

Dezentrale Versorgungssysteme als Bausteine einer zukünftigen Energieversorgung

Inecs GmbH
Dipl.- Ing. Martin Pokojski
Schulzendorfer Str. 1
D13467 Berlin
martin.pokojski@inecs.de

- 1. Marktentwicklung**
- 2. Dezentrale Strukturen**
- 3. Elektronische Marktplätze**

Allgemeine Entwicklung



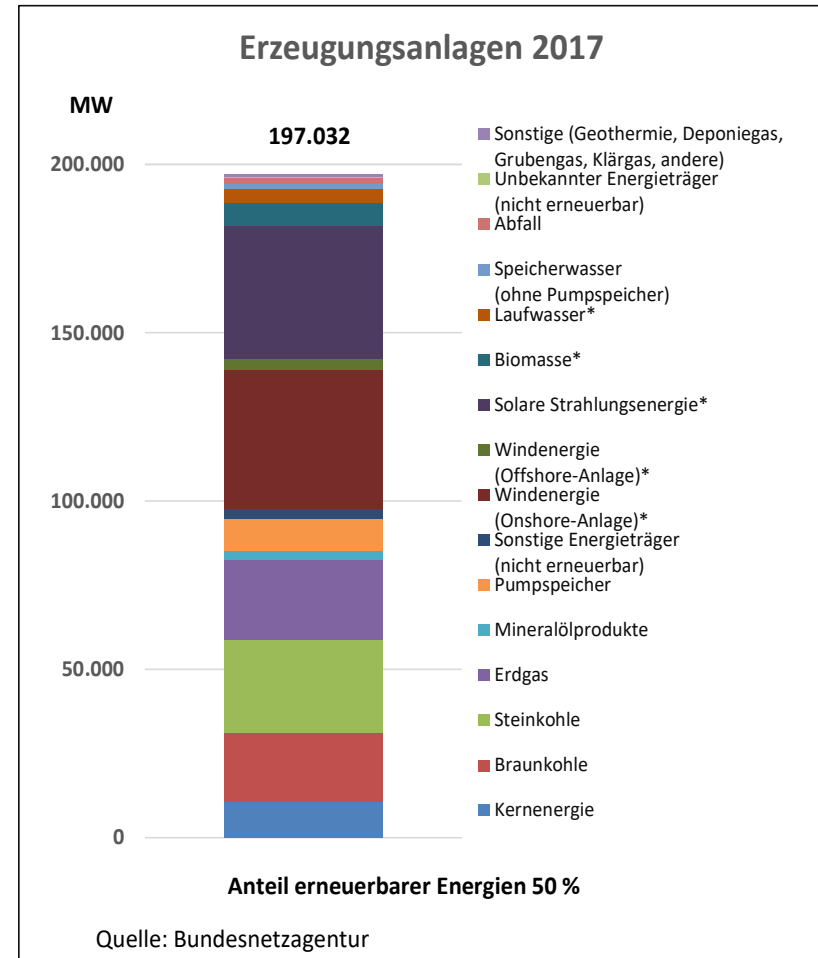
- Anteil der erneuerbaren Energien an der Brutto-Stromerzeugung Deutschlands von 29 % im Jahr 2016, bzw. 31,7 Prozent am Brutto-Stromverbrauch ¹⁾
- Zunahme des Stromanteils aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2025 auf 40 bis 45 Prozent angestrebt ¹⁾
- Hoher Einspeisungsanteil an fluktuierender Energie
- Anteil der Erzeugungskapazität mit fossilen Energien 50 % - weitere Stilllegungen geplant (4,4 GW Stilllegungsanzeigen) ²⁾
- Forcierte Entwicklung von E-Fahrzeugen (mind. 300.000 Fahrzeuge) ³⁾

Quelle:

1) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

2) Bundesnetzagentur

3) Flyer Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Gesamtförderung 1,2 Mrd. Euro; Bonus von 4.000 Euro für reine Elektroautos und 3.000 Euro für Plug-In Hybride)



Übertragungsnetz

- Zunehmende Belastung des 400-kV-Transportnetzes durch Einspeisung von lastferner fluktuierender regenerativer Energie.
- Hoher Redispatch-Bedarf (2015: 402,5 Mio.€, 2016: 218,8 Mio.€)
- Beeinträchtigung des Lastflusses durch benachbarte Länder (Quer-/Längsregler).
- Nur punktuelle Erleichterungen durch Maßnahmen wie Hochtemperaturseile (TAL)

Verteilnetz

- Zunehmende Aufnahme und Abtransport von erneuerbarem Strom
- Probleme bei der Spannungshaltung, da Stromeinspeisung bevorzugt am Netzende
- Sinkendes Aufkommen an Kurschlussleistung
- Einspeisung übertrifft Verbrauch
- Städtische Bereiche als „Lastsenke“

Ausbau der Erzeugung

- Errichtung von Gaskraftwerken (Reservekraftwerke mit einer Kapazität von 2000 Megawatt in Südwestdeutschland)

Ertüchtigung des Übertragungsnetzes

- Weiterer Ausbau des 380-kV-Netzes
- Aufbau von Gleichstromverbindungen (DC) mit 4 Korridoren (SüdLink, Ultranet; SuedOstLink)
- Langfristiger Ausbau der DC-Verbindungen zu einem DC-Grid



