

## 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 right edge of the logo area.

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



entsoe



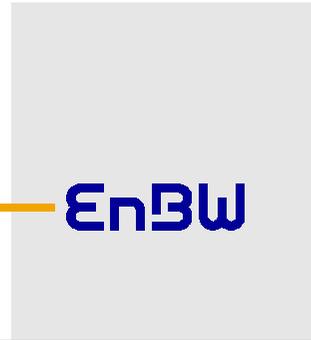
Höchstlast: ca. 400.000  
Jahresarbeit: ca. 2.200 TWh

## Kennzahlen: Struktur- und Netzdaten EnBW TNG

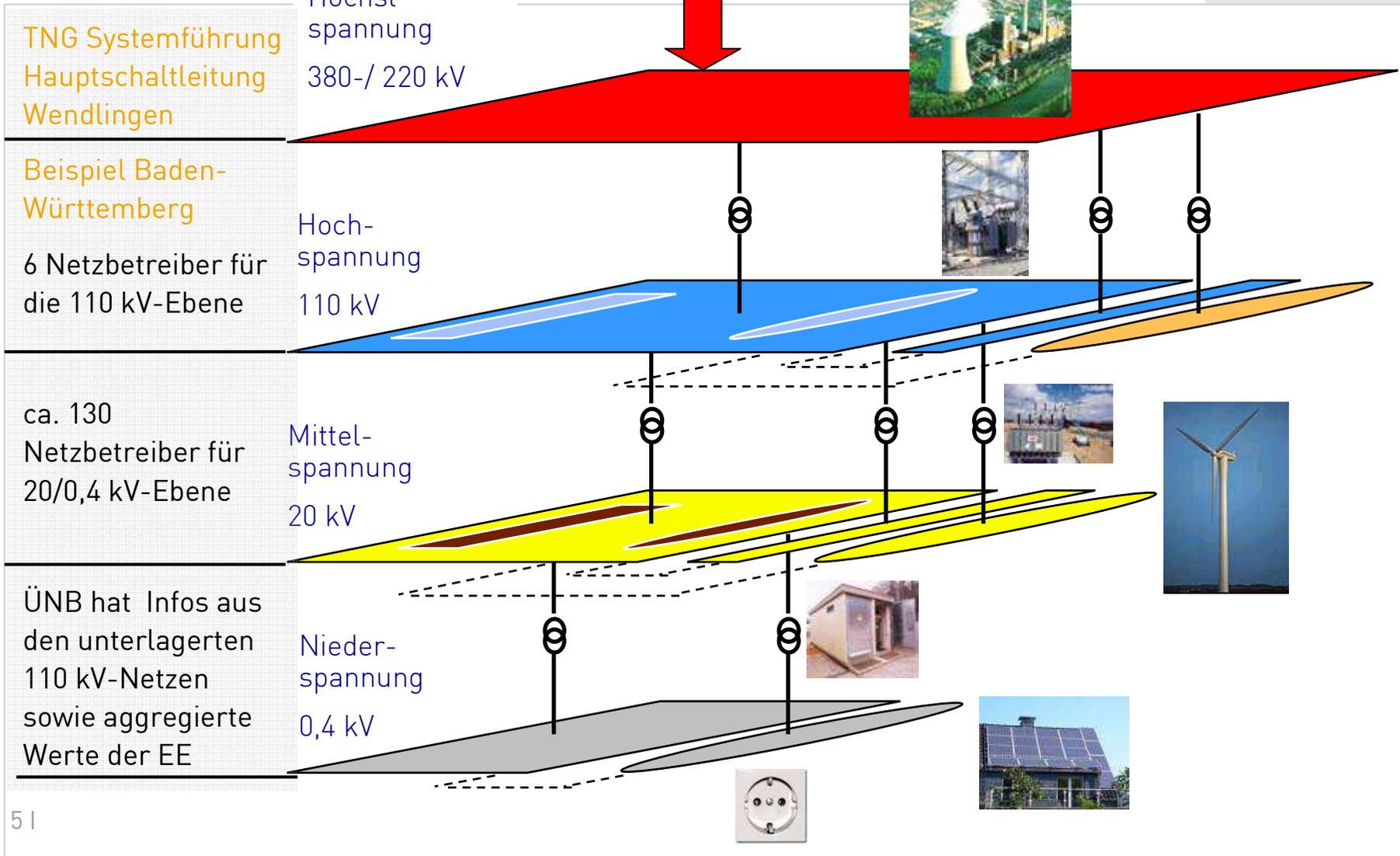


	HöS	Umsp. HöS/HS
Geographische Fläche des Netzgebietes	34.600 km <sup>2</sup>	
Stromkreislänge	Freileitung	3.236,0 km -
	Kabel	3 km -
Transformatoren	380/220 kV	8
	380/110 u. 220/110kV	80
Kuppelstellen ins deutsche/europäische Verbundnetz	28	
Maximum des Lastverlaufs	am 10.12.09, 9:30 -9:45 Uhr 12.880 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**)

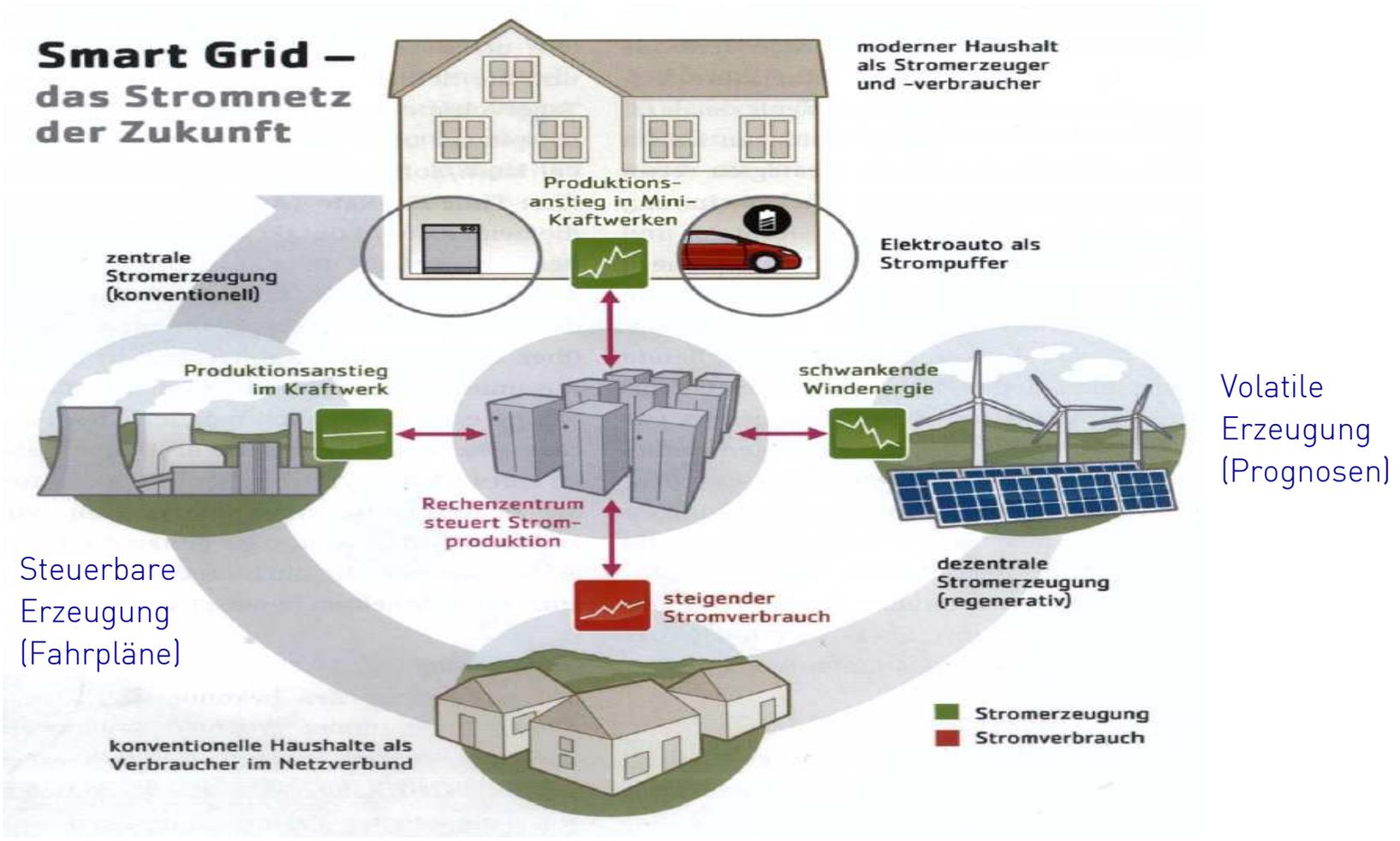
→ Problem BNetzA: Definitionen zu ungenau, zu wenig rollenscharf

