

# “ Die Bedeutung des Stromnetzes für das zukünftige Elektrizitätsversorgungssystem (EVS) “

**Jahreshaupttagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft  
Dresden, den 5.3.13**

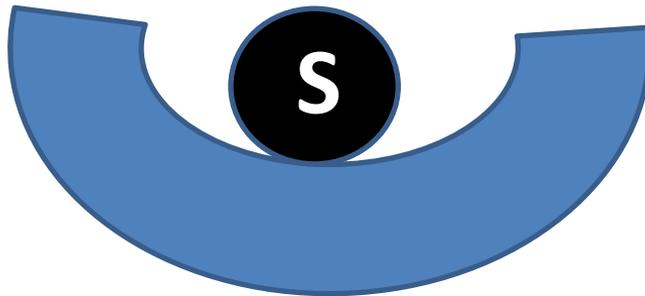
Dipl.-Ing. Wolfgang Neldner  
NeldnerConsult, System-und  
Elektrizitätsnetzberatung, Berlin

# Gliederung

- 1. Das Elektrizitätsversorgungssystem(EVS)**
2. Das Netz- Möglichkeiten, Anforderungen und Grenzen  
(im Stress- und Störbetrieb)
3. Übergreifende Anforderungen bei der EVS-  
Transformation zur Naturstrom-Ära

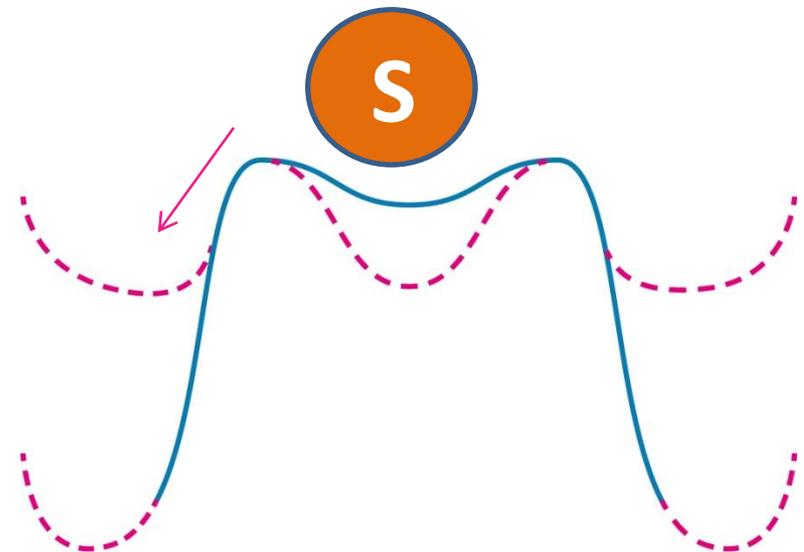
# Das (Elektrizitäts-)System

a) gesund



b) auf der Intensivstation

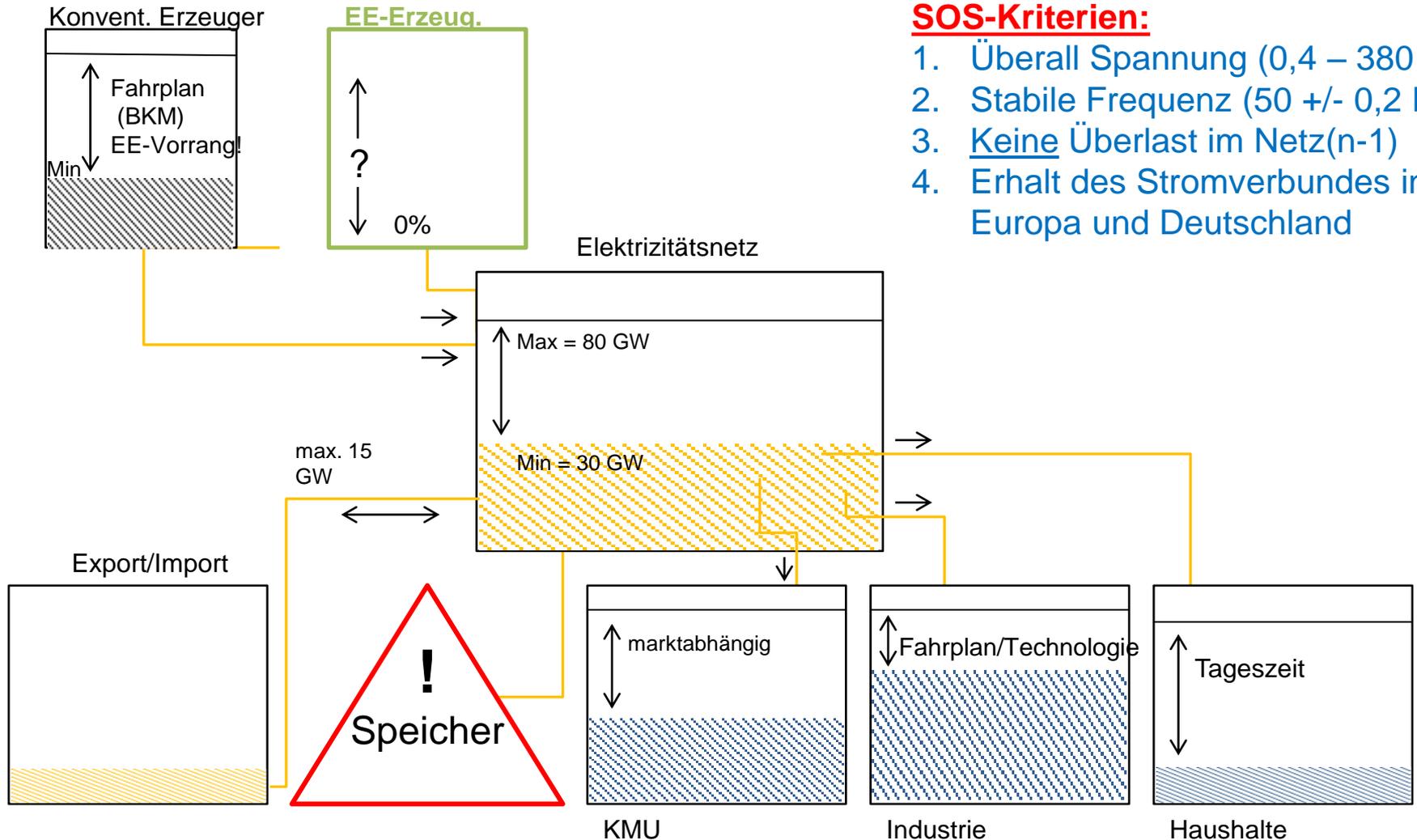
(mit Keimen und ohne Sauerstoff ??)



**Black-out-Lava**



# Schema des deutschen EVS und technische Grundanforderungen



## SOS-Kriterien:

1. Überall Spannung (0,4 – 380 kV)
2. Stabile Frequenz (50 +/- 0,2 Hz)
3. Keine Überlast im Netz(n-1)
4. Erhalt des Stromverbundes in Europa und Deutschland

# Deutsches Höchstspannungsnetz als Teil des Europäischen Verbundsystems(ENTSO-E)

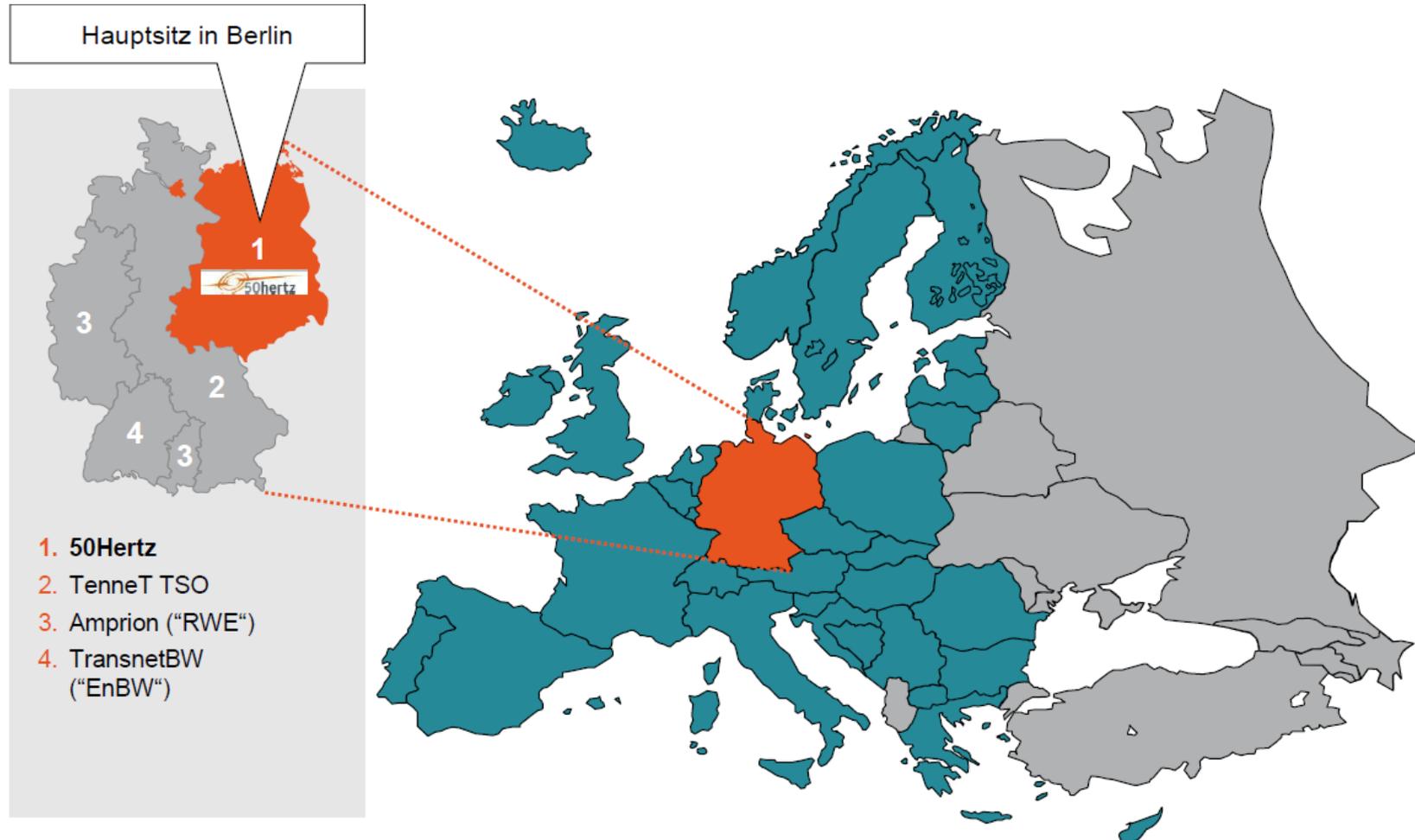


Gemäß dem Vertrag von Lissabon Artikel 194 ist die Energieversorgungssicherheit des europäischen Stromverbundnetzes ein hohes Gut für alle EU-Mitgliedsländer!

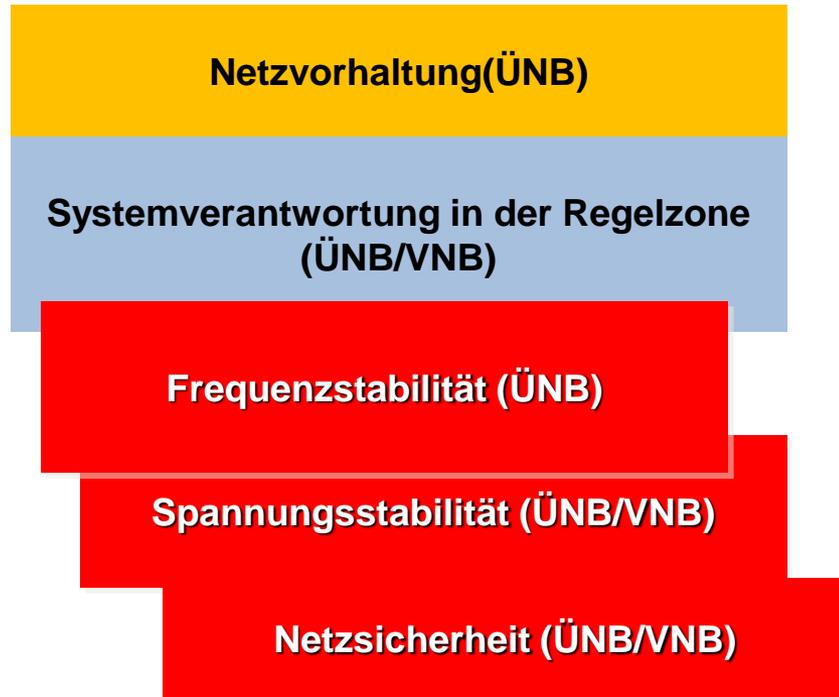
Wegen dem nicht erfolgten Ausbau der innerdeutschen Leitungen und dem ausgeprägten Erzeugungsüberschuss im Nordosten werden zunehmend die Nachbarnetze von z.B. Polen und Tschechien in Anspruch genommen.