Ausbau dezentraler Strukturen

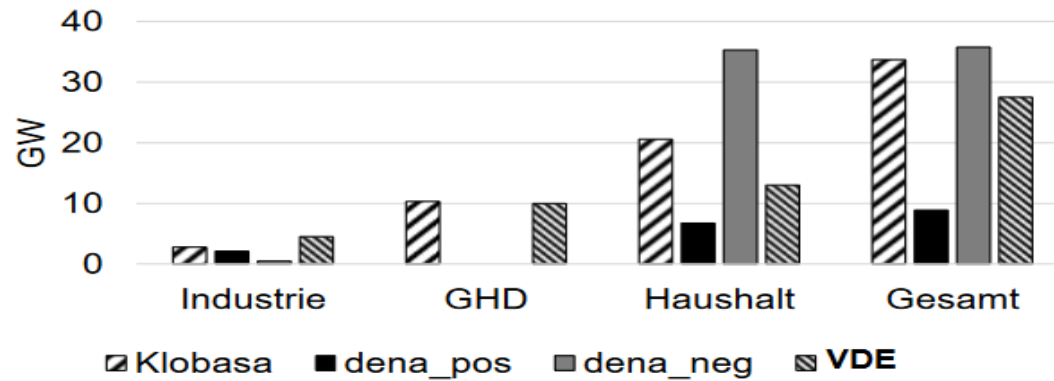


- Erbringung von Systemdienstleistungen - über Einzelanlagen oder aggregierte Leistungen
 - Primärregelung
 - Sekundärregelung
 - Tertiärregelung
- Aufnahme und Abtransport von erneuerbarem Strom
- Sicherstellung von Spannungshaltung und Blindstrombereitstellung
- Lieferung von Kurschlussleistung für sicheren Betrieb
- Einbindung aller Player einschließlich Prosumern
- Intelligente Netzkonzepte zur Einbindung neuer Verbraucher
- Anreizmodellen für den Netzbetrieb

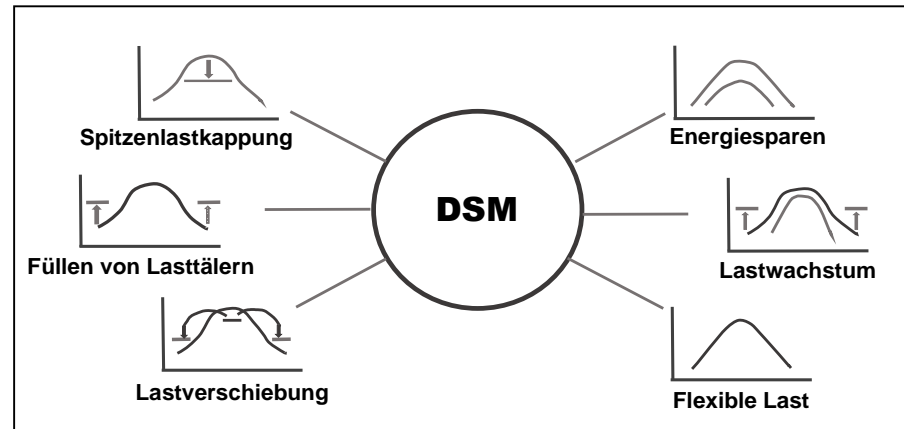
1. Anpassung der Nachfrage
2. Ertüchtigung des Verteilnetzes
3. Optimierung der dezentralen Erzeugung
4. Bildung virtueller Kraftwerke
5. Entwicklung von Smart Grids /Zellulare Systeme
6. Aufbau elektronischer Marktplätze

Optimierung der Nachfrage

DSM-Potential in Deutschland



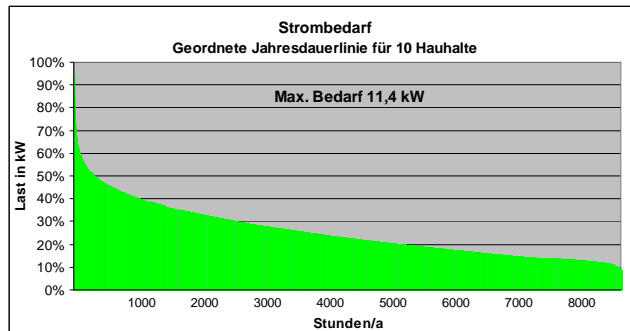
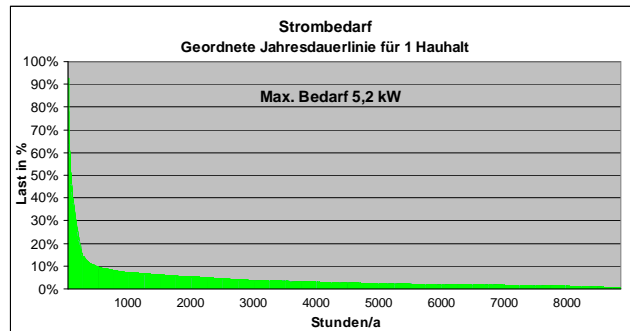
[Quelle: dena 2010, Grote 2014, Klobasa 2007, VDE 2012]



