

Netzregelverbund Smart System oder Smart Grid ?

Event Smart Energy; Sion 31.08.2011

Rolf Neumaier
Leiter Systemführung und Anlagenmanagement
EnBW Transportnetze AG
Sion 31. August 2011

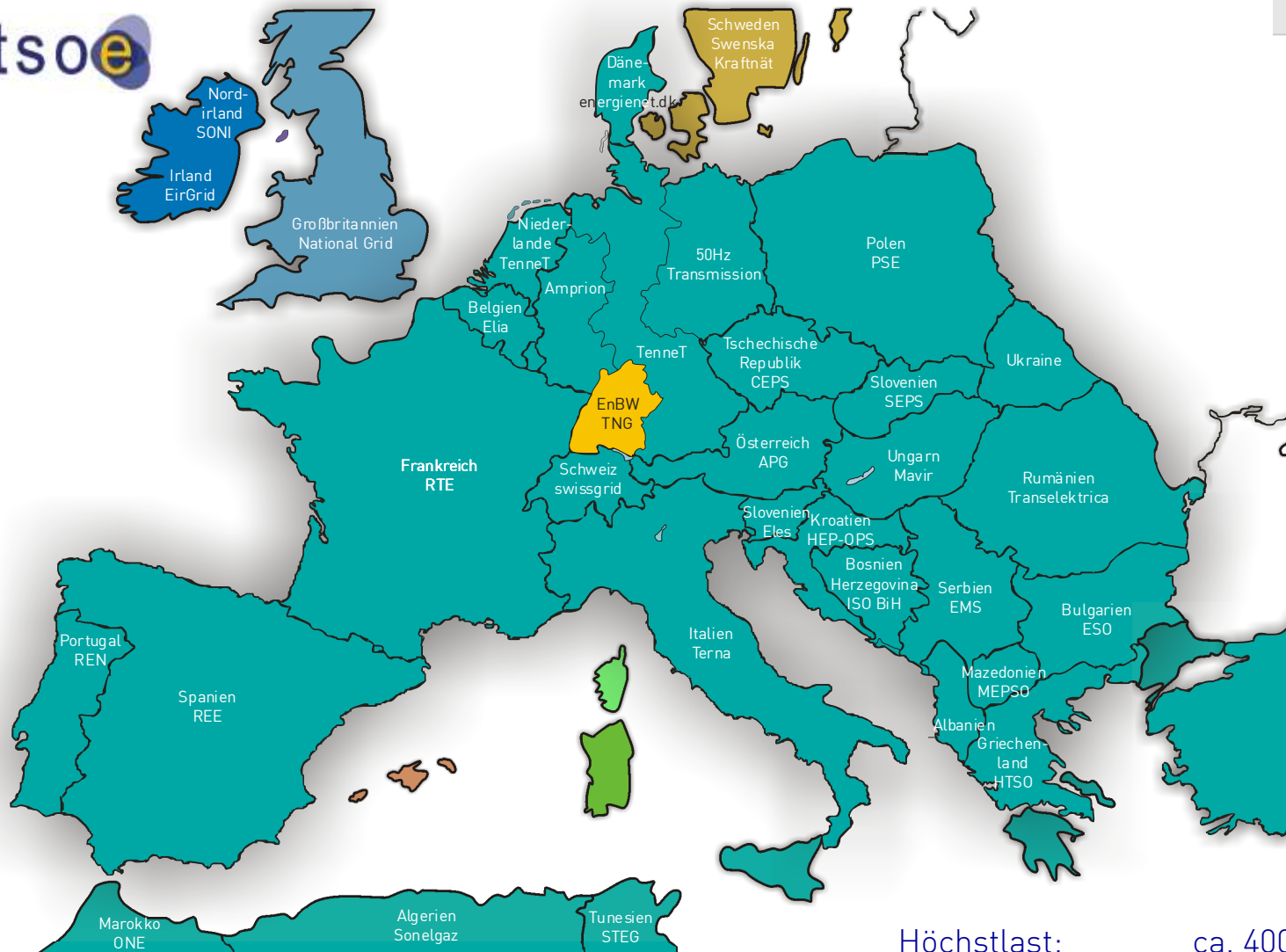
The EnBW logo consists of the letters 'EnBW' in a bold, blue, sans-serif font. A horizontal orange line is positioned to the left of the 'E', extending towards the left edge of the slide.

EnBW

Energie
braucht Impulse

- Kurze Vorstellung der EnBW Transportnetze AG
- Smart Grid
- Integration Erneuerbarer Energien, Situation in Deutschland
- Von der Netzregelung zum Netzregelverbund
- Internationale Erweiterung des Netzregelverbundes
- Ausblicke
- Netzregelverbund (Smart System) Gesamtfazit

EnBW Transportnetze AG im internationalen Umfeld: Europäisches Verbundnetz



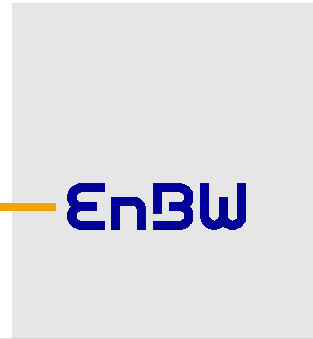
Höchstlast: ca. 400.000
Jahresarbeit: ca. 2.200 TWh

Kennzahlen: Struktur- und Netzdaten EnBW TNG

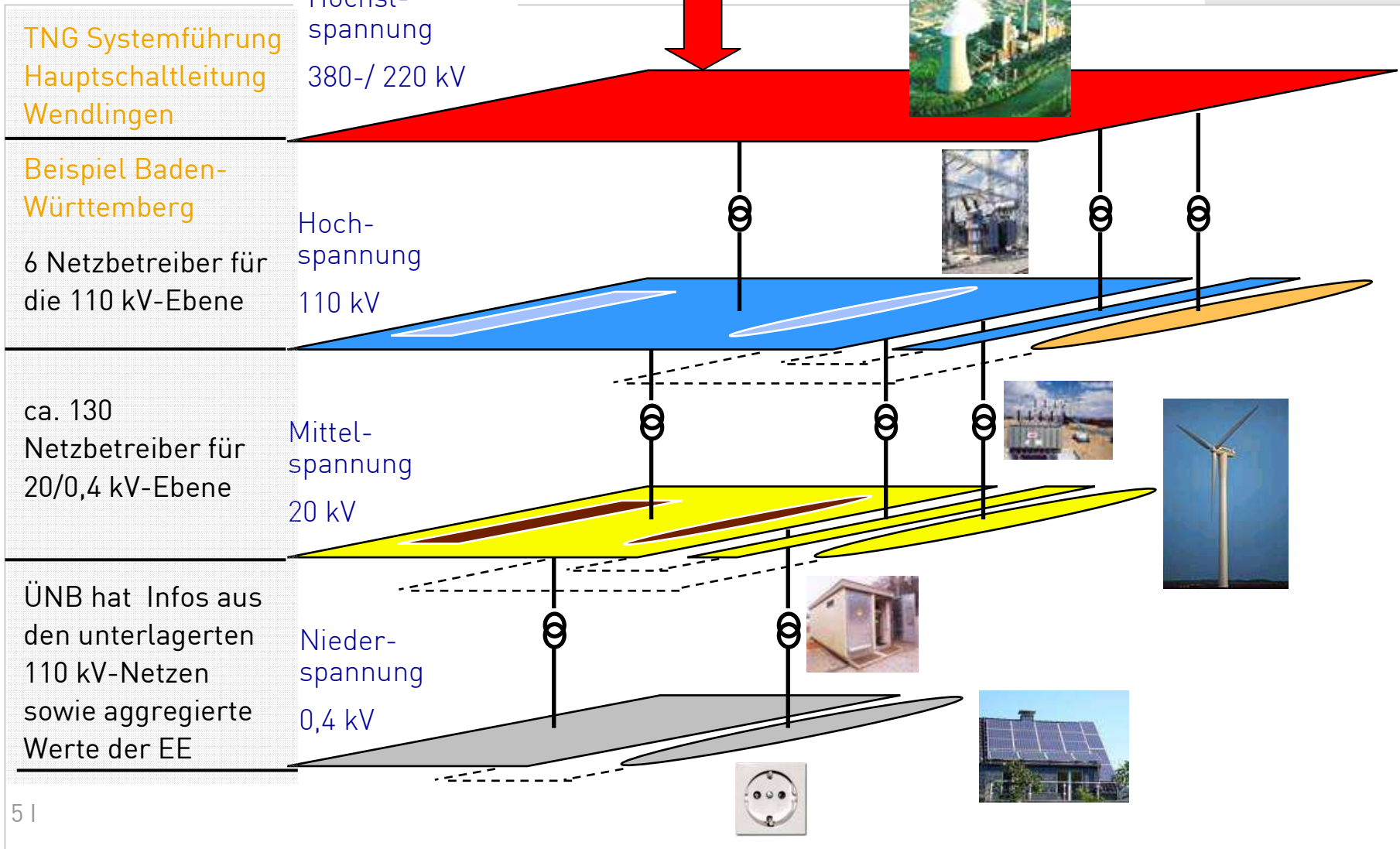


	HöS	Umsp. HöS/HS
Geographische Fläche des Netzgebietes	34.600 km ²	
Stromkreislänge	Freileitung	3.236,0 km -
	Kabel	3 km -
Transformatoren	380/220 kV	8
	380/110 u. 220/110kV	80
Kuppelstellen ins deutsche/europäische Verbundnetz	28	
Maximum des Lastverlaufs	am 10.12.09, 9:30 -9:45 Uhr 12.880 MW	
Entnommene Jahresarbeit der Kunden	1.693 GWh	49.711 GWh
Mitarbeiter	140	
Jahresumsatz	ca. 3,3 Mrd. Euro	

Der ÜNB hat lt. EnWG die Verantwortung für die Systemsicherheit der gesamten Regelzone (= Koordinator)



ENTSO-E-Netz



Smart Grid

Aussagen der BNetzA im Rahmen der Gesprächsplattform „Zukunftsfähige Netze“ des BMWi

EnBW

Smart Grid - Definitionen

Definitionen...