**Dies führt regelmäßig zu kritischen Situationen im Europäischen Verbundnetz..... und nun zu „Gegenmaßnahmen“ der Nachbar-TSO**  
Quelle: VDE/ FNN

# Die ENTSO-E Landschaft in Europa, zuständiger regelzonenverantwortlicher TSO(ÜNB) im Nordosten Deutschlands ist 50 Hertz, Quelle 50 Hertz

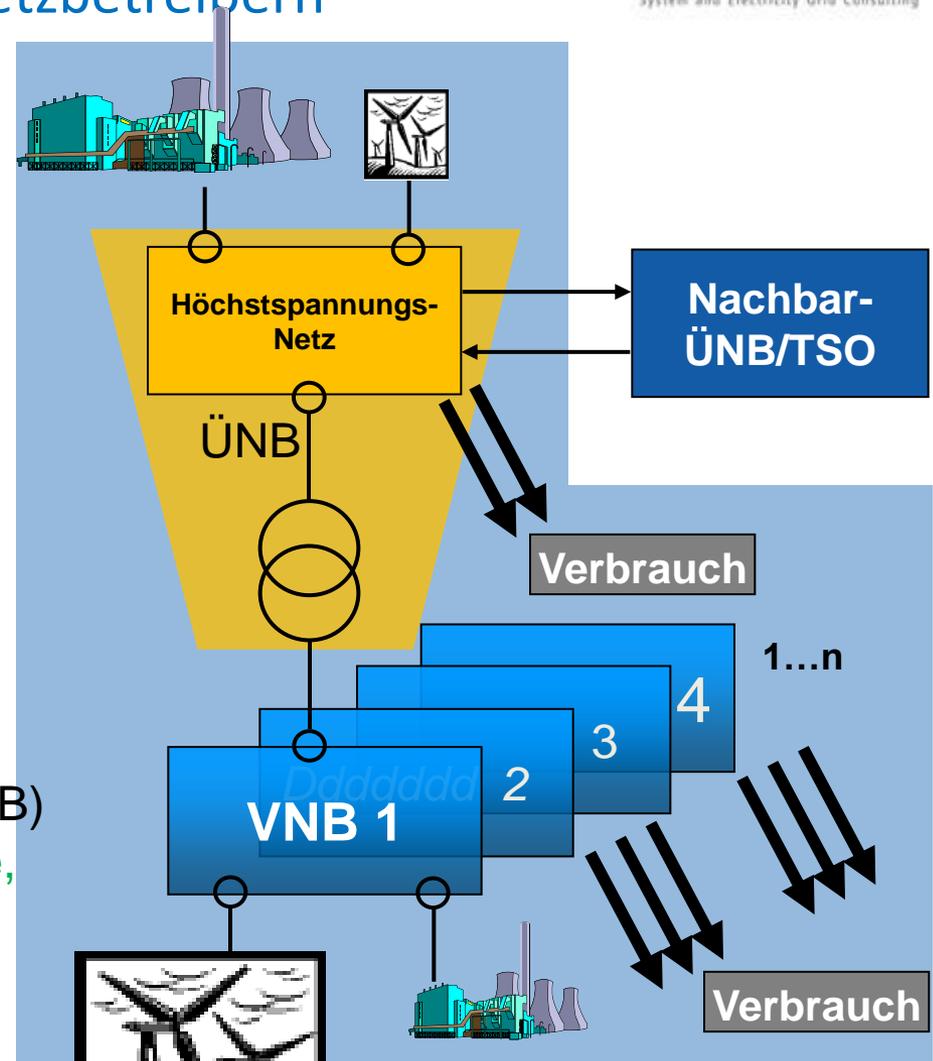


# Gemäß EnWG §13 liegt die Verantwortung für das EVS beim regelzonenverantwortlichen ÜNB(TSO) im engen Zusammenspiel mit den Verteilnetzbetreibern



Rolle des Bilanzkreis-Koordinators(ÜNB)  
**Nach EEG:** vollständige EE-Aufnahme,  
bundesweite physikalische Verteilung  
(ÜNB/VNB)

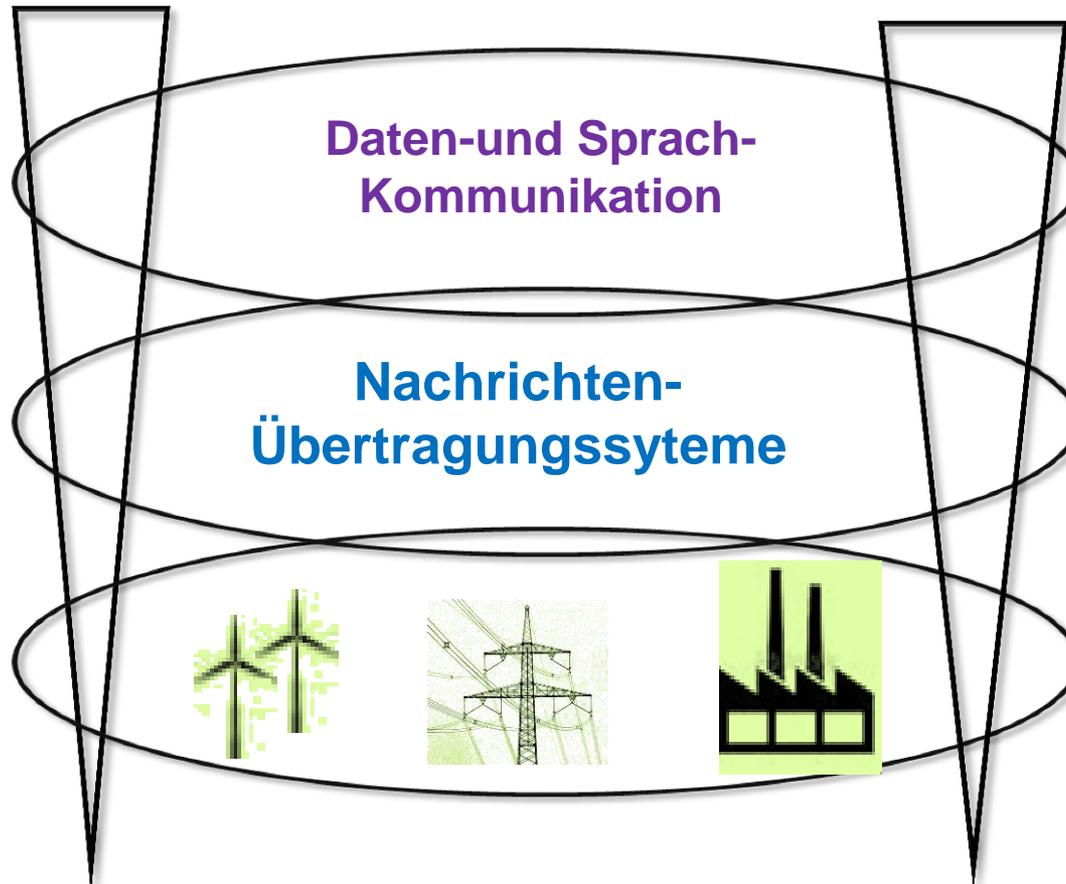
Quelle: 50Hertz



... nicht nur das System mit dem „dicken Strom und der hohen Spannung“ wird gebraucht !!

Das Strom- **Geschäft**

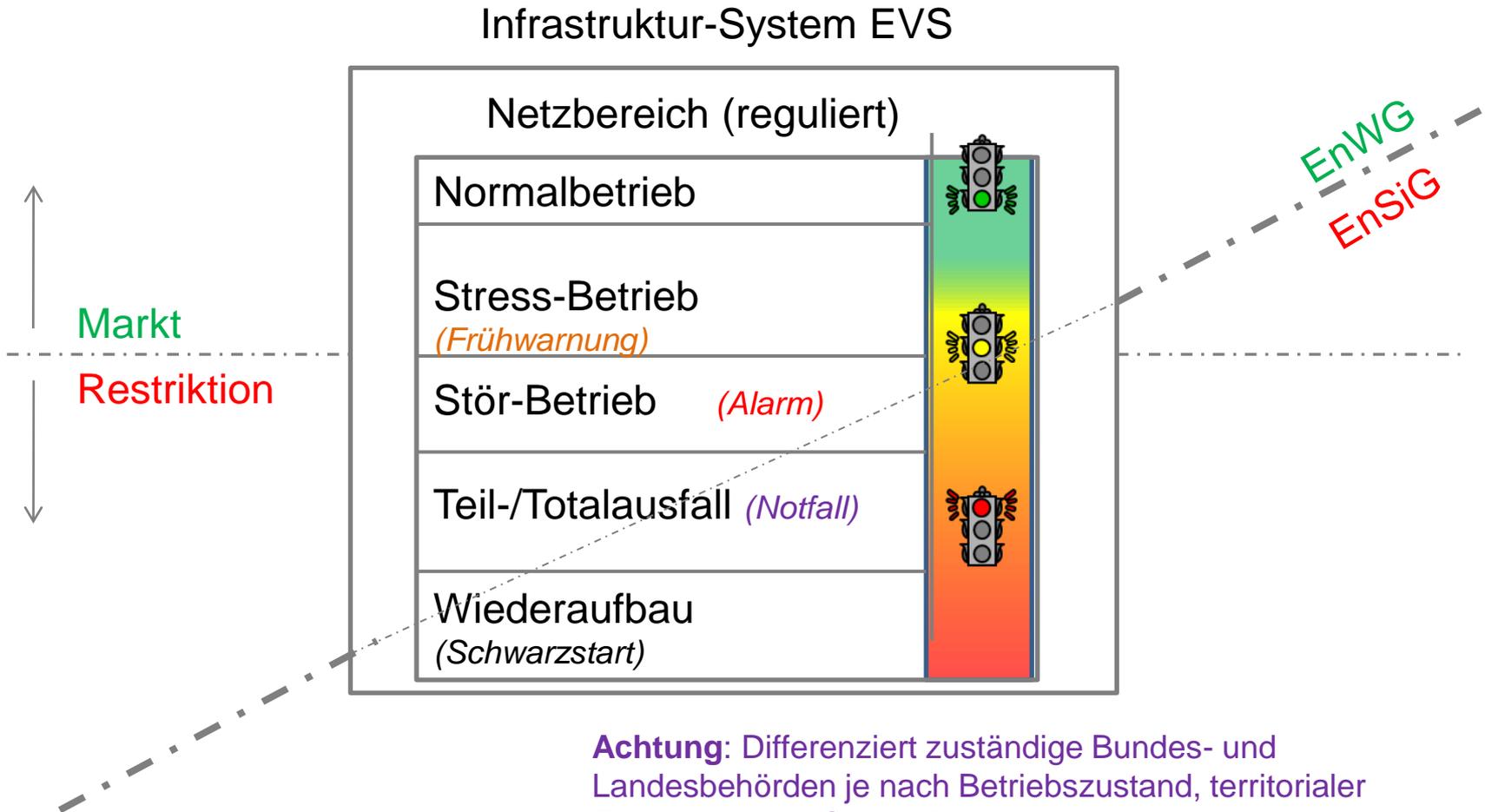
Die Strom- **Sicherheit**



# Gliederung

1. Das Elektrizitätsversorgungssystem(EVS)
- 2. Das Netz- Möglichkeiten, Anforderungen und Grenzen (im Stress- und Störbetrieb)**
3. Übergreifende Anforderungen bei der EVS-  
Transformation zur Naturstrom-Ära