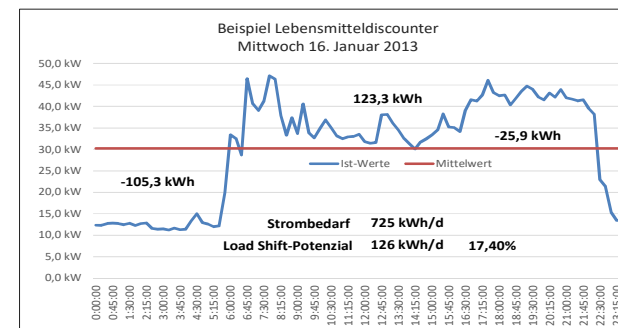
Nachfragebeeinflussung



Haushalt Bündelung der Nachfrage



Gewerbe Lastverschiebung

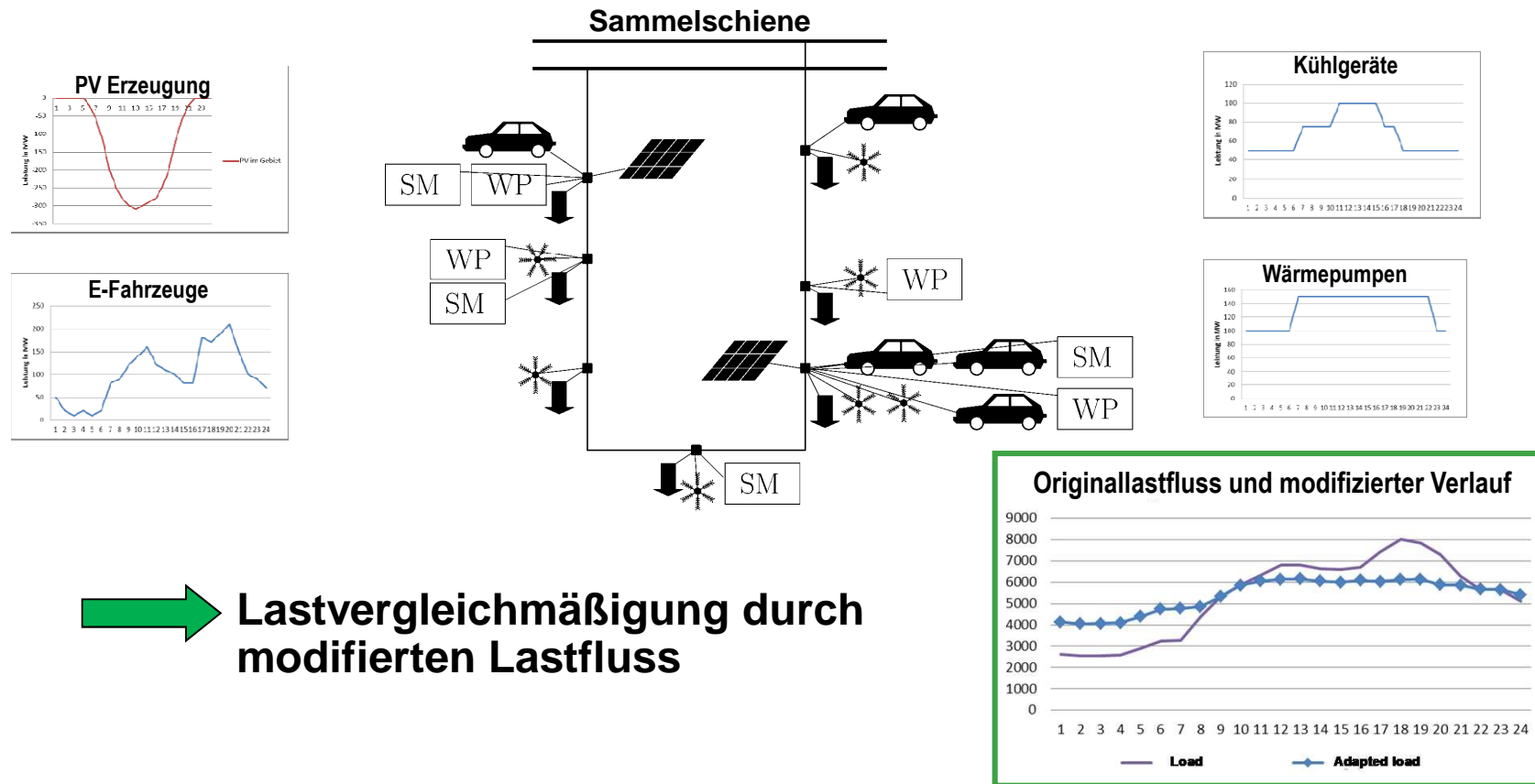


- Kühlhäuser
- Lebensmitteldiscounter und Frischmärkte
- Kleingewerbebetriebe (Bäckereien, Fleischer etc.)
- Dienstleistungsunternehmen
- Wäschereien
- Papier, Druckerei, Vervielfältigung
- Rechenzentren
- Pumpstationen
- Gewerbeturms etc....

Quelle:

- Inecs GmbH-Studie: Planung und Steuerung von dezentralen Energiesystemen in Gebäuden zur nachhaltigen, ressourcenschonenden und wirtschaftlichen Strom- und Wärmeversorgung - (Zuarbeit für Projekt „WafeSave“), 13.12.2016
- Graphik nach „Lastverschiebung in Haushalt, Industrie, Gewerbe und kommunaler Infrastruktur – Potenzialanalyse für Smart Grids – LOADSHIFT“

Monetäre Ansätze zur Optimierung des Lastflusses (variable Tarife)

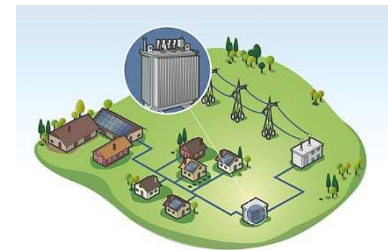
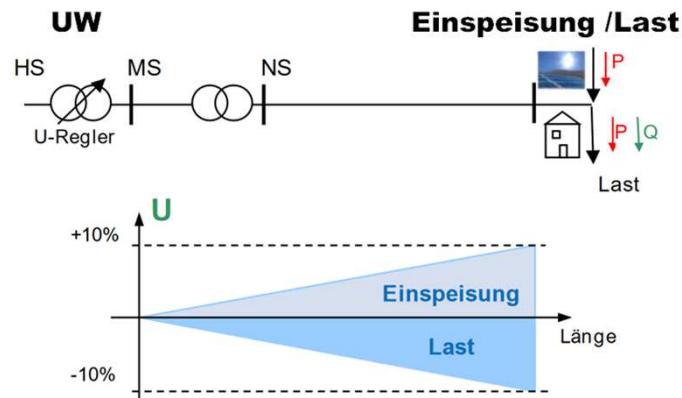


➔ **Lastvergleichmäßigung durch modifizierten Lastfluss**

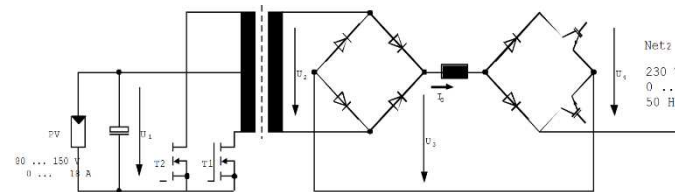
Quelle: Sustainable Urban Infrastructure, Intelligente Energieversorgung für Berlin 2037, Studie der technischen Universität Berlin im Auftrag der Siemens AG und der Vattenfall Europe AG, 2011