→ Sorge: Unbundling-Aspekte finden zu geringe Berücksichtigung

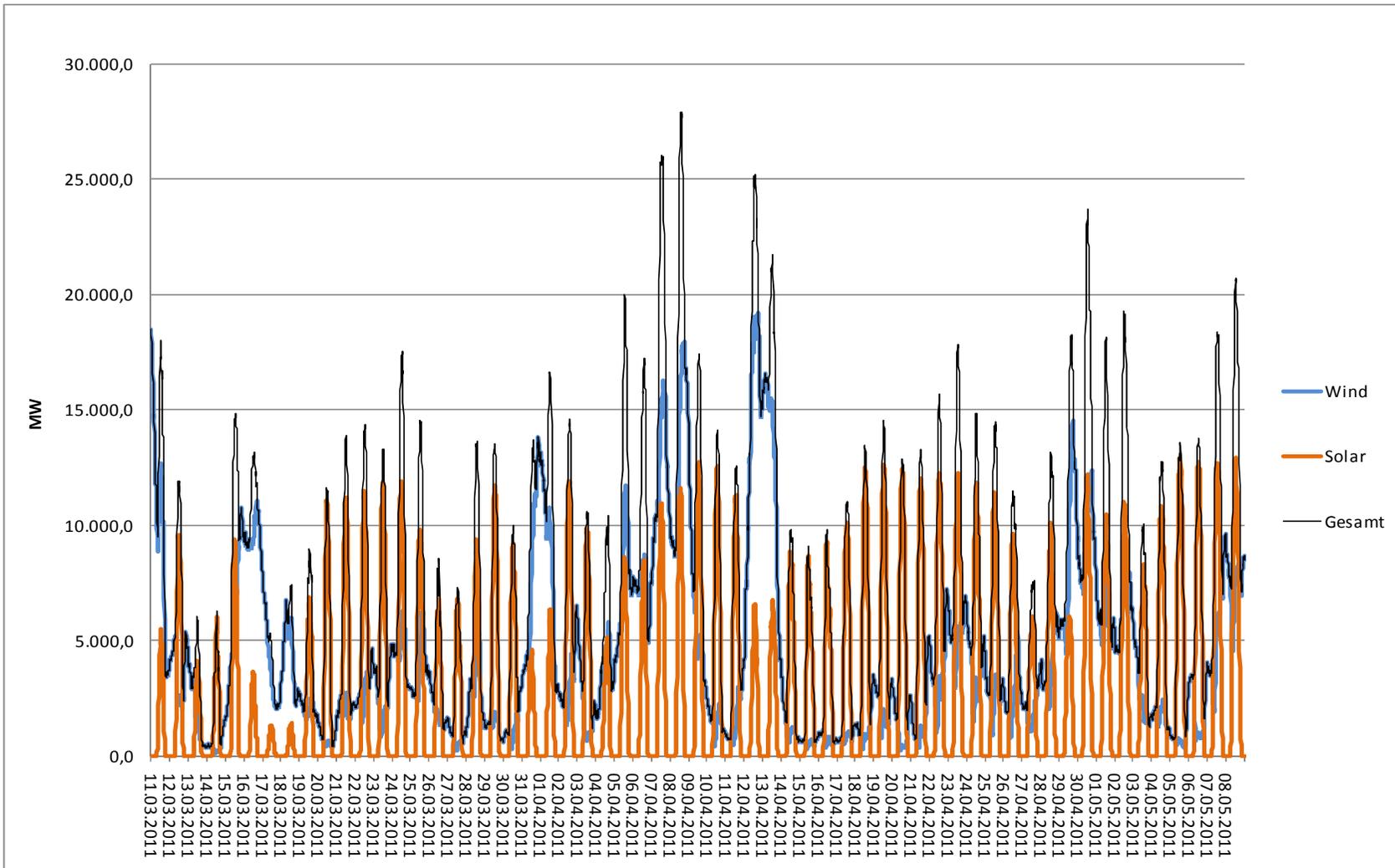
## Übertragungsnetze sind schon heute smart...

# Smart Grid

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

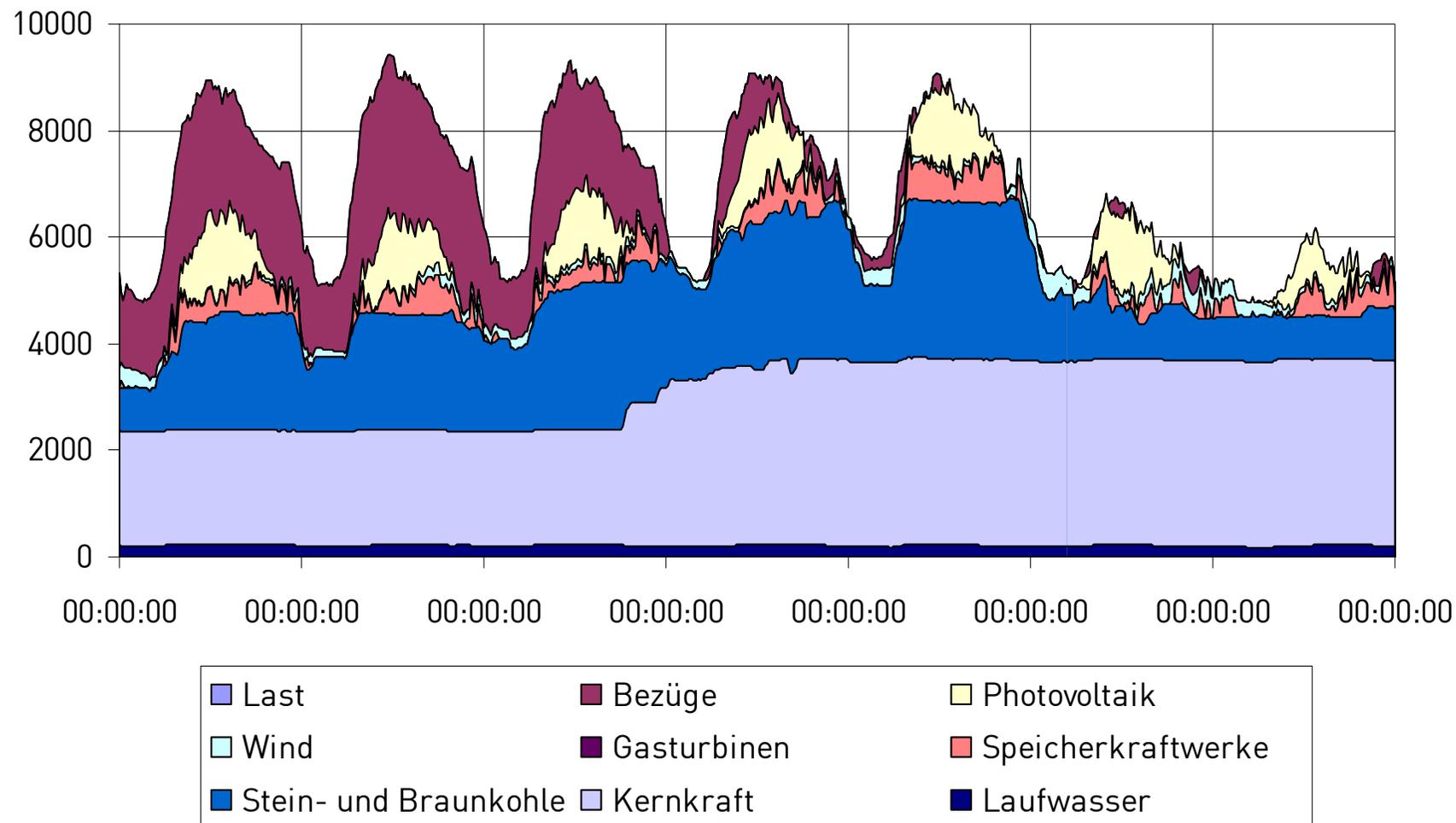


# Smart System(reale Welt) Wind- und PV-Erzeugung ist höchst volatil Aggregierte Gesamterzeugung Deutschland Frühjahr 2011

