



SRH  
HOCHSCHULEN

## SMART GRIDS UND SMART METER ALS BAUSTEINE DER ENERGIEWENDE

MICHAEL BERGER

INSTITUT FÜR INTEGRATIVE  
ENERGIEWIRTSCHAFT  
**SRH** **HAMM**

EIN INSTITUT DER SRH HOCHSCHULE HAMM

# AGENDA

SRH  
HOCHSCHULEN

- 1 Motivation und Zielsetzung
- 2 Intelligente Messsysteme
- 3 Smart Grids
- 4 Digitalisierung

## MOTIVATION UND ZIELSETZUNG

### Energie-Ziele-Deutschland:

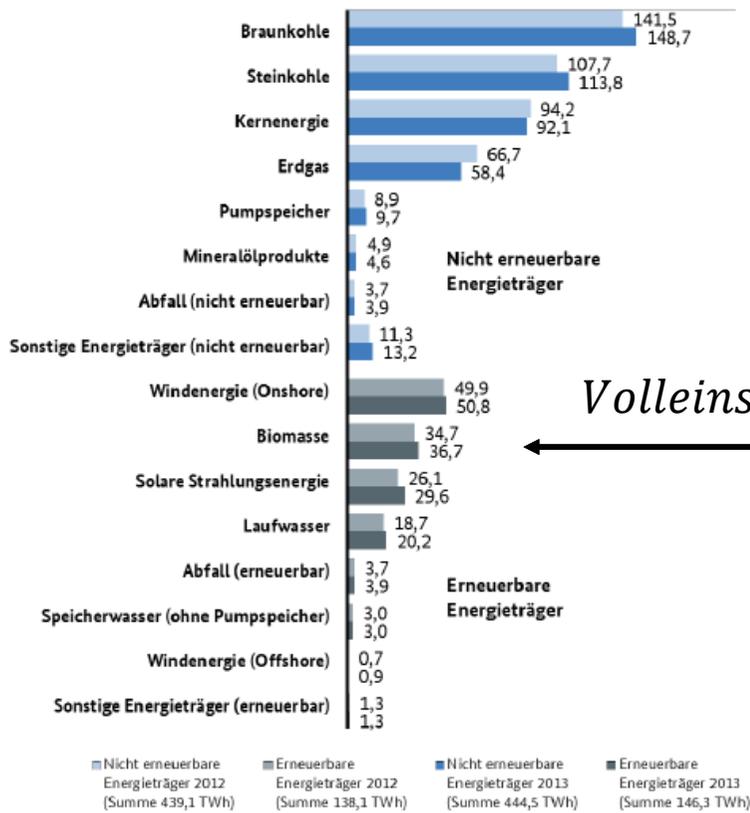
	Klima	Erneuerbare Energie		Effizienz			
	THG (ggb. 1990)	Anteil Strom	Anteil gesamt	Primär-energie	Strom	Energie- produktivität	Gebäude- sanierung
2020	- 40%	35%	18%	- 20%	-10%	Anstieg um 2,1% p.a.	Verdopplung der Rate 1% -> 2%  Heizwärme -20% bis 2020 Primärenergie -80% bis 2050 ggb. 2008
2030	- 55%	50%	30%				
2040	- 70%	65%	45%				
2050	- 80- 95%	80%	60%	- 50%	- 25%		

Quelle: <http://www.bmu.de/energieeffizienz/doc/43105.php>

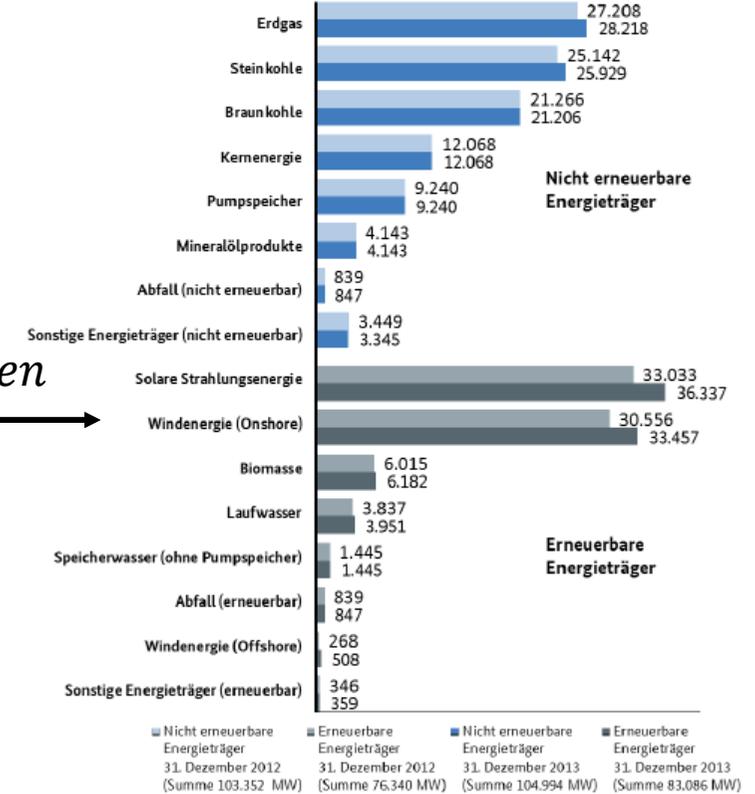
# MOTIVATION UND ZIELSETZUNG

## Arbeit (TWh) und Leistung (MW) bei EE-Anlagen:

Summe Nettostromerzeugung  
in TWh



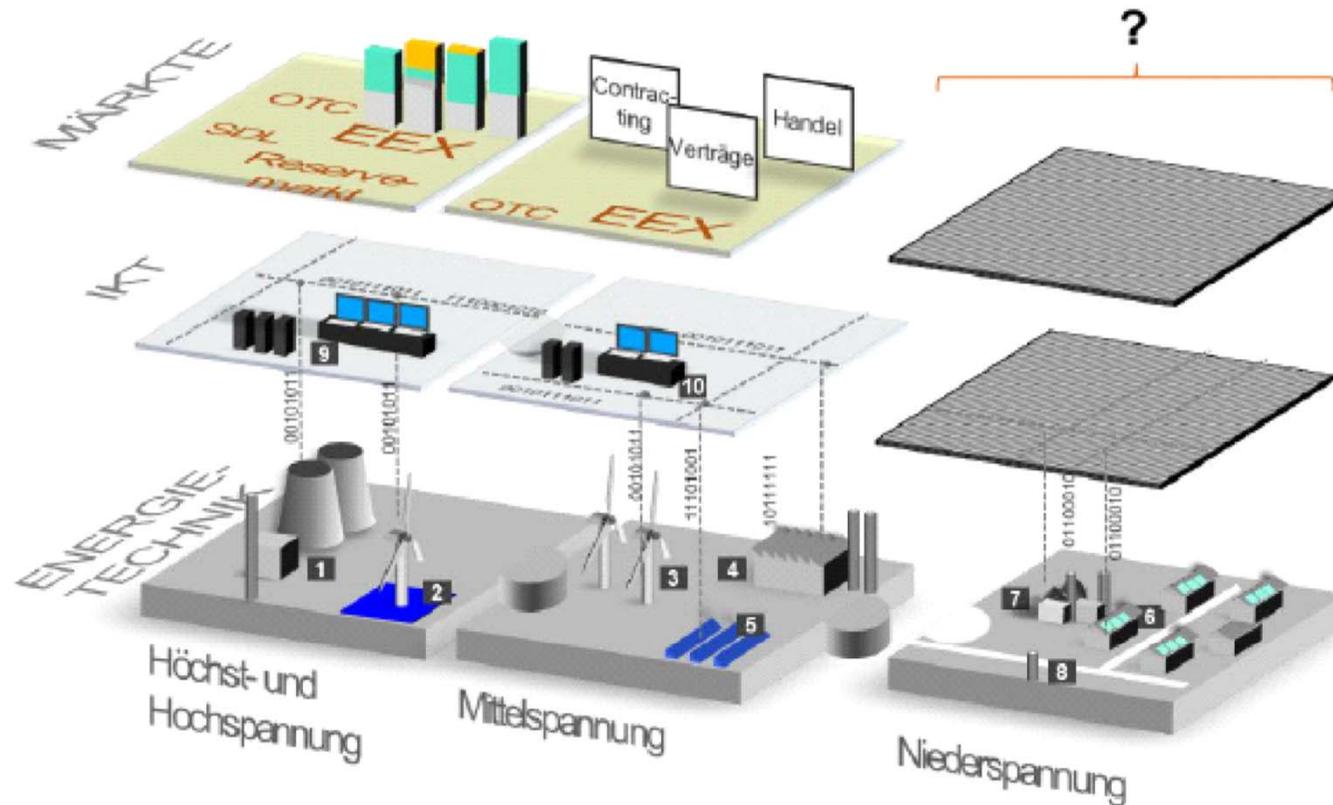
Installierte elektrische Erzeugungsleistung  
in MW



*Volleinspeisestunden*

Quelle: BNetzA und BKartA 2014. Monitoringbericht 2014. Berlin.

# MOTIVATION UND ZIELSETZUNG



- |                               |                              |                       |                      |                           |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|
| <b>1</b> Konv. Großkraftwerke | <b>4</b> Industrie           | <b>5</b> PV-Park      | <b>7</b> BHKWs       | <b>9</b> Verbundleitwarte |
| <b>2</b> Windkraft (Offshore) | <b>3</b> Windkraft (Onshore) | <b>6</b> Photovoltaik | <b>8</b> E-Mobilität | <b>10</b> Netzleitwarte   |

Quelle: BDI-AG „Internet der Energie“ (2011): „Auf dem Weg zum Internet der Energie – Der Wettbewerb allein wird es nicht richten“

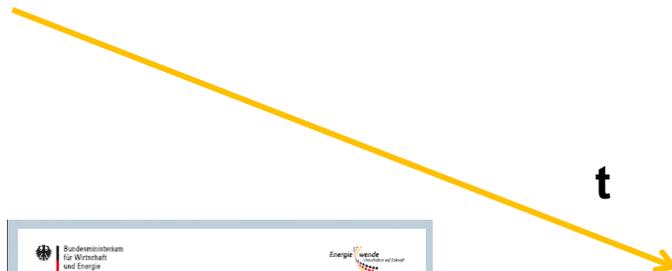
# MOTIVATION UND ZIELSETZUNG



Grünbuch



Weißbuch



t

Deutscher Bundestag  
18. Wahlperiode  
Drucksache 18/7317  
20.01.2018

Gesetzentwurf  
der Bundesregierung

Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung des Strommarktes  
(Strommarktgesetz)

#### A. Problem und Ziel

Der Strommarkt durchläuft eine Phase des Übergangs: Erneuerbare Energien übernehmen mehr Verantwortung in der Stromerzeugung, die Nutzung der Kernenergie in Deutschland endet im Jahr 2022 und die europäischen Märkte für Strom wachsen weiter zusammen. Dabei haben insbesondere die Verknüpfung des europäischen Strommarktes, der Ausbau der erneuerbaren Energien, der steigende Stromverbrauch und die Liberalisierung der Strommärkte zu einem teilweise erheblichen Überangebot an Kapazitäten im Bereich der Stromerzeugung geführt. Dieses Überangebot führt in Kombination mit derzeit niedrigen Brennstoff- und Kohlendioxidpreisen zu niedrigen Strompreisen am Großhandelsmarkt.

Auch in dieser Übergangsphase muss der Strommarkt Versorgungssicherheit gewährleisten sowie Einsparung und Erhaltung von Strom synchronisieren. Er muss dafür sorgen, dass jederzeit genau so viel Strom in das Stromnetz eingespeist wird, wie im System aufgenommen wird. Es muss sichergestellt sein, dass ausreichend Kapazitäten zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage vorhanden sind (Vorbereitungsfunktion). Andererseits muss der Strommarkt durch Preisimpulse jederzeit gewährleisten, dass vorhandene Kapazitäten zur richtigen Zeit und in erforderlicher Umfang lauffähig und zusätzlich eingesetzt werden (Einsatzfunktion). Ebenso werden möglichst kosteneffizienten, flexiblen und umweltverträglichen Einsatz bestehender Kapazitäten neben derzeit aber noch flüchtigem erzeugen.