Spannungshaltung

- Fehlende Kurzschlussleistung durch Einspeisung mittels Stromrichter:
 - ➔ **Bündelung der Leistung dezentraler Erzeuger**
- Überschreiten der Spannungsgrenzen bei fluktuierenden Einspeisungen:
 - ➔ **Nutzung von rONT („Smart Active Transformer“) sowie selbstgeführte Wechselrichter (Spannungsstabilität und Blindleistungsbedarf)**



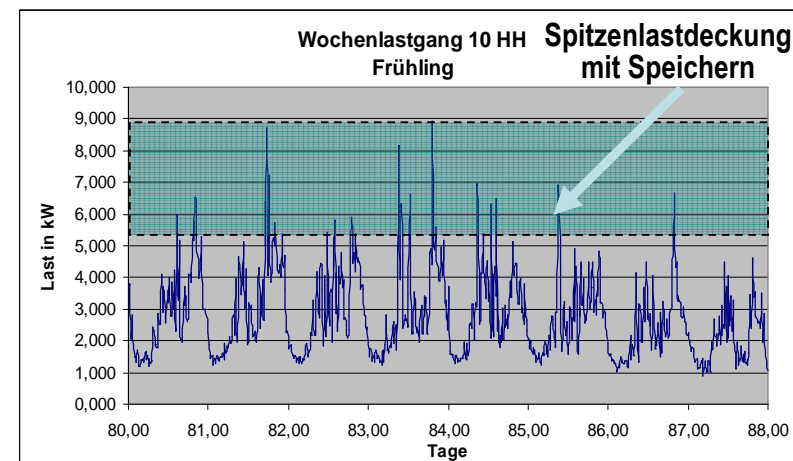
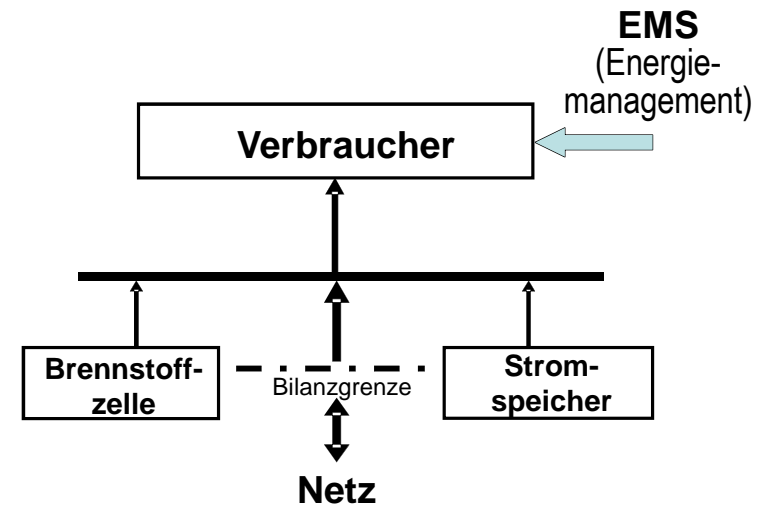
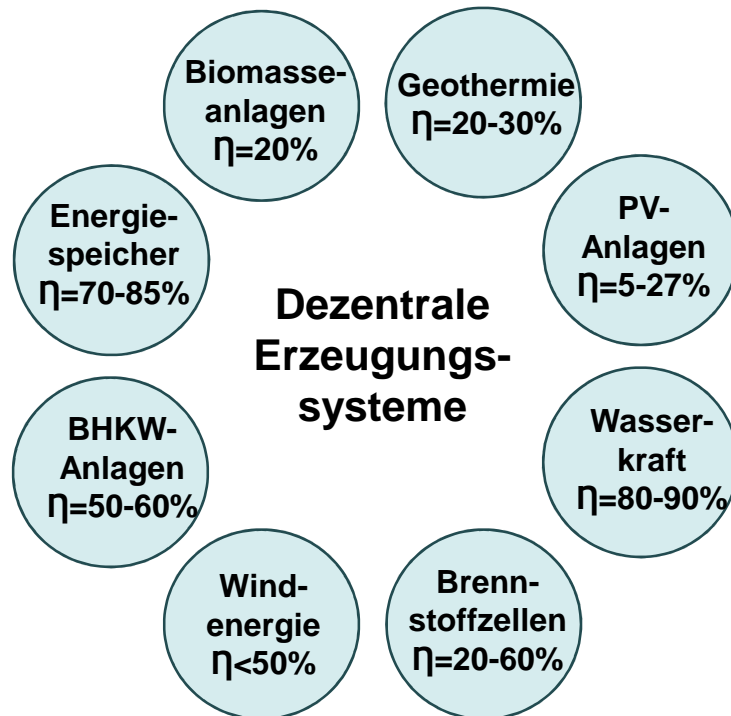
rONT
(regelbare
Ortsnetztrafos)



**Selbst geführte
Wechselrichter**

Quelle: Graphik rONT, J. Schneider Elektrotechnik GmbH, www.energiewende180.de/projekte/projekt-single/article/alles-geregelt-fuer-die-energiewende-regelbare-ortsnetztransformatoren/