■ „A Smart Grid is an electricity network that can cost efficiently integrate the behaviour and actions of all users connected to it – generators, consumers and those that do both – in order to ensure economically efficient, sustainable power system with low losses and high levels of quality and security of supply and safety.“ (EU-KOM: **Smart Grid Mandate M/490 EN**)

■ „Smart Grid umfasst die kommunikative Vernetzung und Steuerung von Stromerzeugern, Speichern, elektrischer Verbraucher und Netzbetriebsmitteln in Energieübertragungs- und -verteilungsnetzen der Elektrizitätsversorgung.“ (European Technology Platform **SmartGrids**)

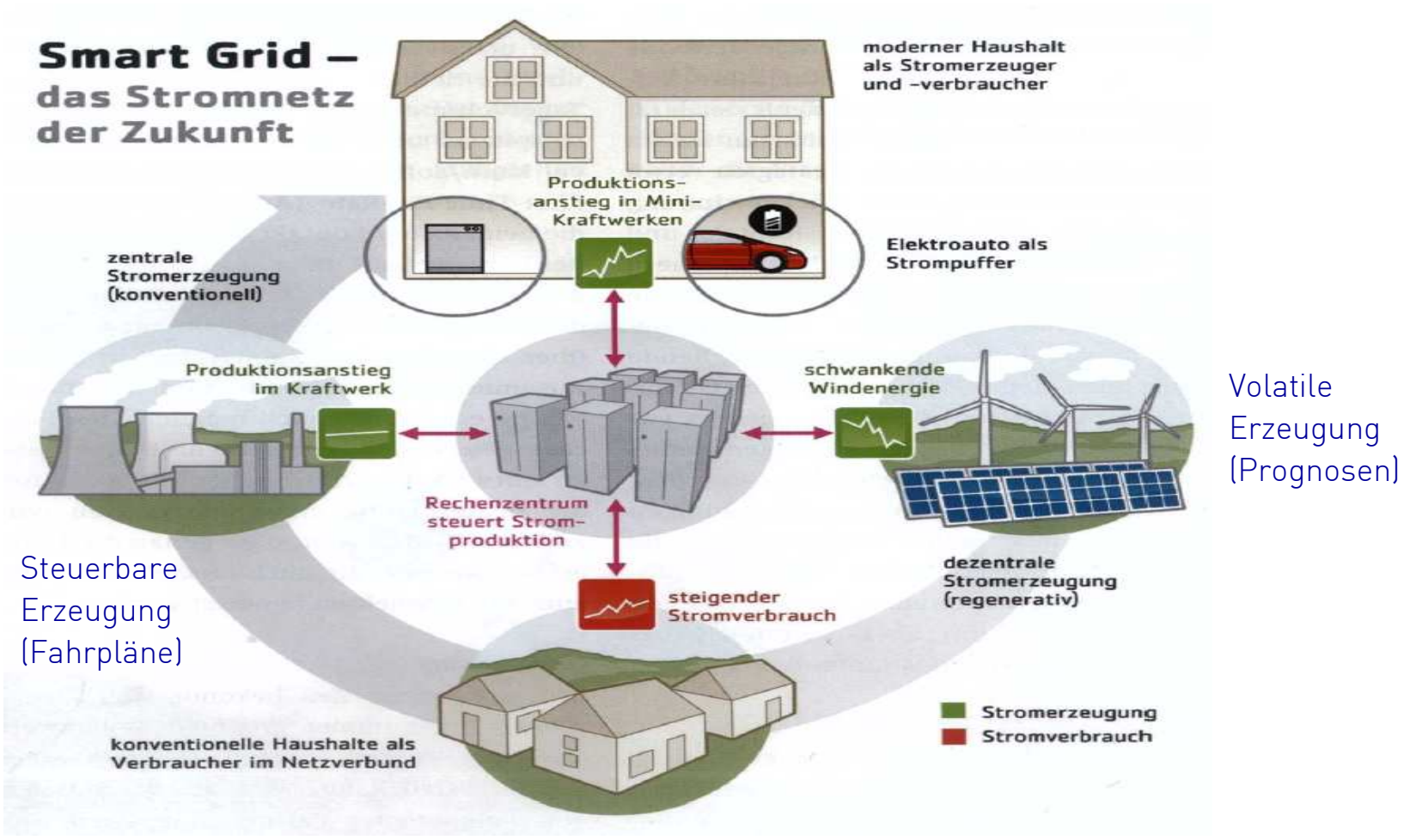
→ Problem BNetzA: Definitionen zu ungenau, zu wenig rollenscharf

→ Sorge: Unbundling-Aspekte finden zu geringe Berücksichtigung

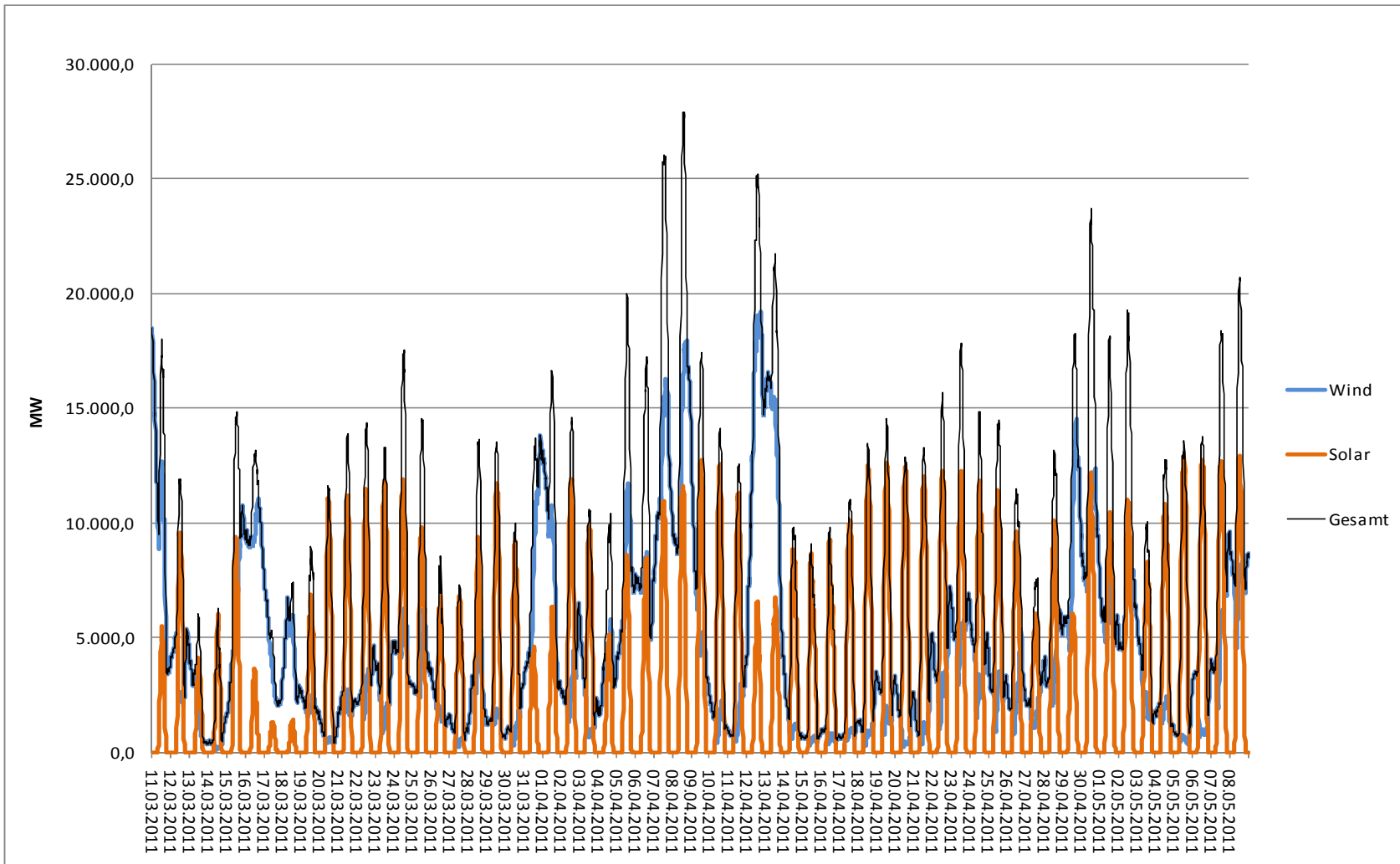
Übertragungsnetze sind schon heute smart...

Smart Grid

Ideale Welt: Rechenzentrum steuert „zentral“ die Stromproduktion (Strommarkt ? Liberalisierung ?)

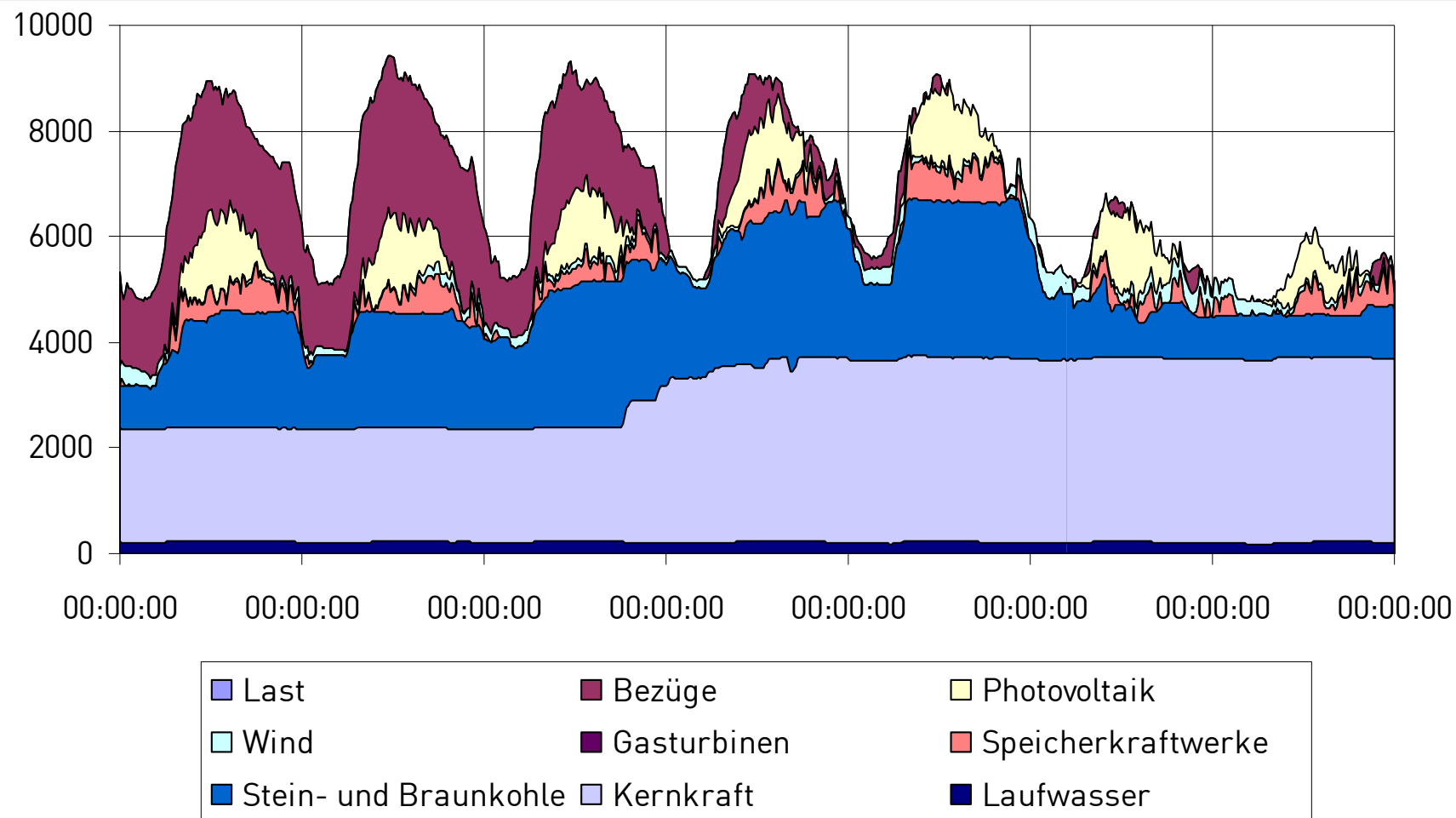


Smart System(reale Welt) Wind- und PV-Erzeugung ist höchst volatil Aggregierte Gesamterzeugung Deutschland Frühjahr 2011