Vor diesem Hintergrund muss der Strommarkt reformiert werden. Diese Reform wird im Wesentlichen durch dieses Gesetz umgesetzt. Die Reform basiert insbesondere auf dem Grundsatz und dem Weißbuch „Ein Strommarkt für die Energiewende“, das das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Oktober 2014 und Juli 2015 auf seiner Internetseite veröffentlicht hat.<sup>1)</sup> Auf dieser Grundlage verfolgt das Gesetz das Ziel, dass die Stromerzeugung in einem weiterentwickelten Strommarkt sicher, kosteneffizient und umweltverträglich erfolgt. Zugleich werden mit diesem Gesetz Inhalte der am 8. Juni 2017 von den Energieministern von zwölf europäischen Staaten unterzeichneten gemeinsamen Erklärung

<sup>1)</sup> <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Strommarkt/der-Zukunft/strommarkt-2-0.html>

## Gesetzes zur Weiterentwicklung des Strommarktes (Strommarktgesetz)

# MOTIVATION UND ZIELSETZUNG



## Kapitel 3: Flexibilität als eine Antwort

### 3.1 Flexibilitätsoptionen

Das **technische Potential der Flexibilitätsoptionen ist weit größer als der tatsächliche Bedarf**. Es bestehen zahlreiche Optionen, um Erzeugung und Verbrauch jederzeit sicher, kosteneffizient und umweltverträglich zu synchronisieren. Dies gilt auch für Zeiten maximaler und minimaler

### 3.2 Wettbewerb der Flexibilitätsoptionen

Je **breiter und direkter die Preissignale, desto geringer die Kosten**. Die Kosten für die Erschließung der notwendigen technischen Potenziale sind umso geringer, je breiter und

## Kapitel 4: Marktpreissignale für Erzeuger und Verbraucher stärken

### 4.1 Spot- und Regelleistungsmärkte weiterentwickeln

### 4.2 Bilanzkreisverantwortung stärken

Wissenschaftler empfehlen, die Anreize für Bilanzkreis-treue zu prüfen und zu stärken (vgl. Frontier et al (2014a), r2b (2014a), Connect (2014)). Ein zentraler Aspekt ist die

## MOTIVATION UND ZIELSETZUNG

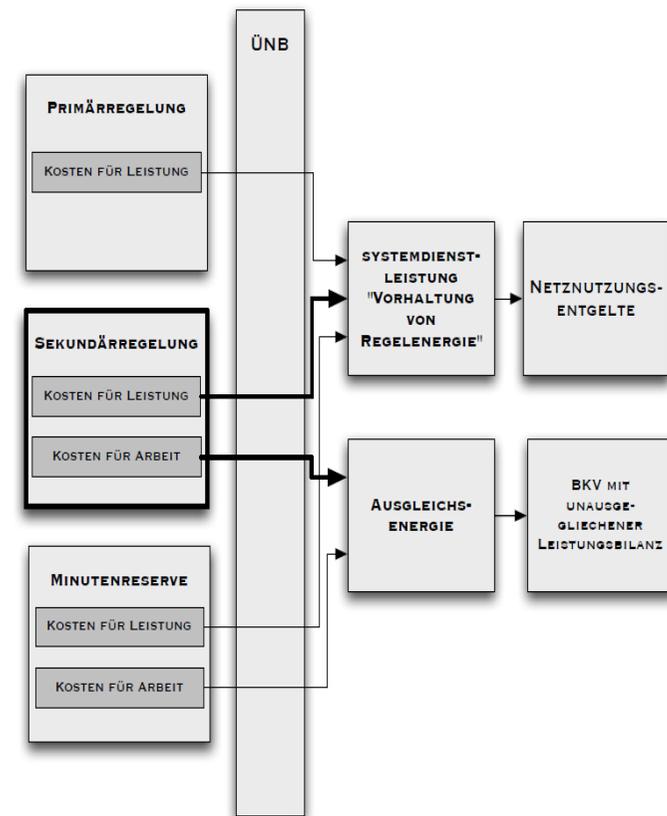
- **Kosten zur Vorhaltung von Regelleistung:** Bislang tragen die Bilanzkreisverantwortlichen – sofern sie von den Fahrplänen abweichen – nur die Einsatzkosten der Regelleistung. Die Vorhaltekosten geben die Netzbetreiber über die Netzentgelte an die Stromkunden weiter. Durch ihre Inanspruchnahme von Ausgleichsenergie beeinflussen die Bilanzkreisverantwortlichen jedoch mittelfristig auch die vorgehaltene Menge an Regelleistung – das heißt wie viele Kapazitäten den Netzbetreibern zum Abruf von Regelenergie zur Verfügung stehen. Würden die Vorhaltungskosten zumindest teilweise über die Ausgleichsenergie abgerechnet, könnte dies die Anreize zur Bilanzkreistreue stärken und die Kosten verursachungsgerechter verteilen.

Quelle: Auszug aus dem Weißbuch: Ein Strommarkt für die Energiewende (BWMi)

### Kosten bei Bilanzkreisabweichungen:

- bisher nur Ausgleichsenergie (kWh)
- im Strommarkt 2.0, zusätzlich
  - Anteil der Leistung der Regelenergie (Vorhaltekosten)
  - Anteil der Kapazitätsreserve (mind. 20.000 €/MWh)

### bisherige Verteilung:



# MOTIVATION UND ZIELSETZUNG

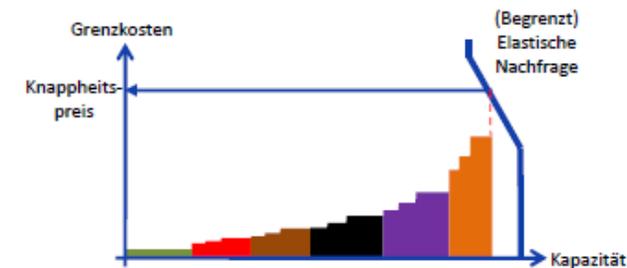
## Definition **Flexibilität**:

**Flexibilität** beschreibt die für einen prädiktierten Zeitraum bereitgestellte zeitvariante Leistung, in Form einer Last (Nachfrage) oder einer Erzeugung (Angebot).

Flexibilität, weil es

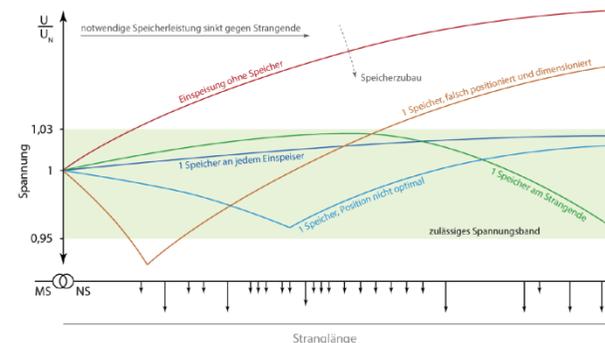
- vor Knappheitspreisen schützt
- eine Preiselastizität ermöglicht
- den Eigenverbrauch stärkt
- die Autarkiequote erhöht
- das Energiesystem stabilisiert
- die Bilanzkreistreue unterstützt

Knappheitspreise:



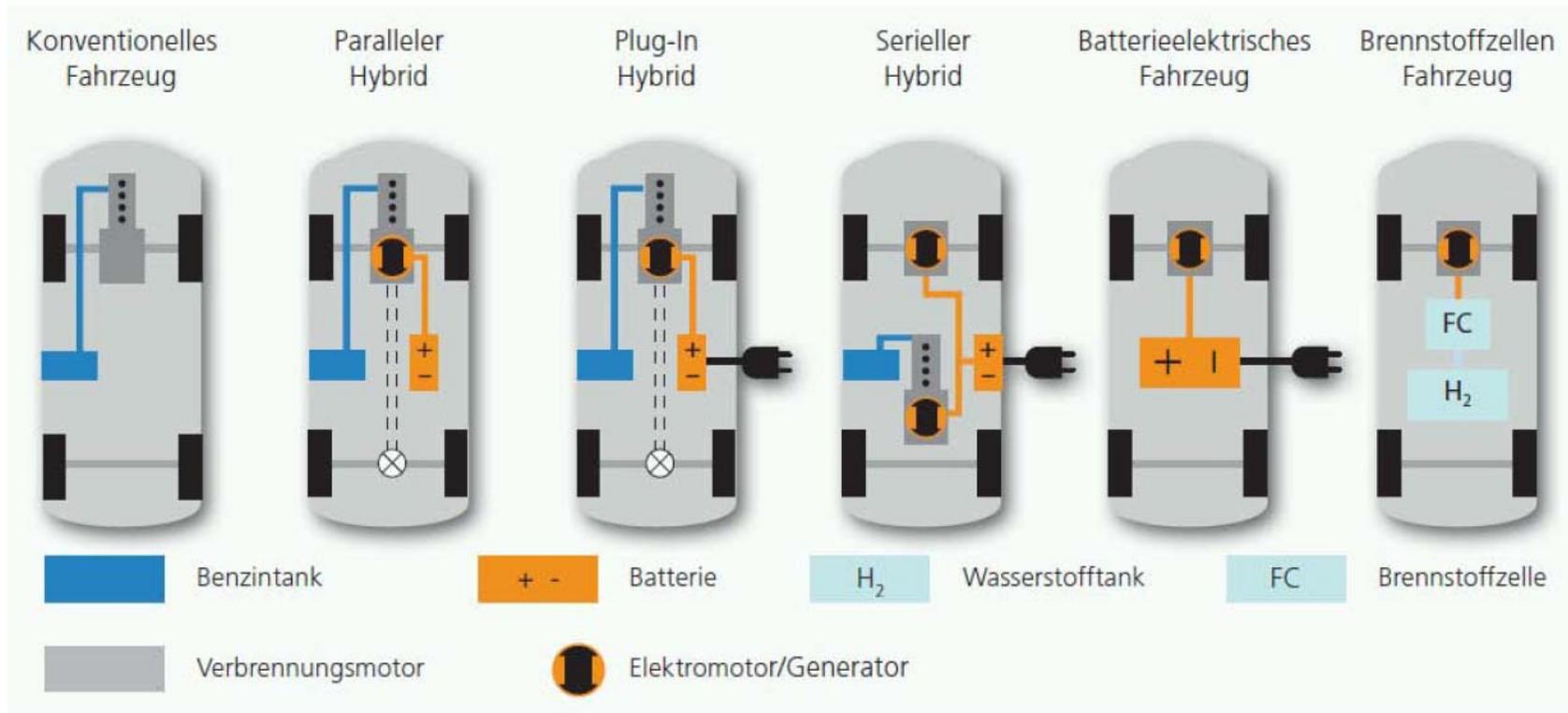
Quelle: Prof Götz. 2015. Strommarktdesign – der Energy-only-Markt 2.0. Leipzig

Energiesystem stabilisiert, Spannungshaltung:



# MOTIVATION UND ZIELSETZUNG

## Elektromobile Antriebskonzepte



## MOTIVATION UND ZIELSETZUNG

### Elektromobilität mit Batteriesystem

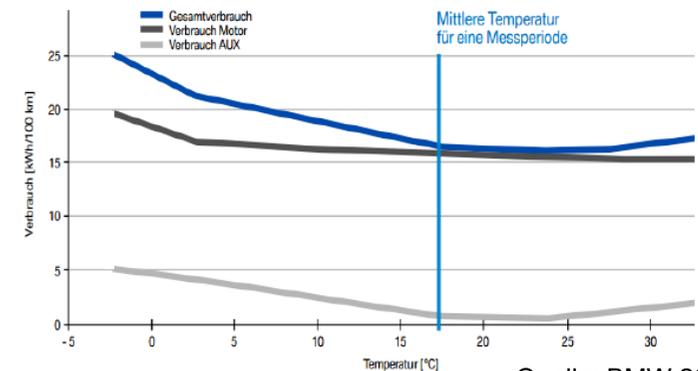
Reichweite: 2014-2016 → ~ 100 km  
2016-2018 → ~ 300 km  
ab 2019 → ~ 450 km

Verbrauch: 18 kWh bis 25 kWh  
pro 100 km

Kapazität: 22 kWh bis 60 kWh

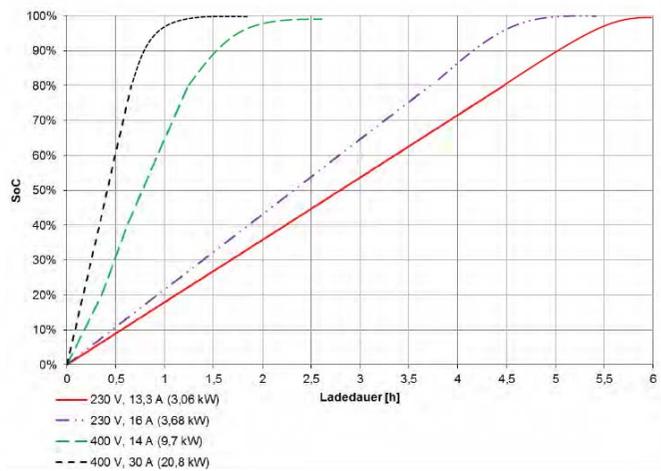
Rekuperation: Energieumwandlung beim Bremsvorgang

Wirkungsgrad:  $\eta \sim 0,85$  (wenn Lade- und Entladeverluste berücksichtigt werden )



Quelle: BMW 2011

# MOTIVATION UND ZIELSETZUNG



## Ladebetriebsarten

Ladebetriebsart	1	2	3	4 <sup>1</sup>		
maximaler Bemessungsstrom [A]	16	32	250	400		
Betriebsspannung [V]	230	400	230	400	400	400
Ladeleistung im Niederspannungsnetz [kW]	3,68	11,08	7,36	22,17	173,2	277,1

<sup>1</sup> Bei dieser Ladebetriebsart wird im Gegensatz zu den anderen, bei denen Wechselstrom genutzt wird, das EV mit Gleichstrom geladen.