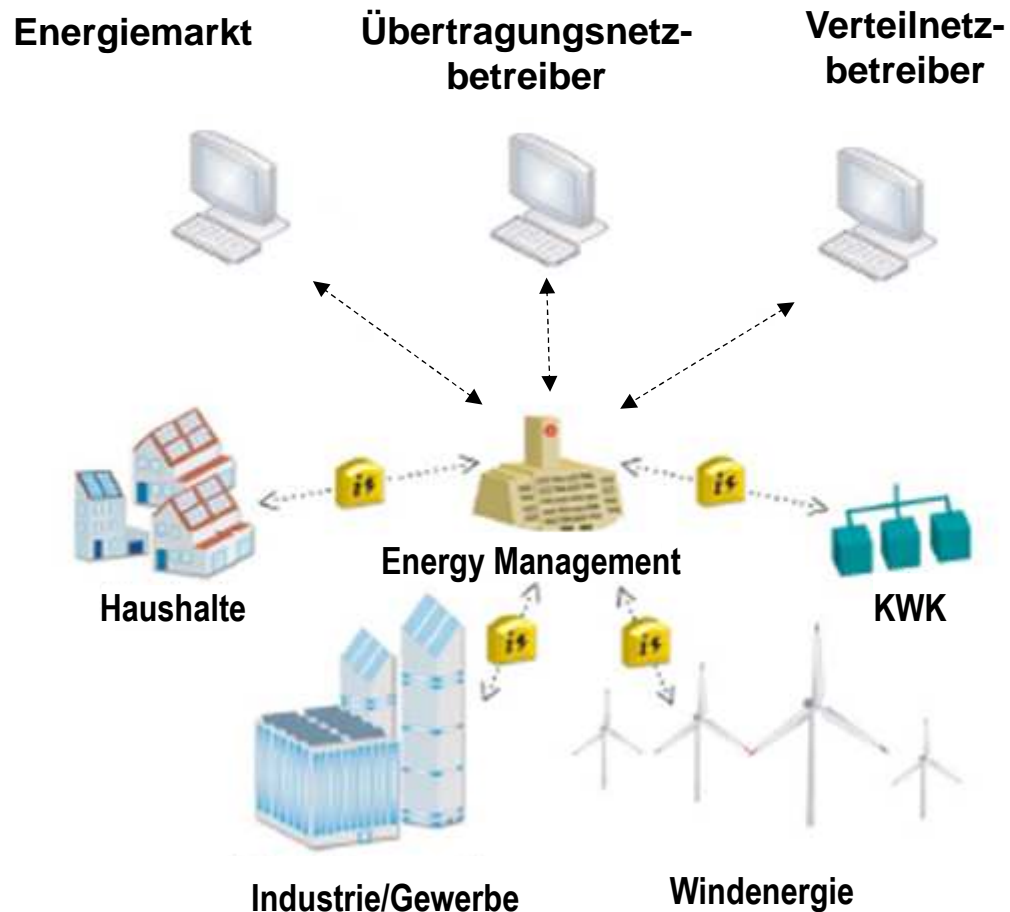
Optimierung der dezentralen Erzeugung



Quelle:

- Wirkungsgradangaben, Zahlen und Fakten zur Stromversorgung in Deutschland, Wirtschaftsbeirats Bayern, Juli 2016
- Potenziale, UBA-Studie
- ENERGIEWENDEATLAS DEUTSCHLAND 2030 Agentur für Erneuerbare Energien e.V., Dezember 2016

