns) entgegenwirken
- Wichtig: Entschlossenheit bei der Umsetzung der Energiewende zeigen
- Klare Kommunikation konkreter Maßnahmen, Wirkungen und Erfolge, Gesprächsanlässe schaffen

TOP 10 Akzeptanzfaktoren

- ✓ Glaube an **Machbarkeit und Wirksamkeit** der Energiewende
- ✓ Einschätzungen über den **Nutzen** der Energiewende
- ✓ **Persönliche Gespräche** über erneuerbare Energien
- ✓ Kenntnis des **Begriffs** Energiewende
- ✓ Erzielung eines **beschleunigten Rückbaus** von Kohle-/Kernkraft
- ✓ **Finanzielle Anreize** und Beteiligungsmöglichkeiten für Anwohner*innen
- ✓ Windenergieanlagen im **Wohnumfeld**
- ✓ Regelmäßiges **Informieren** zur Energiewende
- ✓ Empfundene Möglichkeit eines **eigenen Beitrags**
- ✓ Empfundene **persönliche Vorteile** durch die Energiewende



VIER GEWINNT



1. Systemdienliches Verhalten und technische Innovationen durch marktwirtschaftliche Instrumente anreizen.
 - a. Wettbewerbliche Flexibilitätsplattformen sind möglich und sollten gezielt genutzt werden.
 - b. Die Netzentgeltsystematik sollte grundlegend angepasst werden, um netzdienliches Verhalten zu unterstützen.
 - c. Regulatorische Vorgaben und Präqualifikationsbedingungen für Systemdienstleistungen sind weiter zu entwickeln.
 - d. Systemdienliches Verhalten von Markakteuren sollte aktiv gefördert werden.
2. Finanzielle Benachteiligung von Strom gegenüber anderen Energieträgern abbauen.
3. Experimentierräume schaffen für weitere technische und regulatorische Innovationen.
4. Erneuerbare Energien weiter ausbauen und vernetzte Energieinfrastrukturen entwickeln.
5. Weiterbildungsangebote verstärkt am Bedarf der Energiewende ausrichten und Kursprogramm der NEW 4.0-Akademie fortführen.
6. Akzeptanz der Bevölkerung sichern und nutzen – Die Kommunikation umstellen von „Akzeptanz muss geschaffen werden“ zu „die Akzeptanz ist da“

- Ergebnissynthese
- Gesamtabschlussbericht
- Abschlussberichte der NEW 4.0 - Partner

→ Nach Projektende verfügbar unter <https://www.new4-0.de/ergebnisse/>

NEW 4.0

Norddeutsche EnergieWende



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

www.new4-0.de