# AGENDA

SRH  
HOCHSCHULEN

**1** Motivation und Zielsetzung

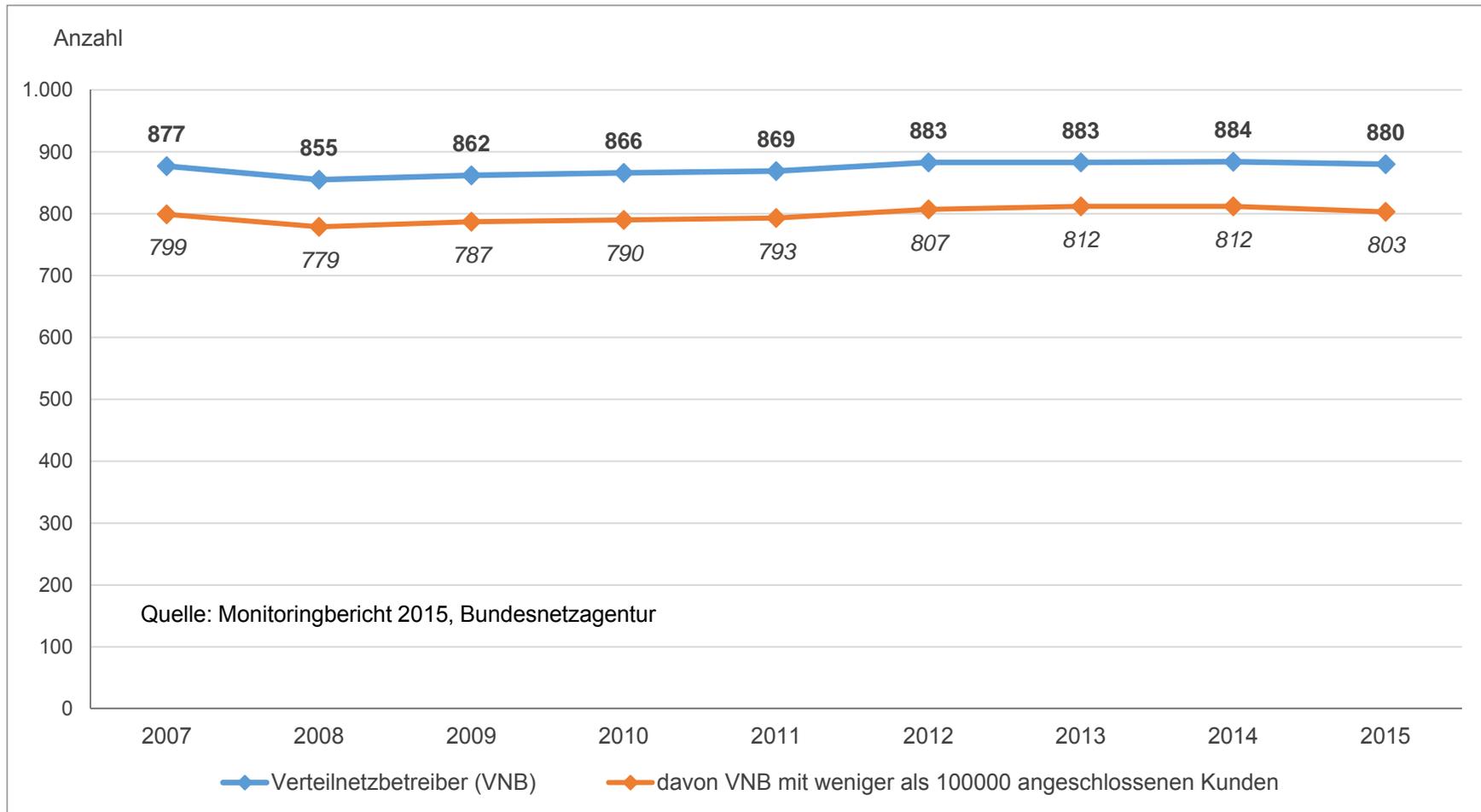
**2** Intelligente Messsysteme

**3** Smart Grids

**4** Digitalisierung

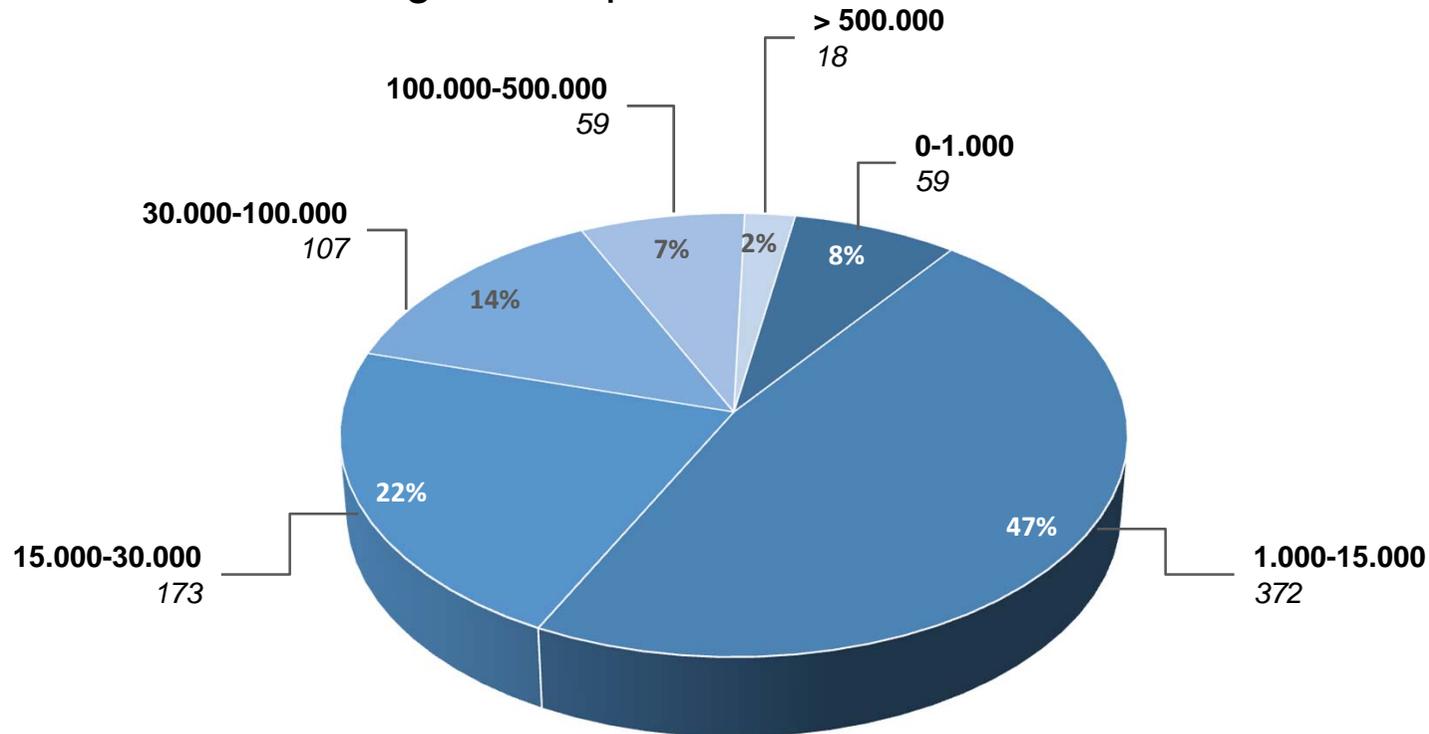
# INTELLIGENTE MESSSYSTEME

Anzahl der Elektrizitätsnetzbetreiber in Deutschland von 2007 bis 2015



## INTELLIGENTE MESSSYSTEME

Die Anzahl der Verteilnetzbetreiber\* Strom  
nach Anzahl der versorgten Zählpunkte



Definition Zählpunkt:

- ▶ Netzpunkt, an dem der Energiefluss messtechnisch zu Abrechnungszwecken erfasst wird

\* Verteilnetzbetreiber, die am Monitoring der BNetzA teilgenommen haben und Daten zu Zählpunkten geliefert haben\*

Quelle: Monitoringbericht 2015, Bundesnetzagentur

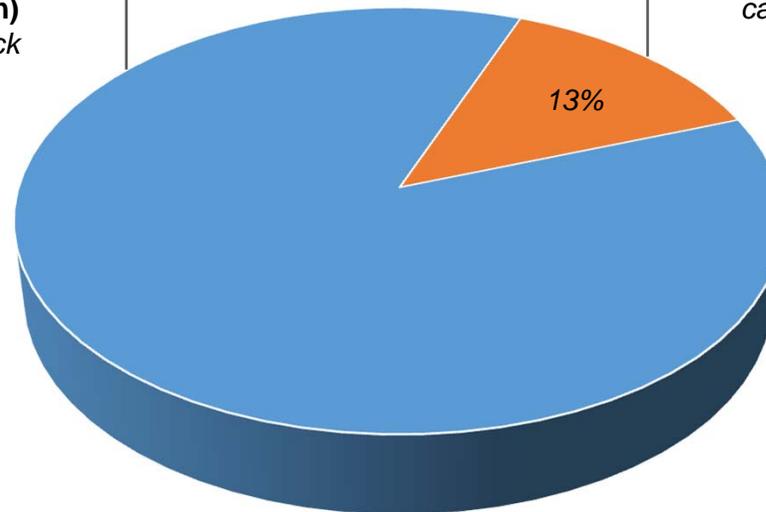
## INTELLIGENTE MESSSYSTEME

Bis 2032 sollen ca. 6 Mio Zähler über Smart Meter Gateways angebunden werden

SRH  
HOCHSCHULEN

**Schrittweiser und kompletter Umbau  
des heutigen Zählerbestandes  
(Messstellen inkl. Zähler an  
Erzeugungsanlagen)**  
*ca. 44,4 Mio. Stück*

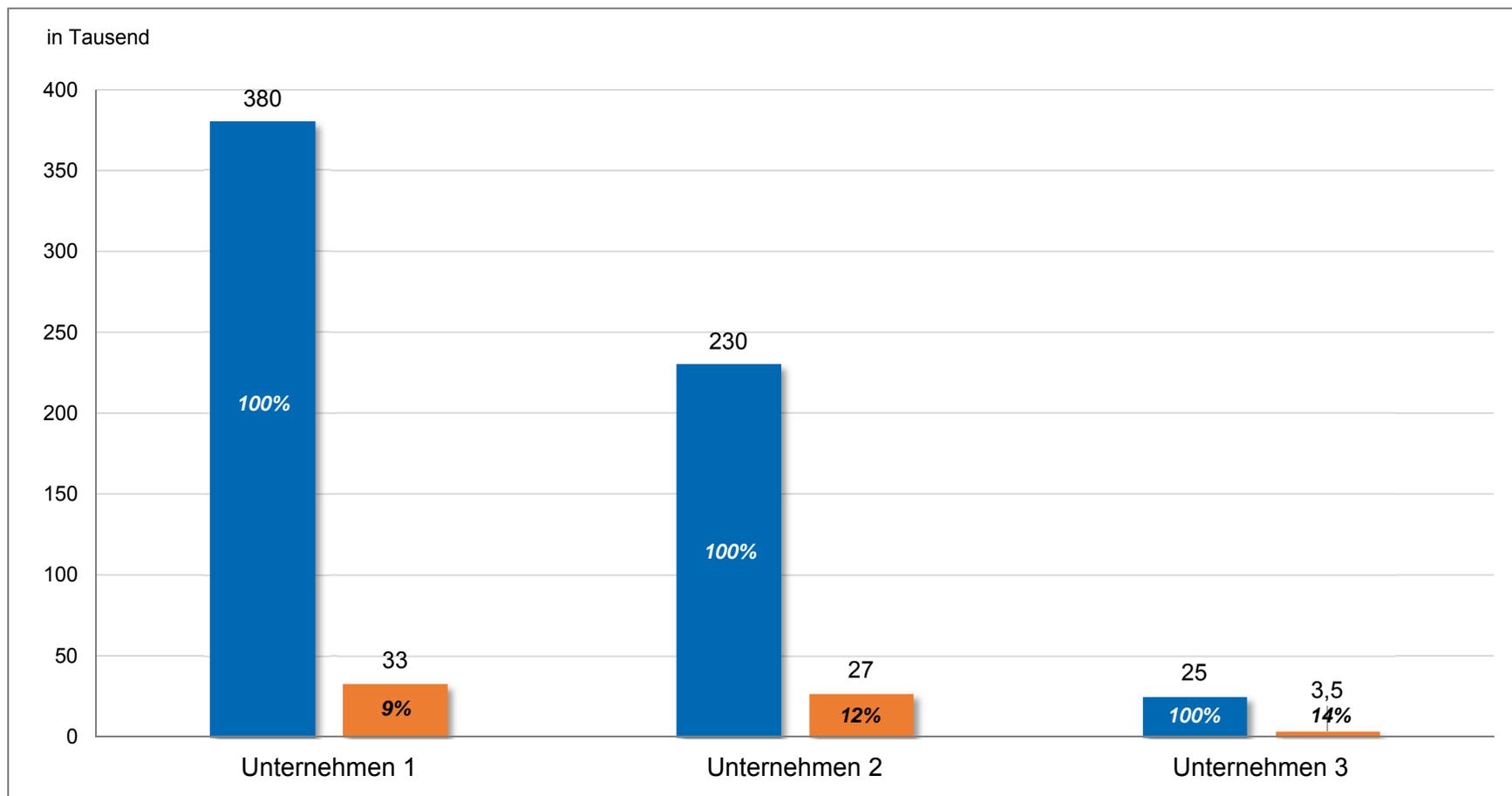
**Davon bis 2032 fernauslesbar  
über Smart-Meter-Gateways**  
*ca. 6 Mio. Stück*



Quelle: Kurzgutachten: Auswirkungen des geplanten Messstellenbetriebsgesetzes auf das Energiedatenmanagement für betriebliche Anwendungen und Abrechnungszwecke des Verteilnetzbetreibers im Auftrag des BDEW, BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH, 12.04.2016

## INTELLIGENTE MESSSYSTEME

Aus den Erfahrungen liegt die Anzahl der iMsys bei den VNBs zwischen 9% und 14%



## INTELLIGENTE MESSSYSTEME

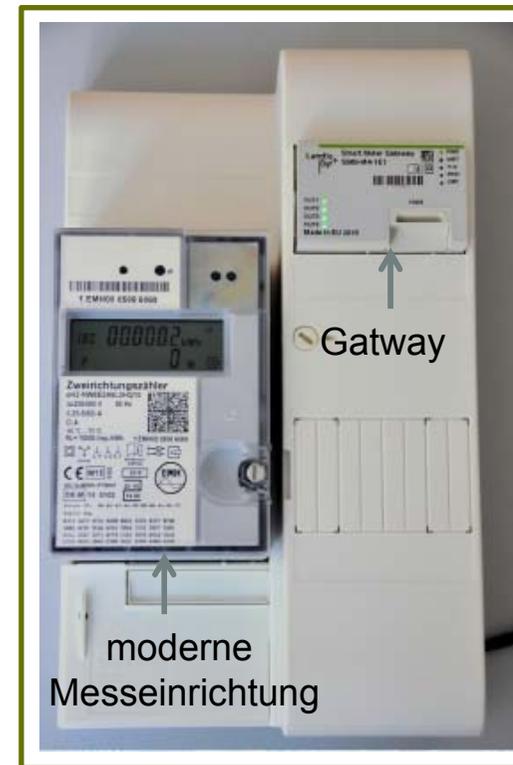
### Intelligentes Messsystem

- ▶ Eine über ein Smart Meter Gateway in ein Kommunikationsnetz eingebundene moderne Messeinrichtung zur Erfassung elektrischer Energie, das den tatsächlichen Energieverbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit widerspiegelt und den besonderen Anforderungen nach den §§ 21 und 22 genügt, die zur Gewährleistung des Datenschutzes, der Datensicherheit und Interoperabilität in Schutzprofilen und Technischen Richtlinien festgelegt werden können

### Moderne Messeinrichtung

- ▶ Eine Messeinrichtung, die den tatsächlichen Elektrizitätsverbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit widerspiegelt und über ein Smart Meter Gateway sicher in ein Kommunikationsnetz eingebunden werden kann