Energiemanagementsysteme



Energy Management Systeme

Optimierung von

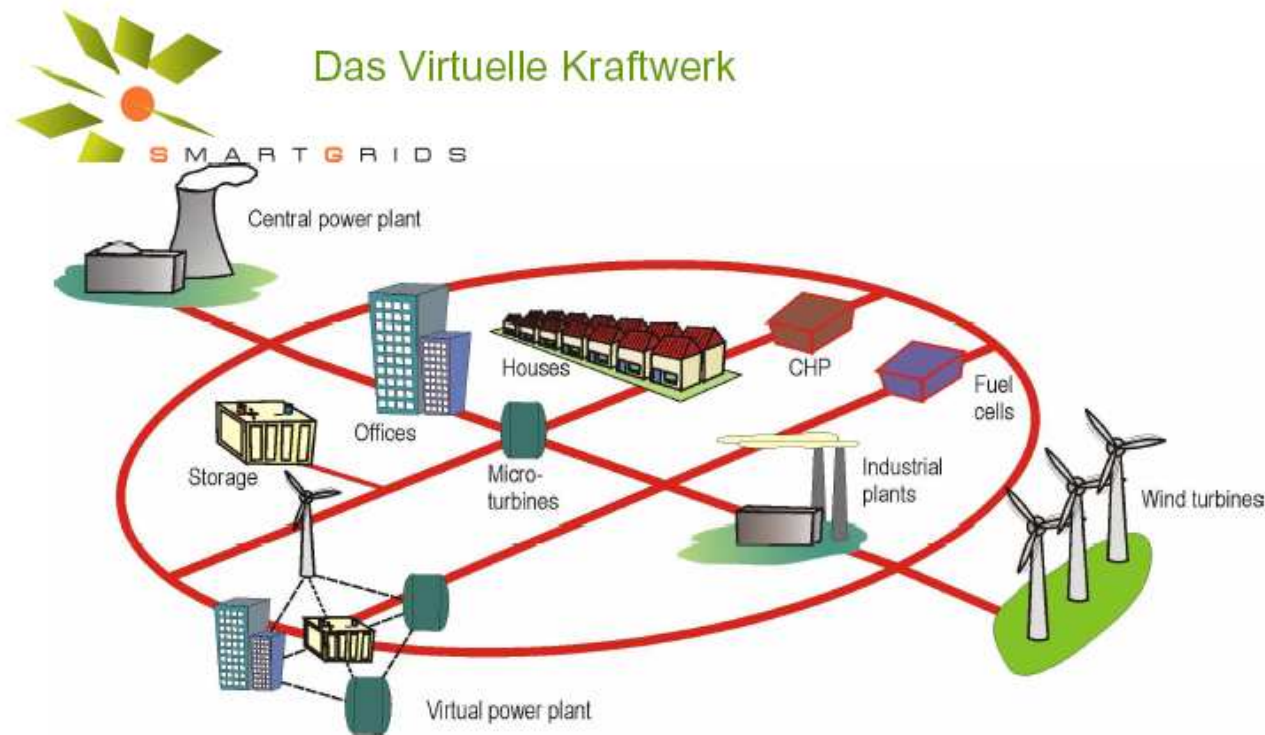
- Erzeugung
- Bedarf
- Netzlast

Kommunikation mit

- Übertragungsnetzbetreiber
- Verteilnetzbetreiber
- Energiebörse

Source: European Technology Platform Smart Grid

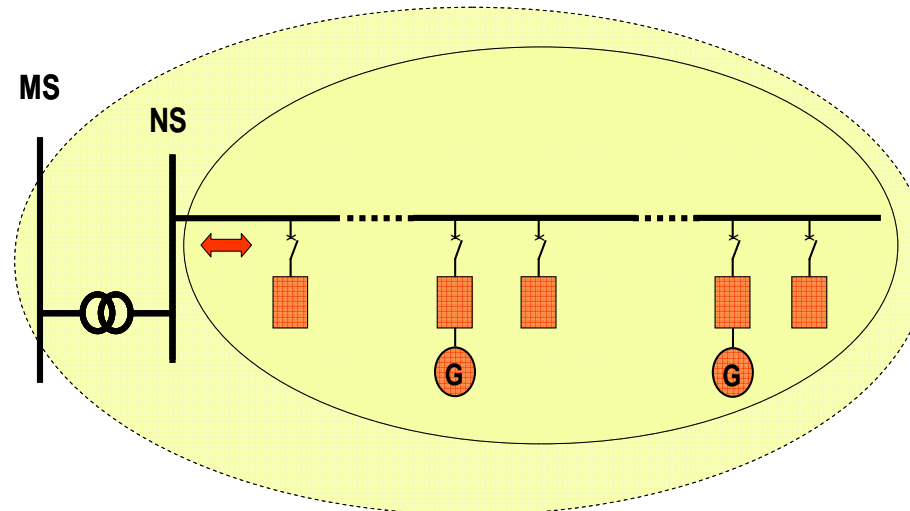
Virtuelle Kraftwerke



Bündelung von Kleinkraftwerken, Speichern und Lastmanagement zu virtuellen Kraftwerken, um am Fahrplanmanagement und weiteren Systemdiensten physikalisch und marktorientiert teilzuhaben.

Source: European Technology Platform Smart Grid

Zellulare Systeme (Micro Grids)