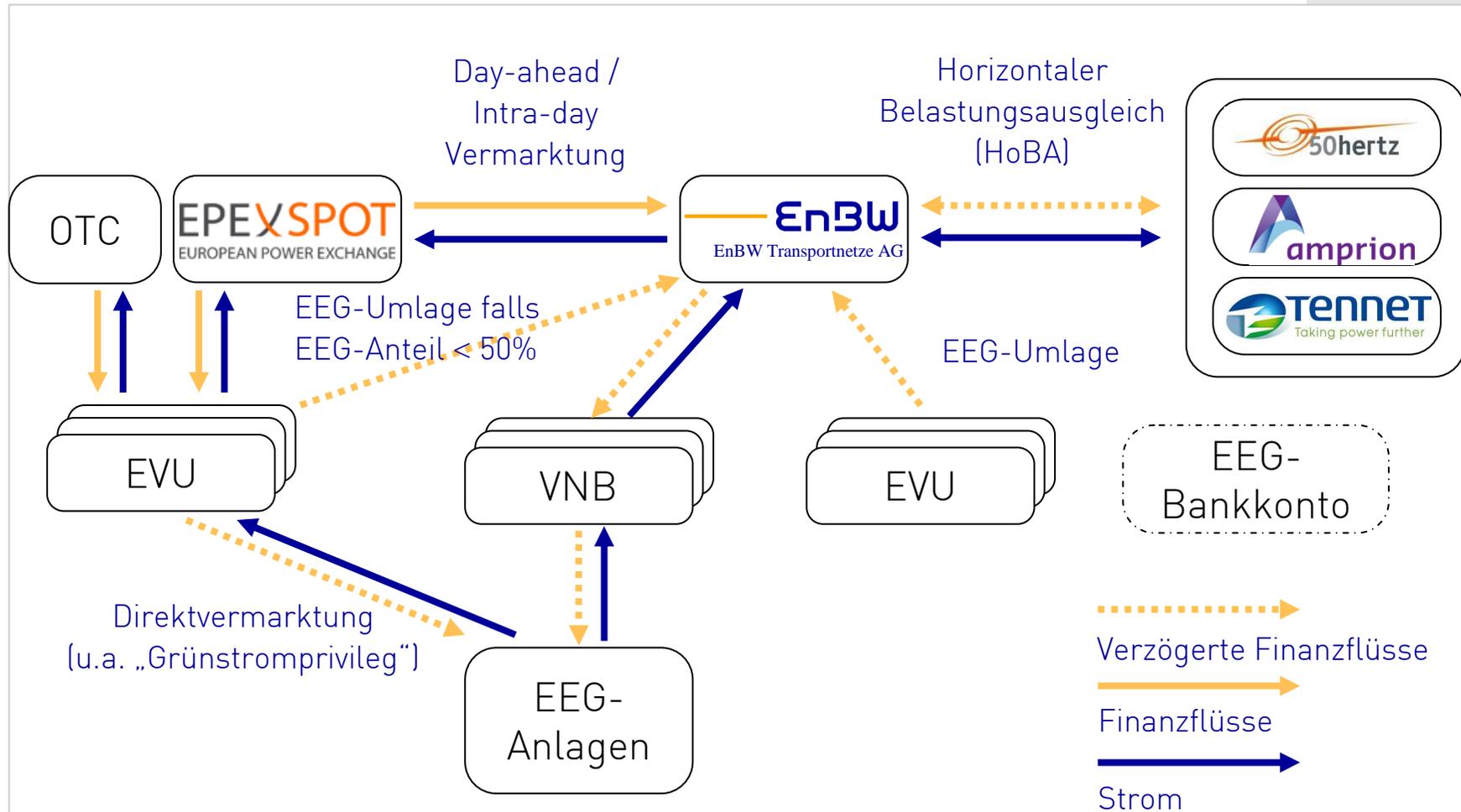


## Smart System (reale Welt)

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

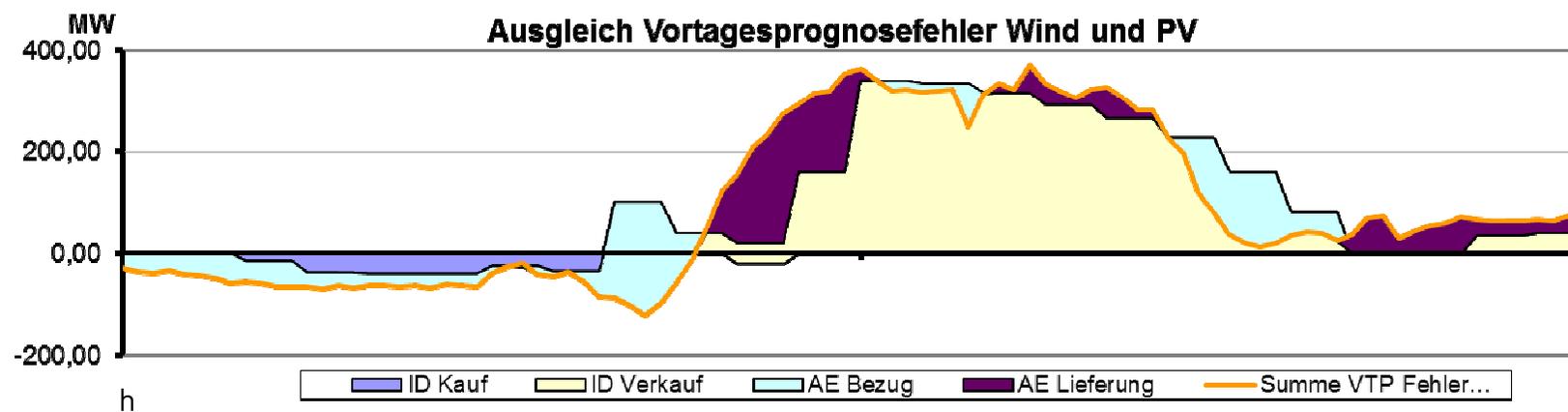
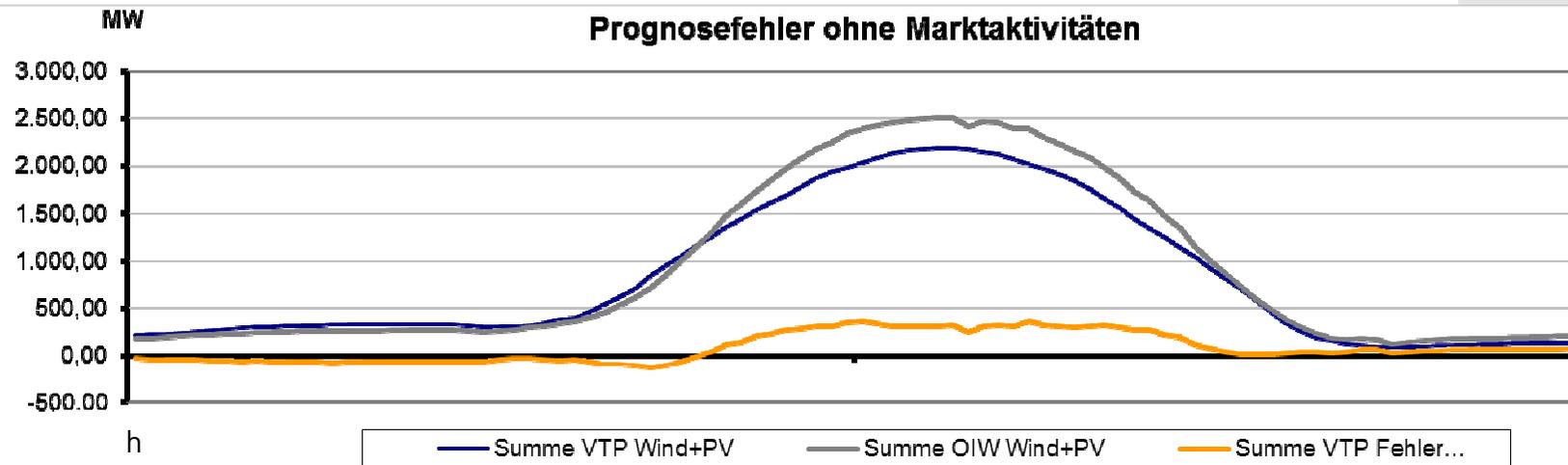


Ziel ÜNB => vom Stundenprodukt zum Viertelstundenprodukt

## Smart System: Intraday - Vermarktung EE durch TNG

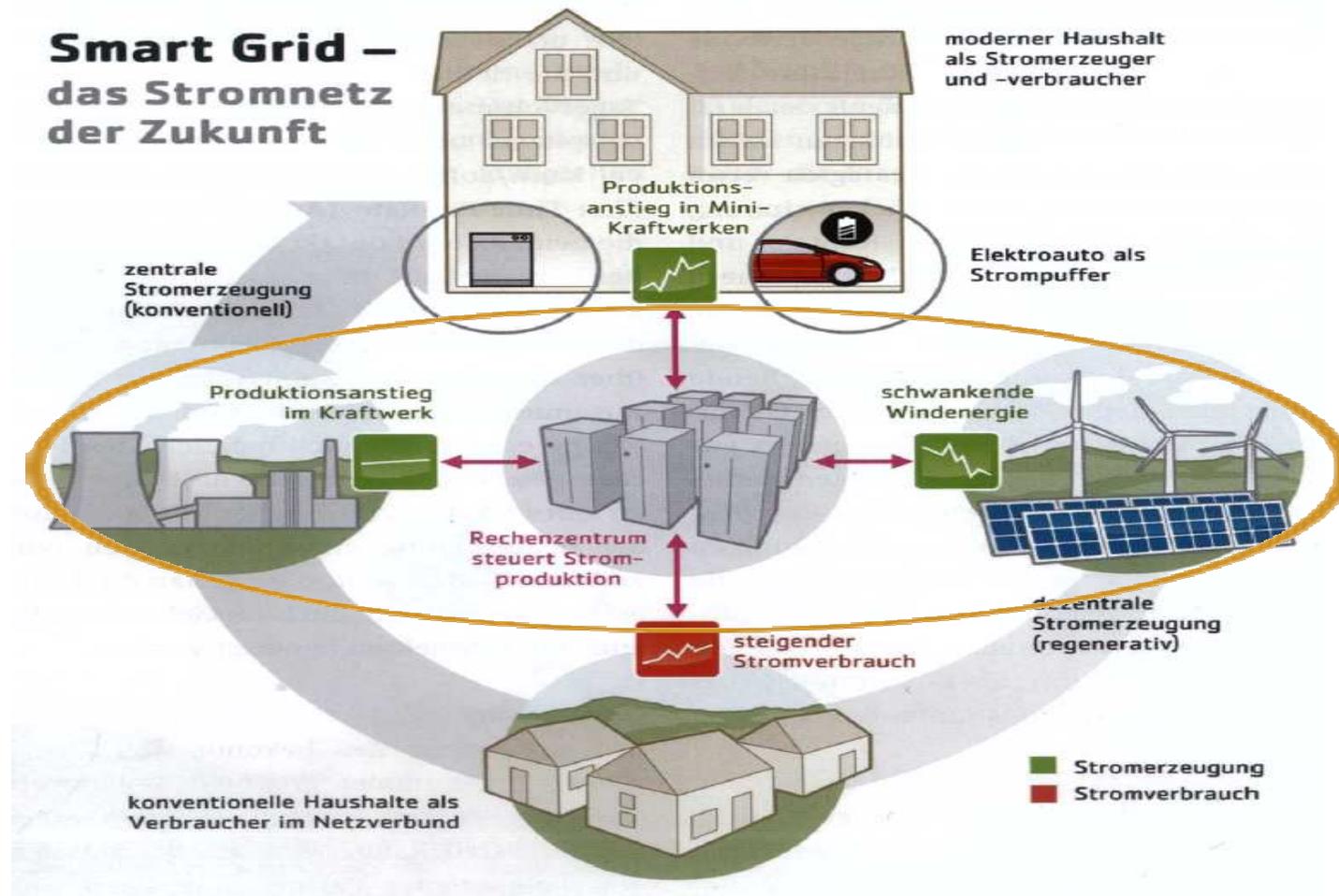
→ Vermarktung Differenz zw. Vortagesprognose (Day-Ahead Vermarktung) u. Ist-Einspeisung zum letztmöglichen Handelszeitpunkt für PV und Wind