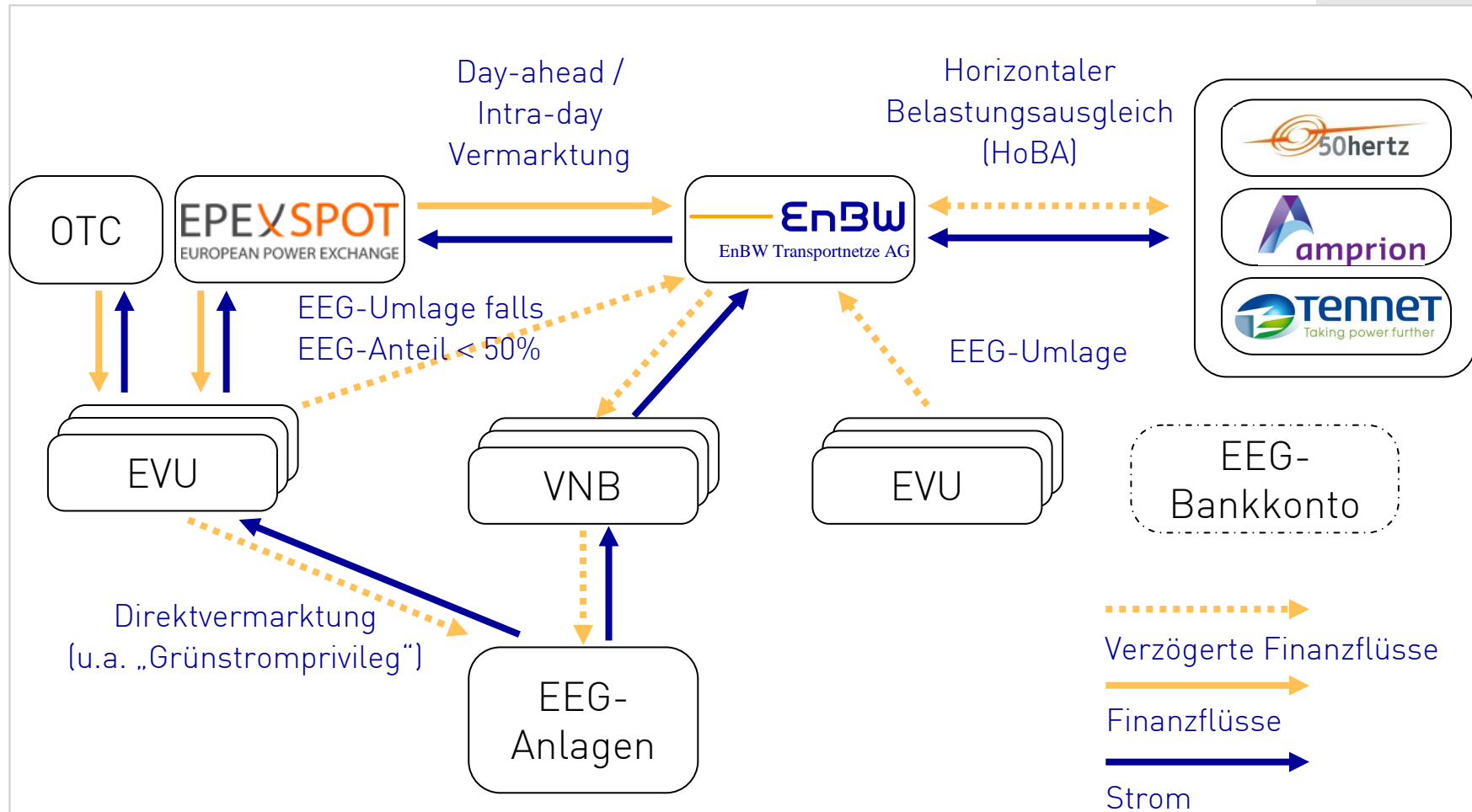


Smart System (reale Welt)

Deckung der Netzlast für Baden-Württemberg nach Art der Erzeugung (Beispiel für eine Woche im Sommer)



Smart System (reale Welt) EEG-Ausgleichsmechanismus + Verpflichtung der ÜNB den EEG Strom zu vermarkten

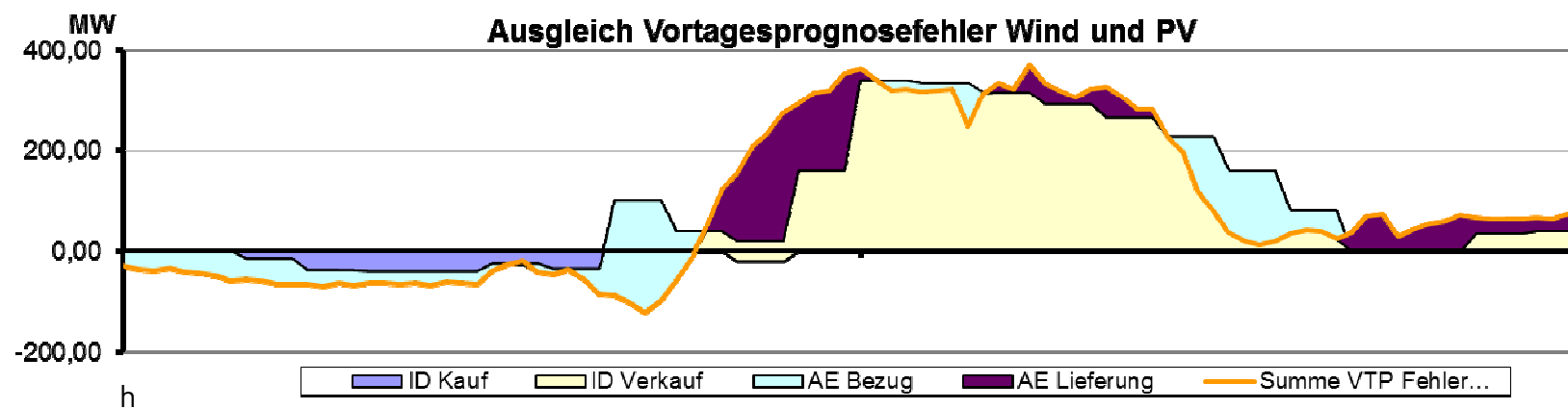
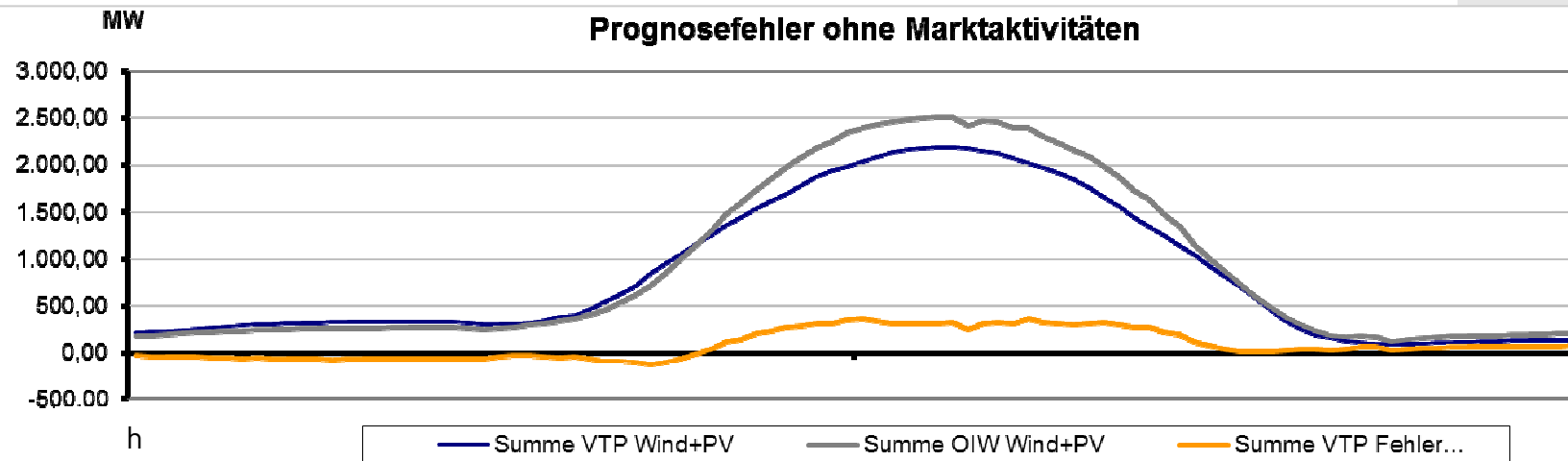


Ziel ÜNB => vom Stundenprodukt zum Viertelstundenprodukt

Smart System: Intraday - Vermarktung EE durch TNG

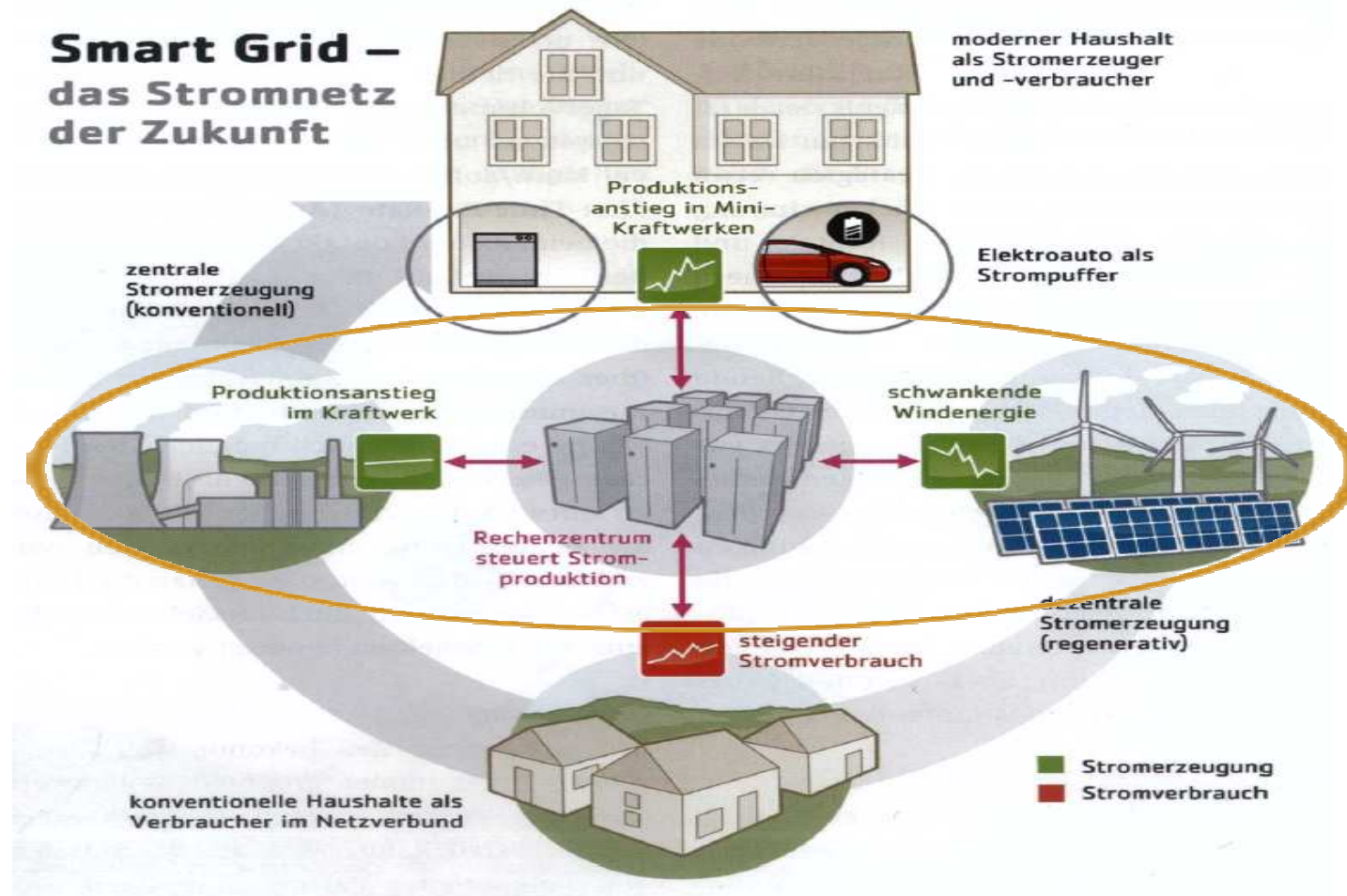
→ Vermarktung Differenz zw. Vortagesprognose (Day-Ahead Vermarktung) u. Ist-Einspeisung zum letztmöglichen Handelszeitpunkt für PV und Wind