SRH  
HOCHSCHULEN



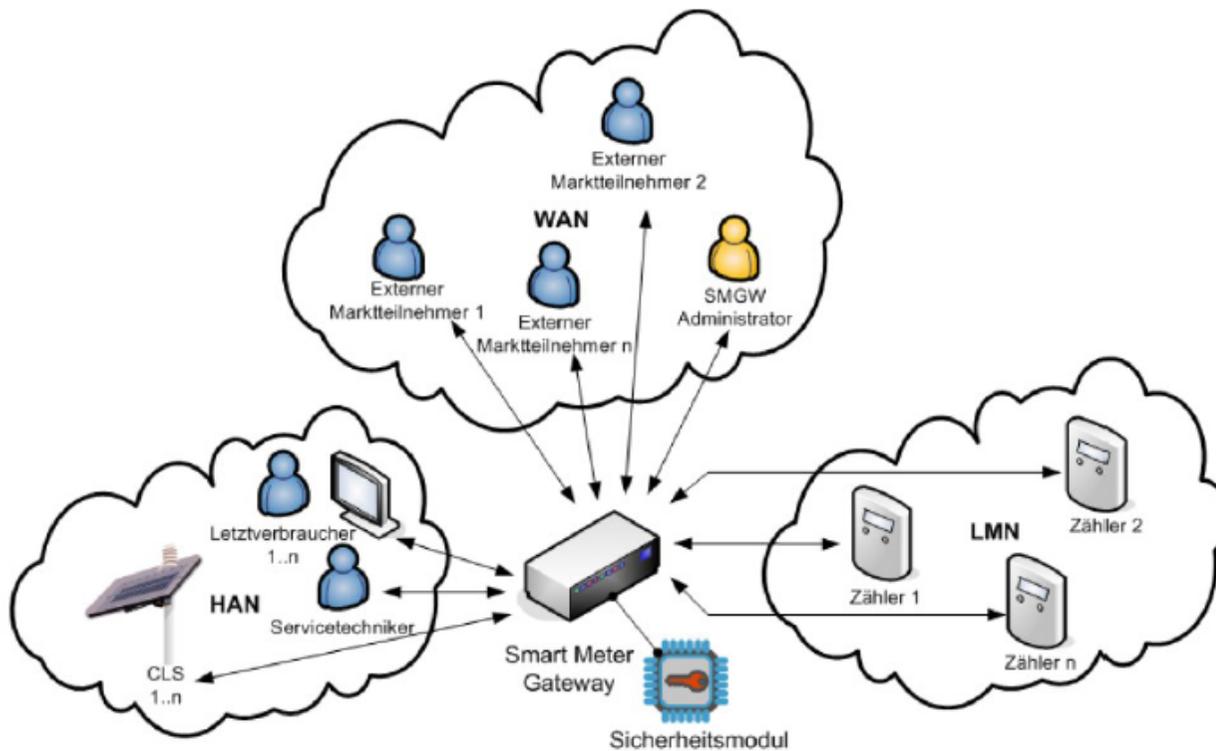
intelligentes Messsystem

INSTITUT FÜR INTEGRATIVE  
ENERGIEWIRTSCHAFT  
SRH HAMM

EIN INSTITUT DER SRH HOCHSCHULE HAMM

# INTELLIGENTE MESSSYSTEME

## Architektur des intelligenten Messsystems



intelligentes Messsystem

Quelle: ppc: Die Migrationsstrategie zum BSI-Schutzprofil-konformen Smart Metering

HAN: Home Area Network

LMN: Local Metrological Network (angebundene Zähler für Stoff- und Energiemengen)

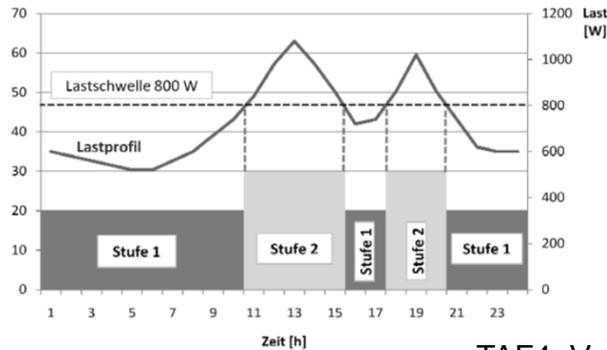
WAN: Wide Area Network

CLS: Controllable Local Systems

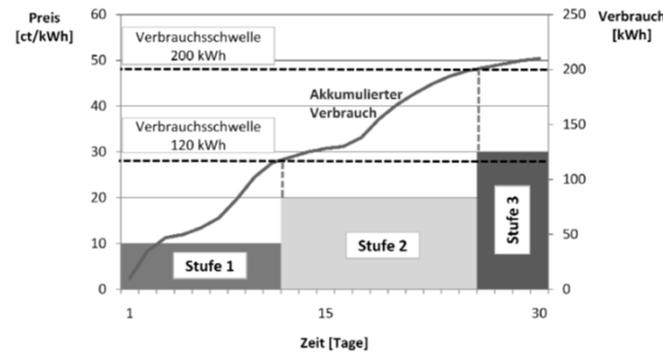
# INTELLIGENTE MESSSYSTEME

Anwendungsfälle TAF<sub>i</sub> (i = 1,...,12)  
laut technischer Richtlinie BSI TR-03109-1

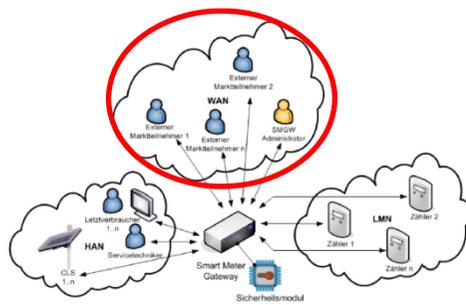
TAF3: Lastvariable Tarif



TAF4: Verbrauchsvariable Tarif

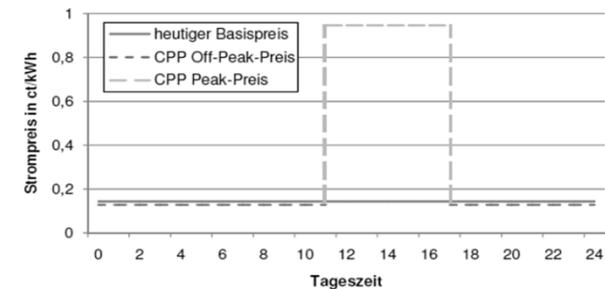


Quelle: Technische Richtlinie BSI TR-03109-1



Anwendungsfall
TAF1: Datensparsame Tarife
TAF7: Zählerstandsgangmessung
TAF8: Erfassung von Extremwerten
TAF2: Zeitvariable Tarife
TAF3: Lastvariable Tarife
TAF4: Verbrauchsvariable Tarife
TAF12: Prepaid Tarif (informativ)
TAF5: Ereignisvariable Tarife
TAF10: Abruf von Netzzustandsdaten
TAF11: Steuerung von unterbrechbaren Verbrauchseinrichtungen und Erzeugungsanlagen (informativ)
TAF9: Abruf der Ist-Einspeisung
TAF6: Ablesung von Messwerten im Bedarfsfall

TAF5: Ereignisvariabler Tarif, z. B. CPP



# INTELLIGENTE MESSSYSTEME

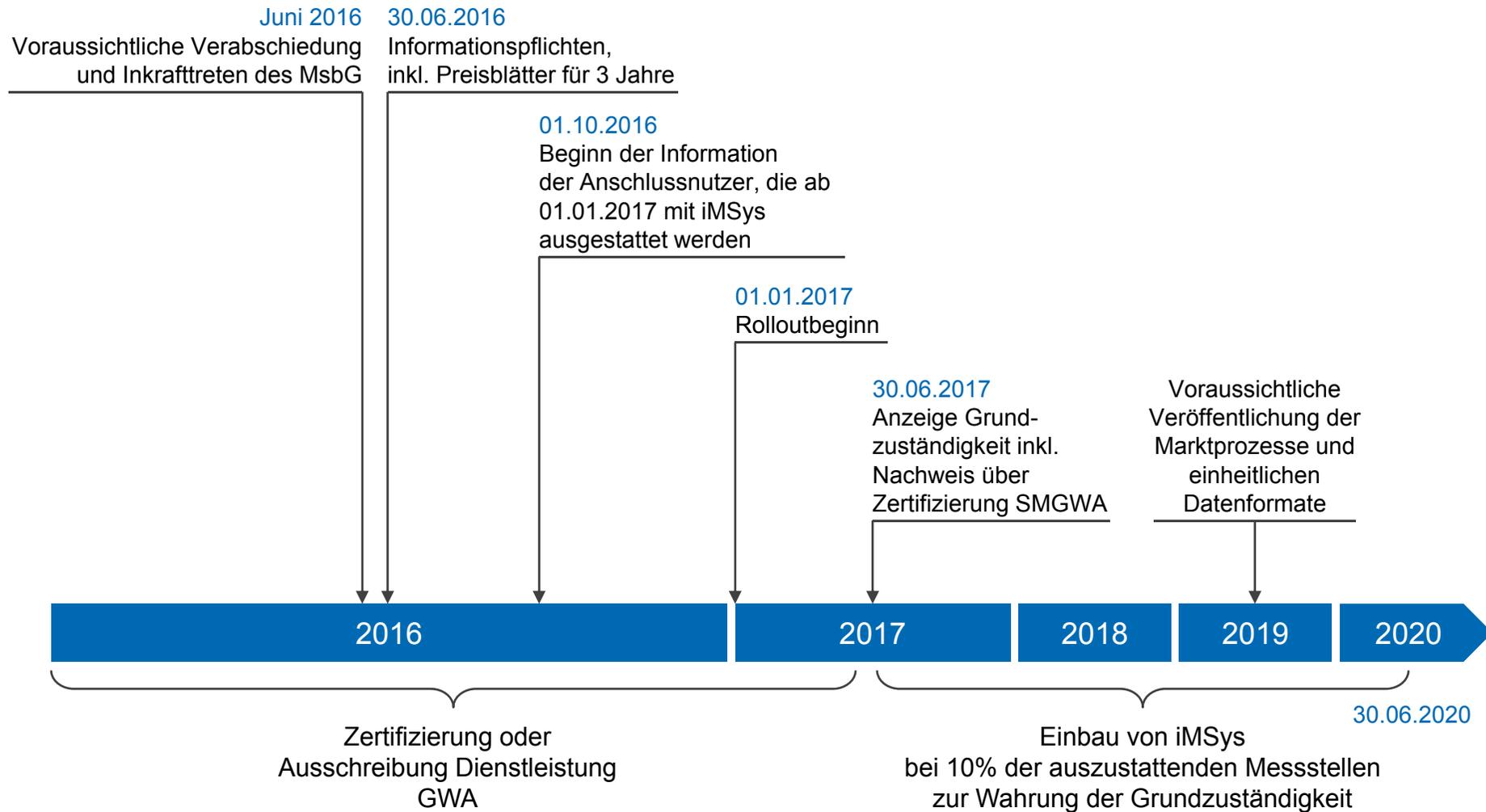
## Rolloutverpflichtung für die Marktrolle MSB (Messstellenbetreiber)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
<div style="background-color: #0056b3; width: 10px; height: 100%;"></div>	V > 100.000 kWh – POG „angemessenes Entgelt“															
	V > 50.000 – 100.000 kWh – POG 200€															
	V > 20.000 – 50.000 kWh – POG 170€															
	V > 10.000 – 20.000 kWh – POG 130€															
	V > 6.000 – 10.000 kWh – POG 100€															
<div style="background-color: #add8e6; width: 10px; height: 100%;"></div>	EEG und KWK > 100 kW – POG „ang. Entgelt“															
	EEG und KWK > 30 - 100 kW – POG 200€															
	EEG und KWK > 15 - 30 kW – POG 130€															
	EEG und KWK > 7 - 15 kW – POG 100€															
<div style="background-color: #add8e6; width: 10px; height: 100%;"></div>	§ 14a Unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen – POG 100€															
	V < 6.000 kWh - POG 20€, soweit nicht iMSys															
	V < 6.000 kWh: Optionaler Einbau iMSys möglich:															
	V > 4.000 – 6.000 kWh – POG 60€															
	V > 3.000 – 4.000 kWh – POG 40€															
	V > 2.000 – 3.000 kWh – POG 30€															
	V < 2.000 kWh – POG 23€															

- Wettbewerber ist an keine POG gebunden
- Mindestquote nach § 45:
  - Bis 30.06.2020 muss gMSB mindestens 10 % der Pflichteinbautfälle für iMSys bearbeitet haben.
  - Bundesrat will optionalen Einbau nur bei Zustimmung des Letztverbrauchers
- Bei Neueinzügen, wenn keine Daten über drei Jahre vorliegen, muss Anschlussnutzer 23 €/a bezahlen.