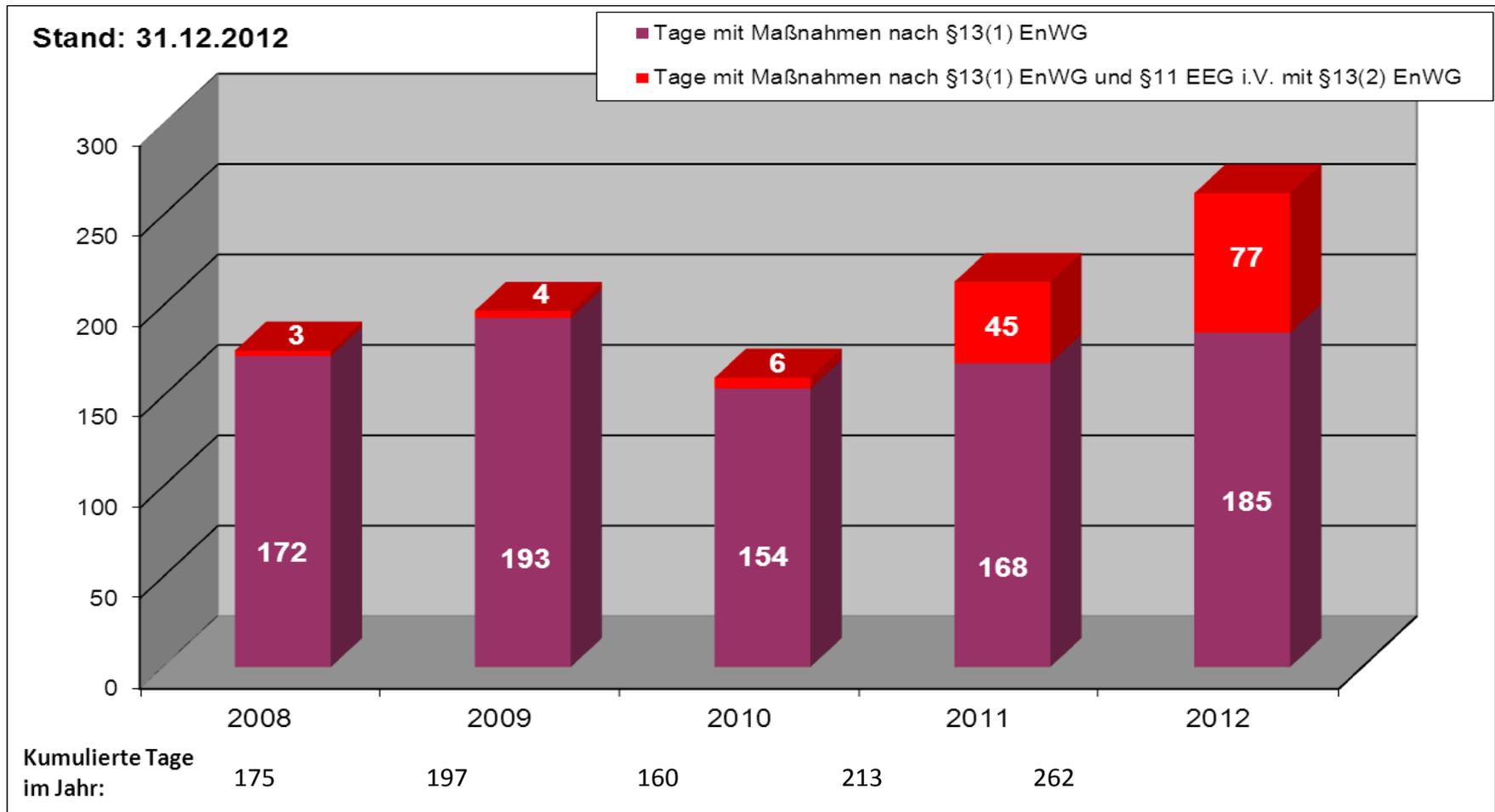
# Alle Betriebszustände tragen zur Funktionalität des EVS oder dessen Wiederherstellung bei:



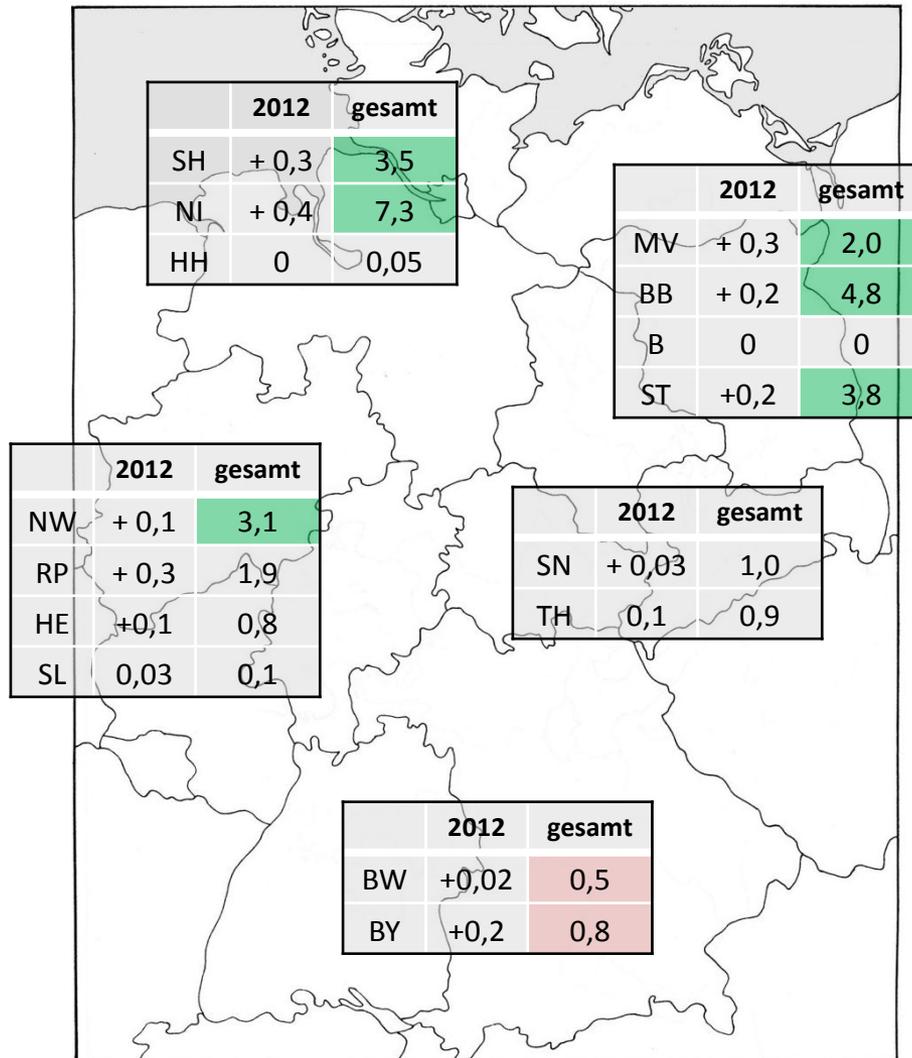
**Achtung:** Differenziert zuständige Bundes- und Landesbehörden je nach Betriebszustand, territorialer Zuordnung und Sonderfestlegung im Krisen- und Katastrophenfall

# Anzahl der „Eingreif- und Gefährdungs“ Tage im Nordosten– mehr als jeder zweite Tag ist ein „Notfalltag“ !!!

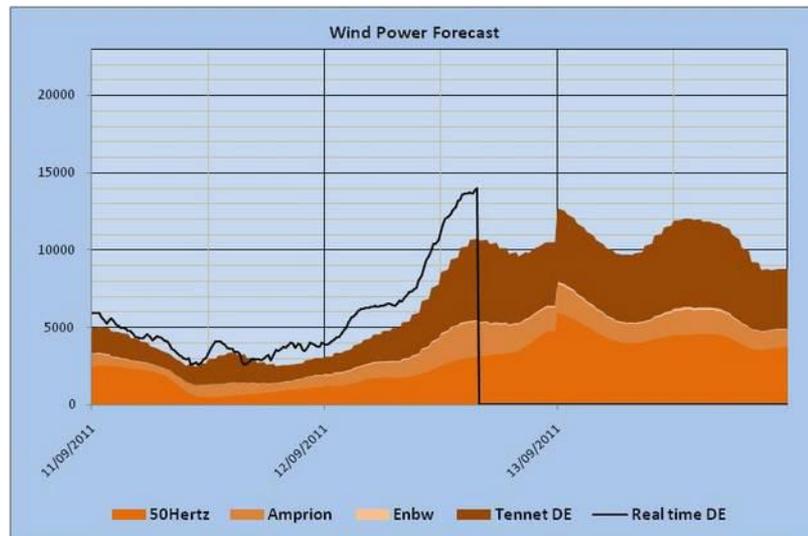
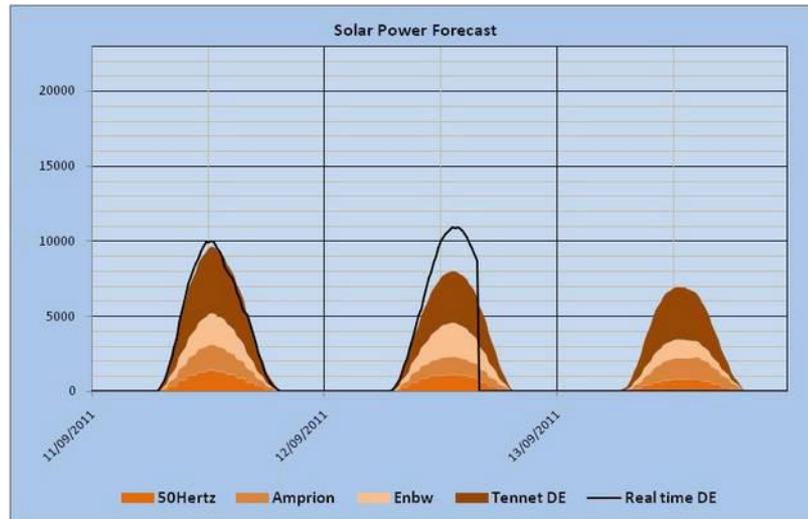
Quelle 50 Hertz-



# Entwicklung der Windkraft in Deutschland – eine ausgeprägte Nord-Süd-Asymmetrie ( in GW)



# Naturstrombedingter Überschuss und Mangel erfordert Ausgleichs-Elektrizität!



## Photovoltaik:

Beginn und Ende der Sonnenstromgewinnung folgen den Regeln der Erdrotation!

## Wind:

Gegenüber der Photovoltaik ist sowohl der Zeitpunkt als auch die Intensität in hohem Maße schwankend und nicht für den konkreten Moment vorhersagbar!

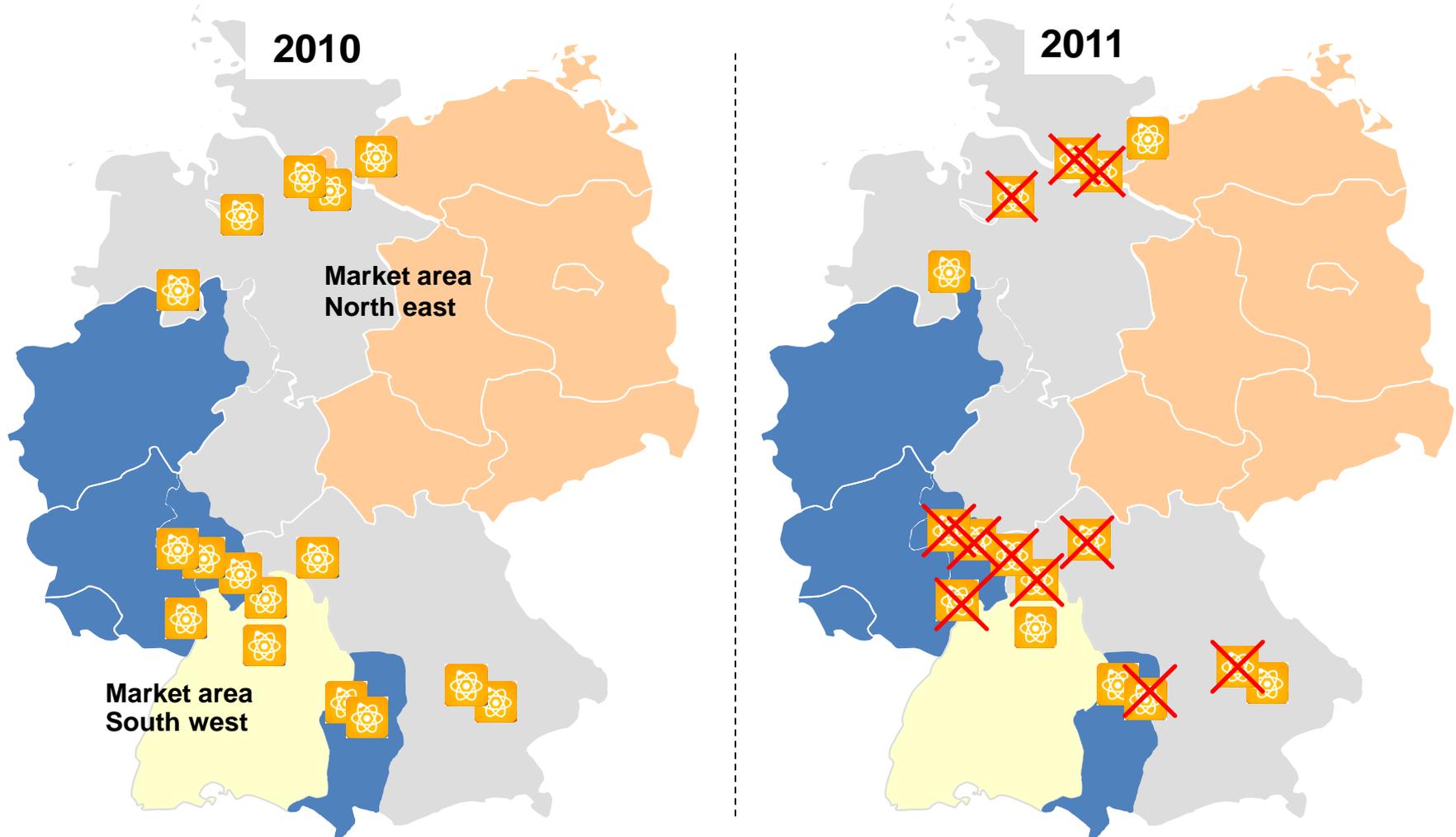
## EVS:

**Für ein stabiles Elektrizitätssystem sind daher elektrische Ersatzleistungen und energetische Speicher und Ausgleichsmöglichkeiten notwendig!**

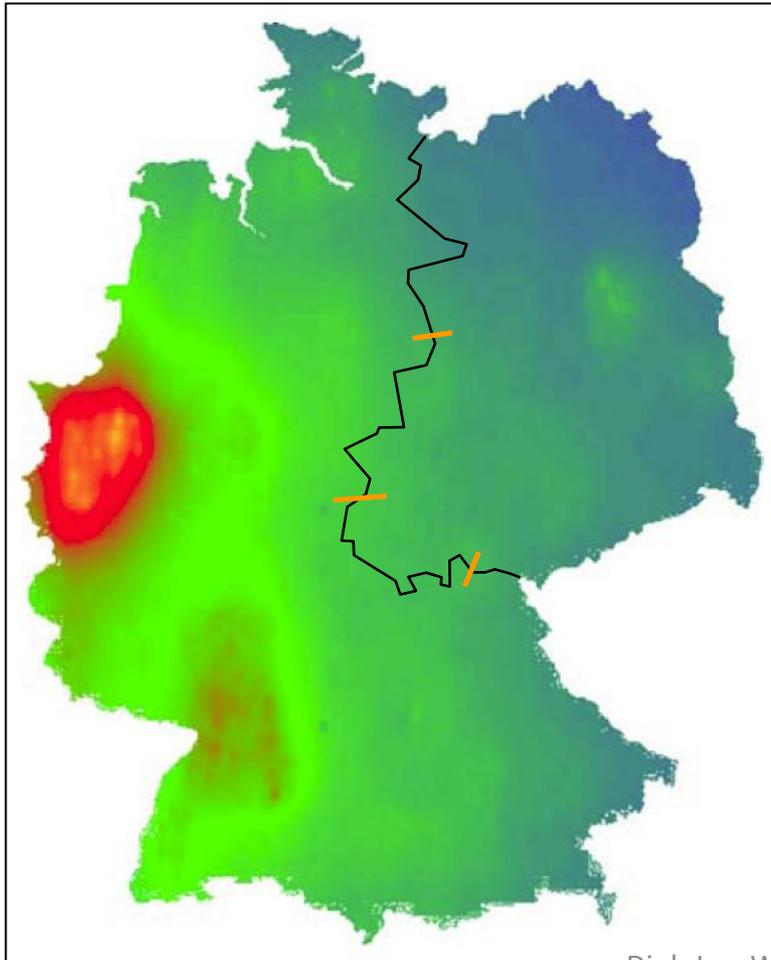
Quelle:  
Coreso; Day Ahead report for 13/09/2011  
<http://www.transparency.eex.com/>

# Kernenergieausstieg- Verschärfung der Asymmetrie,

Quelle VE G&M Cottbus



# Maßgebliche Strukturbesonderheit in Deutschland- eine ausgeprägte Asymmetrie beim Erzeugungs-/Lastgefälle von NO nach SW, Quelle 50 Hertz



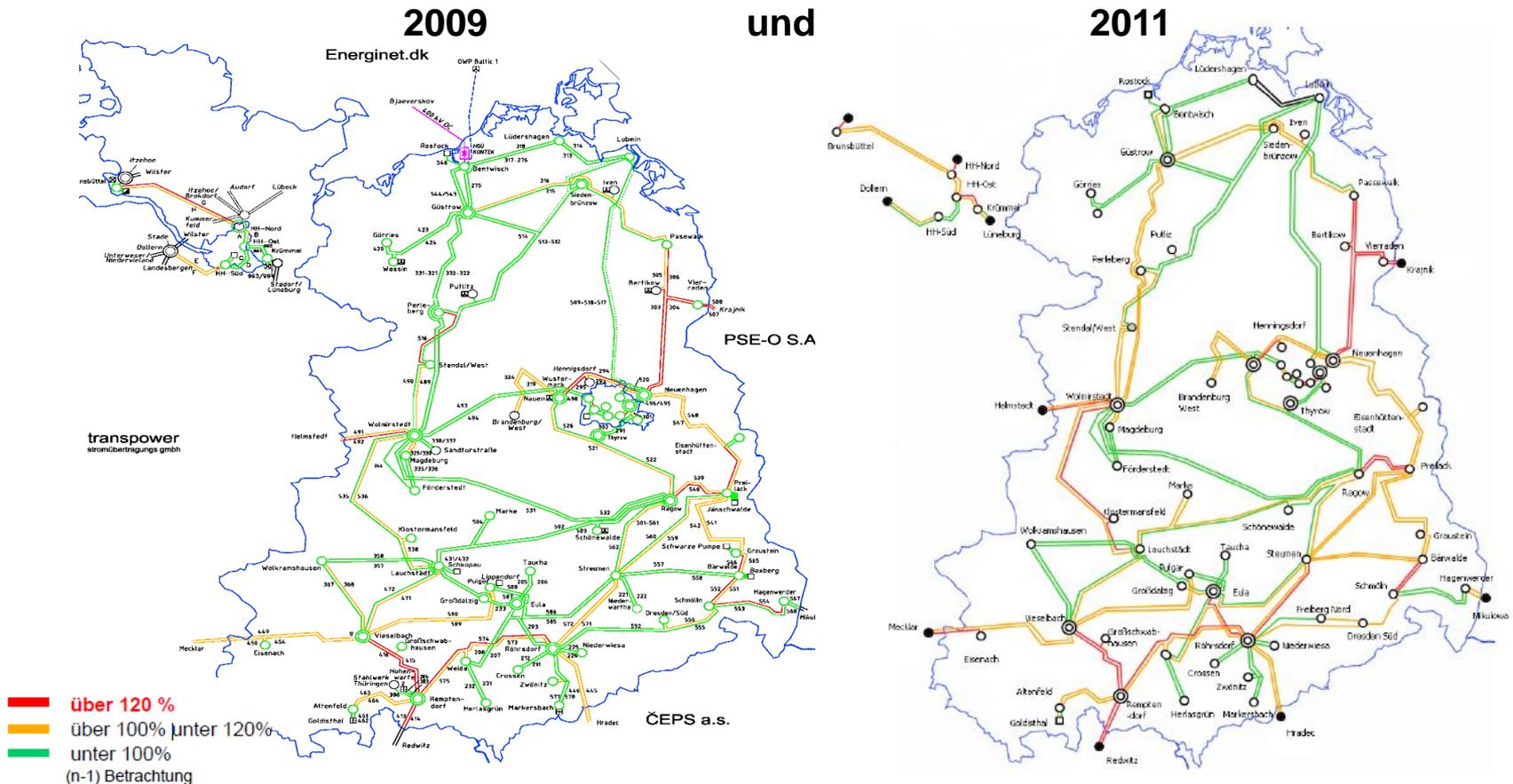
- **Ausgeprägtes Schwachlastgebiet im NO (ca. 20 % im deutschlandweiten Vergleich)**
- **Erzeugung übersteigt dort Verbrauch deutlich (Kennzeichen einer „nicht-homogenen“ Regelzone)**
- **Anhaltende und grenzwertige Belastung der Kuppelleitungen Ost – West**
- **Ausbaubeginn der Kuppelleitungen Ost – West erst nach 17 Jahren(seit „elektrischer Wiedervereinigung 1995“)in 12/2012**

# Belastungssituation und Änderung 2009 zu 2011

(Quelle: 50Hertz)

## • Entwicklung der Auslastung der Netzelemente

Zeitungeleiche Leistungsbelastung >5h/a



# BNetzA-Einschätzung zur Gefährdungssituation

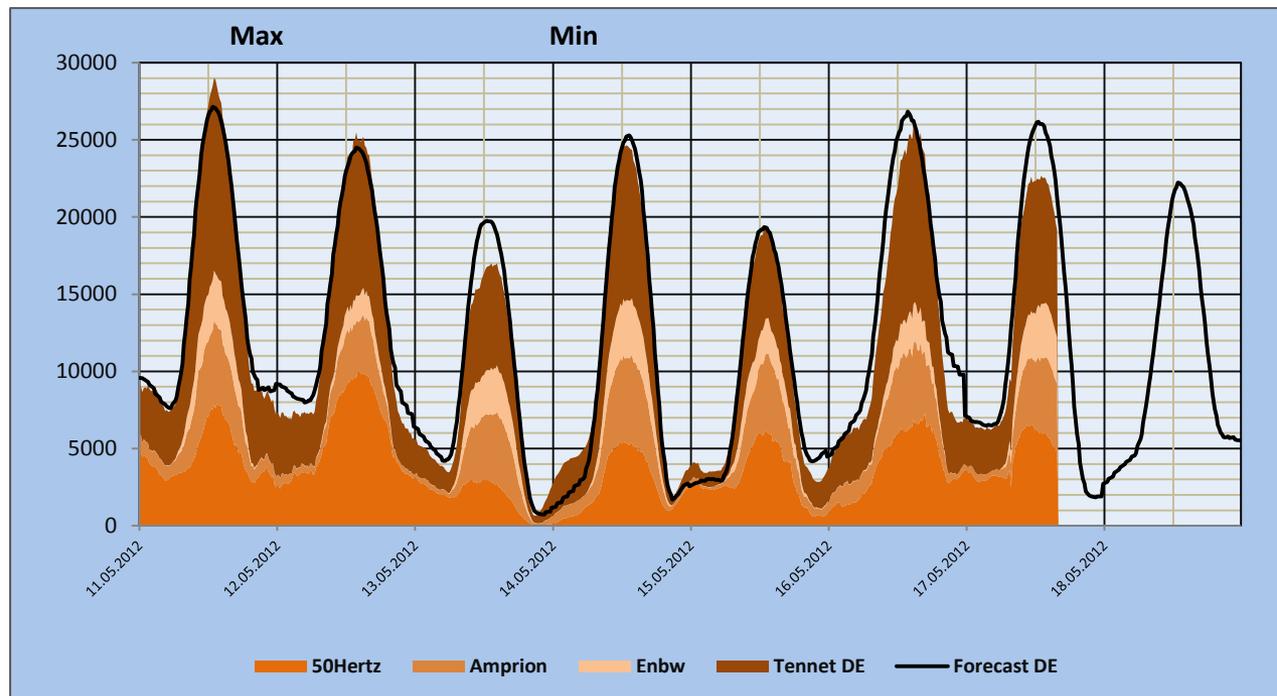
Grafische Darstellung der Netzelemente zu deren Entlastung die meisten Redispatchmaßnahmen im Winterhalbjahr 2011/12 durchgeführt werden mussten.