EnBW



Smart System: Vorrang der Erneuerbaren Erzeugung

Fazit: Konventionelle Erzeugung + Import/Export als „komplementäre Komponenten“ zu EE



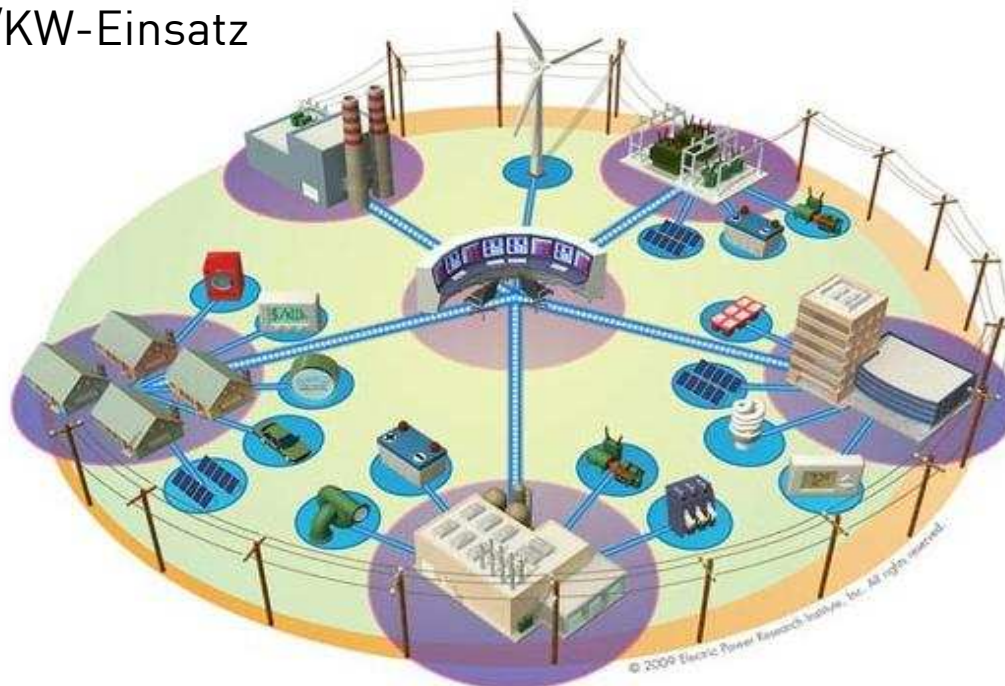
Von der Netzregelung zum Netzregelverbund (NRV) Zur Regelzone gehören alle unterlagerten Verteilnetze. Summe der Einzeloptimas ist nicht das Gesamtoptimum !

EnBW

Der ÜNB muss die Summe aller Schwankungen in seiner Regelzone online ausgleichen.

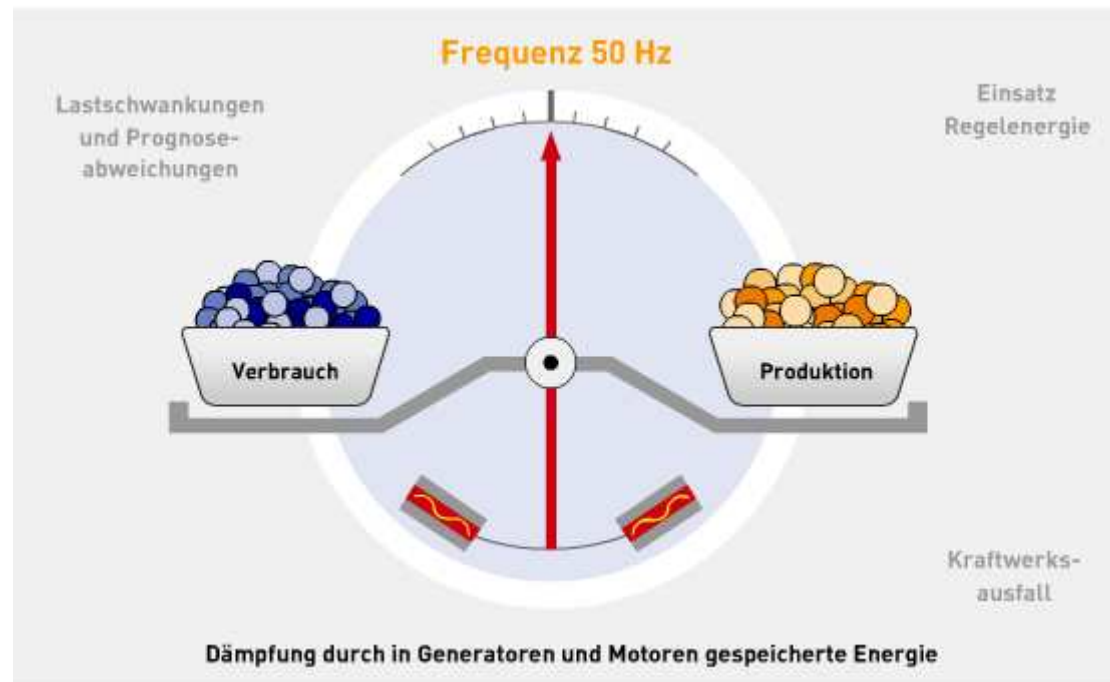
Hauptursachen sind:

- › Lastprognosefehler der Bilanzkreise (für Haushalt, Industrie, Gewerbe)
- › Einflüsse durch Stromhandel/KW-Einsatz
- › EEG-Prognosefehler
- › Kraftwerksausfälle

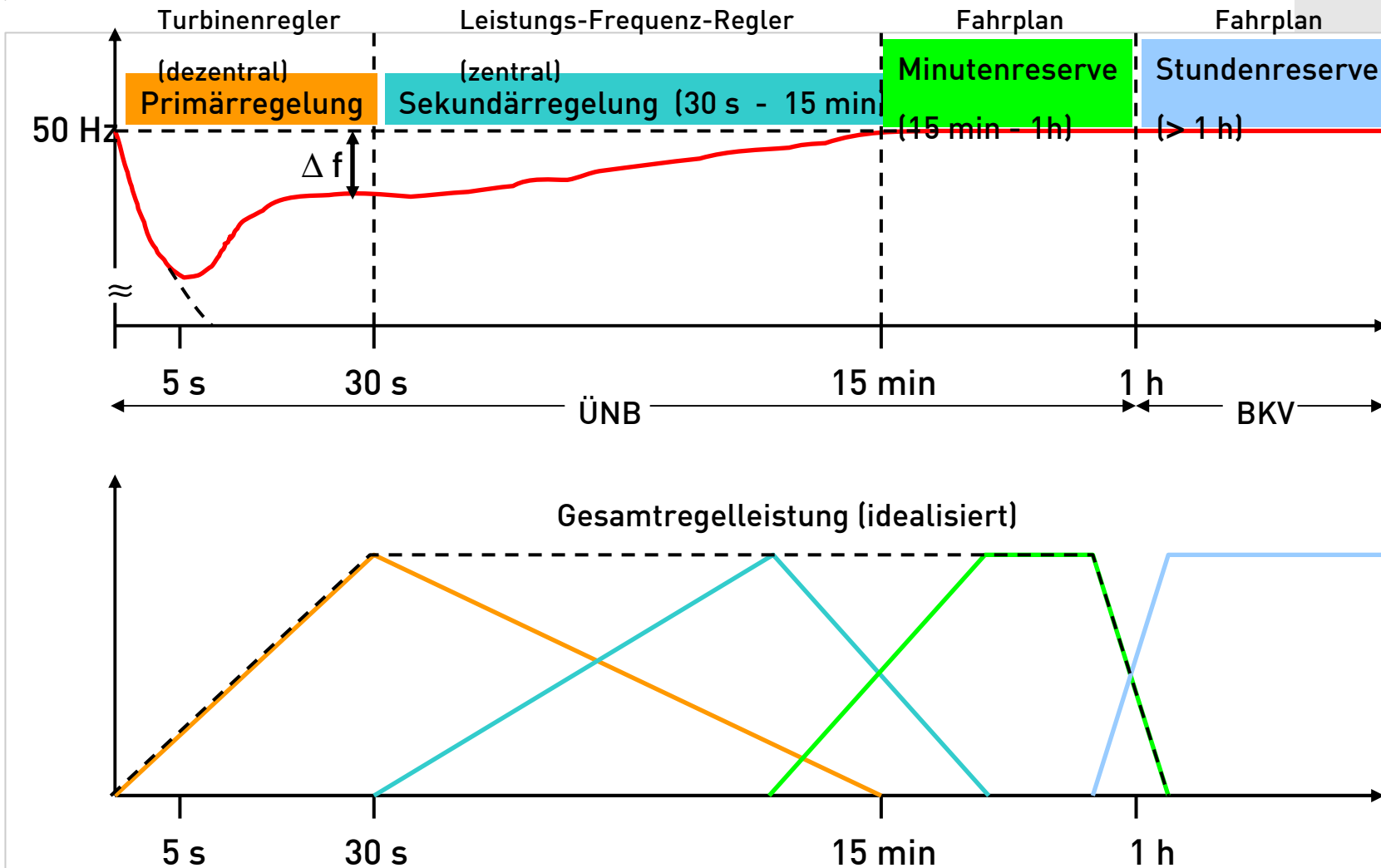


Von der Netzregelung zum Netzregelverbund Aufgaben der Netzregelung (Leistungs-Frequenzregelung)