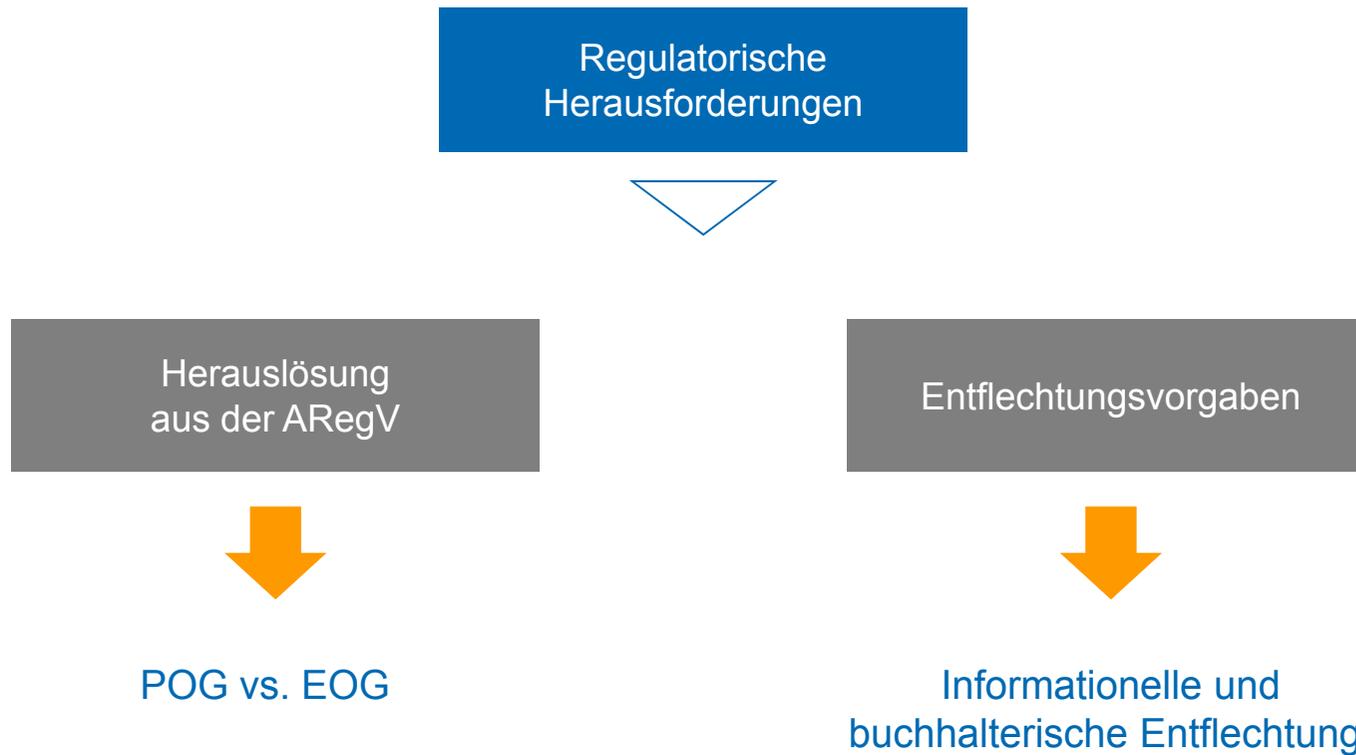
Muss
  Muss
  Optional

# INTELLIGENTE MESSSYSTEME

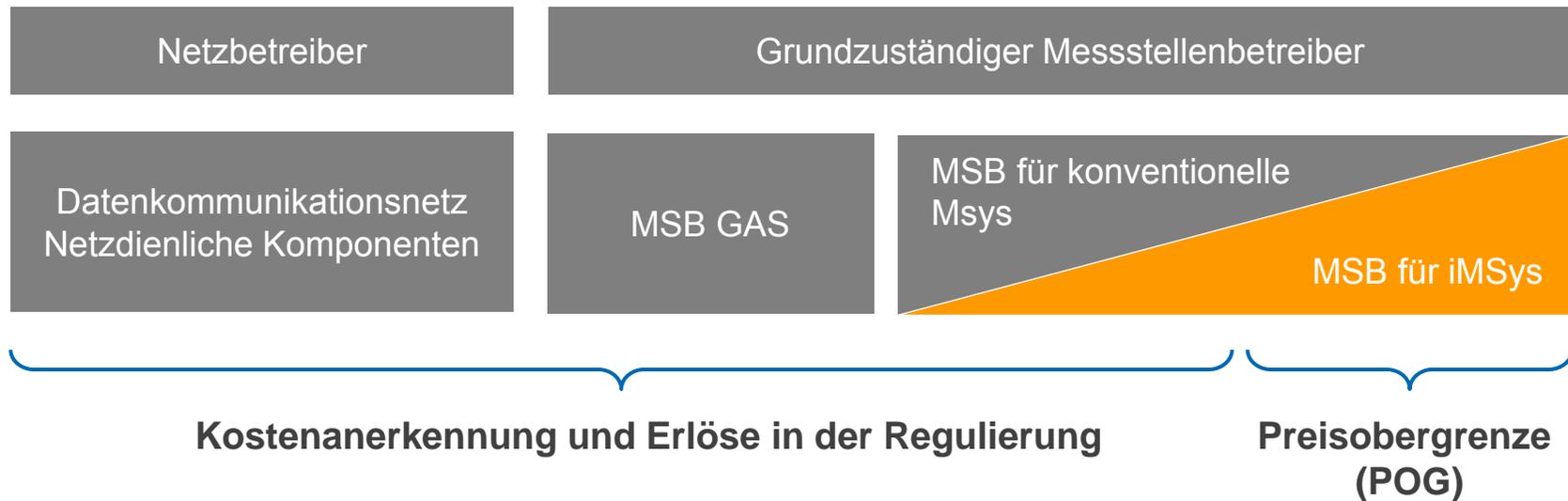


# INTELLIGENTE MESSSYSTEME

Zwei wesentliche regulatorische Herausforderungen



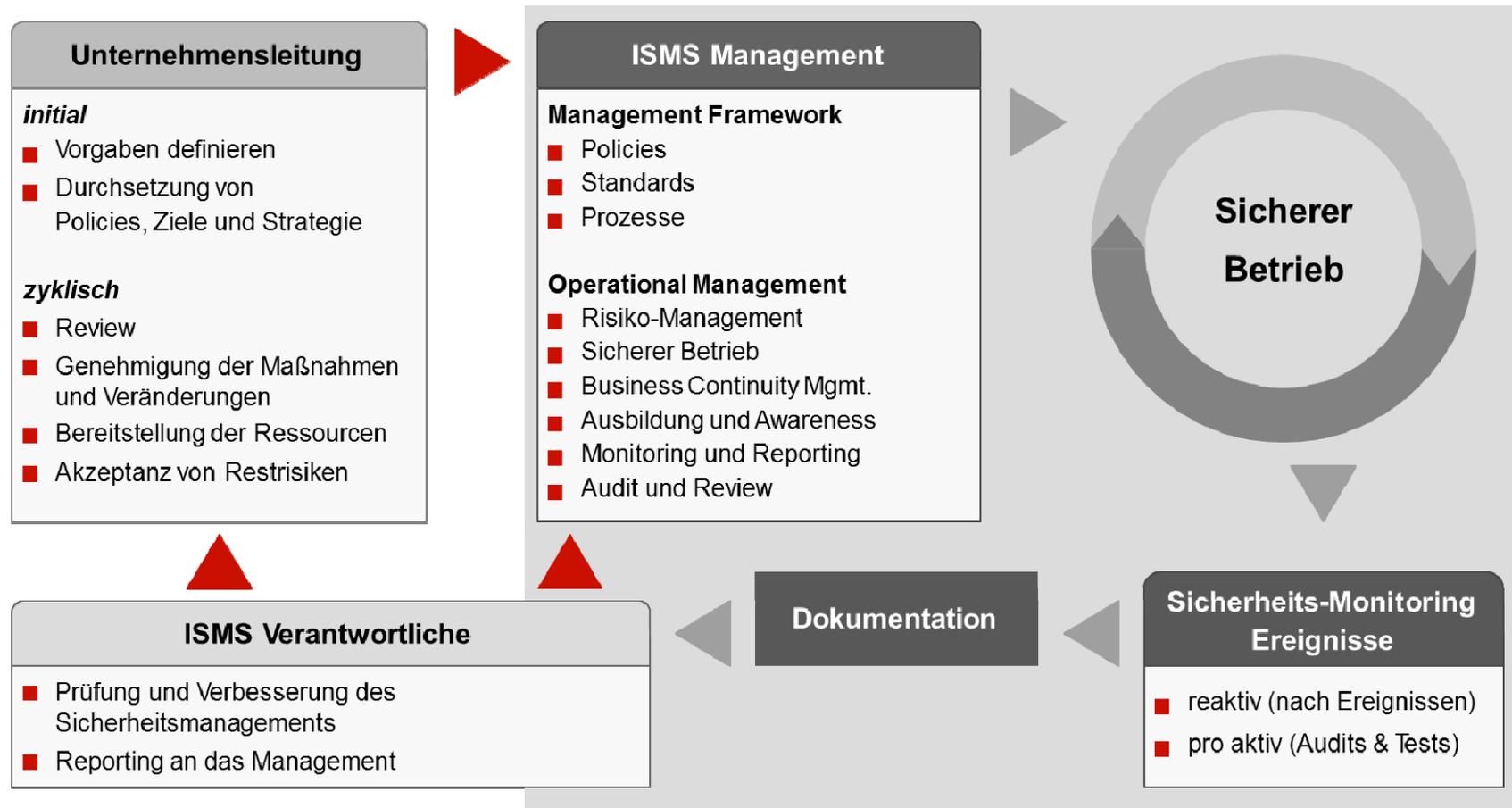
# INTELLIGENTE MESSSYSTEME



Herausforderungen: Optimierung der Tätigkeitsabschlüsse, Abgrenzung der POG zum konventionellen Messentgelt als Bestandteil der EOG, Abgrenzung zwischen MSB und reguliertem Netz, z.B. netzdienliche Komponenten

# INTELLIGENTE MESSSYSTEME

IT-Sicherheitsorganisation schaffen und sicheren Betrieb durchsetzen (ISO 27001)



# AGENDA

SRH  
HOCHSCHULEN

**1** Motivation und Zielsetzung

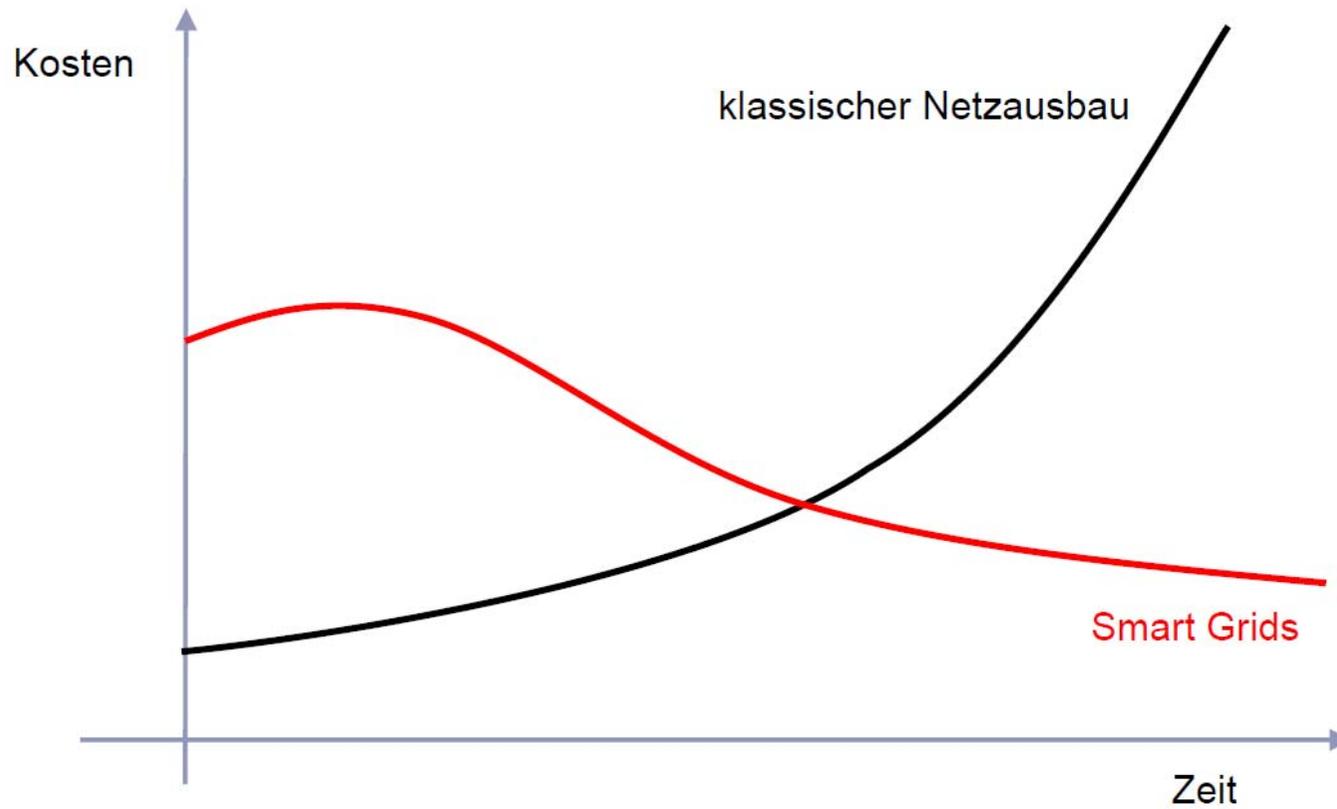
**2** Intelligente Messsysteme

**3** Smart Grids

**4** Digitalisierung

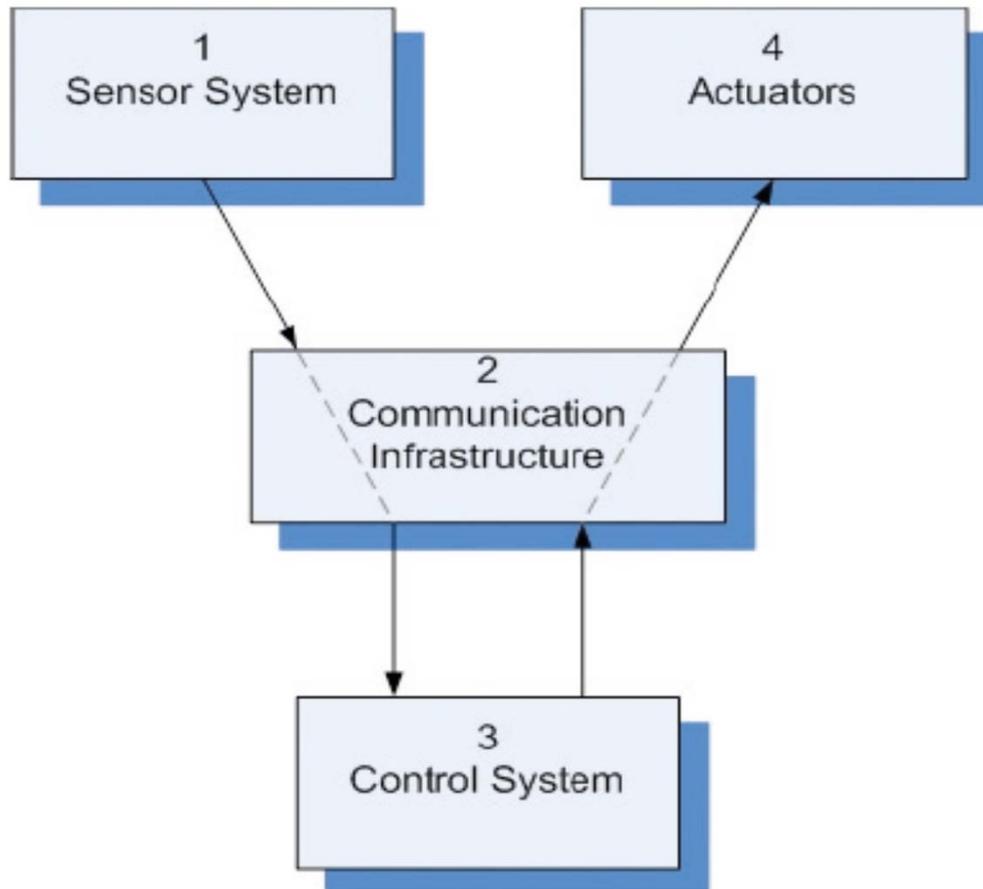
# SMART GRIDS

Motivation:



# SMART GRIDS

Grobe Struktur eines Smart Grids



## SMART GRIDS

Die IEA (International Energy Agency) unterteilt das Smart Grid in **acht Technologiefelder**, die jeweils eine Vielzahl weiterer Technologien beinhalten:

- Wide Area Monitoring and Control (Breitflächige **Überwachung und Steuerung**)
- Information and communications technology integration (Integration von **Informations- und Kommunikationstechnologien**)
- Renewable and distributed generation integration (**Integration** erneuerbarer und dezentraler Energieerzeugung)
- Transmission enhancement applications (Anwendungen zur **Optimierung der Übertragung**)
- Distribution Grid Management (**Management des Verteilnetzes**)
- Advanced Metering Infrastructure (**Advanced Metering Infrastruktur**)
- Electric vehicle charging infrastructure (**Ladeinfrastruktur** für Elektromobilität)
- Customer-side-systems (**Verbraucherseitige Systeme**)

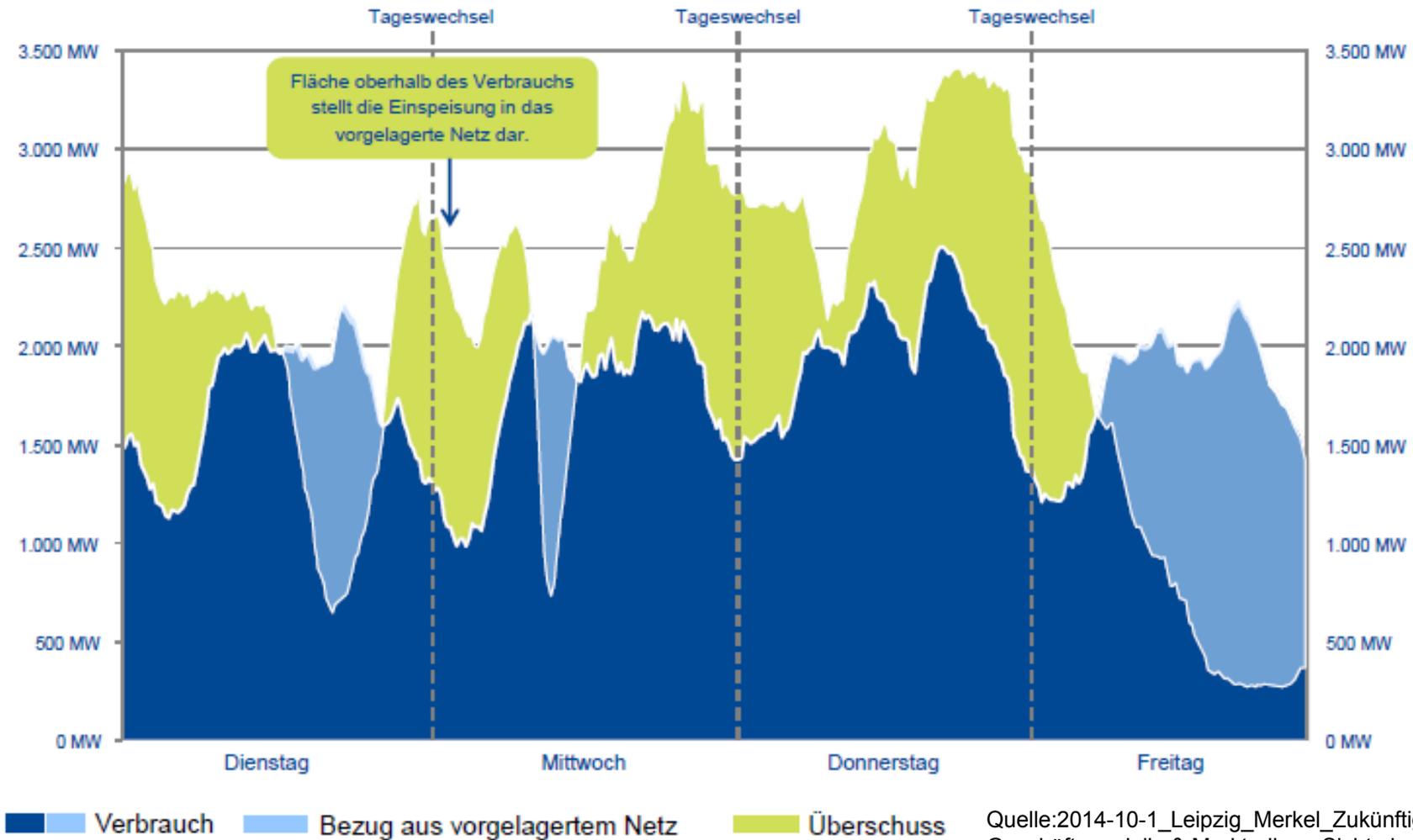
### Hybridnetze

Künftig werden die **Energiesysteme Strom, Gas, Wärme und Verkehr mehr und mehr verschmelzen**, so dass eine intensivere, optimierte und abgestimmte Nutzung der bereits vorhandenen Infrastrukturen erfolgen kann (Nutzung vorhandener Freiheitsgrade). Überall dort, wo eine Verknüpfung der Infrastrukturen erfolgt, kann von einer **domänenübergreifenden Prozesskopplung** gesprochen werden. Es bestehen folgende technische Möglichkeiten der einfachen Kopplung:

- Strom zu Gas (Power to Gas, **P2G**)
- Strom zu Wärme (Power to Heat, **P2H**)
- Strom zu Mobilität (Power to Mobility, **P2M**): Elektromobilität
- (Bio-)Gas zu Strom (Gas to Power, **G2P**)
- (Bio-)Gas zu Wärme (Gas to Heat, **G2H**)
- (Bio-)Gas zu Mobilität (Gas to Mobility, **G2M**)
- Mobilität zu Strom (Mobility to Power, **M2P**): Batterie



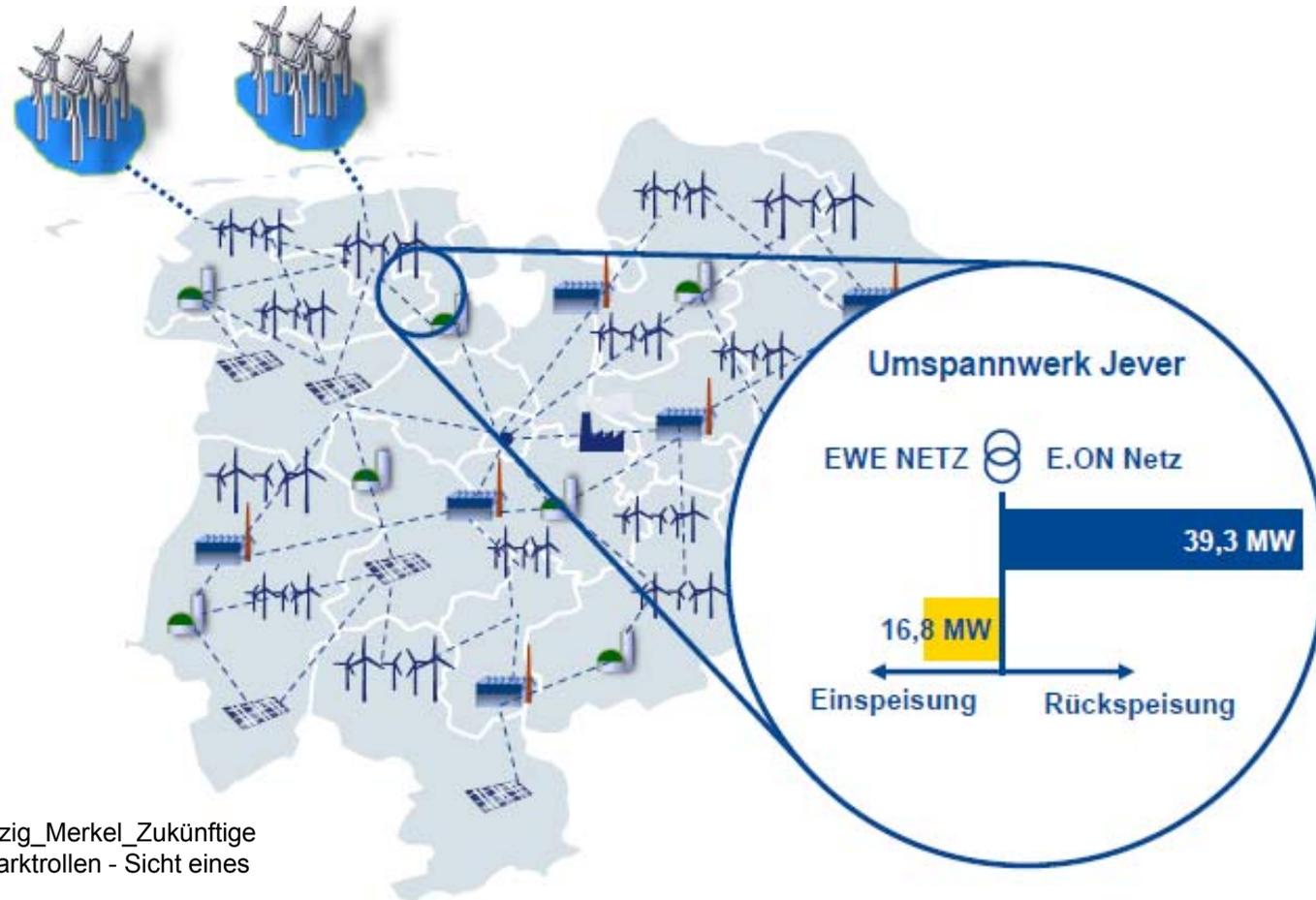
# SMART GRIDS



Quelle: 2014-10-1\_Leipzig\_Merkel\_Zukünftige Geschäftsmodelle & Marktrollen - Sicht eines Verteilnetzbetreibers

# SMART GRIDS

## Praxisbeispiel EWE Netze



Quelle:2014-10-1\_Leipzig\_Merkel\_Zukünftige  
Geschäftsmodelle & Marktrollen - Sicht eines  
Verteilnetzbetreibers



Die WEMAG ist ein bundesweit aktiver Energieversorger mit regionalen Wurzeln und Stromnetzbetrieb in Mecklenburg und der Westprignitz. Sie ist verantwortlich für 14.000 Kilometer Stromleitungen

→ Die WEMAG ist in **2050!**

Netznutzungsentgelte:

Berechnung:

2013 → 80 % EE-Anteil-Strom  
2017 → 100 % EE-Anteil-Strom



8,70 ct/kWh

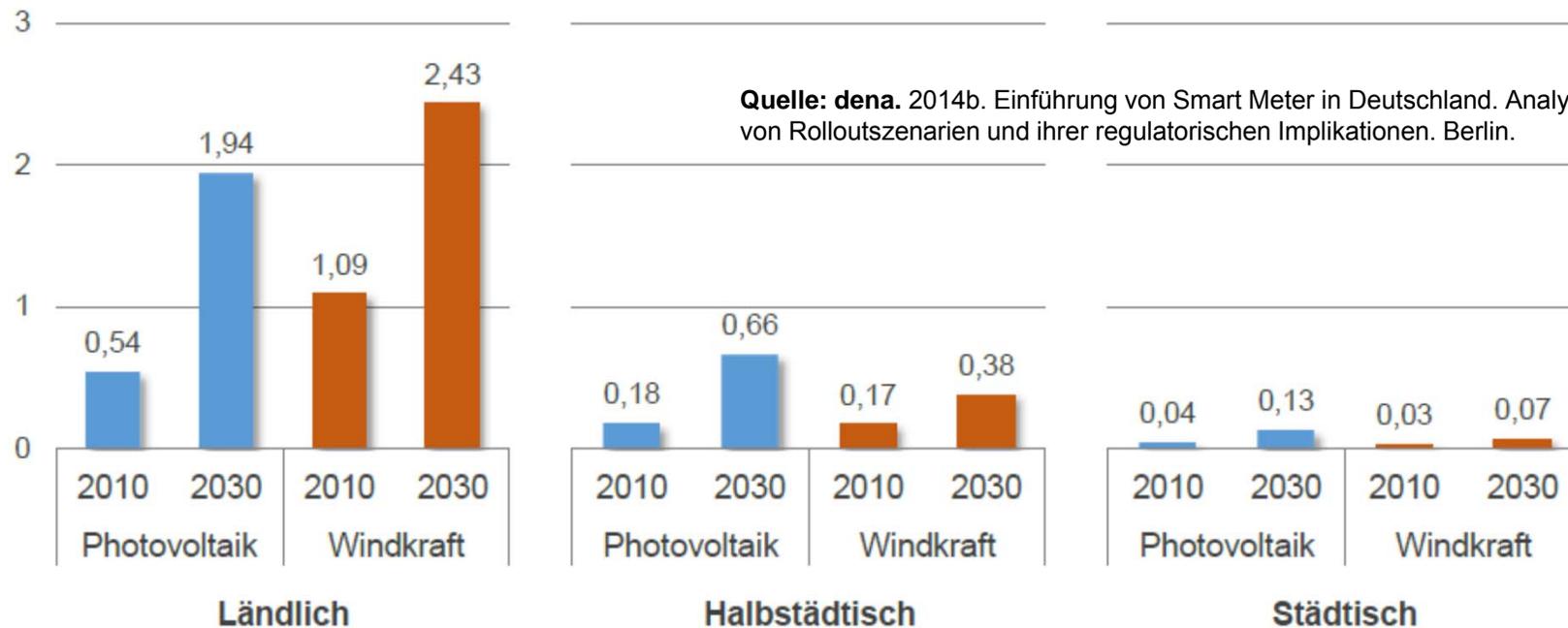
→ > 12 ct/kWh



# SMART GRIDS

## Installierte Leistung pro Einwohner für Photovoltaik- und Windkraftanlagen nach Netzgebietsklassen

Installierte Leistung  
(kW/Einwohner)