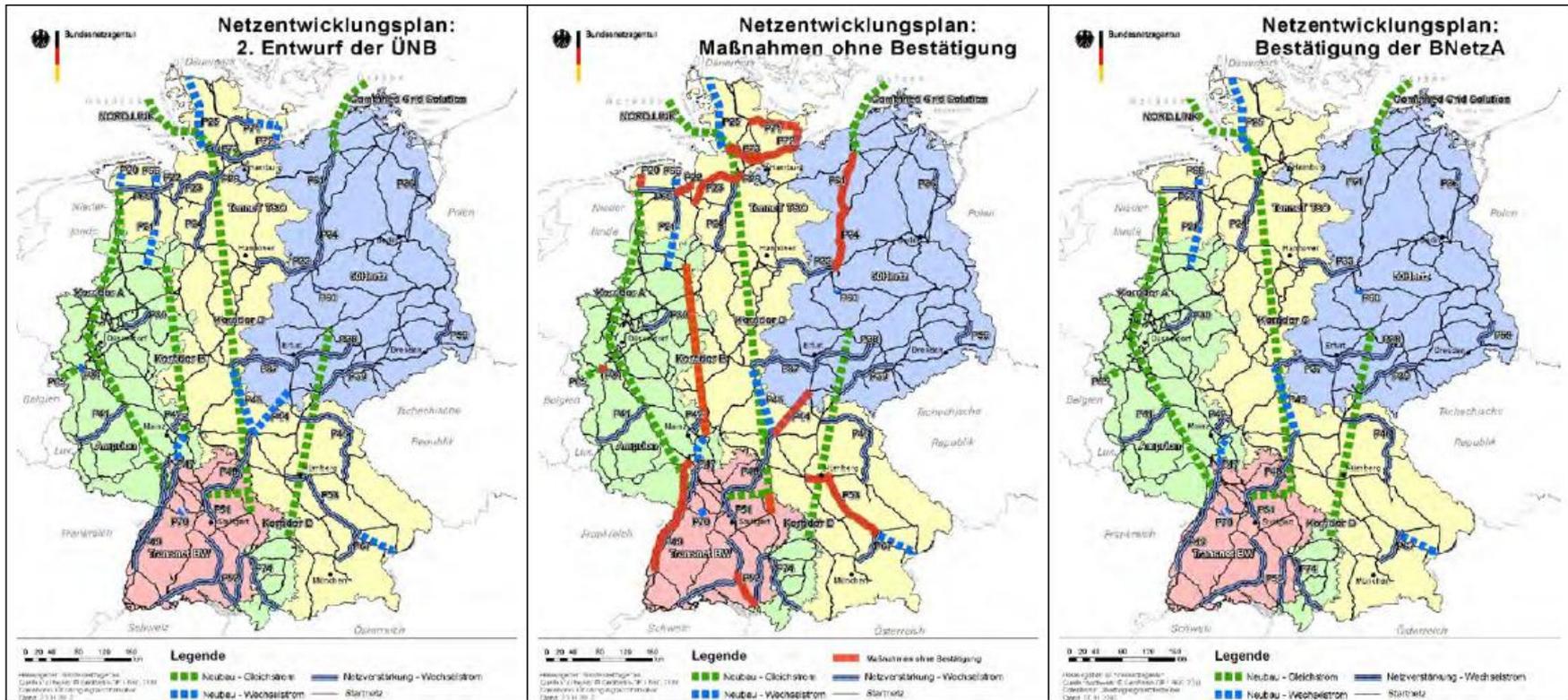
**Unverändertes Haupt-Nadelöhr:**  
Die zu dünne und total verstopfte Verbindung zwischen dem Freistaat Thüringen und dem Freistaat Bayern

Quelle: Bundesnetzagentur, Bericht zum Zustand der leitungsgebundenen Energieversorgung im Winter 2011/12; aus: Maßnahmenscharfe Datenerhebung der BNetzA bei den deutsch ÜNB, Grafik: BNetzA

Die naturabhängige EE-Produktion(Wind und PV) führt zu rasanten **dynamischen** Vorgängen- tagtäglich, zunehmend und abnehmend, von 0 bis 30 GW und mehr! Quelle CORESO Brüssel



# Aus dem NEP 2012 wurde ein gestutzter Bundesnetzplan, zum Nachteil der „grünen“ Exportregion im Nordosten- **Nachbesserungen dringend erforderlich!**



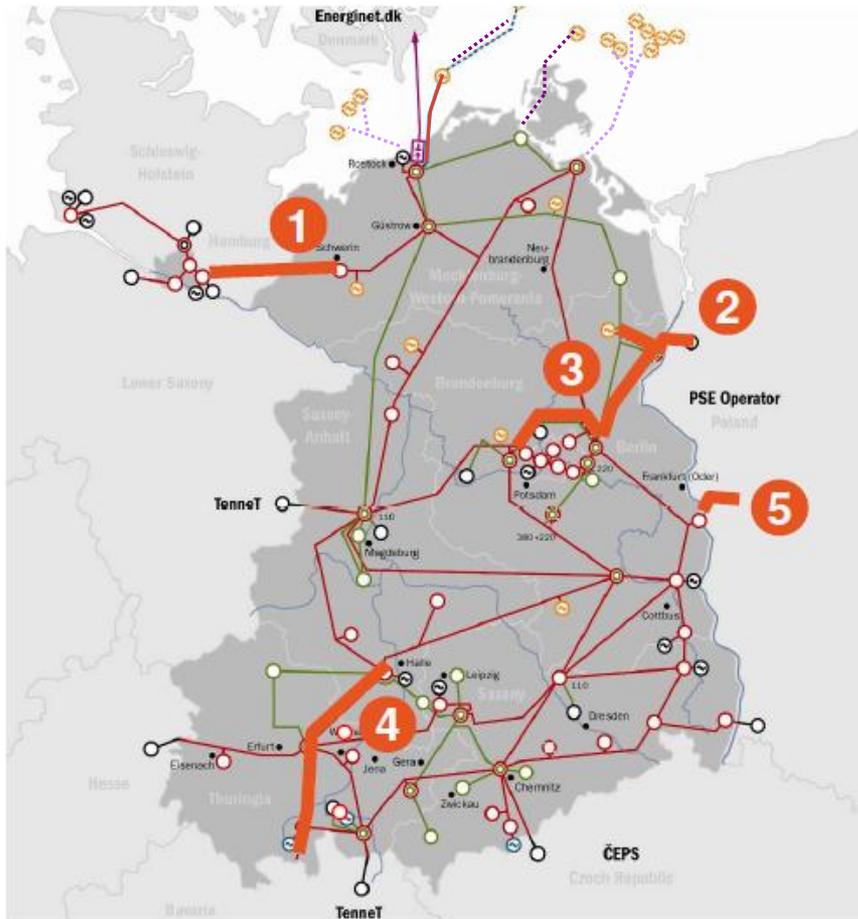
# Netzausbau: Bündelung und akzeptanzfördernde 3-D-“Einpassung“ ins Gelände, hier SWKL in Südthüringen, Quelle Fraunhofer Magdeburg und 50 Hertz



.... auch Künstler-oder Design-Leitungen sollten regulatorisch möglich sein



# Netzausbauprojekte beim ÜNB im Nordosten(50Hertz),



## 1 Nordleitung Krümmel – Görries

Inbetriebnahme am 18.12.12 erfolgt

## 2 Uckermark Leitung Neuenhagen – Bertikow

Im Planfeststellungsverfahren

## 3 380-kV-Nordring Berlin

Raumordnungsverfahren abgeschlossen (Q3/2011)

## 4 Südwestkuppelleitung: 3 Abschnitte

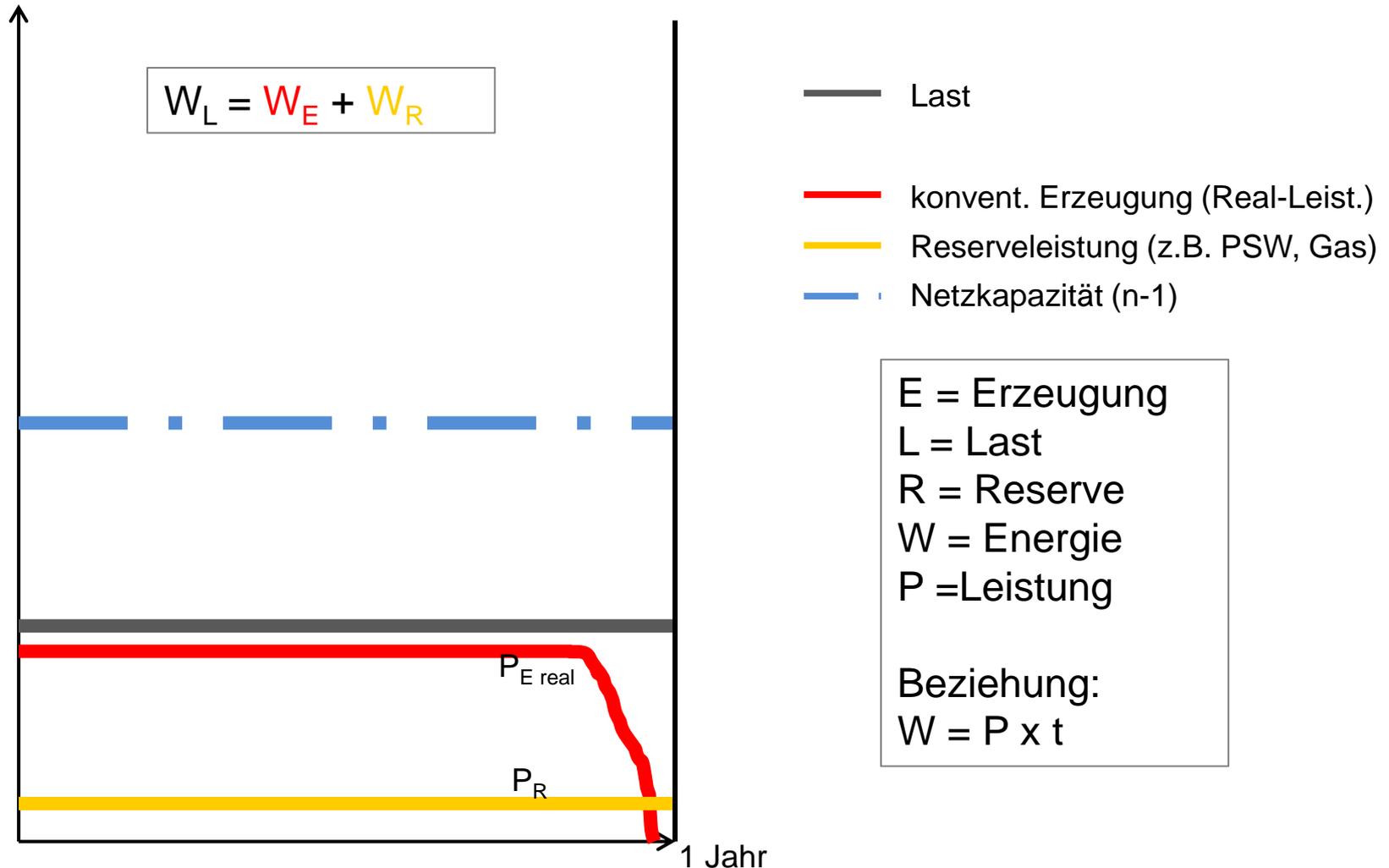
- Lauchstädt - Vieselbach: Inbetriebnahme 2008
- Vieselbach - Altenfeld: Planfeststellung abgeschlossen, Eilantrag abgewiesen, Baurecht liegt seit Ende Mai 2012 vor
- Altenfeld – Redwitz (Landesgrenze): ROV fertig, PFV i.V.