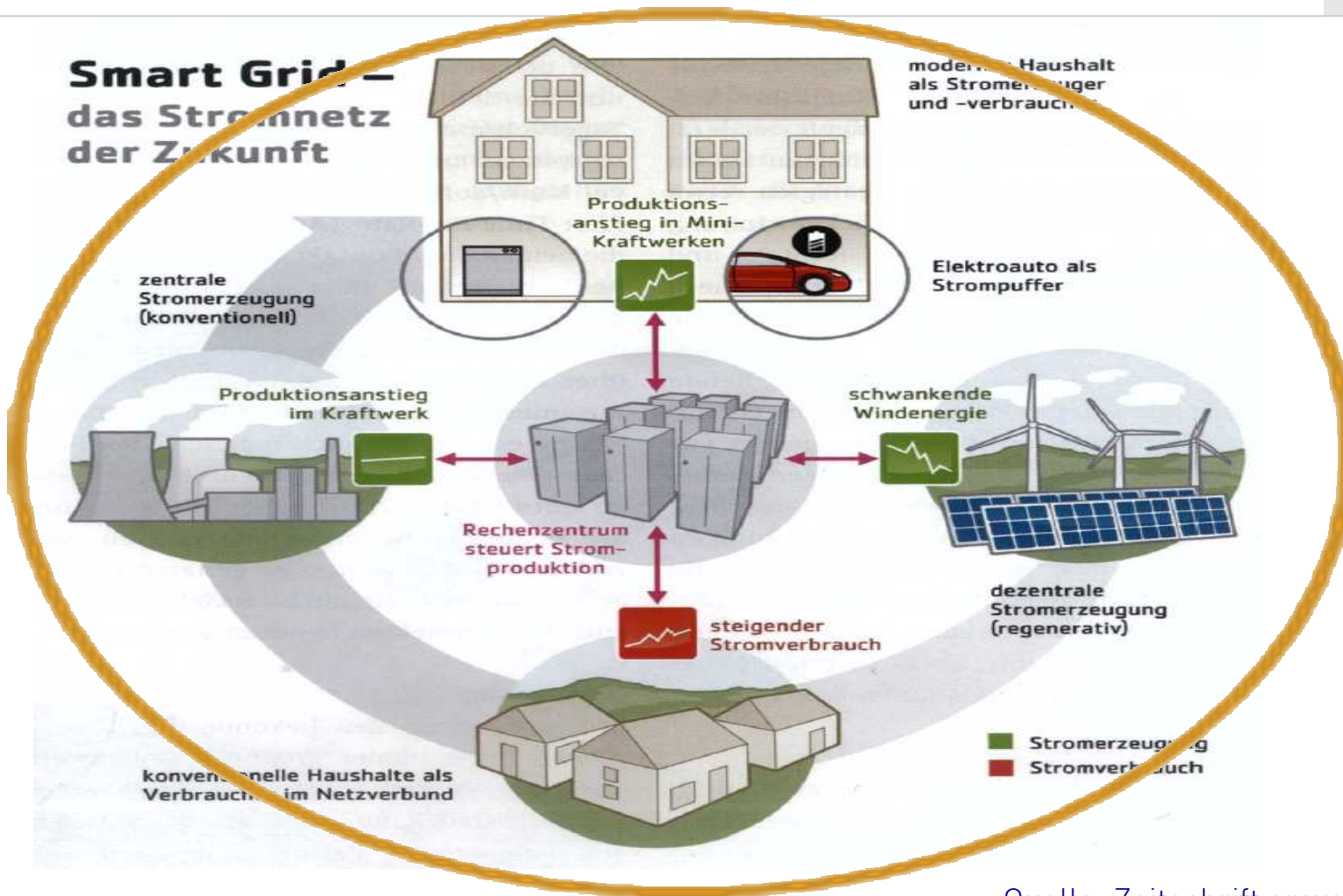
- › Erzeugung und Verbrauch müssen zu jeder Zeit im Gleichgewicht sein
- › Hierzu steht den Übertragungsnetzbetreibern Regelleistung (3 Qualitäten) zur Verfügung
- › Entsprechend wird Erzeugung in den (Regelleistungs)-Kraftwerken erhöht bzw. reduziert um die Leistungsbilanz und damit die Stromversorgung stabil zu halten



Von der Netzregelung zum Netzregelverbund Zusammenspiel von Primär-, Sekundärregelung, Minutenreserve bei einem Kraftwerksausfall



Von der Netzregelung zum Netzregelverbund
 Ergebnis der Leistungs-Frequenzregelung:
 Regelzone = Smart System ist im „Gleichgewicht“

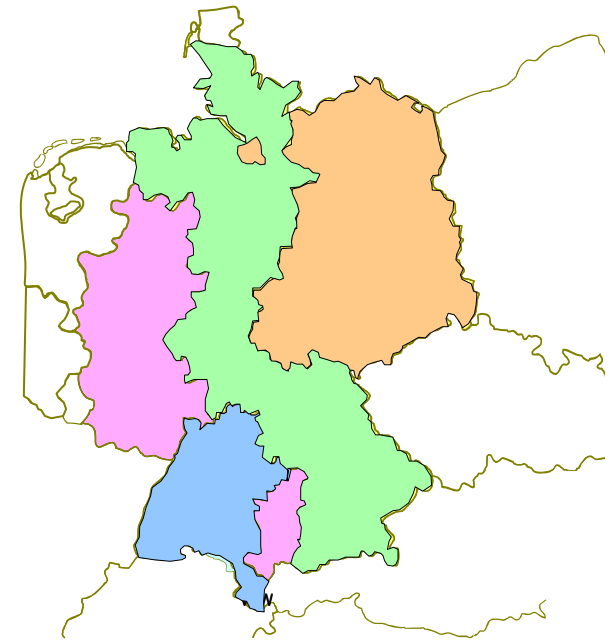
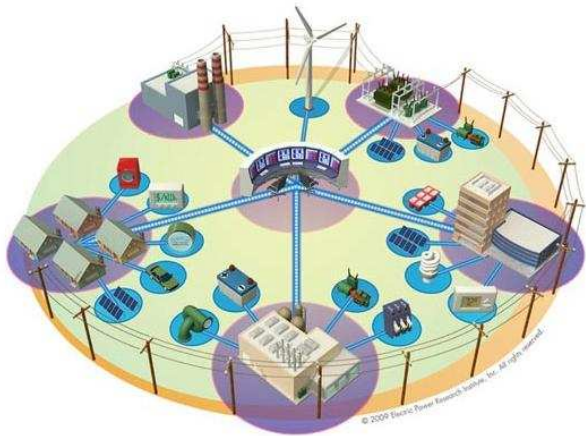


Quelle: Zeitschrift emw 4/2011

Von der Regelzone zum Netzregelverbund in D Start Ende 2008 – ein Erfolgsmodell



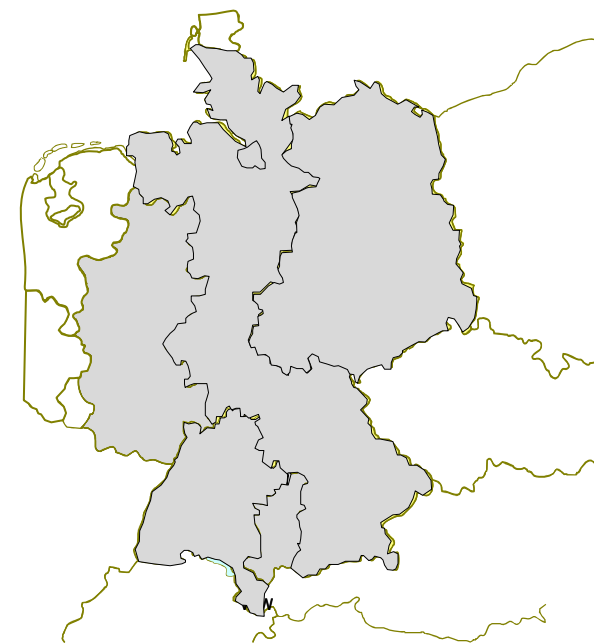
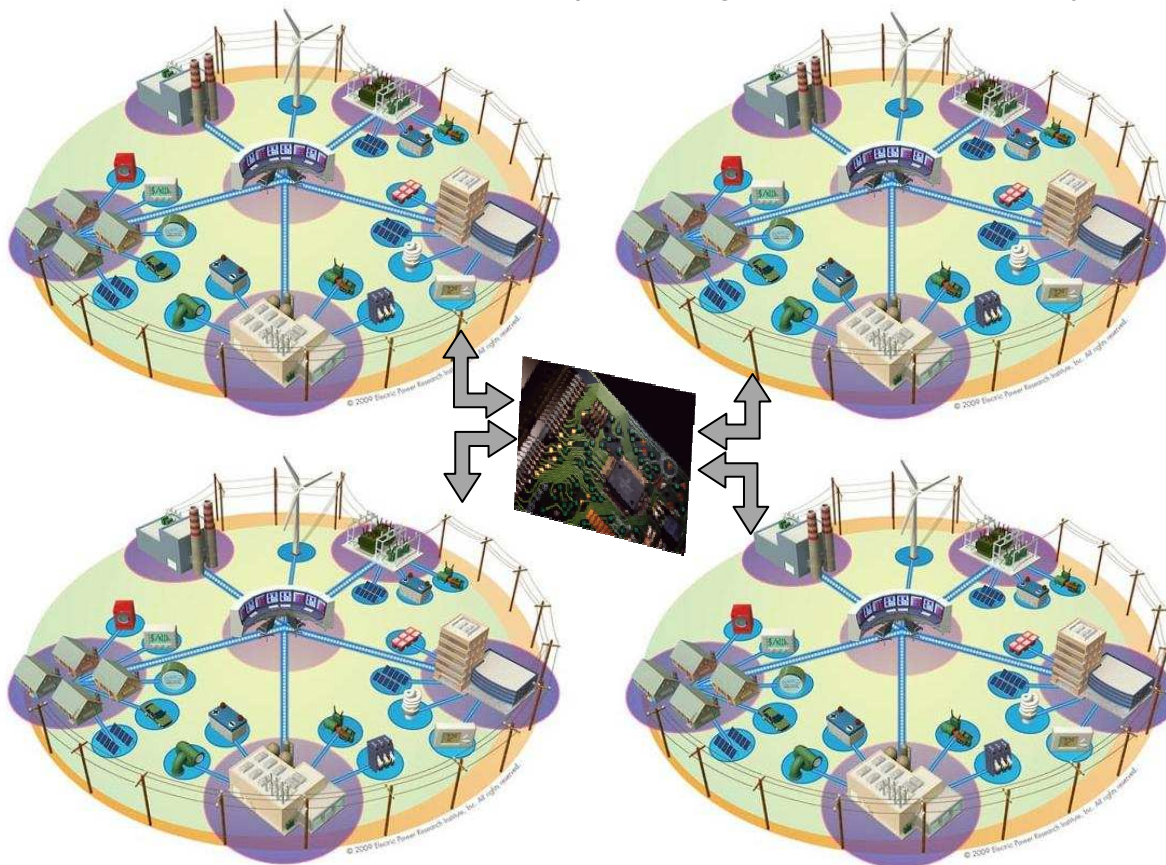
- In Deutschland gibt es vier Regelzonen, die bis Ende 2008 ihre Leistungsbilanz eigenständig sicherstellten. Somit gab es viele gegenläufige Regeleffekte.