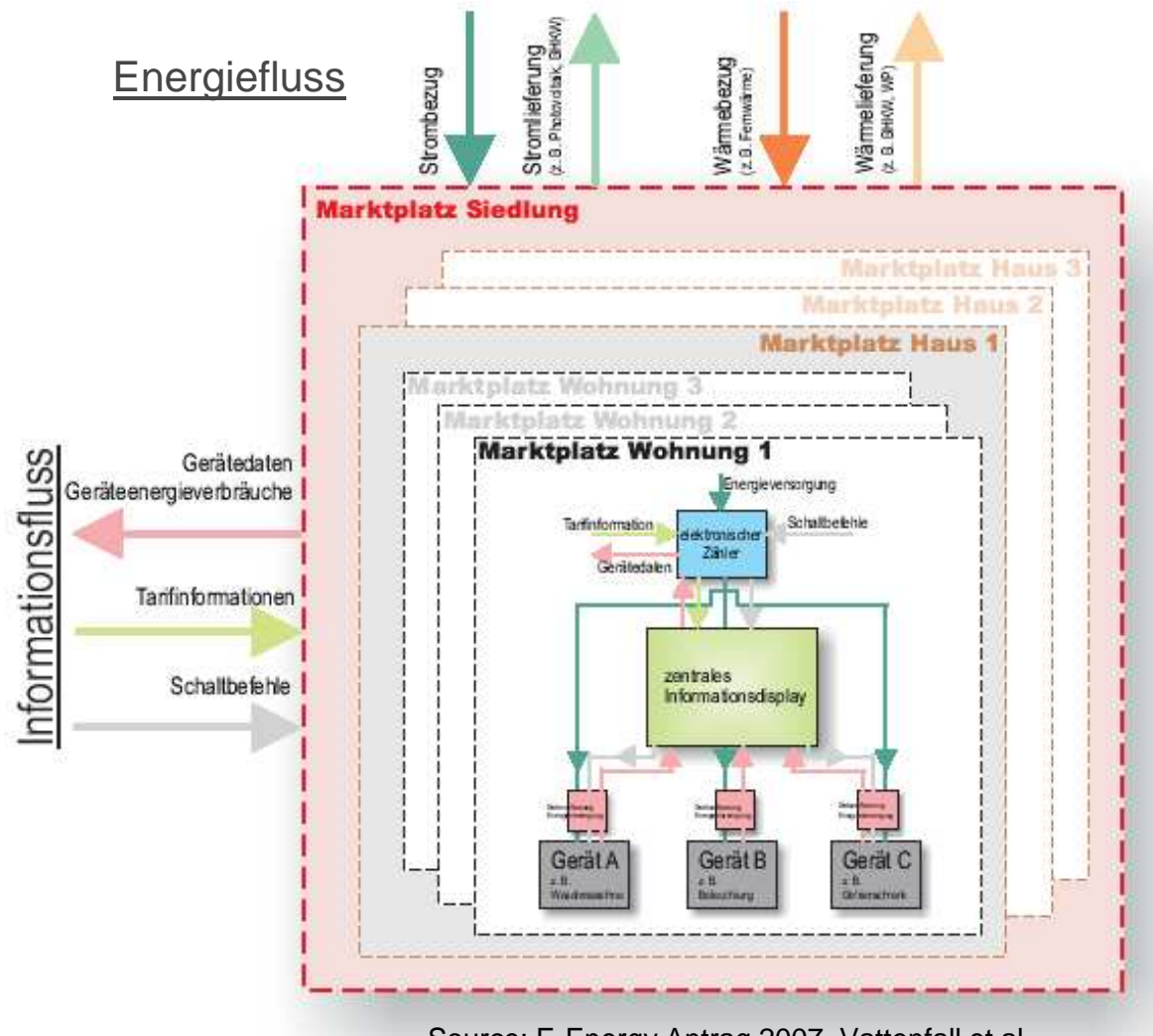


Energiezellen: Autonome Gebiete

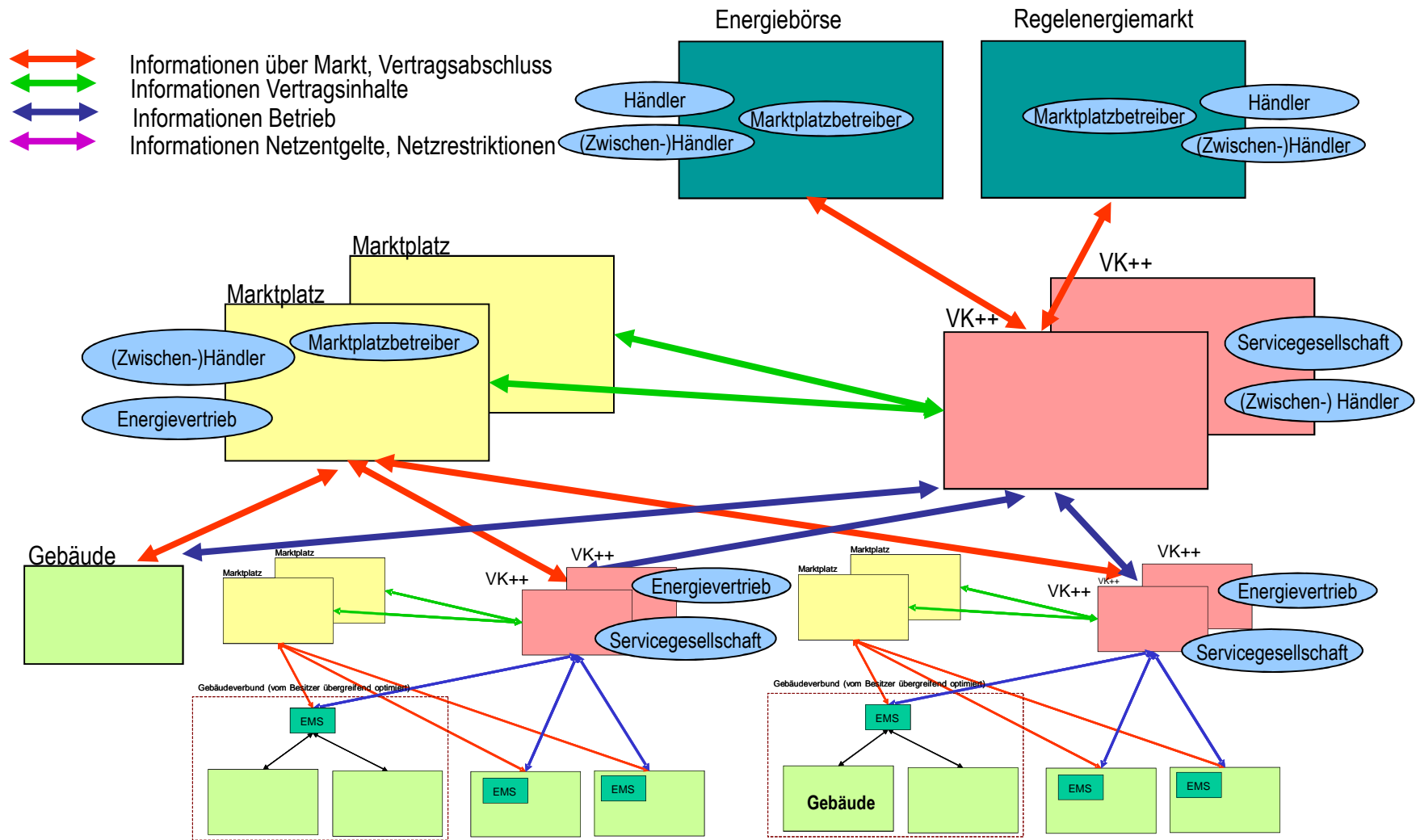
- Eigene Erzeugungssysteme
- Ausgeglichene Balance zwischen Last und Eigenerzeugung,
- Fähigkeit, sich bei Netzfehlern selbst zu versorgen
- Energiehaushalt sowie Energieaustausch zwischen Zellen plan- und steuerbar
- Verbund lokaler Energiezellen durch Energienetze und Kommunikationssysteme