## 5 3. Interkonnektor nach Polen Antragskonferenz fand Ende 2011 statt

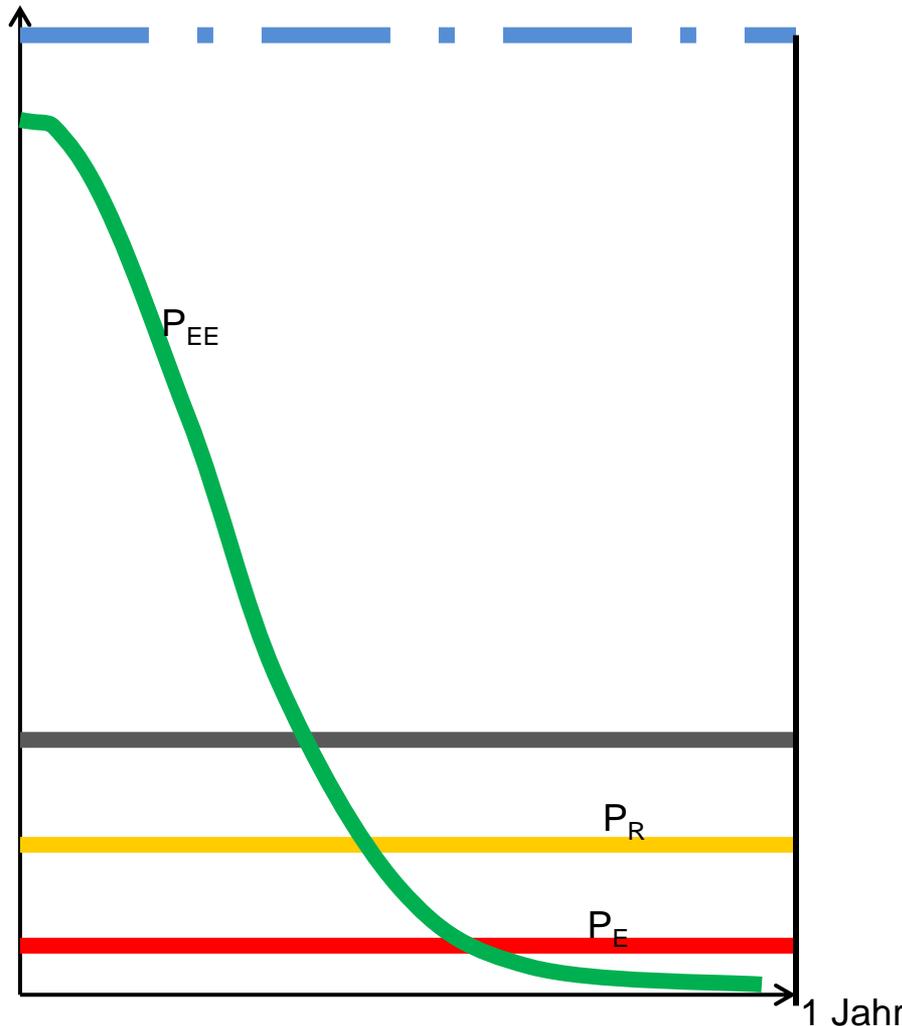
# Gliederung

1. Das Elektrizitätsversorgungssystem(EVS)
2. Das Netz- Möglichkeiten, Anforderungen und Grenzen  
(im Stress- und Störbetrieb)
- 3. Übergreifende Anforderungen bei der EVS-  
Transformation zur Naturstrom-Ära**

# Das Funktionsprinzip der Leistungs- und Energiebalance des „alten“ EVS



# Deutliche Qualitäts- und Dimensionsänderung beim Funktionsprinzip der Leistungs- und Energiebalance im EVS der Naturstrom-Ära

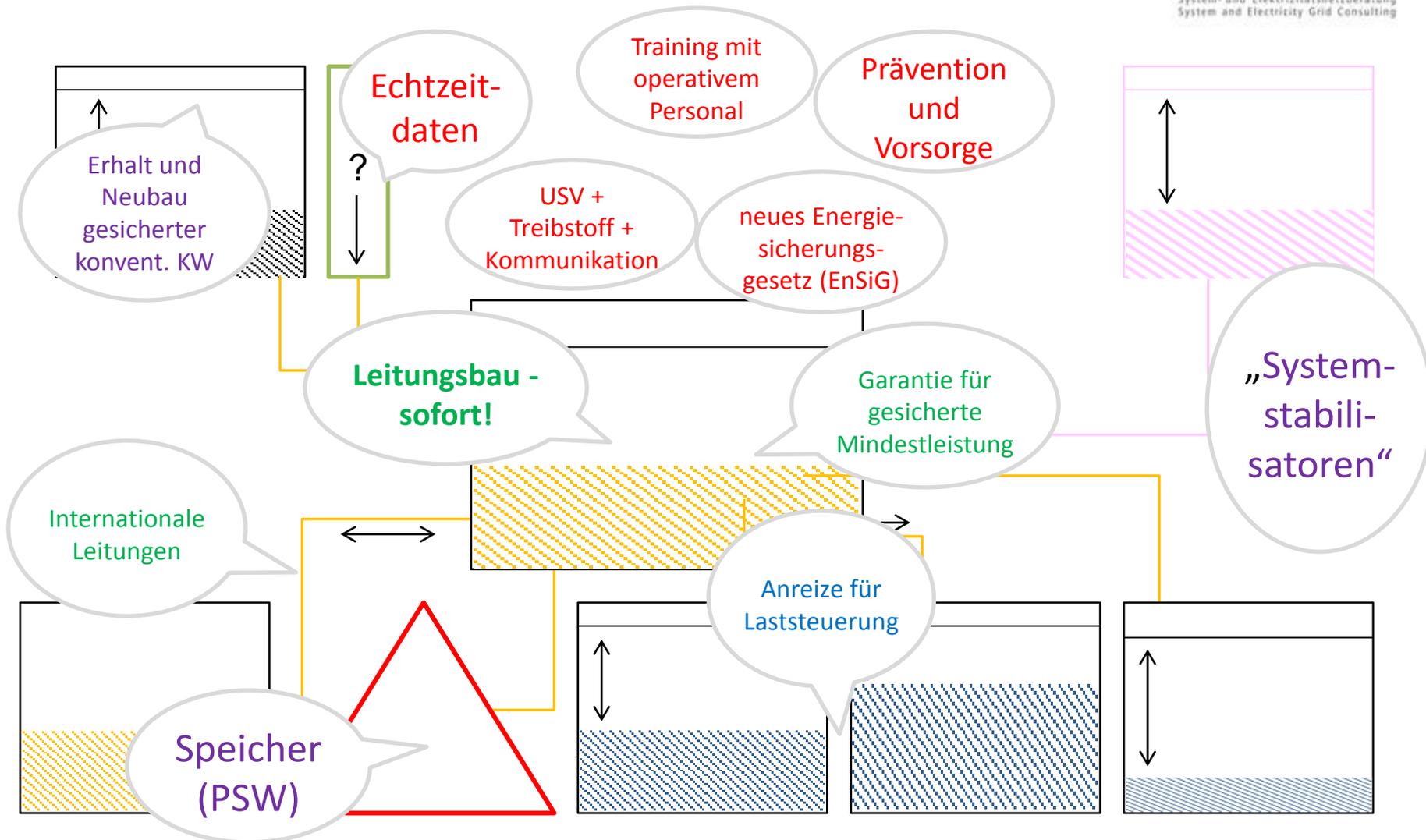


- Last
- EE-Kraftwerke (Vorrang)
- konvent. Erzeugung
- Reserveleistung (z.B. PSW, Gas)
- Netzkapazität (n-1)

Infolge: a) EEG-Vorrang,  
b) energetischer Ausbeute von lediglich 5-20% und Nord-Süd-Assymmetrie

sinkt: die Auslastung der konvent.KW und  
steigt: massiv die geforderte Netz- und Reserve-KW-kapazität

# Einige wichtige Maßnahmen



# Ein exzellentes Werkzeug zur Stressverringerng: **Pumpspeicherwerke (PSW) als bipolare Systemstabilisatoren**

- PSW sind einzigartig schnell und extrem zuverlässig bei
  - a) der Erzeugung elektrischer Leistung (Generatorbetrieb)
  - b) dem Verbrauch elektrischer Leistung (Pumpbetrieb)
  - c) dem autarken Schwarzstart zur Wiederversorgung
- Klärung der betriebswirtschaftlichen Nutzungsfähigkeit sofort erforderlich (BNetzA), d.h. Abschaffung der Netzentgeltspflichtigkeit



1 – Unterbecken

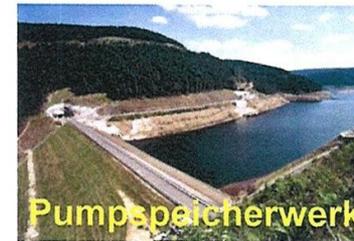
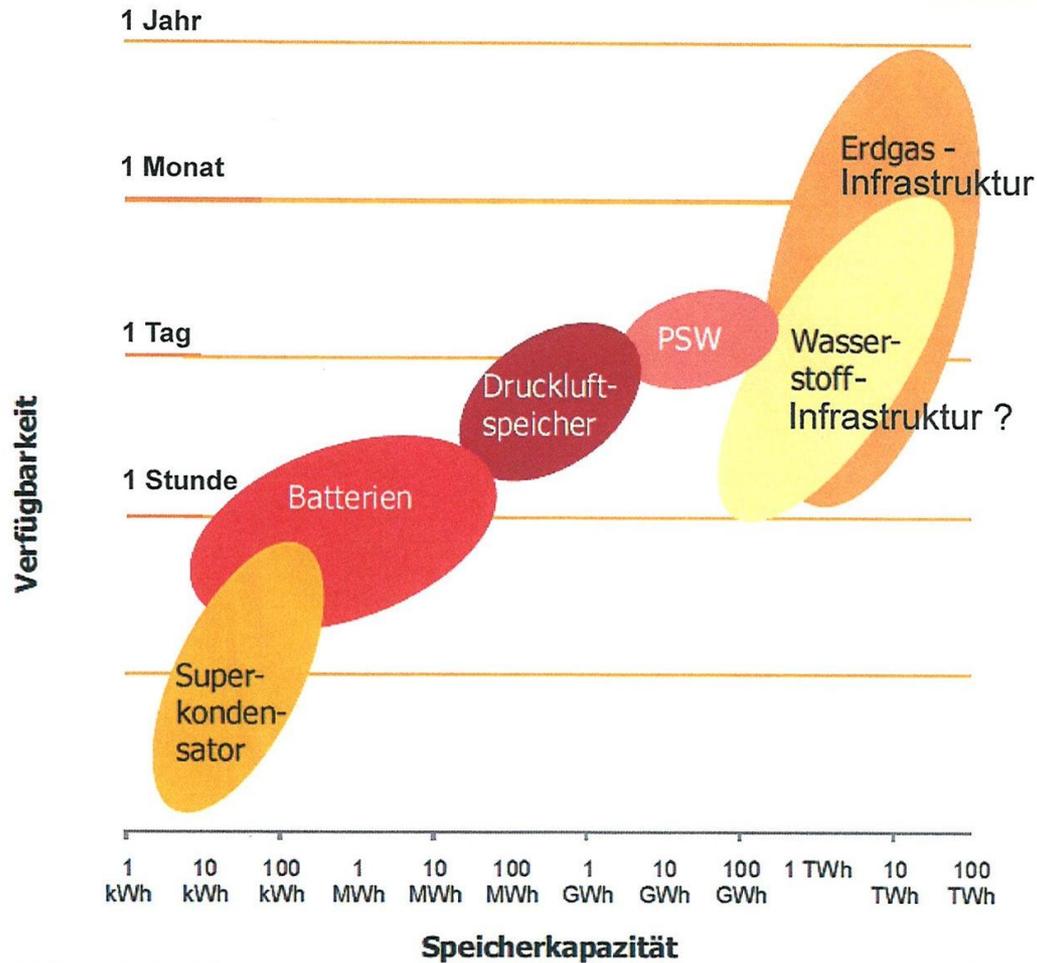
2 – Oberbecken

Pumpen und Generatoren  
sind im Berg (Kaverne)

Quelle: Dow Jones, Energy Weekly, Nr. 15, Freitag, 13. April 2012.