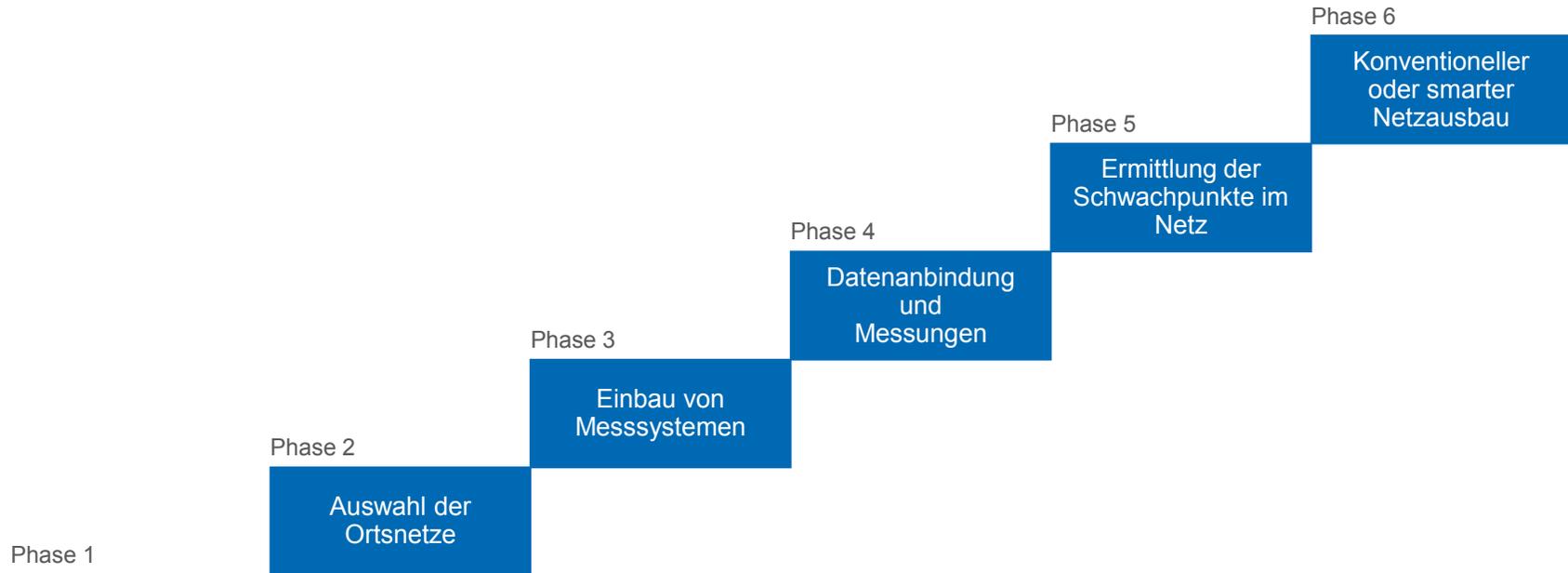


- Gebiet „Städtisch“: Gemeinden, mit Bevölkerungsdichte > 500 Einwohnern/km<sup>2</sup> und mindestens 50.000 Einwohner.
- Gebiet „Halbstädtisch“: Gemeinden mit Einwohnerdichte 100-500 Einwohnern/km<sup>2</sup> und Einwohnerzahl ≤ 50.000 Einwohner.
- Gebiet „Ländlich“: Gemeinden mit Bevölkerungsdichte < 100 Einwohner pro km<sup>2</sup> aufweisen.

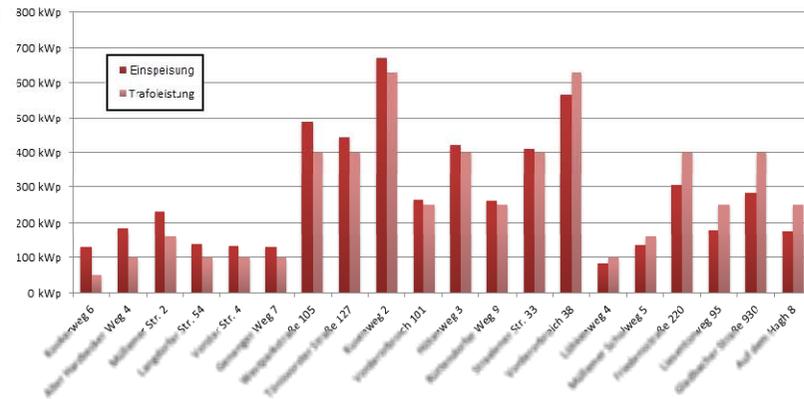
# SMART GRIDS

## Phasenmodell für die Einführung von Smart-Grid

SRH  
HOCHSCHULEN



Stationsbezeichnung	Leistung	Trafoleistung	Auslastung
Krookeweg 6	129,5 kWp	50 kVA	259 %
Alter Marzbecker Weg 4	184,7 kWp	100 kVA	185 %
Müllener Str. 2	231,0 kWp	160 kVA	144 %
Langhölfer Str. 54	137,7 kWp	100 kVA	138 %
Vorster Str. 4	133,3 kWp	100 kVA	134 %
Genenger Weg 7	129,3 kWp	100 kVA	129 %
Westparkstraße 105	488,3 kWp	400 kVA	122 %
Fürstener Straße 127	443,0 kWp	400 kVA	111 %
Kusenweg 2	672,1 kWp	630 kVA	107 %
Vondersbroich 101	265,3 kWp	250 kVA	106 %
Mittenerweg 3	420,5 kWp	400 kVA	105 %
Rutenhölfer Weg 9	262,3 kWp	250 kVA	115 %
Strahlener Str. 33	410,0 kWp	400 kVA	103 %
Vondersbroich 38	566,5 kWp	630 kVA	90 %
Löhnerweg 4	84,4 kWp	100 kVA	84 %
Müllener Schulweg 5	134,3 kWp	160 kVA	84 %
Friedensstraße 220	305,2 kWp	400 kVA	76 %
Liesentorweg 95	180,0 kWp	250 kVA	72 %
Gladbacher Straße 930	283,3 kWp	400 kVA	71 %
Auf dem Hag 8	177,0 kWp	250 kVA	71 %



# AGENDA

SRH  
HOCHSCHULEN

**1** Motivation und Zielsetzung

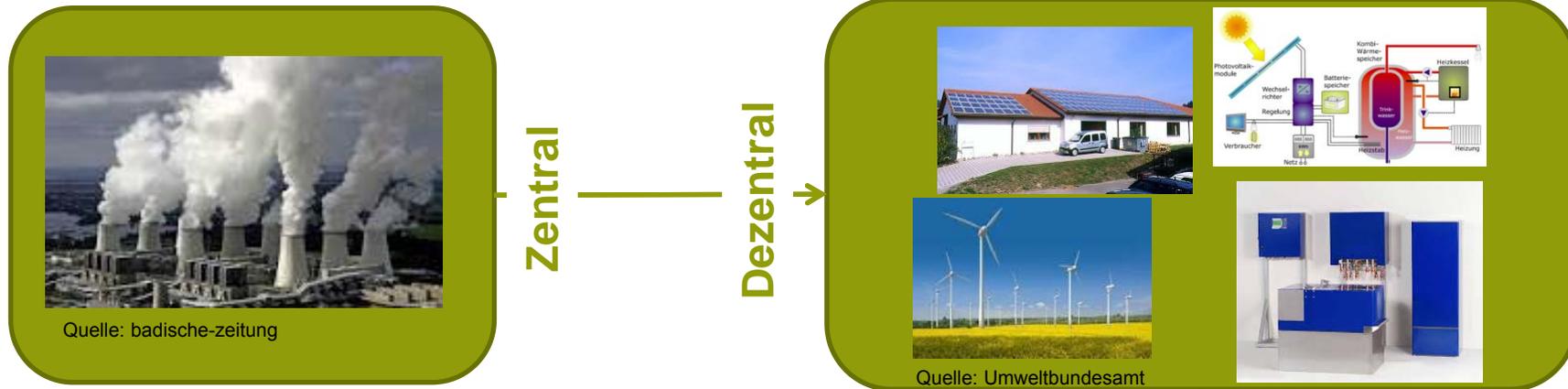
**2** Intelligente Messsysteme

**3** Smart Grids

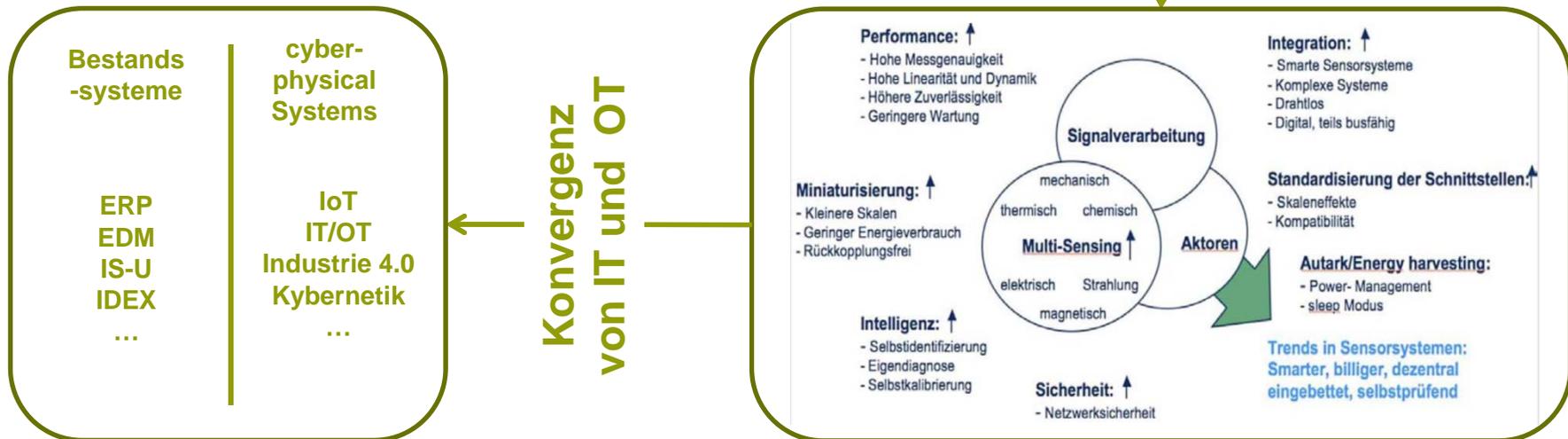
**4** Digitalisierung

# ANFORDERUNGEN AN DIE IT

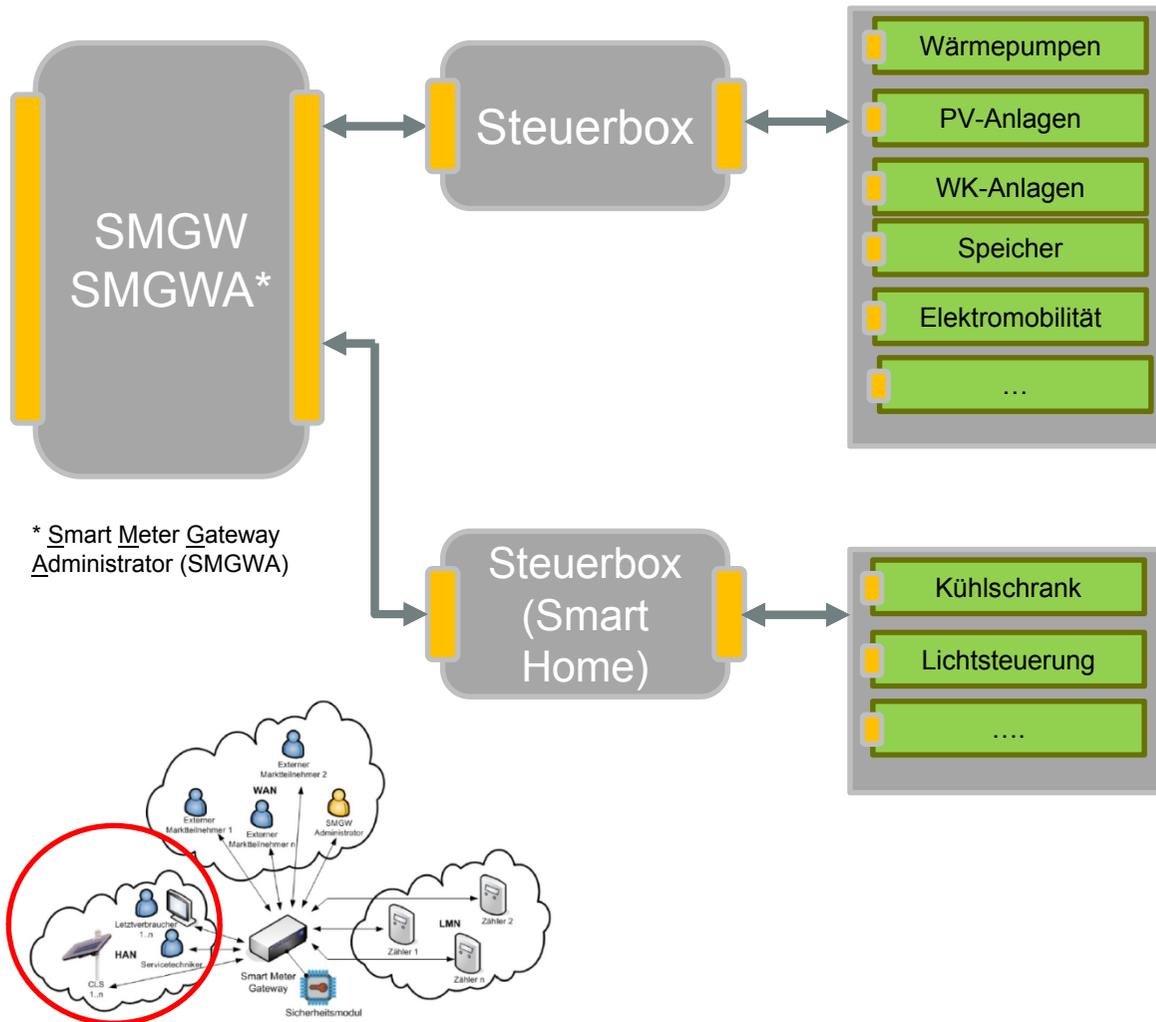
SRH  
HOCHSCHULEN



## Vervielfachung



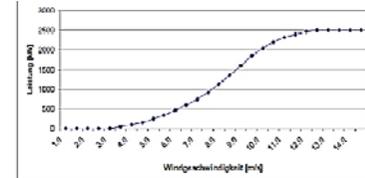
# ANFORDERUNGEN AN DIE IT



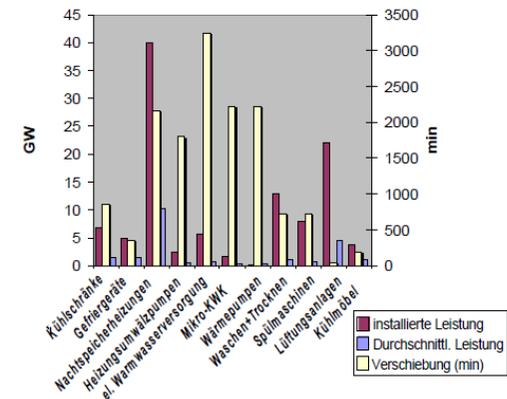
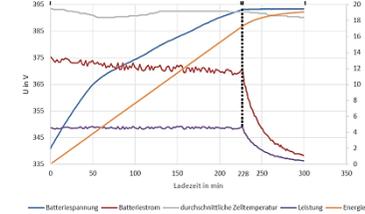
\* Smart Meter Gateway Administrator (SMGWA)