EnBW



# Smart System: Vorrang der Erneuerbaren Erzeugung

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



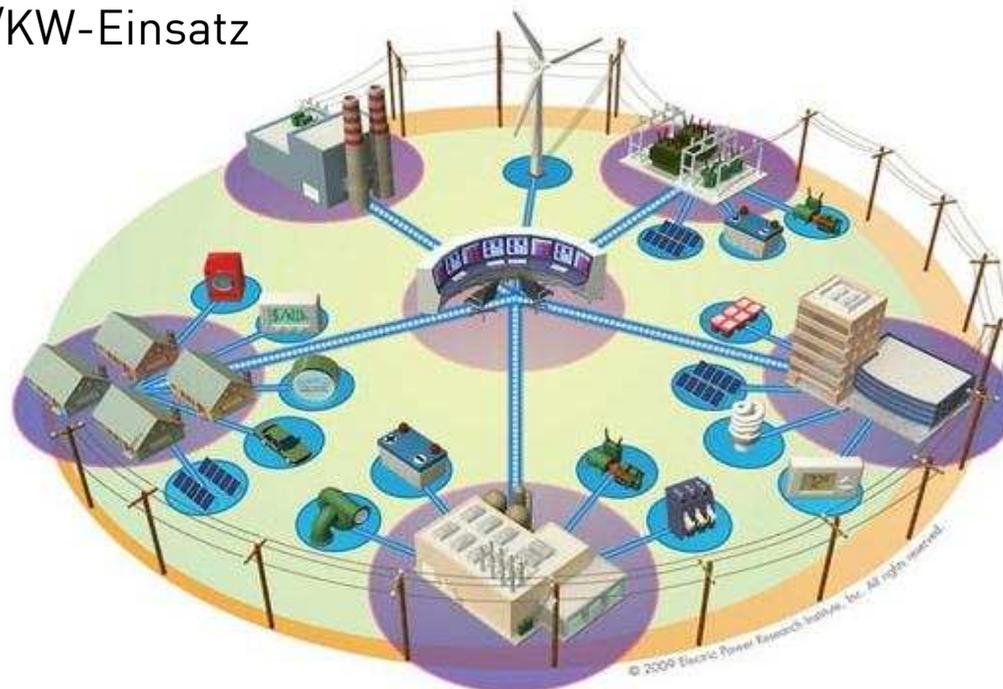
## Von der Netzregelung zum Netzregelverbund (NRV) Zur Regelzone gehören alle unterlagerten Verteilnetze. Summe der Einzeloptimas ist nicht das Gesamtoptimum !

EnBW

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

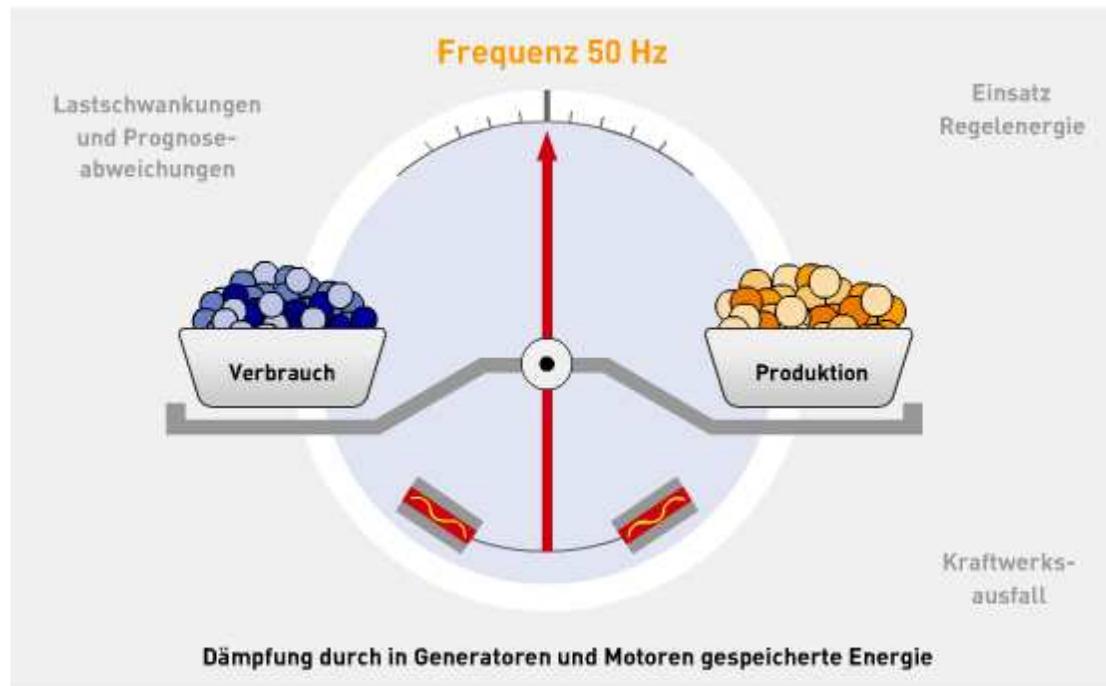
Hauptursachen sind:

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

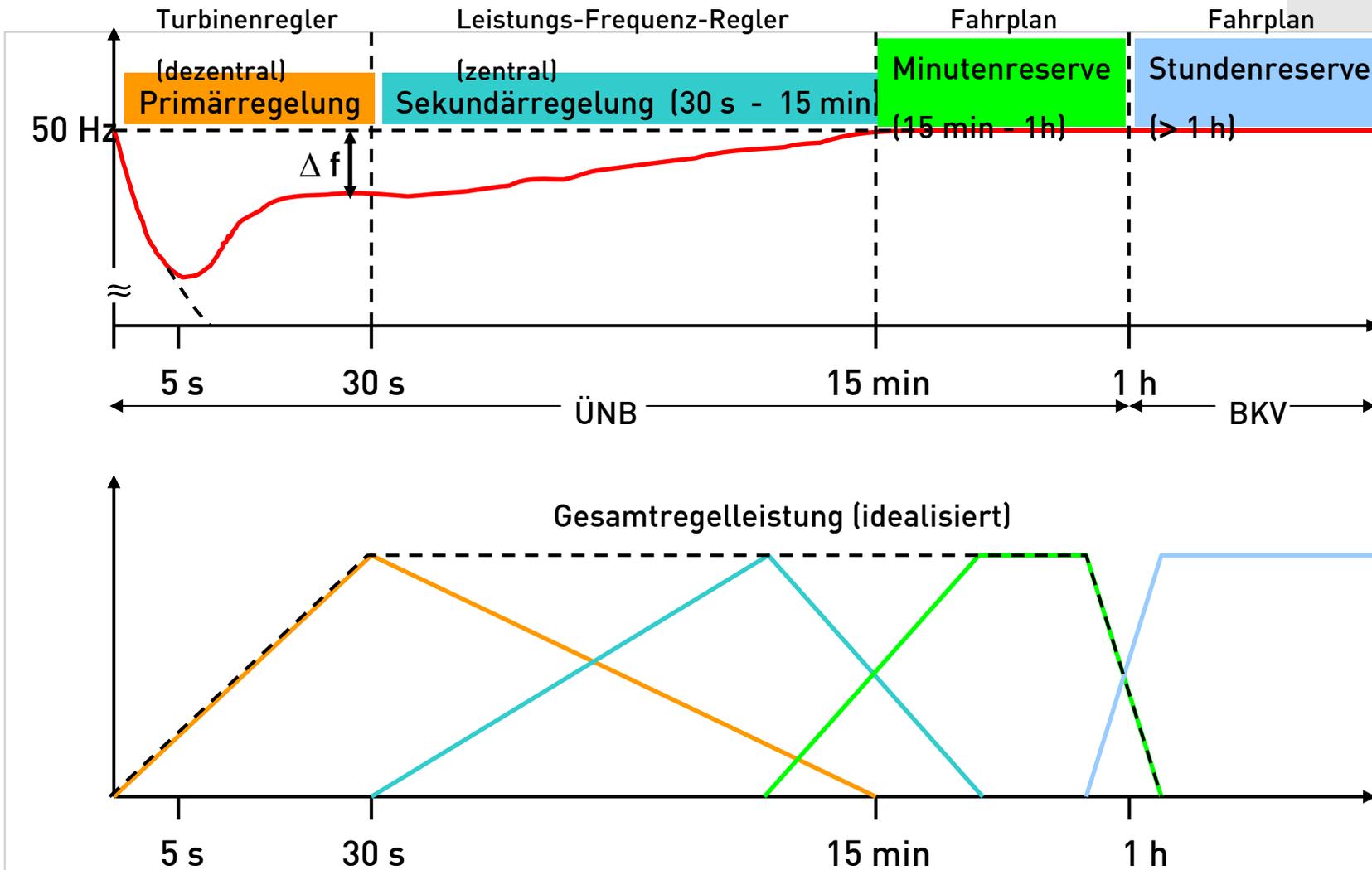


## Von der Netzregelung zum Netzregelverbund Aufgaben der Netzregelung (Leistungs-Frequenzregelung)

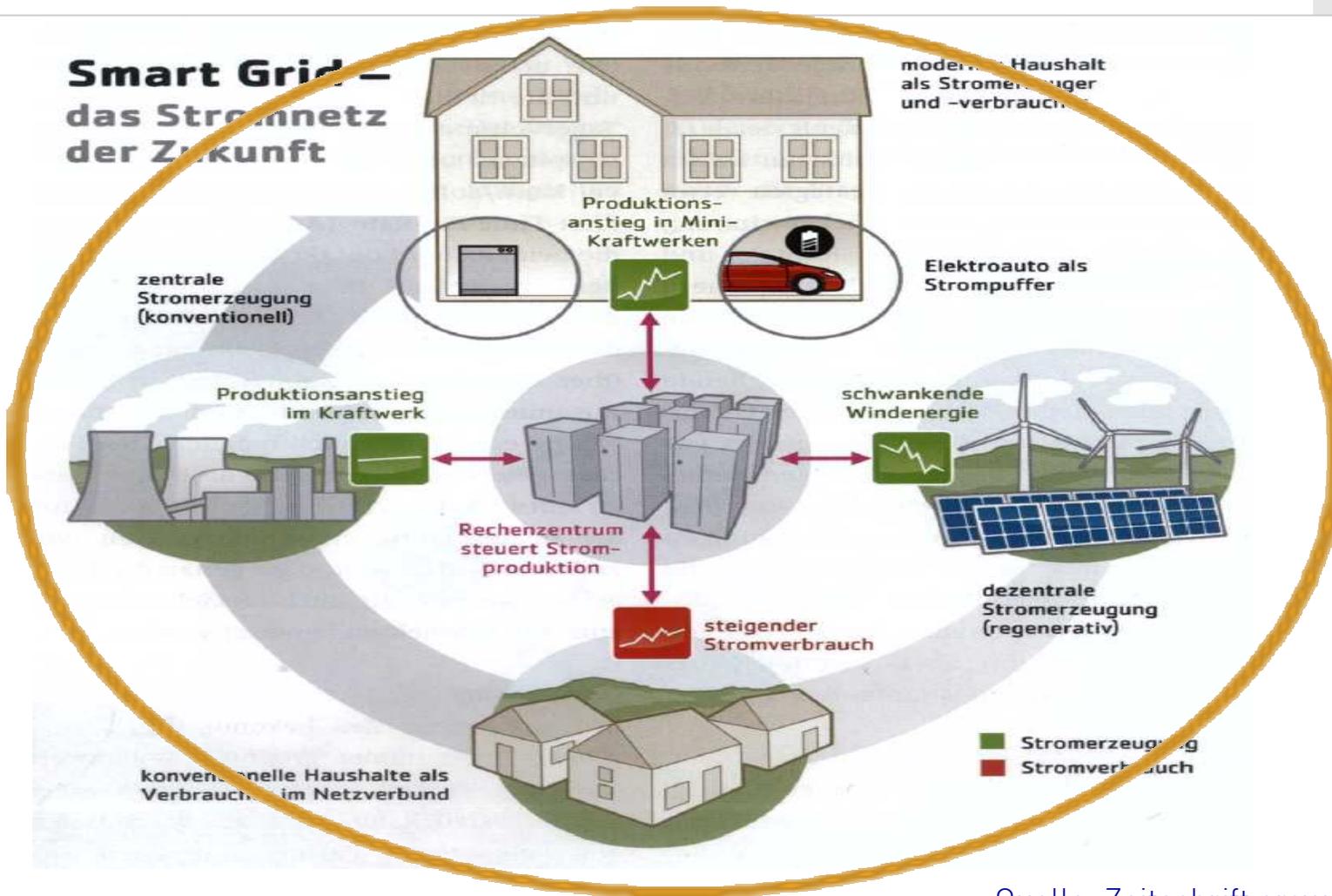
- › Erzeugung und Verbrauch müssen zu jeder Zeit im Gleichgewicht sein
- › Hierzu steht den Übertragungsnetzbetreibern Regelleistung (3 Qualitäten) zur Verfügung
- › Entsprechend wird Erzeugung in den (Regelleistungs)-Kraftwerken erhöht bzw. reduziert um die Leistungsbilanz und damit die Stromversorgung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



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



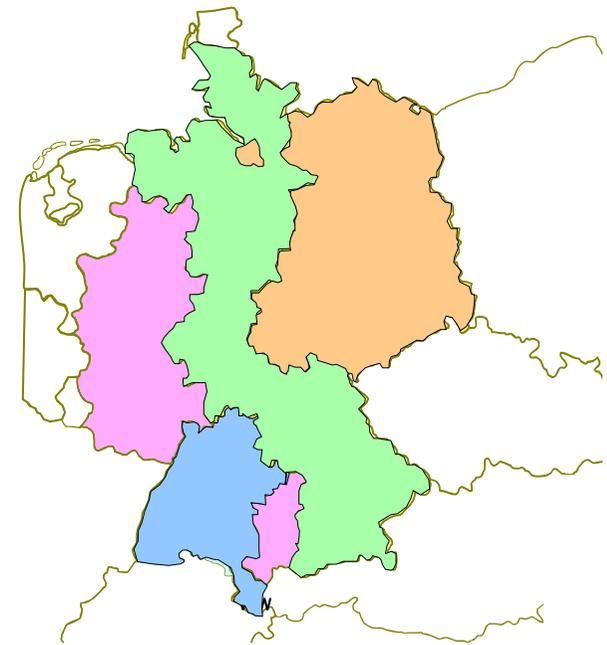
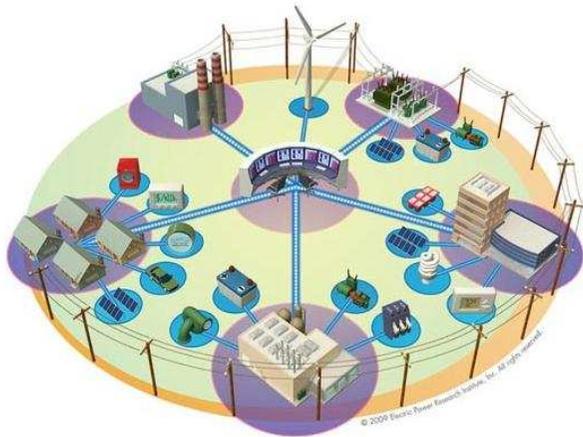
Von der Netzregelung zum Netzregelverbund  
 Ergebnis der Leistungs-Frequenzregelung:  
 Regelzone = Smart System ist im „Gleichgewicht“



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



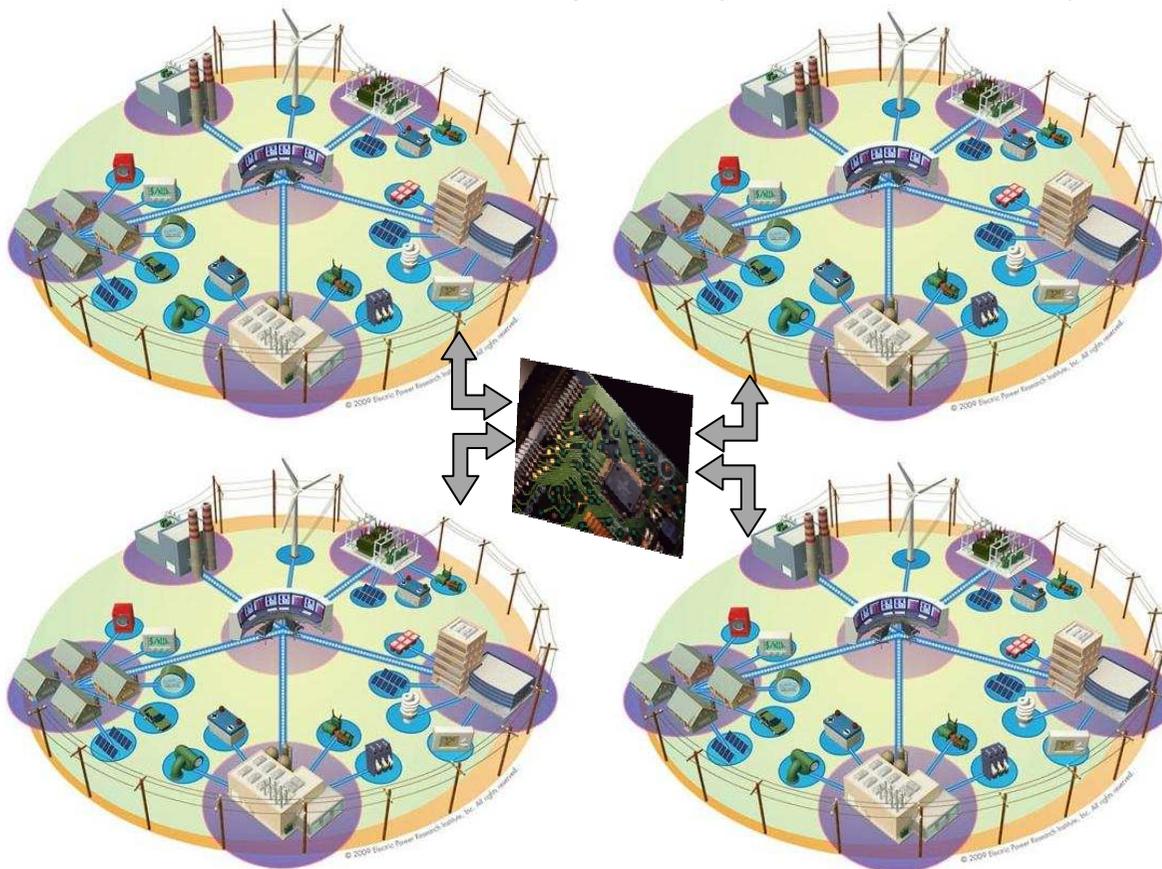
- In Deutschland gibt es vier Regelzonen, die bis Ende 2008 ihre Leistungsbilanz eigenständig sicherstellten. Somit gab es viele gegenläufige Regeleffekte.