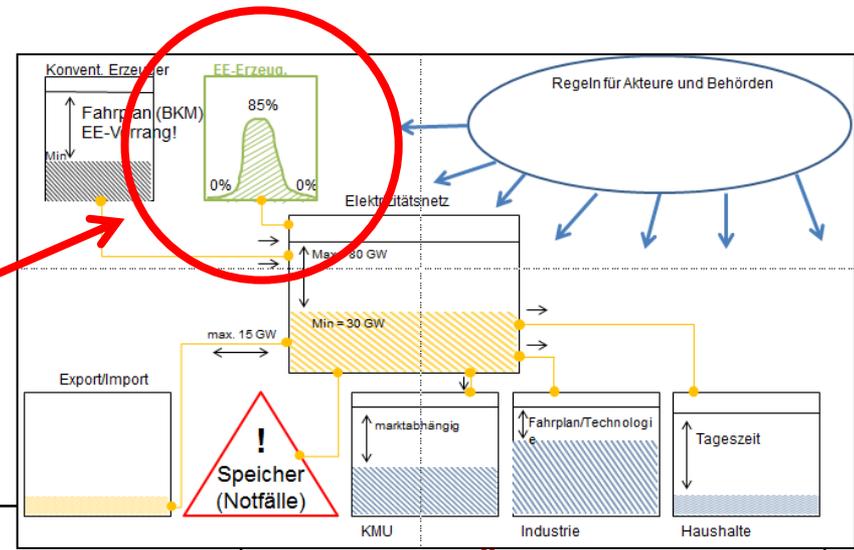
# Technologien und Reichweiten potenzieller Speichermöglichkeiten

(Quelle: VNG Gasspeicher GmbH, Vortrag bei der dena-Energiekonferenz)



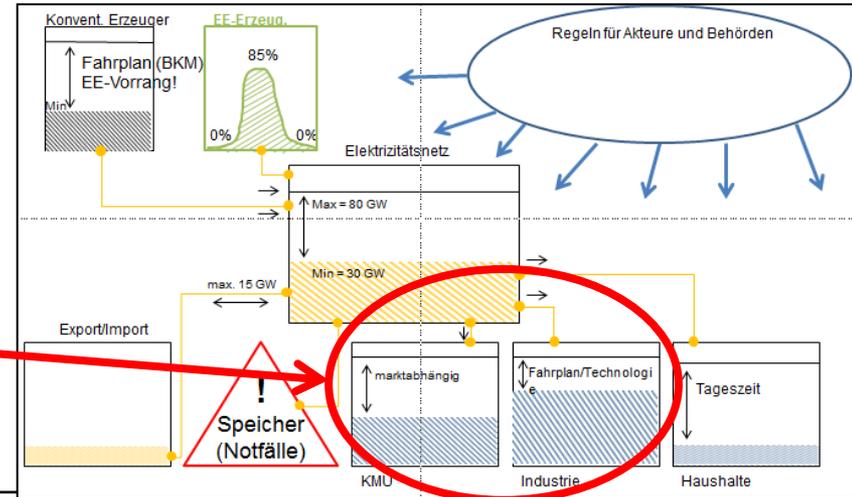
Batterie

# Fokus „EE-Erzeugung“



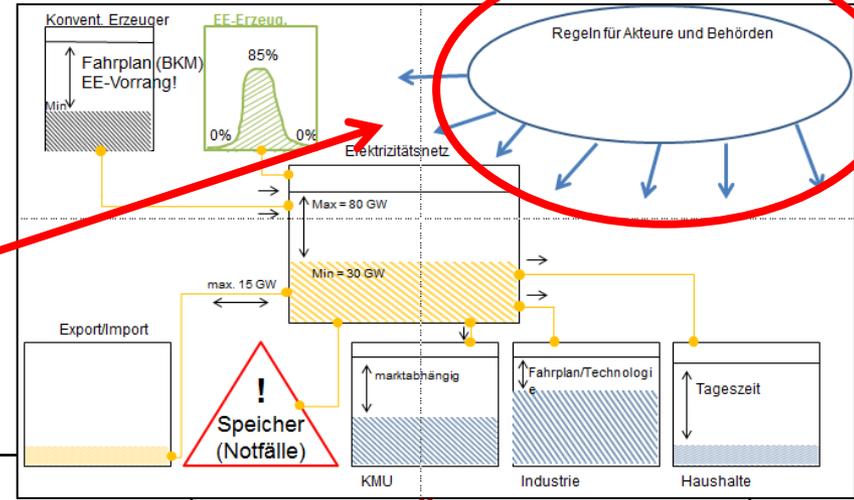
 - erledigt	 - offen	 - eilt
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kabinettszustimmung zur EnWG-Änderung am 29. 8.12 (Haftungsregeln für offshore u.a.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eckpunkte zur Fortführung EEG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung ganzheitlicher Ansatz Zusammenspiel SoS, Markt und Umwelt</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Änderung des Rechtsrahmens für PV-Anlagen v.29.6.12 mit Wirkung ab 1.4.12</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umsetzung des 50,2 Hz- Themas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Echtzeitdaten-bereitstellung aller EE-Anlagen !!!</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>EEG-Umlage veröffentlicht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Lösungspfade für Marktfähigkeit</b></li> </ul>	

# Fokus „KMU und Industrie“



 - erledigt	 - offen	 - eilt
<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterstützung der energieintensiven Industrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerechte finanzielle Lastenverteilung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Massive Beschleunigung von <b>Energieeffizienz unter Berücksichtigung der Systemanforderungen</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etablierung eines Systems zum <b>systemstützenden Lastmanagements</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mehr Planungssicherheit für die finanziellen Mehraufwendungen</li> </ul>

# Fokus „Regeln“



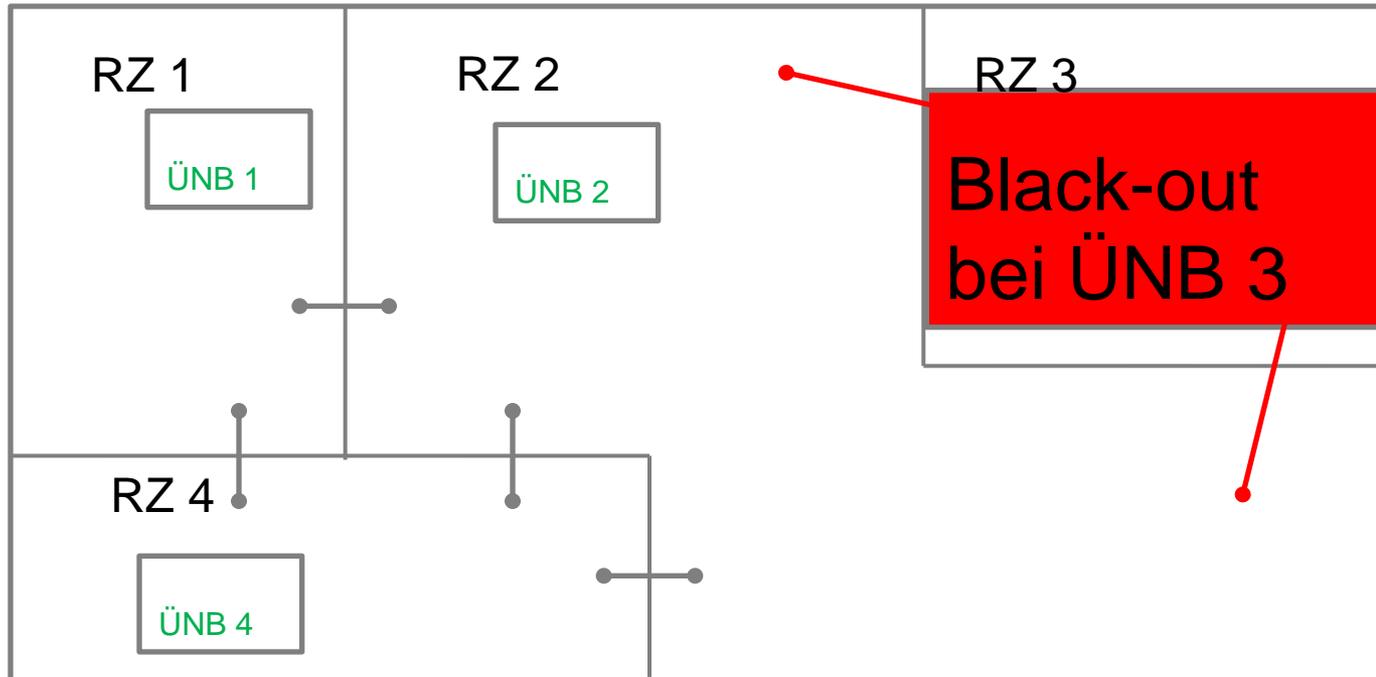
 - erledigt	 - offen	 - eilt
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regelwerk nach bisherigen Systemstatus bei ÜNB/VNB vorhanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weiterentwicklung des Regelwerkes für alle Akteure im EVS erforderlich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Normierte</b> Turnusanforderungen an Ausbildung <b>und Training</b> (mit regul. Anerkennung)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundsätzlicher Rechtsrahmen für Notfall-und Katastrophensituationen vorhanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutliche Verschärfung der(Disziplin-) Anforderungen an alle BKV ist noch offen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeignete Sanktionen für BKM-Verstöße(Primat der ELV- Einhaltung)</li> </ul>
<p>5.März 2013</p>	<p>Dipl.-Ing. Wolfgang Neldner, System-und Elektrizitätsnetzberatung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Forcierte Krisen-und Notfallvorsorge</b></li> </ul>

Anzahl, Anforderungen und Einfluss **aller** Akteure nehmen zu, Datentransparenz und ein Systemkodex(standardisierte Prozesse, Sprache und Dokumentation)sind erforderlich

Akteure	Das Elektrizitätsgeschäft	Der (physikalische) Betrieb			
		380	110	MS	NS
EE-Produktion	+	+	+++	++	++
Konvent. E-Produktion	++		++	+	
Netze	+(BKO und BKV)	<b>ÜNB und VNB/Stadtwerke</b>			
Speicher	++		+	+	+
Export/Import	++				
Industrie-Verbrauch	+++	+	++	++	+
KMU-Verbrauch	++		+	+++	+
Haushalts-Verbrauch	+			+	+++

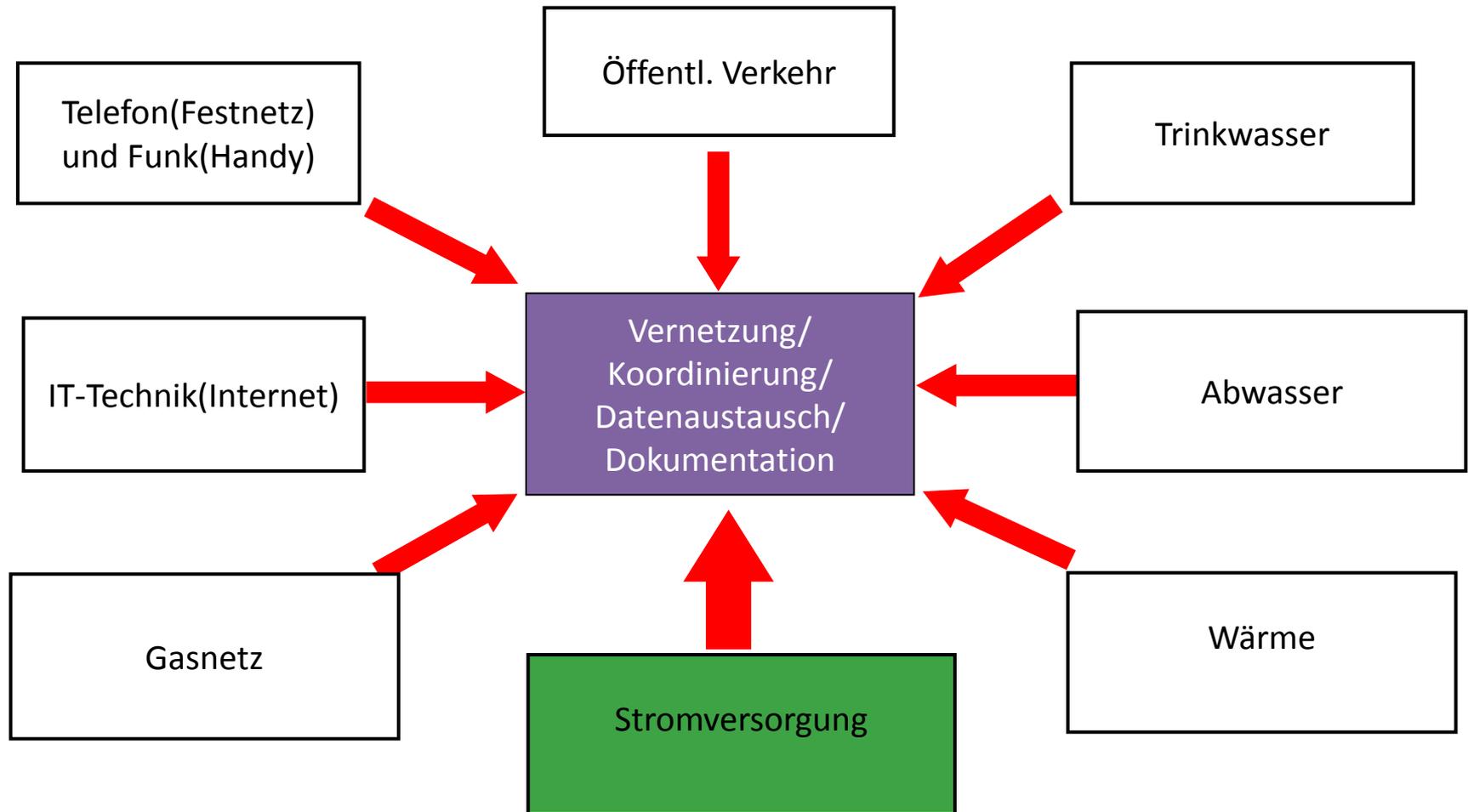
Eine beherrschbare , aber sehr ernst zu nehmende Vorstufe des Gesamt- GAU, die Inselung, bzw. der **Blackout in einer Regelzone** mit Ausfall aller Verbindungsleitungen- es *kann dauern.....*