Source: European Technology Platform Smart Grid

Aufbau elektronischer Marktplätze

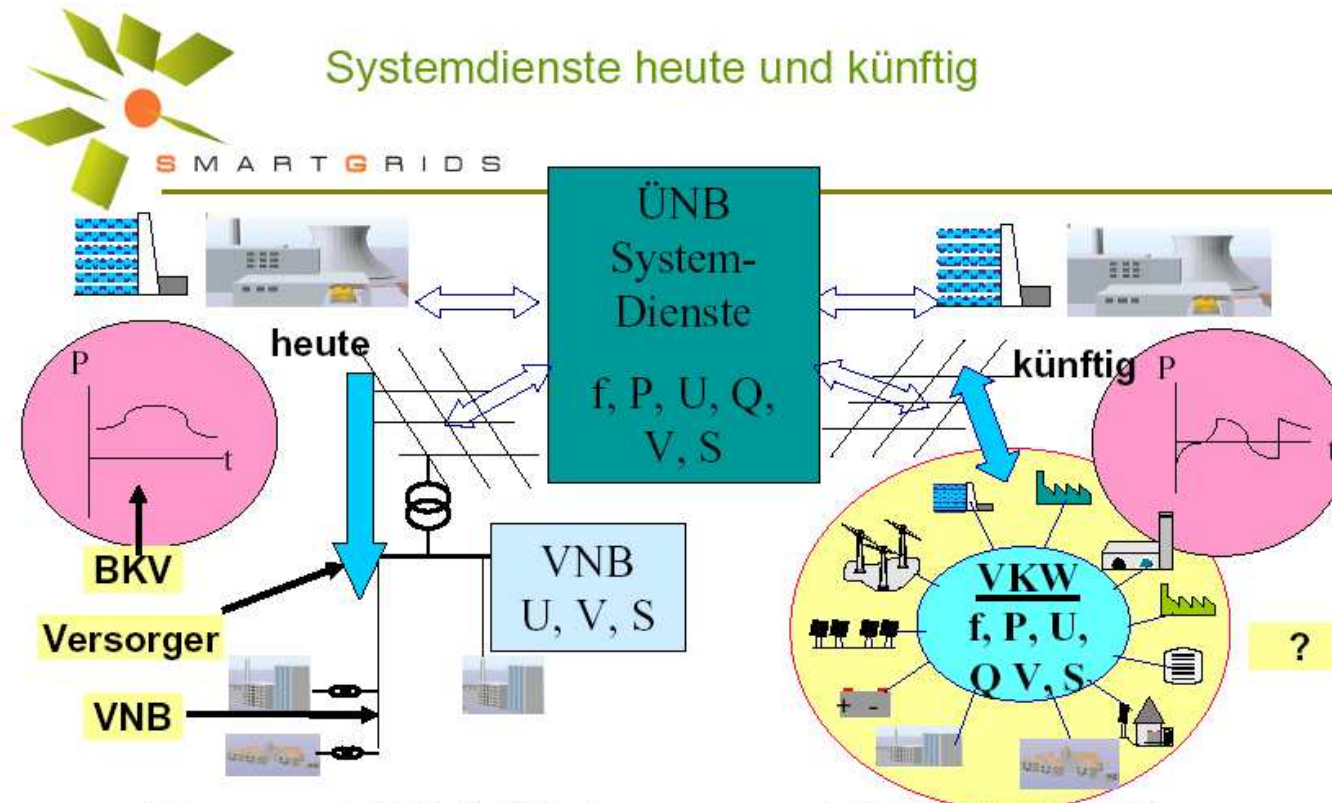


Kaskadierung der Märkte / VK++



Source: E-Energy Antrag 2007, Vattenfall et al.

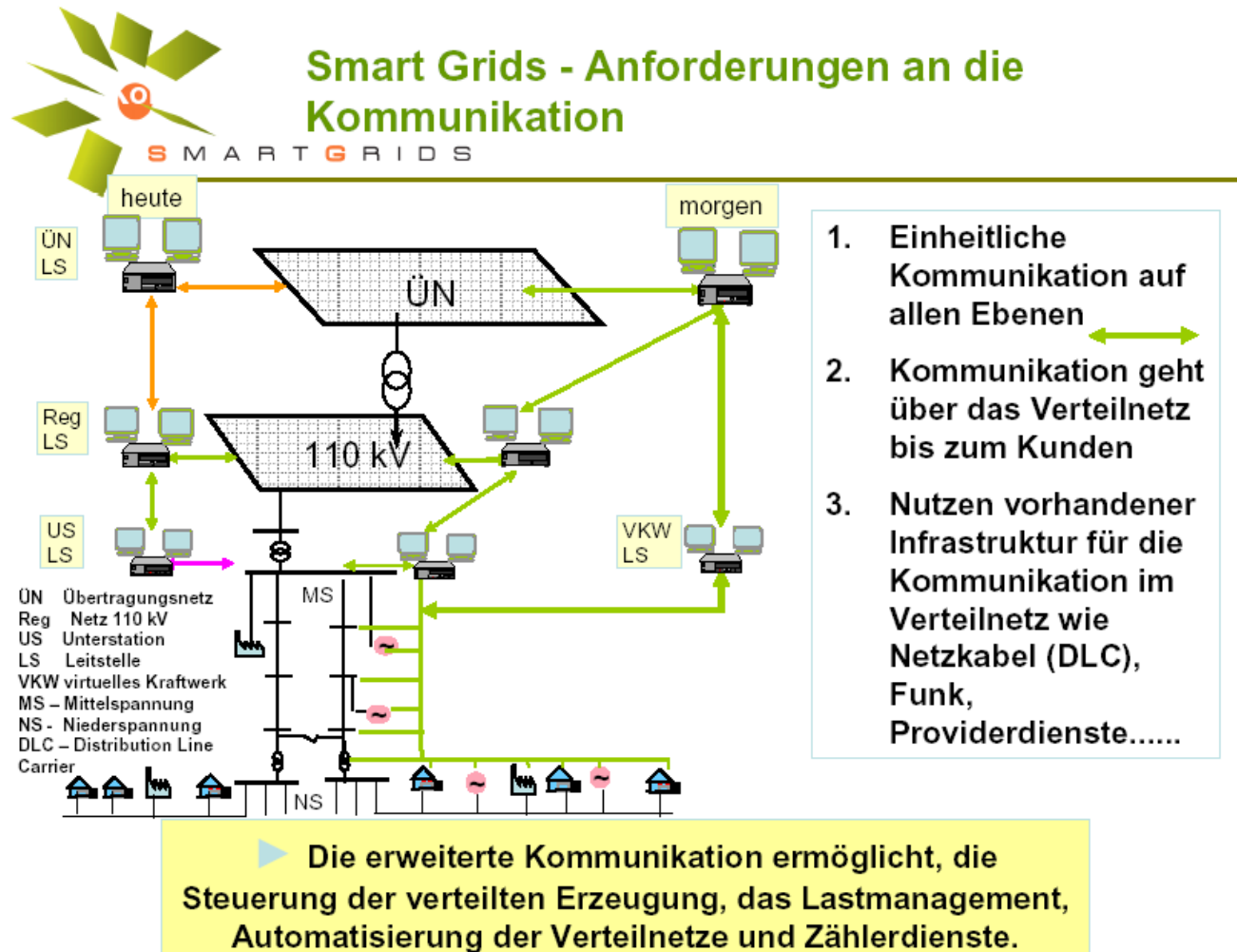
Systemdienstleistungen der Zukunft



f- Frequenzstabilität, P- Fahrplanmanagement, Q – Blindleistungsbilanz,
 U – Spannungsqualität, V- Versorgungswiederaufbau, S –Systemmanagement,
 ÜNB – Übertragungsnetzbetreiber, VN B – Verteilnetzbetreiber, BKV – Bilanzkreisverantwortlicher,

Verantwortlichkeit und Motivation für ein VKW sind heute nicht geklärt

Source: European Technology Platform Smart Grid



Source: European Technology Platform Smart Grid

- Energiemarkt der Zukunft erfordert die Einbindung dezentraler Systeme
- Einbindung dezentraler Systeme über gestufte Vorgehensweise
- Aufbau elektronischer Marktplätze zur Integration aller Akteure
- Systembetrieb der Zukunft erfordert Kommunikation über alle Spannungsebenen

**Vielen Dank
für Ihr Interesse!**