Von der Regelzone zum Netzregelverbund (NRV) in D Zentrales IT-Tool optimiert und überwacht die Regelung IT-Tool als „Kordinator“ = intelligentes Netz



- › Die Regler der einzelnen Regelzonen sind im NRV über redundante Kommunikationsverbindungen vernetzt. Zentrales IT-Tool optimiert und überwacht:
 - Smart Grid auf Höchstspannungsebene = Smart System

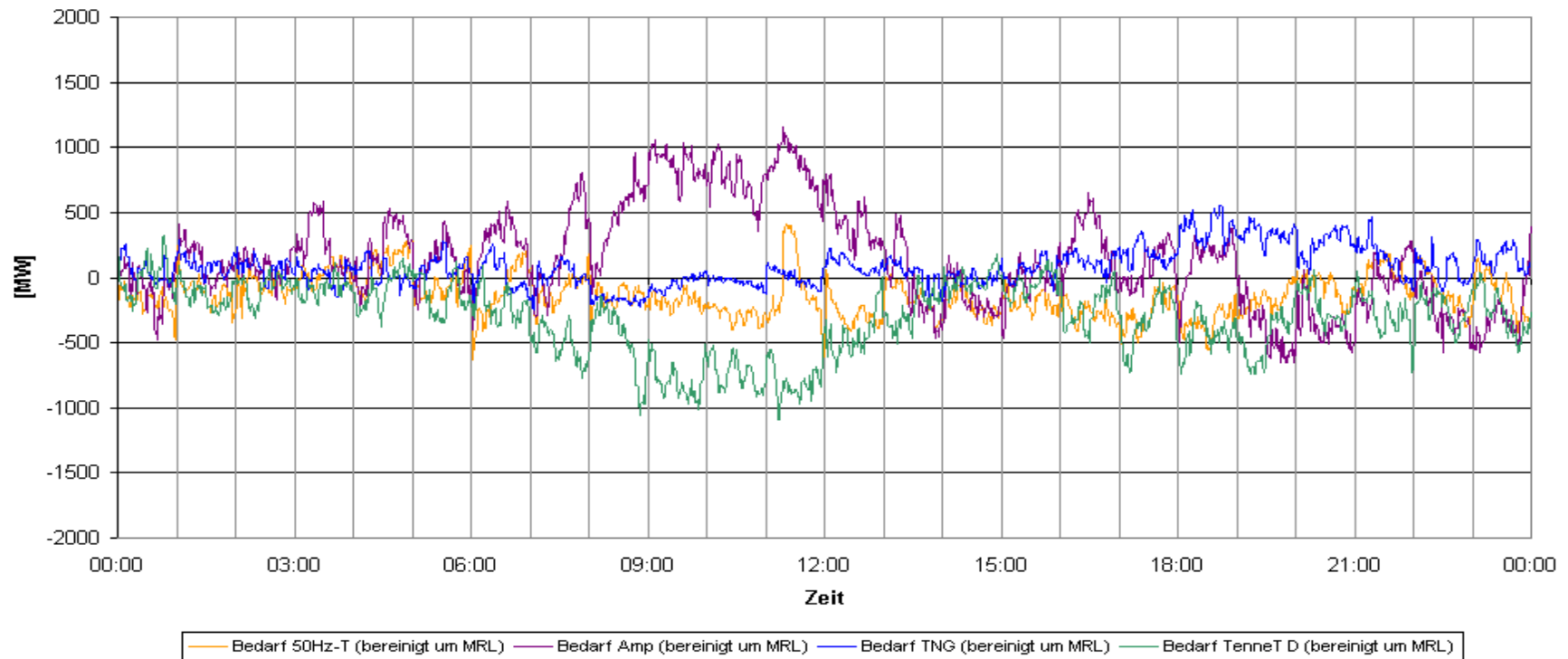


Von der Netzregelung zum Netzregelverbund

Die Regelbedarfe einzelner Regelzonen sind häufig gegenläufig => Optimierungspotenzial



Bedarfe
50Hz-T, Amprion, TNG, TenneT D
Donnerstag, 28.07.2011



Bedarf = $P_{ACE} - (P_{KIWA1} + P_{KIWA2}) + P_{Sek,ist}$ + MRL-Einsatz in jeweiliger RZ
→ reiner Bedarf ohne Berücksichtigung der MRL

Von der Netzregelung zum Netzregelverbund

Saldierter Gesamtregelbedarf der 4 Regelzonen im NRV =

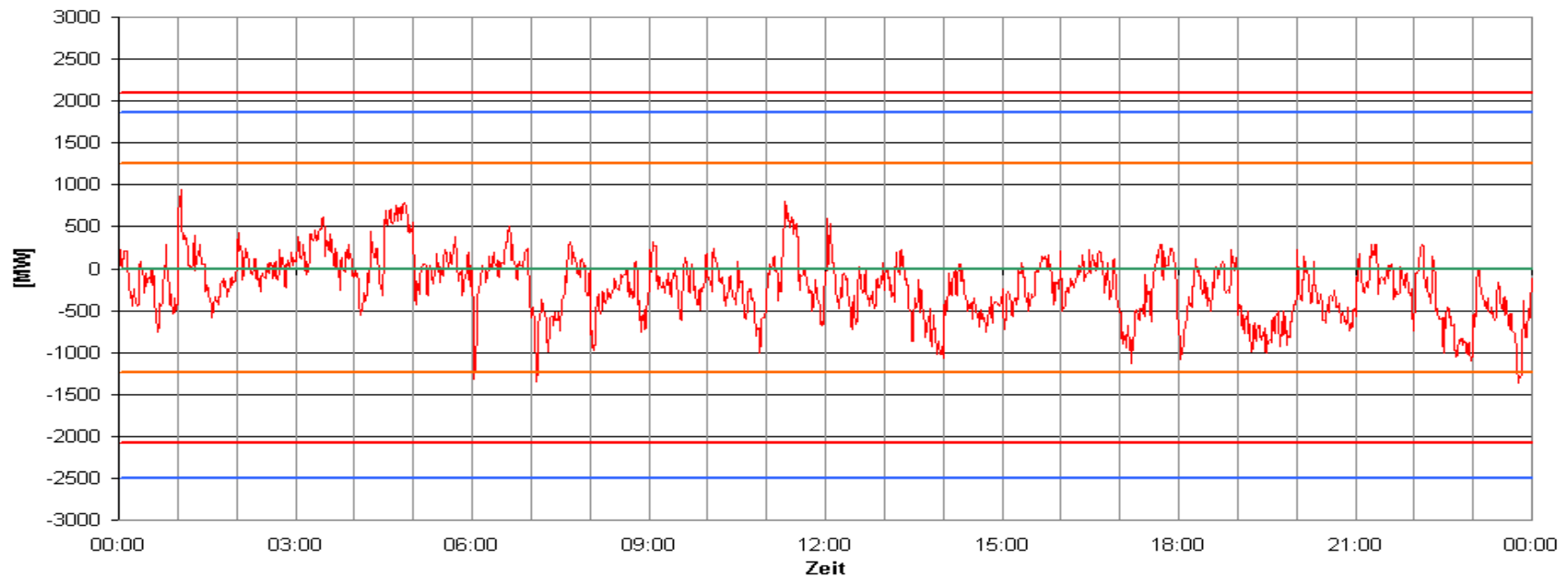
Reduzierung der Gesamtregelarbeit + größere Reserven



HT:	Pos. SRL-Vorhaltung:	2101 MW	Pos. MRL-Vorhaltung:	1864 MW
	Neg. SRL-Vorhaltung:	-2074 MW	Neg. MRL-Vorhaltung:	-2509 MW

NT:	Pos. SRL-Vorhaltung:	2101 MW	Pos. MRL-Vorhaltung:	1864 MW
	Neg. SRL-Vorhaltung:	-2074 MW	Neg. MRL-Vorhaltung:	-2509 MW

SRL-Bedarf und MRL-Abruf im NRV
Donnerstag, 28.07.2011



— SRL-Bedarf im NRV	— Pos. MRL-Abruf NRV	— Neg. MRL-Abruf NRV	— Zusatzmaßnahmen NRV	— Pos. SRL-Grenze NRV
— Neg. SRL-Grenze NRV	— Pos. MRL-Grenze NRV	— Neg. MRL-Grenze NRV	— Pos. SRL-Schwelle 60% NRV	— Neg. SRL-Schwelle 60% NRV

SRL-Bedarf im NRV = Σ Bedarf aller NRV-Teilnehmer unter Berücksichtigung der MRL
 (SRL-Bedarf = $\Sigma (P_{ACE} + P_{Sek, Ist})$)

Pos./Neg. MRL-Abruf NRV: Σ positiver/negativer eingesetzter MRL im NRV

Zusatzmaßnahmen: Werden zusätzlich als Unterstützung für den NRV eingesetzt (z.B. Notreserve)

Pos./Neg. SRL-Grenze NRV: Σ positiver/negativer Leistungsvorhaltung SRL im NRV (siehe oben)

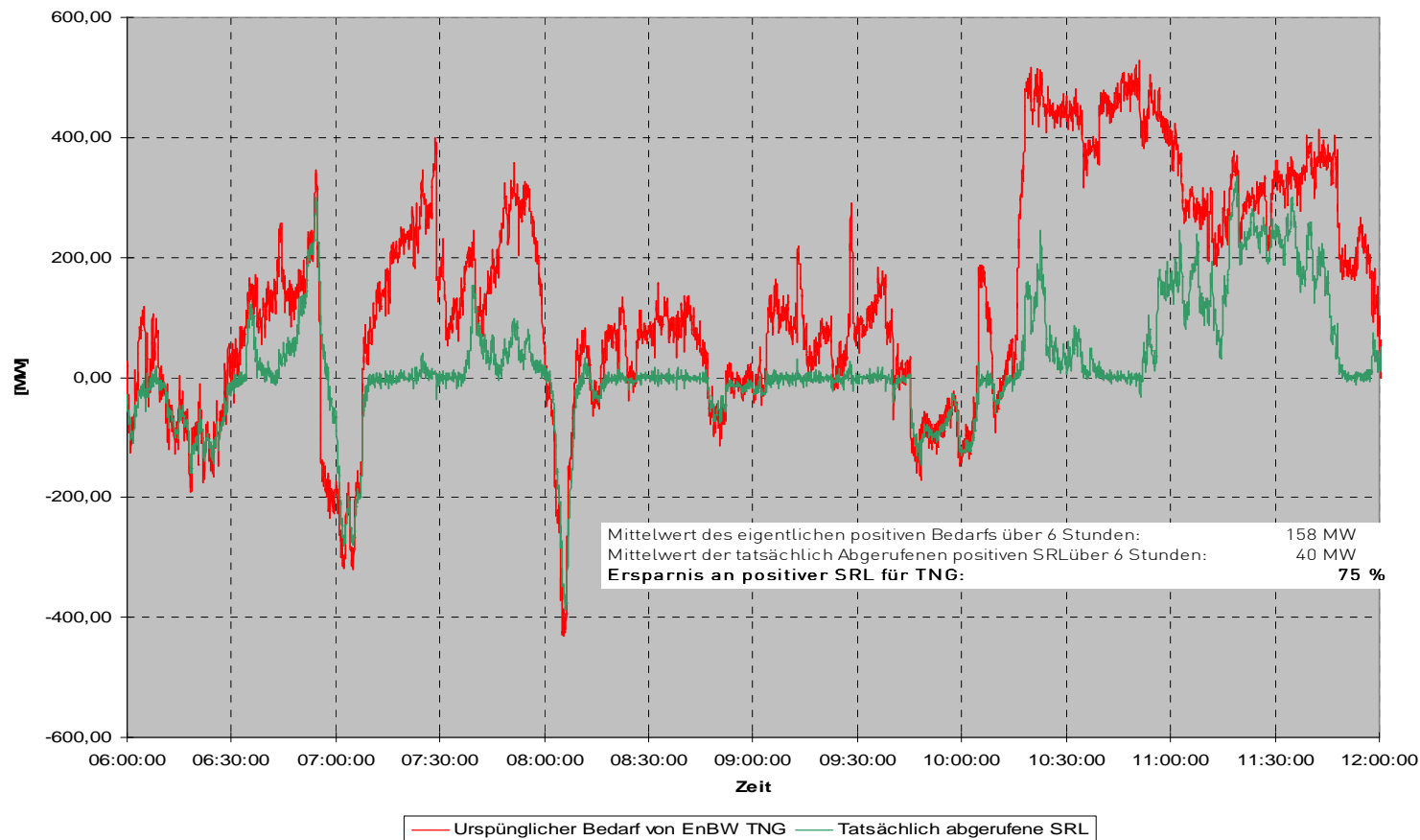
Pos./Neg. MRL-Grenze NRV: Σ positiver/negativer Leistungsvorhaltung MRL im NRV (siehe oben)

Pos./Neg. SRL-Schwelle: positiver/negativer definierter Schwellenwert 60% von SRL

Von der Netzregelung zum Netzregelverbund Reduzierung der Sekundärregelleistung - Regelarbeit durch den NRV Operatives Beispiel der EnBW TNG