## 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

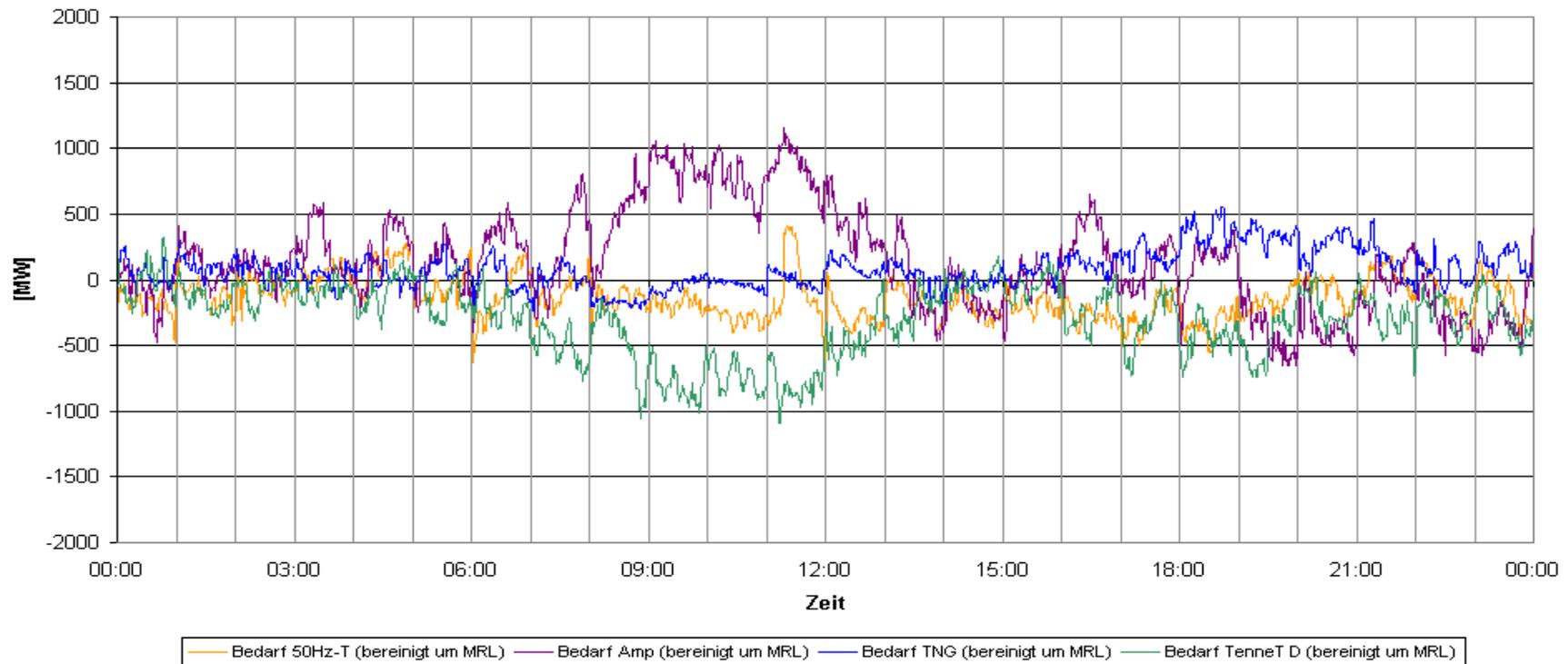


# Von der Netzregelung zum Netzregelverbund

## 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 =

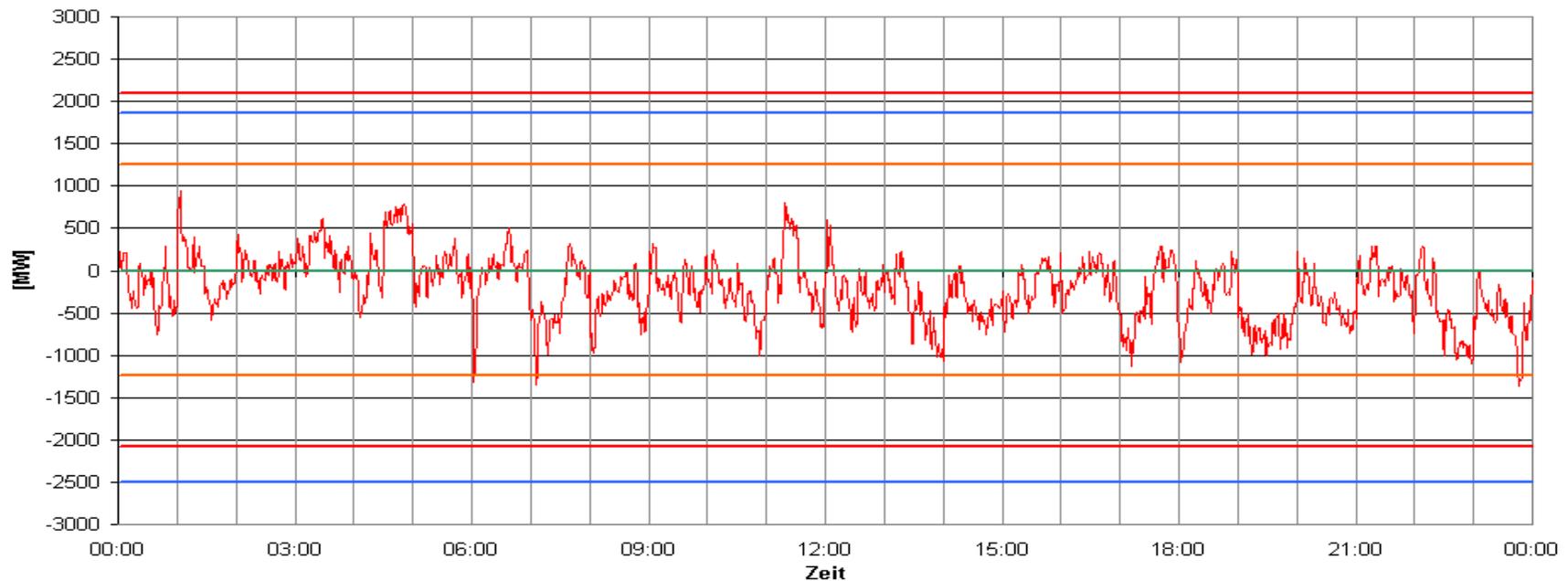
### Reduzierung der Gesamtregelarbeit + größere Reserven



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

Pos./Neg. MRL-Abruf NRV:  $\Sigma$  positiver/negativer eingesetzter MRL im NRV

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

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

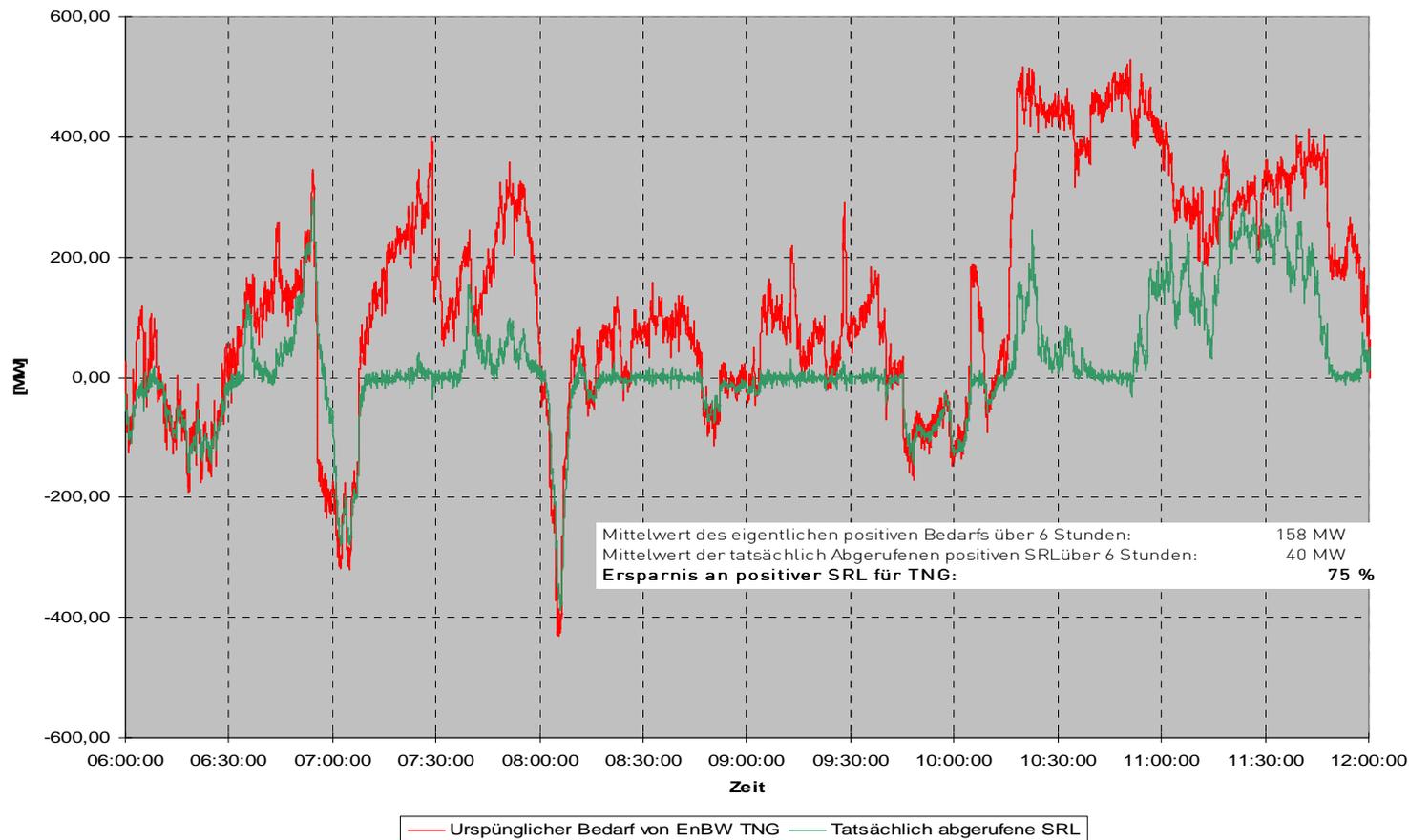
Pos./Neg. MRL-Grenze NRV:  $\Sigma$  positiver/negativer Leistungsvorhaltung MRL im NRV (siehe oben)