EVS



- Ausregelung des verbleibenden „gesunden“ EVS durch die jeweiligen ÜNB
- Versuch der Wiederanschaltung(Synchronisierung) für RZ 3
- Ggfs. Vorbereitung des separierten Schwarzstarts, **höchste Einsatzstufe/Eskalierung !!**
- Absicherung, Wiederherstellung der Eigenbedarfs und **Notversorgung(Nachbetankung!!!)**
- enge Zusammenarbeit mit ÜNB/VNB's/Katastrophenbehörden

# Infrastruktursysteme – Die Vernetzung nutzt für Effizienz im **Normalbetrieb** und für Gefahrenabwehr im **Stress- und Störbetrieb**



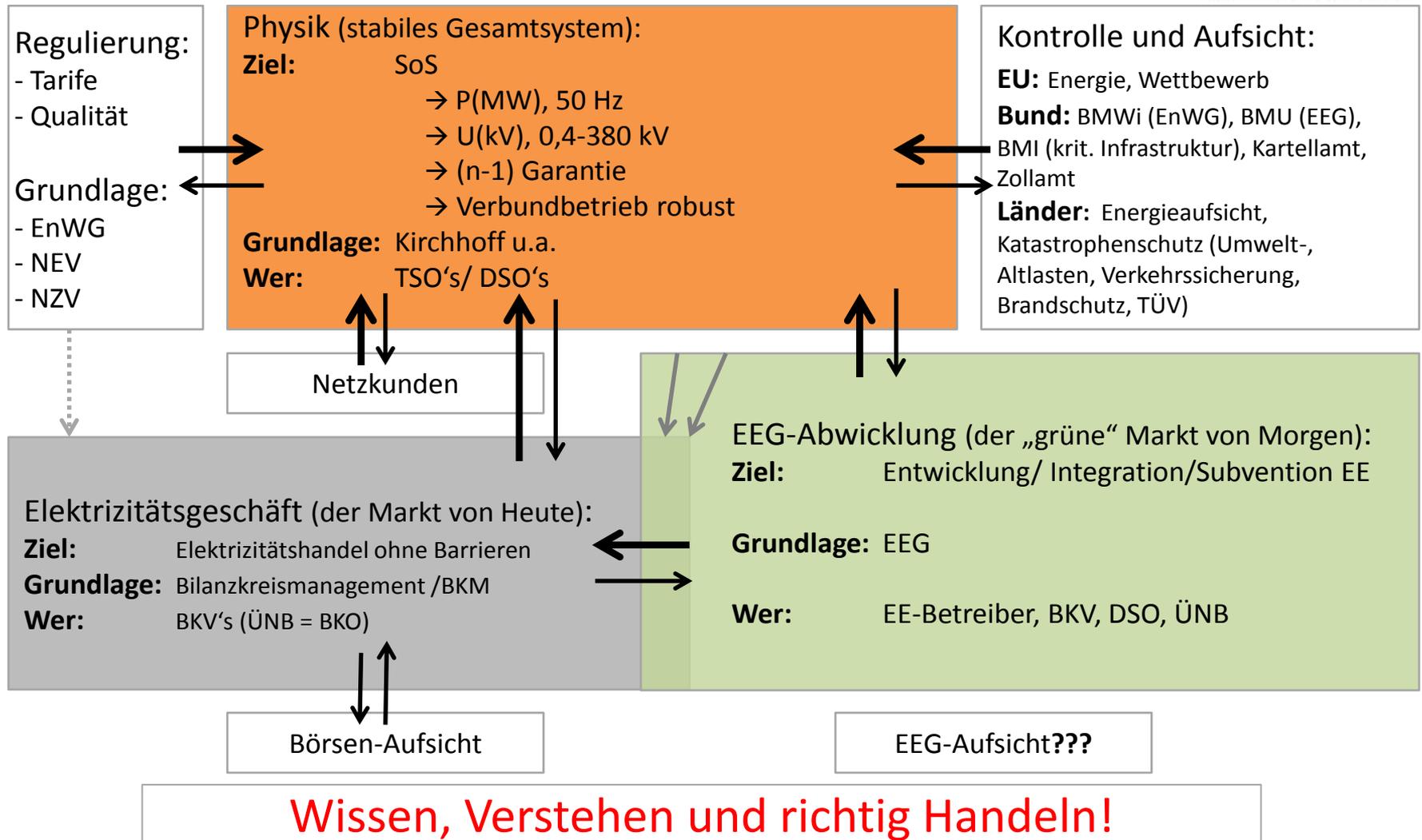
Quelle: 50Hertz

5.März 2013

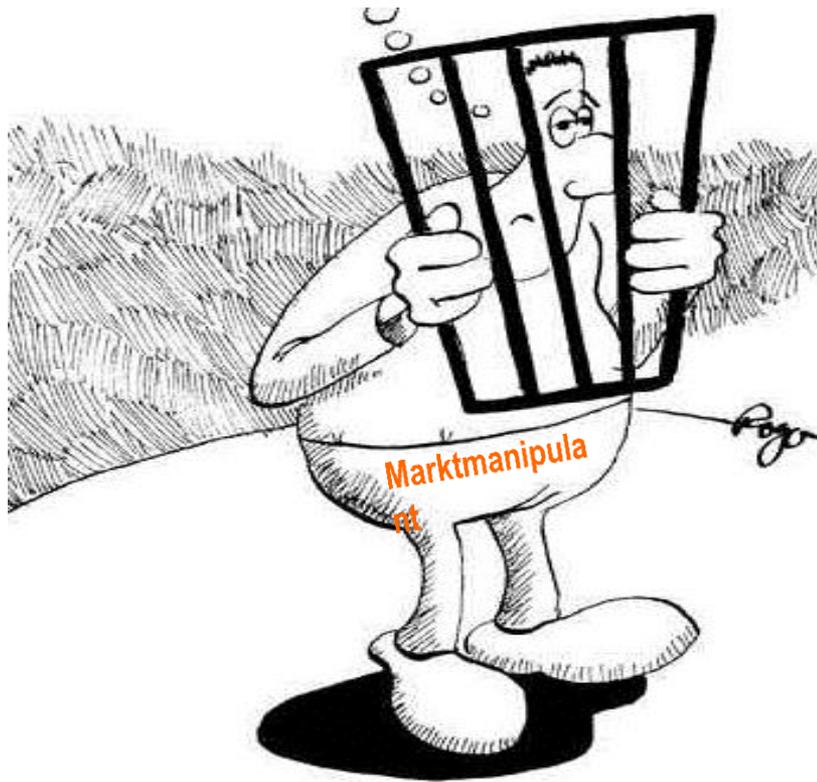
Dipl.-Ing. Wolfgang Neldner, System-und  
Elektrizitätsnetzberatung

34

# Das komplexes Zusammenspiel der (Elektrizitäts-)Systeme- für Fortgeschrittene und Zukunftsgestalter



# Das Bilanzkreismanagement hat Robustheitsdefizite: Minister Rösler will Strafen für Marktmanipulation drastisch verschärfen



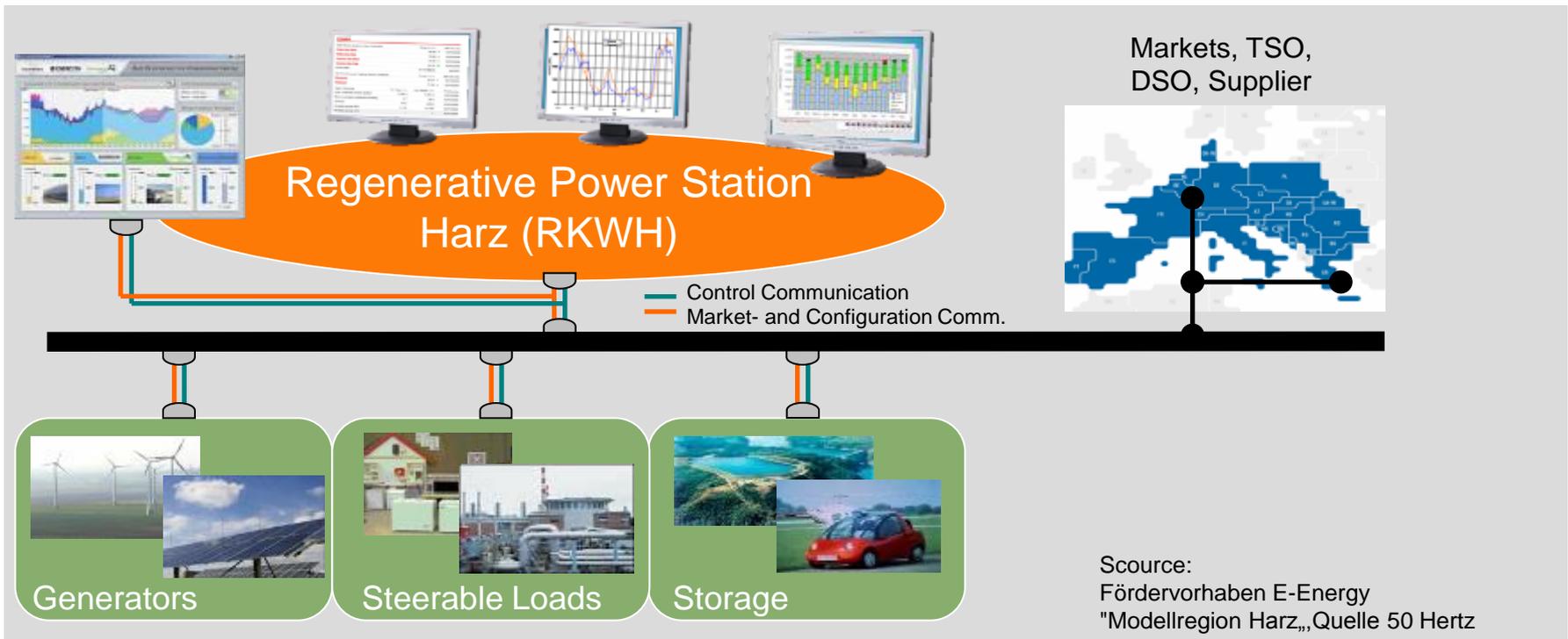
- bis zu 5 Jahre Gefängnis soll als Strafe möglich sein
- Teil des Markttransparenzstellen-Gesetzes, an dem das Bundeswirtschaftsministerium gerade arbeitet

Die Robustheit des EVS im normalen Markt- und Geschäftsbetrieb ist eine wesentliche Grundlage für weniger Stress und eine geringere Wahrscheinlichkeit des Umschlagens von Stress in Störung oder Gefahr!

Quelle: DOWJONES, Energy Weekly, 20. April 2012, Nr. 16, S. 7.

**Zukunftsvision:** Erzeugung, Speicherung und auch Last müssen (europaweit) kombiniert werden, sowohl in der Achse Nord- Süd als auch Ost- West !!!, Quelle 50 Herz und RegModHarz

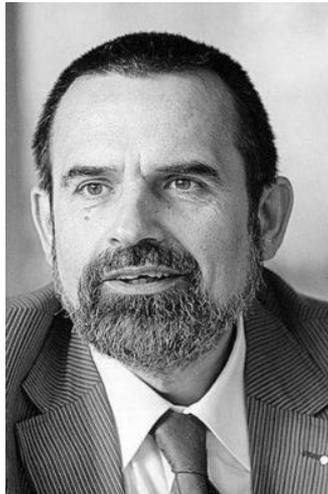
Energiezukunft = f (  $G_i + L_i + S_i$  ) + f ( Netzausbau und grenzüberschreitende Zusammenschaltung ) + f ( europa-/bundesweiter Akzeptanz und rechtlich-regulatorischer Kostenteilung )



Source:  
Fördervorhaben E-Energy  
"Modellregion Harz,,Quelle 50 Hertz

# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

**ALLEN, DIE BEI DER VORBEREITUNG, BEI RECHERCHEN, FÜR QUELLENANGABEN UND BEI  
DISKUSSIONEN BEHILFLICH WAREN, DANKE ICH SEHR, MEIN BESONDERER DANK GILT:  
50HERTZ TRANSMISSION & BTU COTTBUS, DENA,VE G&M SOWIE WM-CONSULT**



## **NeldnerConsult**

System- und Elektrizitätsnetzberatung

Dregerhoffstrasse 112

12557 Berlin

[www.neldnerconsult.eu](http://www.neldnerconsult.eu)

[info@neldnerconsult.eu](mailto:info@neldnerconsult.eu)