- > 75% Ersparnis Regelarbeit beim Einsatz von SRL-Regelleistung aufgrund von Poolungseffekten mit anderen Regelzonen



Von der Netzregelung zum Netzregelverbund Fazit für Deutschland



- › Reduzierten Regelleistungseinsatz und damit weniger Regelarbeit, da nur noch die summarischen Abweichungen ausgeregelt werden müssen. Kein Gegenläufiger Einsatz mehr (1. Ausbaustufe).
- › Verringerte Regelleistungsvorhaltung aufgrund einer gemeinsamer Bemessung und Vorhaltung der Regelleistung (Poolungseffekt, 2. Ausbaustufe)
- › Einheitliches Marktgebiet für Regelleistungsanbieter. Alle Anbieter können ihre Regelleistung in ganz Deutschland vermarkten (3. Ausbaustufe)
- › Deutschlandweiter, kostenoptimaler Einsatz der Regelreserven anhand einer MOL

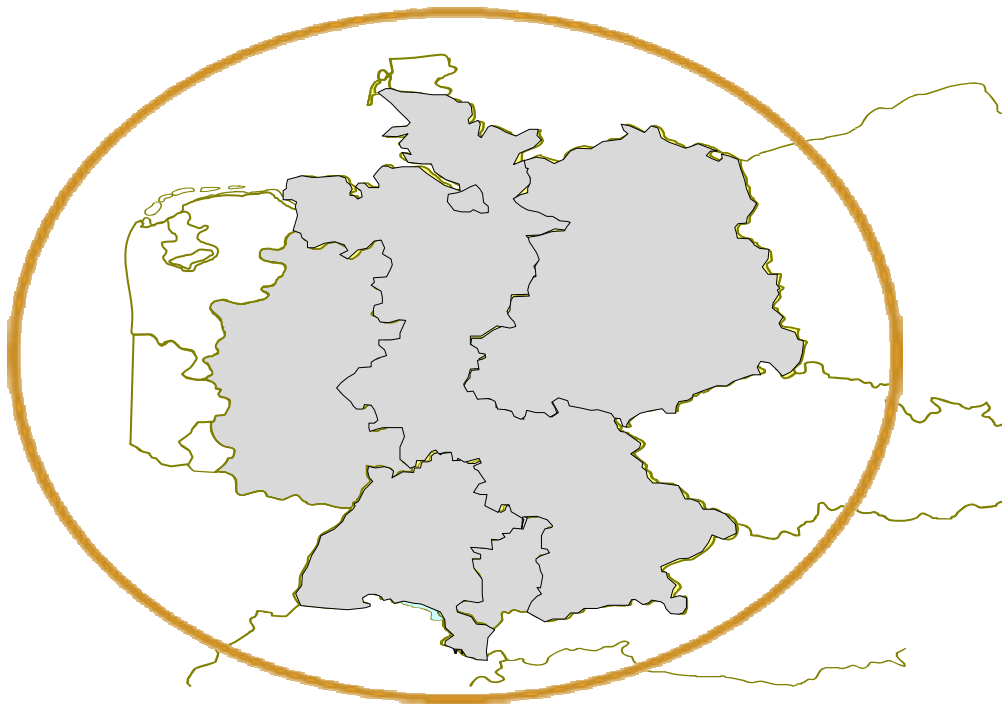
Weitere Vorteile sind:

- › Beibehaltung der bewährten dezentralen Sicherheitsstruktur (Regelzonen als „Sicherheitszellen“)
- › Inhärente Rückfallebene ist dadurch stets gegeben
- › NRV ermöglicht eine Engpassbehandlung: Optimierung erfolgt, solange es physikalisch möglich ist. Jederzeit kurzfristig änderbar.

Von der Netzregelung zum Netzregelverbund Fazit für Deutschland

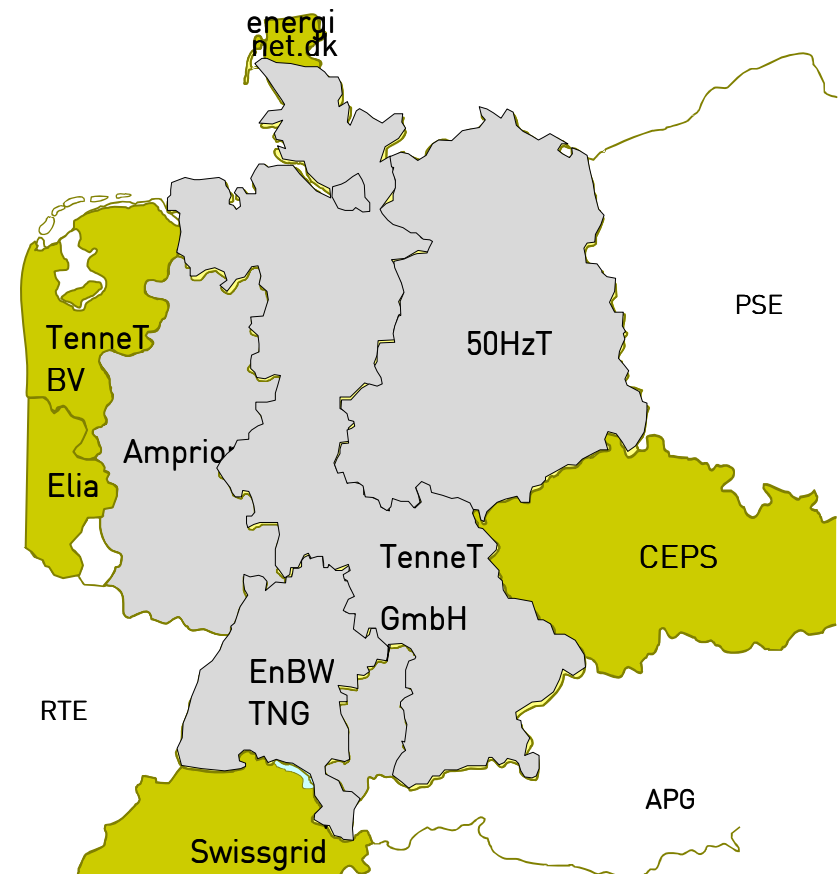


- › stellt das Gesamtoptimum sicher und erreicht damit die gleiche Wirkung wie 1 Regelzone
- Smart System Deutschland auf Höchstspannungsebene



Internationale Erweiterung des Netzregelverbundes Modell des NRV kann auf Europa übertragen werden

- International besteht großes Interesse am innovativem Netzregelverbund-Konzept: CEPS, TenneT BV, Energinet.dk, Elia, swissgrid
- Weitere erhebliche Kosteneinsparungen realisierbar
- Gemeinsame Machbarkeitsstudien sind bereits abgeschlossen
- Berücksichtigung der grenzüberschreitenden Netzengpässe ohne den internationalen Stromhandel zu beeinträchtigen (innerhalb freier Restkapazität). Jederzeit (Intraday) Anpassungen der Restkapazitäten möglich
- Alle Vorteile des bestehenden NRV können beibehalten bleiben
- Vorgehen mit Regulatoren abgestimmt
- Start mit energienet.dk im Herbst 2011, weitere ÜNB im 3-Monats-Takt (ENTSO-E-Vorgabe).

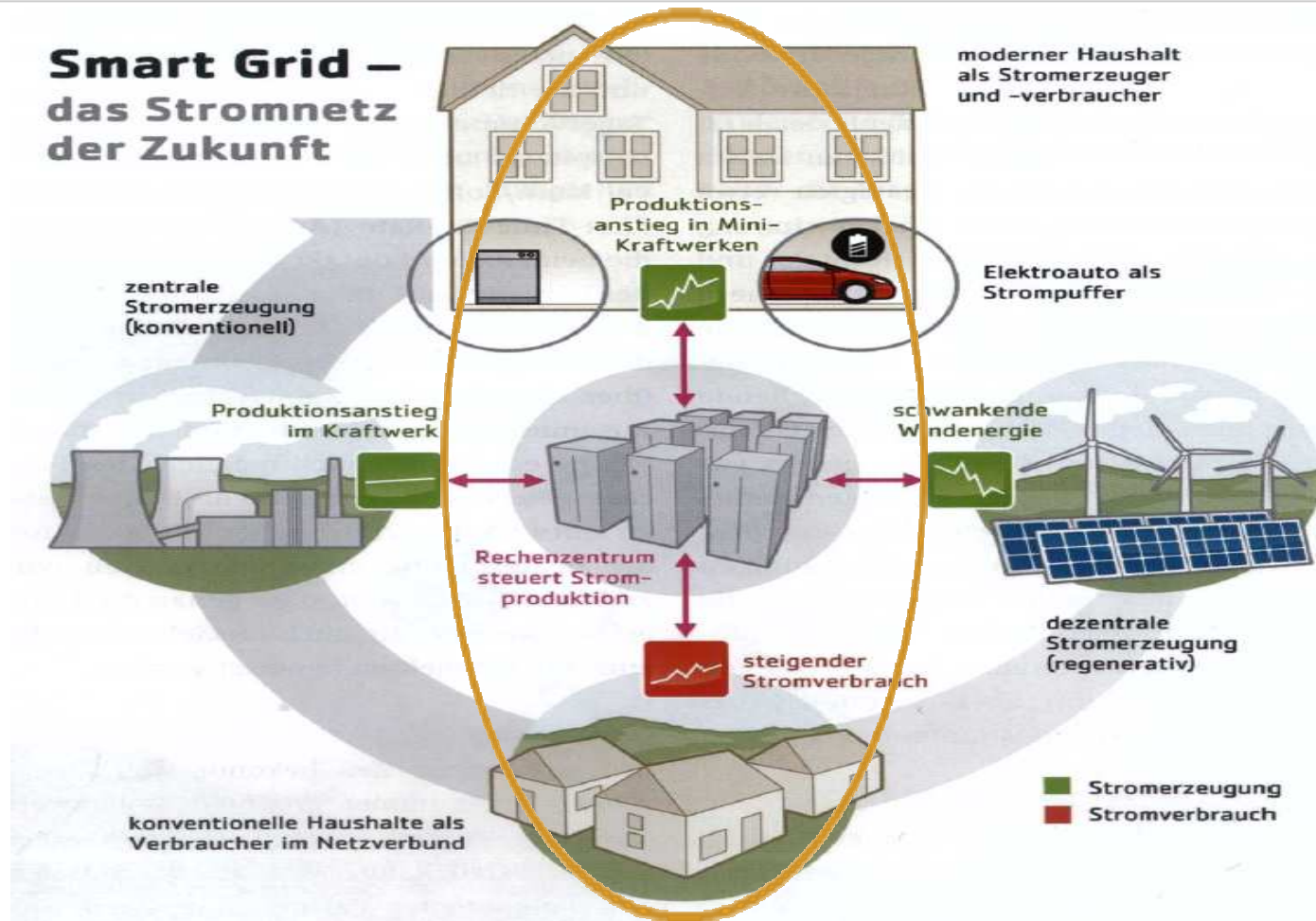


- Der Rechenkern des Netzregelverbund wird kontinuierlich weiterentwickelt
- Aktuell wird im Rechenkern eine parallele Lastflussberechnung eingebracht. Dies erlaubt:
 - Engpassbegrenzungen je Regelzonenübergang
 - Berücksichtigung von „Loop Flows“
 - Im Engpassfall schafft die Weiterentwicklung durch eine lineare Optimierung zusätzliche wirtschaftliche und physikalische Optimierungspotentiale (z.B. gezieltes Überspringen von MOL-Einträgen, wenn in Summe die Kosten kleiner werden)
- Die Idee des Smart Grids auf Höchstspannungsebene wird kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert
- Er kann einen wesentlichen Beitrag zur Optimierung des europäischen Energieversorgungssystems leisten.