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

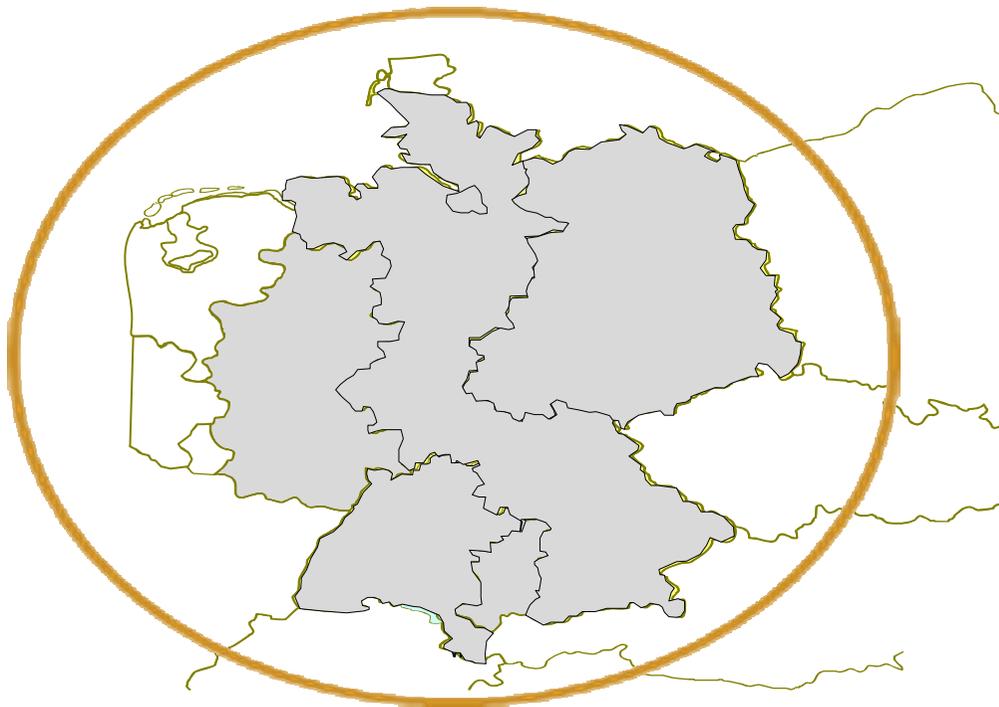
Weitere Vorteile sind:

- › 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

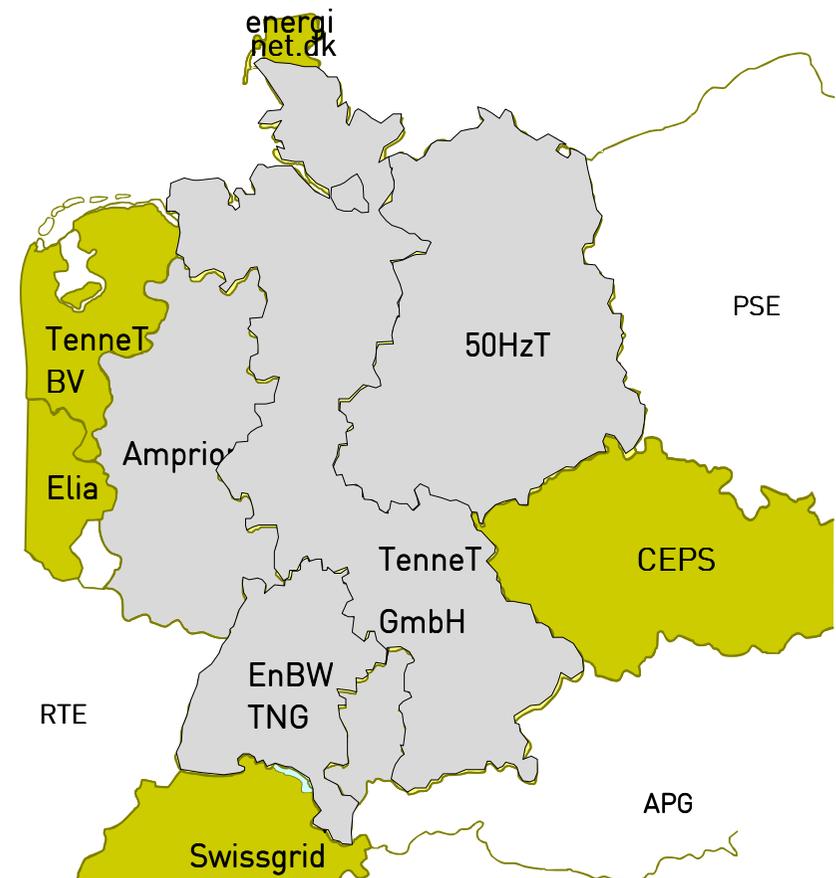


- › stellt das Gesamtoptimum sicher und erreicht damit die gleiche Wirkung wie 1 Regelzone
- Smart System Deutschland auf Höchstspannungsebene



## 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).

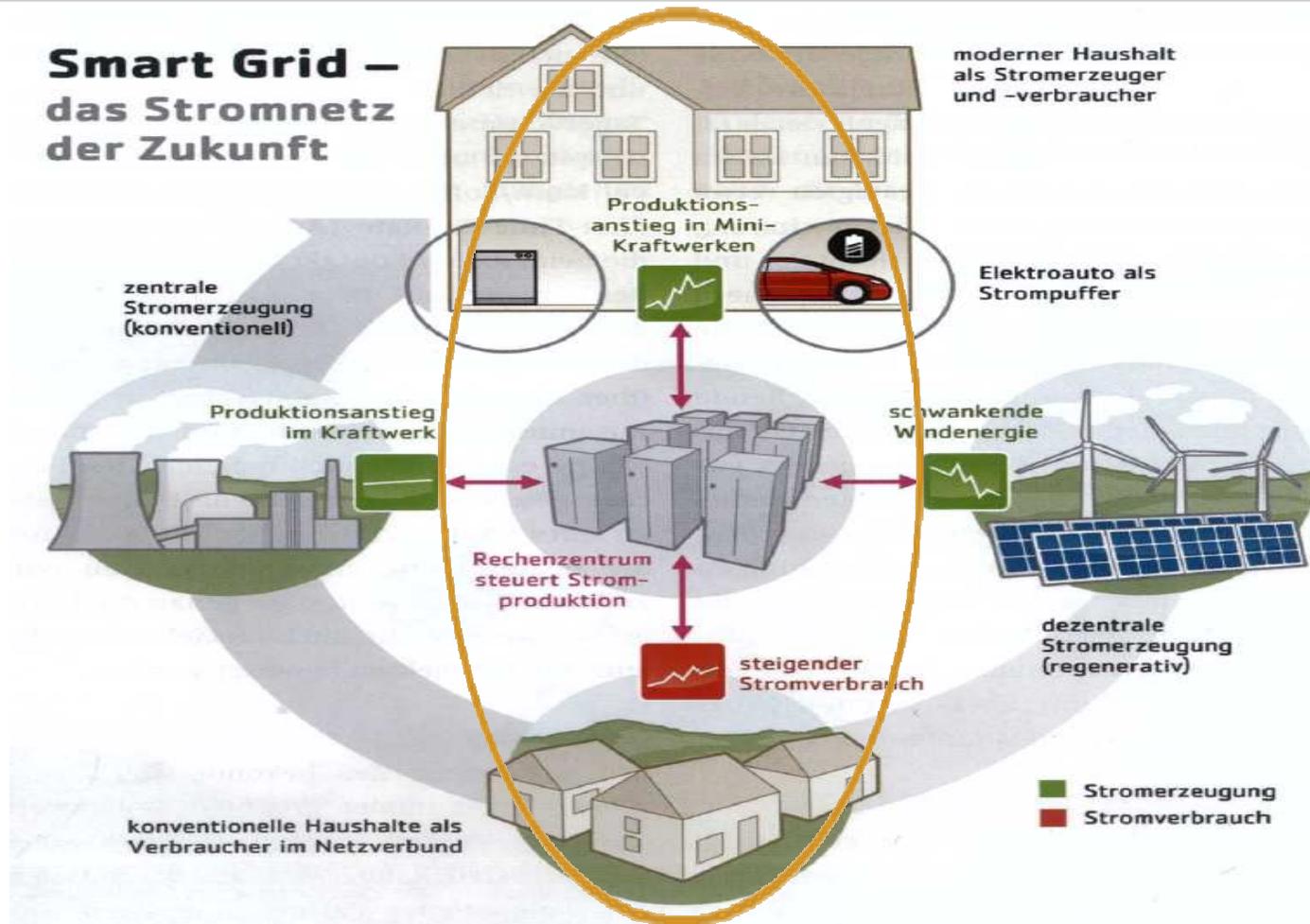


- Der Rechenkern des Netzregelverbund wird kontinuierlich weiterentwickelt
- Aktuell wird im Rechenkern eine parallele Lastflussberechnung eingebracht. Dies erlaubt:
  - Engpassbegrenzungen je Regelzonenübergang
  - Berücksichtigung von „Loop Flows“
  - Im Engpassfall schafft die Weiterentwicklung durch 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 !!**