Ausblicke:

2. Erweiterung nach innen bzw. Kombination mit Smart Grids der unterlagerten Verteilnetze (als Koordinator)

EnBW



Netzregelverbund (Smart System) Gesamtfazit



- › Der Netzregelverbund (NRV) ist ein Erfolgsmodell in Deutschland. Er wird technisch und funktionell kontinuierlich weiterentwickelt.
- › Der NRV hat wesentliche Einsparungen bei Regelarbeit und Regelleistung erreicht.
- › Der Netzregelverbund stellt durchaus die 1. Stufe eines Smart Systems dar.
- › Seine Funktionsweise kann auf Nachbarländer (z.B. 1. und 2. Ausbaustufe) übertragen werden, ohne Beeinträchtigungen des grenzüberschreitenden Stromhandels zu bewirken.
- › Eine „vertikale Erweiterung“ des NRV bzw. Kombination mit Smart Grid-Modellen in unterlagerten Netzen ist möglich und sinnvoll, möglicherweise auch notwendig um ein Gesamtoptimum zu erreichen.
- › **Motto: nicht das Netz ist intelligent zu machen, sondern der Umgang mit ihm und dem gesamten Energiesystem muss intelligenter werden !!**



Herausforderungen durch Ausbau der EE

Die Neue Welt des Stromnetzes

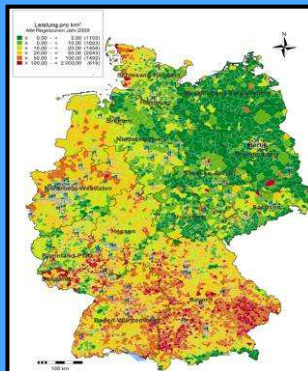
Einspeisevorrang, Ausbautrend und Volatilität bei EEG-Strom

Neues Prinzip: Flexibilität für Last und Erzeugung

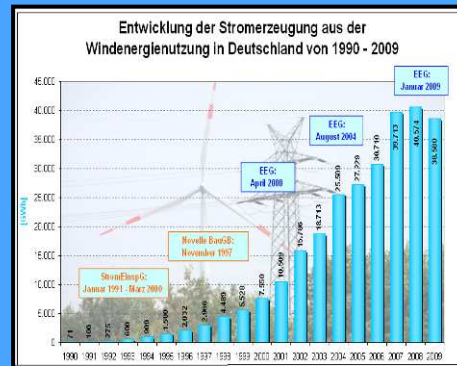
Photovoltaik

off-shore/ on-shore

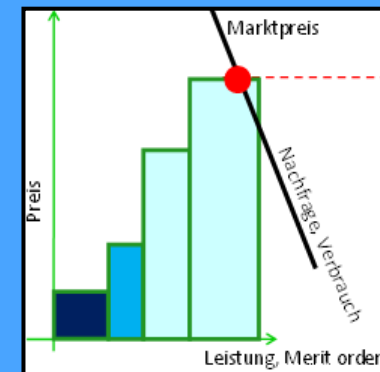
Vorrangprinzip



„Hohe Kosten - Wenig Ertrag“



„Unbekanntes Terrain“



„Negative Strompreise“

Installierte Kraftwerksleistung in Deutschland im Jahr 2010

- Konventionell: 94.720 MW
 - EEG: 56.700 MW
- (Vorjahr: 45.047 MW)

Last in Deutschland im Jahr 2010

- Spitzenlast: 79.884 MW
- Geringste Last: 34.608 MW

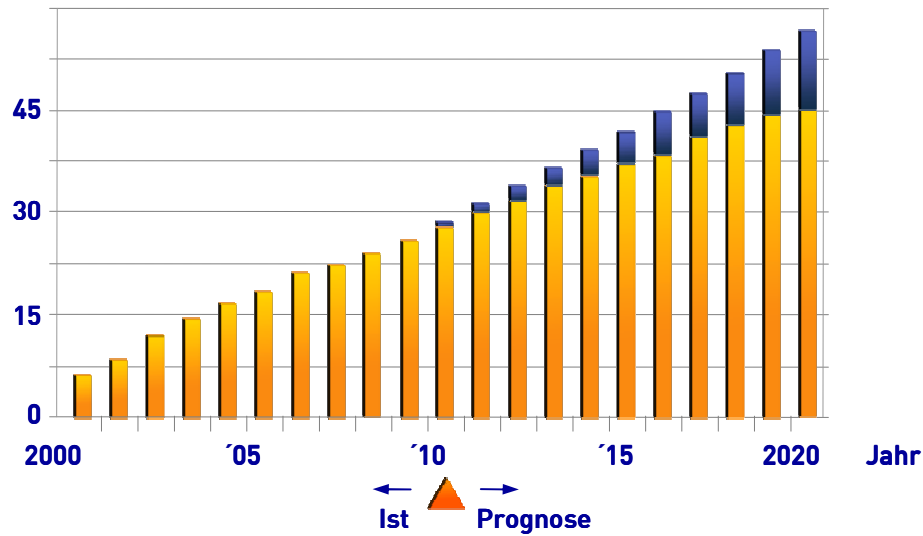
Herausforderungen durch Ausbau der EE

Windenergie & Photovoltaik in Deutschland boomt

Windenergie

Ausbau der Kapazitäten wächst bis 2020 linear

GW



Installierte Leistung

- auf See
- an Land

Stand 2009

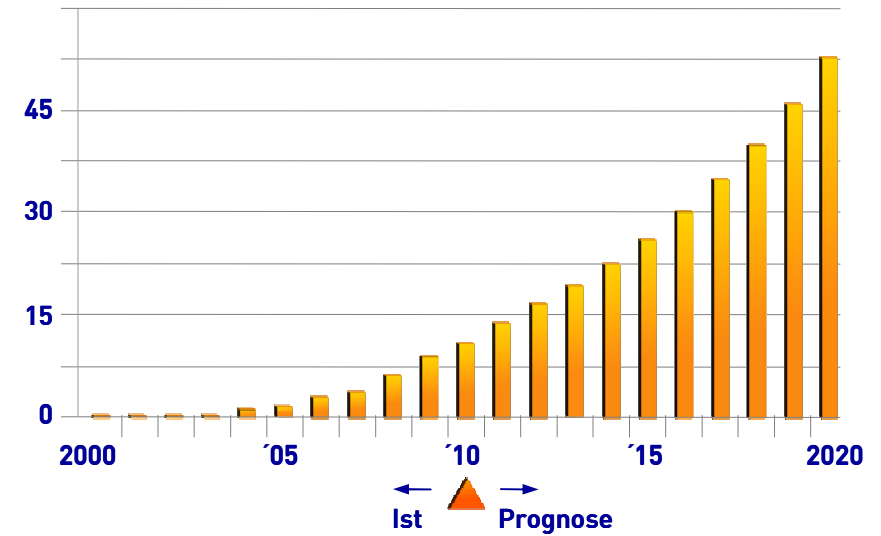
EEG-Anteil an deutscher Stromerzeugung in 2010:

≈ 17 %

Photovoltaik

Bis 2020 vervierfacht sich die Anschlussleistung in Deutschland

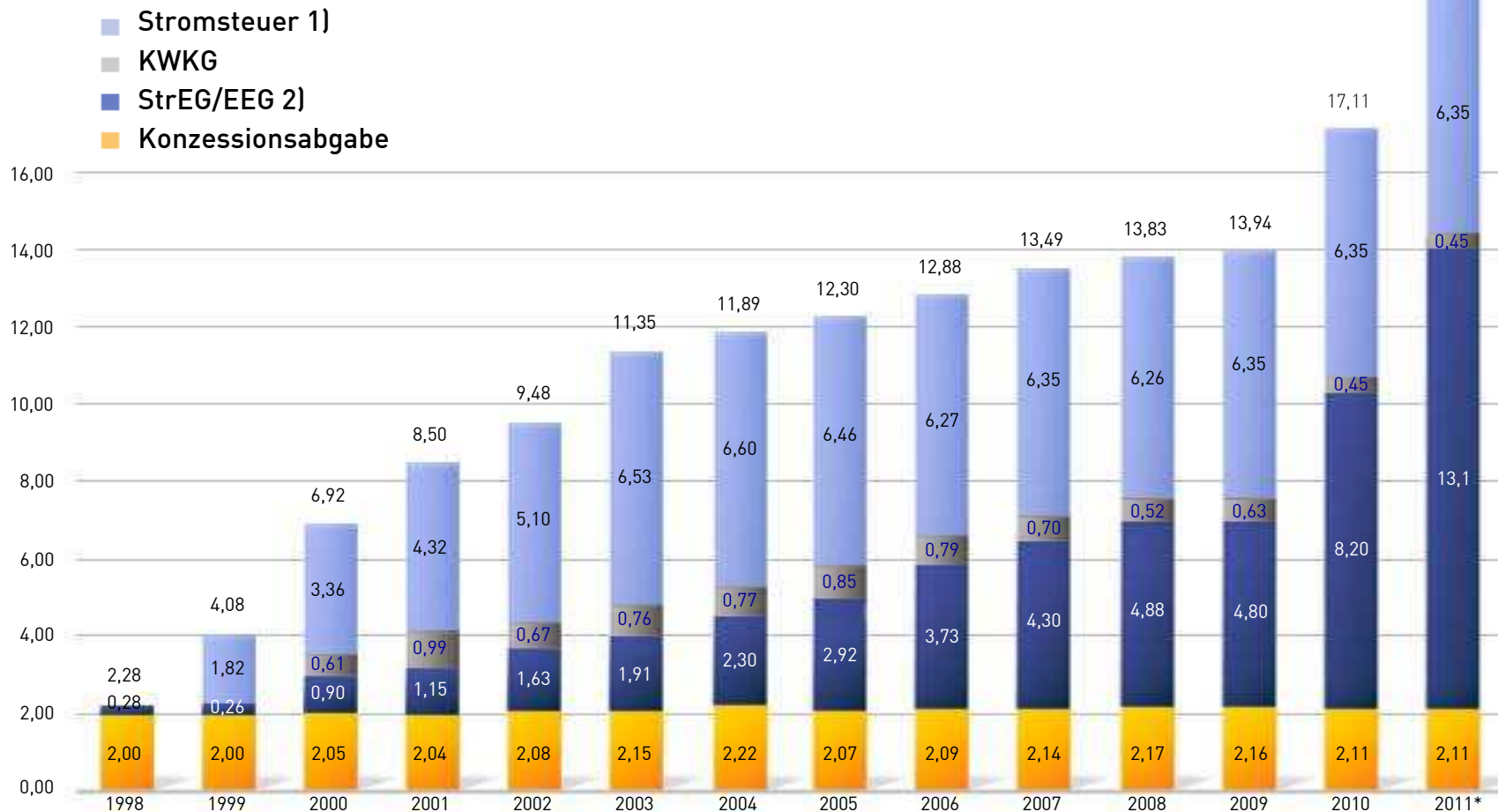
GWp



Herausforderungen durch Ausbau der EE Kosten für die Förderung steigen jährlich massiv an



Belastung der Strompreise (in € Mrd. ohne MwSt.)



¹⁾ laut AK „Steuerschätzung“ November 2009

²⁾ Mehrkosten gegenüber Börsenpreis, ab 2010 Anwendung AusglMechV

Quelle: BDEW, Stand 4/2010

* 2011: Prognose