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit

# Herausforderungen durch Ausbau der EE

## Die Neue Welt des Stromnetzes

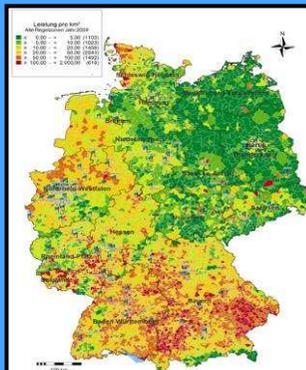
### Einspeisevorrang, Ausbautrend und Volatilität bei EEG-Strom

#### Neues Prinzip: Flexibilität für Last und Erzeugung

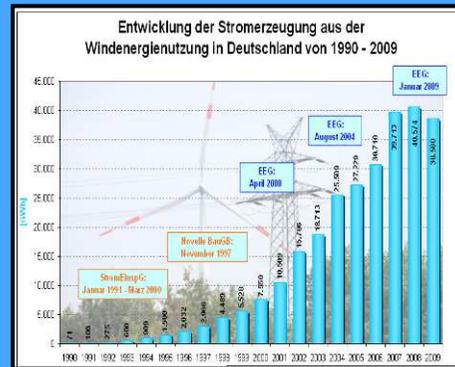
Photovoltaik

off-shore/ on-shore

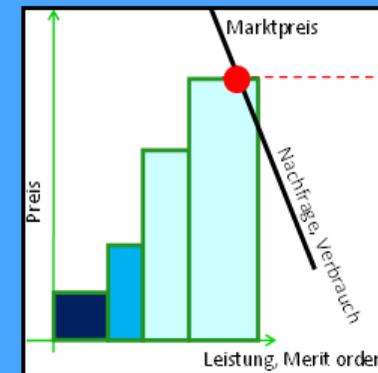
Vorrangprinzip



„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

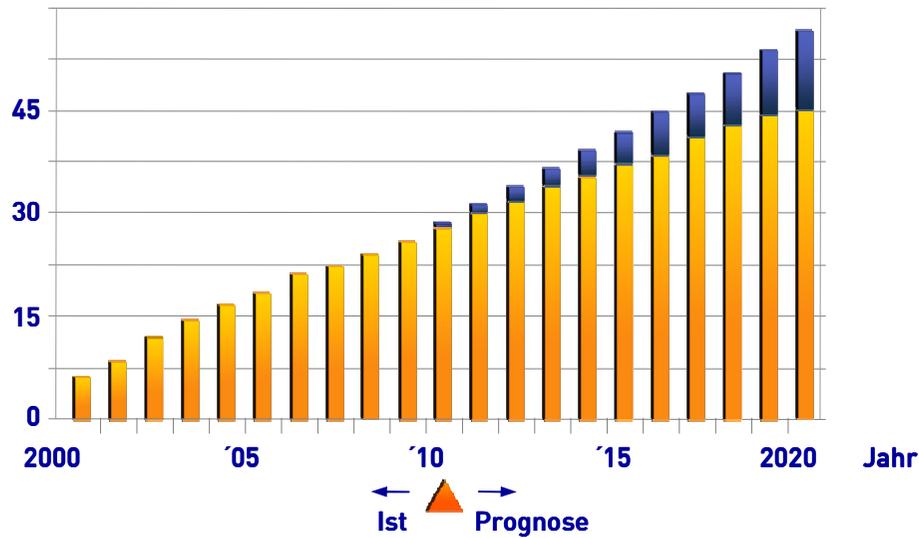
# Herausforderungen durch Ausbau der EE

## Windenergie & Photovoltaik in Deutschland boomt

### Windenergie

Ausbau der Kapazitäten wächst bis 2020 linear

GW



### Installierte Leistung

- auf See
- an Land

Stand 2009

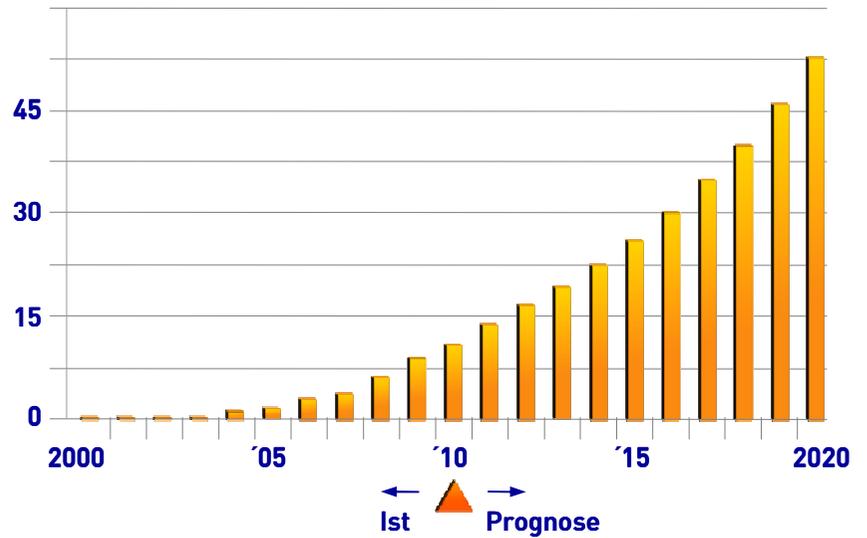
EEG-Anteil an deutscher Stromerzeugung in 2010:

≈ 17 %

### Photovoltaik

Bis 2020 vervierfacht sich die Anschlussleistung in Deutschland

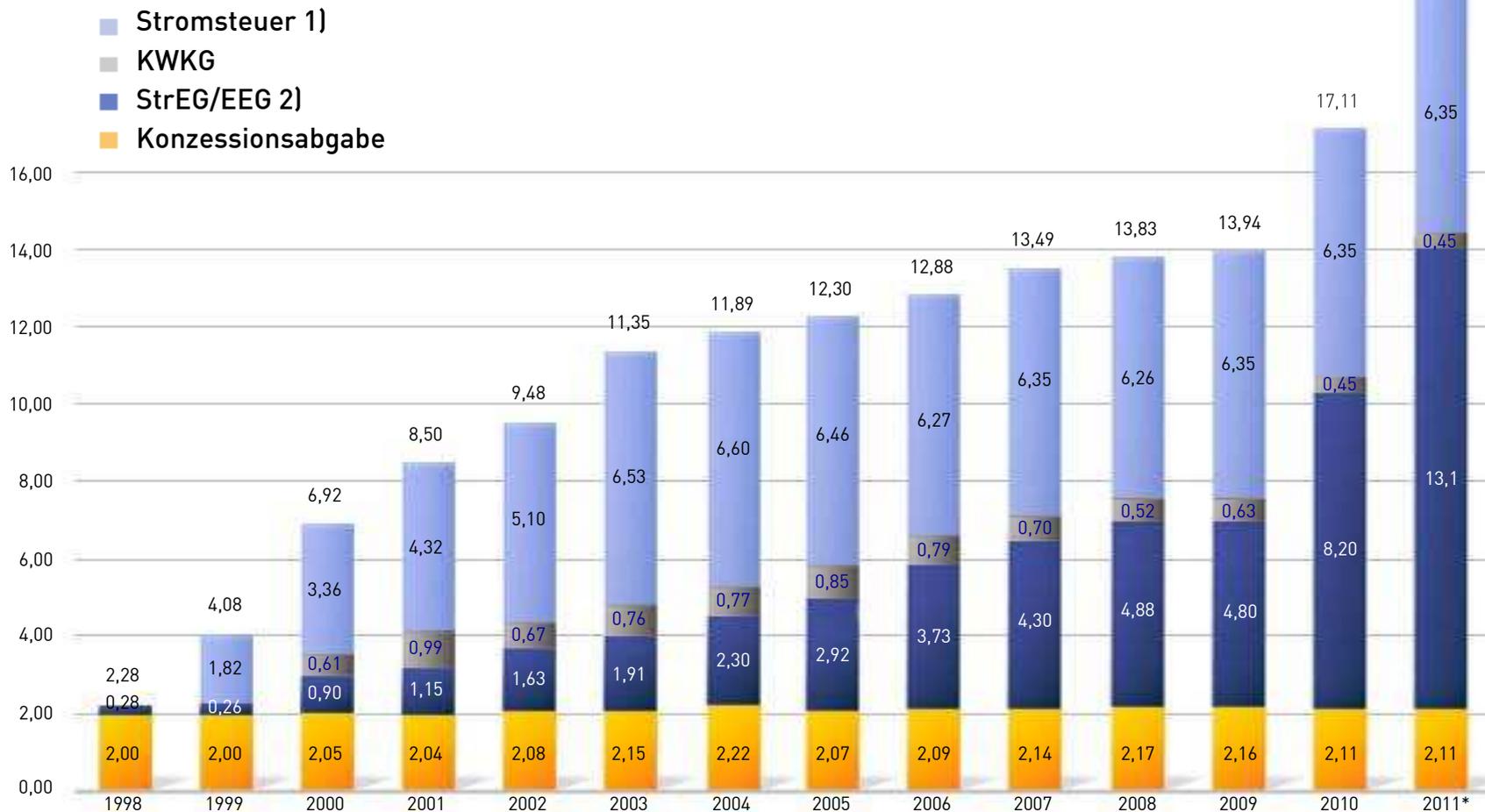
GWp



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



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



<sup>1)</sup> laut AK „Steuerschätzung“ November 2009

<sup>2)</sup> Mehrkosten gegenüber Börsenpreis, ab 2010 Anwendung AusglMechV

Quelle: BDEW, Stand 4/2010

\* 2011: Prognose