SRH  
HOCHSCHULEN

Leistungskennlinie einer WKA



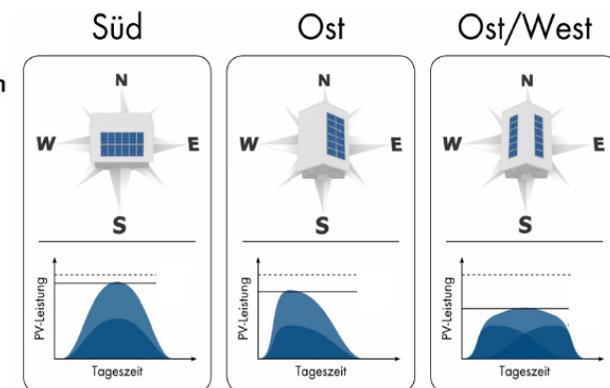
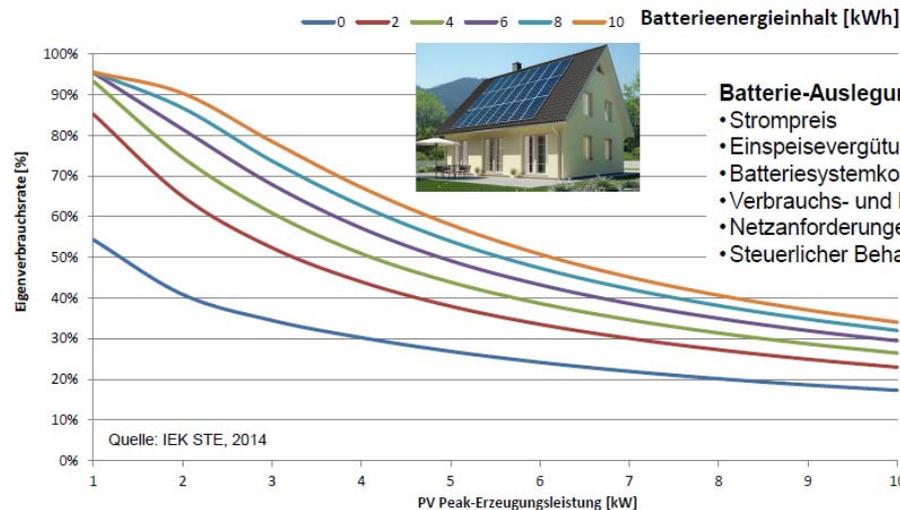
X-Verläufe während der Aufladung (BMW i3)



Quelle: Nestle, 2007. Energiemanagement in der Niederspannungsversorgung mittels dezentraler Entscheidung

Der **Eigenstromverbrauch**  $E_g$  [kWh] bzw. die **Eigenstromverbrauchsquote**  $Q_{E_g}$  [%] gibt den Anteil der Nutzung der eigenerzeugten elektrischen Energie als absolute Zahl in kWh oder als relative Zahl in % wieder.

Die **Autarkiequote**  $Q_A$  [%] gibt an wieviel Prozent der „verbrauchten“ Energie  $\int \sum_{i=1}^m P_{L,i}(t) dt$  nicht durch den Netzbezug  $\int P_{Netzb.}(t) dt$  gedeckt wird.



Die sich abzeichnende verstärkte Installation von **Energiespeichersystemen (stationäre wie auch mobile)**, wird die indirekte Nutzung  $E_{g,H}^{indirekt}$  des eigenerzeugten Stroms möglich machen und den Anteil des Eigenstromverbrauches, wie folgt

$$E_{g,H}^{gesamt} = E_{g,H}^{direkt} + E_{g,H}^{indirekt}$$

steigen lassen.

Der Unterschied von  $E_{g,H}^{indirekt}$  zu  $E_{g,H}^{direkt}$  liegt in dem **nicht zeitgleichen Verbrauch** der Stromerzeugung durch die dezentralen Erzeugungsanlagen.

## DIGITALISIERUNG

Die intelligenten Messsysteme werden helfen bei der Approximation des zukünftigen Eigenstromverbrauches beim Term

$$E_{g,H}^{direkt},$$

wobei hier die verpflichtenden Einbaugrenzen

- beim Verbraucher **ab 6.000 kWh** und bei
- der dezentralen Erzeugungsanlagen **ab 7 kW** Strom

zu beachten sind.

Bei der Approximation des zweiten Terms

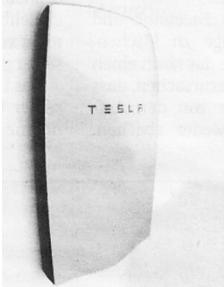
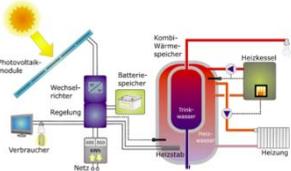
*E*<sub>g,H</sub><sup>indirekt</sup>

ist die Messung nur **bedingt hilfreich**, vielmehr sind hier die Optimierungsziele, wie oben beschreiben, von Bedeutung.

Diese Problemstellung besteht in ähnlicher Art **auch für den VNB** bei der Bewirtschaftung seines **unter Anwendung des synthetischen Lastprofilverfahren** ergebenden **Differenzbilanzkreises**.

Das synthetische Lastprofilverfahren findet bei etwa drei Viertel der VNBs in Deutschland seine Anwendung.

# DIGITALISIERUNG

	PV-Anlagen	Speicher (stationär)	Speicher (mobil)	BHKW	P2H
Energieumwandlungsanlagen	 <p>Bild: colarcomplex</p>	 <p>Powerwall nennt Tesla seinen Stromspeicher für den Hausgebrauch. Preis: 3500 \$ für 10 kW. Foto: Tesla</p>	 <p>Bild: BMW</p>	 <p>Bild: bhkw-anlagen</p>	
Optimierungsziele					
Sparten					
Vermarktung					

## ANFORDERUNGEN AN DIE IT



SRH  
HOCHSCHULEN

- Ziel:

*„die führenden Unternehmen, Verbände und Akteure der deutschen und internationalen Energie-, Telekommunikations- und Elektrowirtschaft“ zu vernetzen*

- Offenes, standardisiertes, interoperables Konzept zur Vernetzung des Smart Grids mit Smart Consumern & Smart Homes

- Barrierefreie Kommunikation

durch Standardisierung

Bsp.:

- > Photovoltaikanlage
- > Wechselrichter
- > Wärmepumpe
- > Weiße Ware etc.



# ANFORDERUNGEN AN DIE IT

## EEBus - Mitglieder



SRH  
HOCHSCHULEN

Quelle: EEBus Initiative e.V. . Online im Internet:  
[https://www.eebus.org/fileadmin/Mediapool/Download/downloads\\_de/EEBUS-Factsheet-DE.PDF](https://www.eebus.org/fileadmin/Mediapool/Download/downloads_de/EEBUS-Factsheet-DE.PDF),  
S. 4, abgerufen am 02.02.2016.

INSTITUT FÜR INTEGRATIVE  
ENERGIEWIRTSCHAFT  
SRH HAMM  
EIN INSTITUT DER SRH HOCHSCHULE HAMM

## ANFORDERUNGEN AN DIE IT

Die einheitliche technische Definition und weitestgehend ähnliche Umsetzung der Begriffe , wie z. B.

- „Lastmanagement“,
- „Metering“,
- „Preismodell bzw. Incentiv-Modell“
- ...

Der **EEBus** definiert in erster Linie nicht den Datenaustausch (da abhängig vom Übertragungskanal), wohl aber das **Datenformat** zum Backendsystem.

Das EEBus-Konzept erweitert die vorhandenen, standardisierten Vernetzungsprotokolle der Geräte (wie KNX, ZigBee, ...) nur um Smart Grid Funktionen.

## ANFORDERUNGEN AN DIE IT

Die EEBus Initiative unterscheidet zwischen

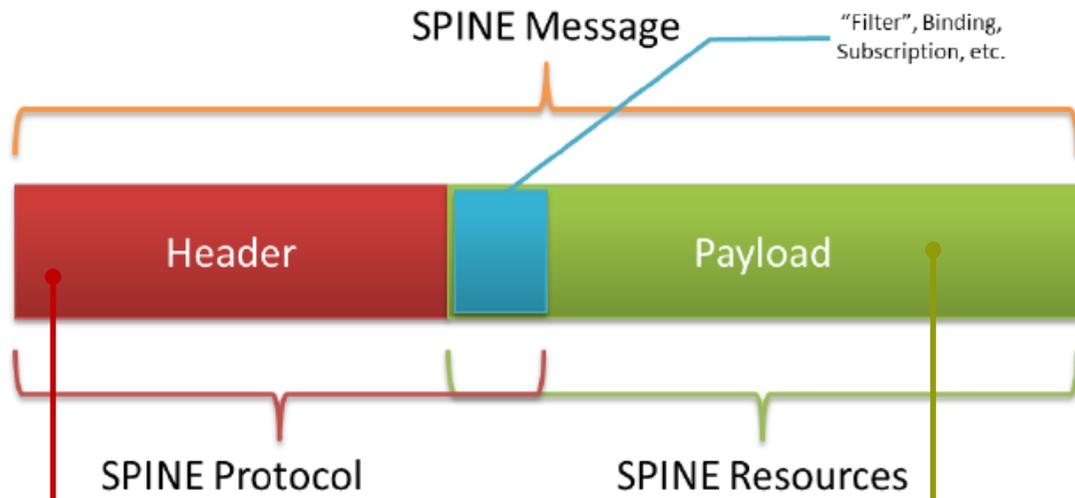
- Inhalten (**Datenmodell**) – „Was übertragen wird“

**SPINE** (**S**mart **P**remises **I**nteroperable **N**eutral-message **E**xchange) defines a neutral layer which helps connecting different technologies to build a smart home / smart grid system. As SPINE only defines messages and procedures on application level (ISO-OSI layer 7), it is completely independent from the used transport protocol.

- Transport (**Kommunikationswege**) – „Wie es übertragen wird“.

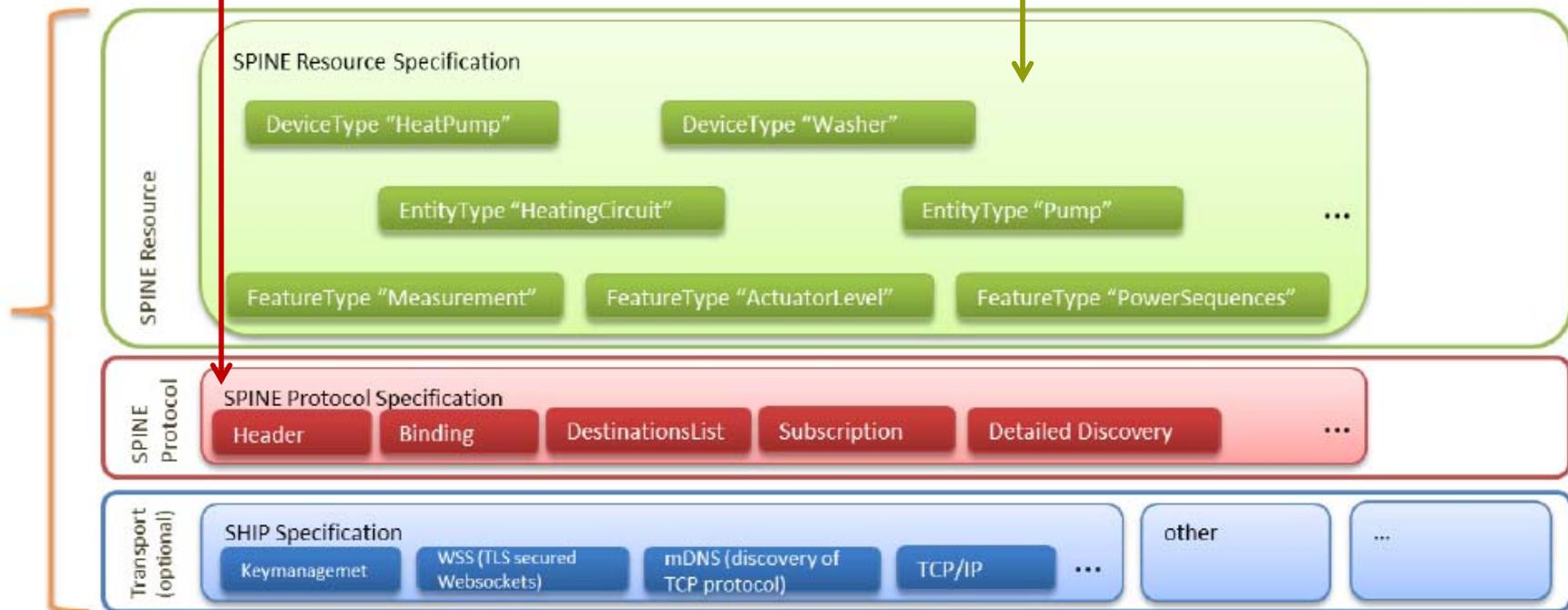
**SHIP** (**S**mar**H**ome **I**P)

# ANFORDERUNGEN AN DIE IT



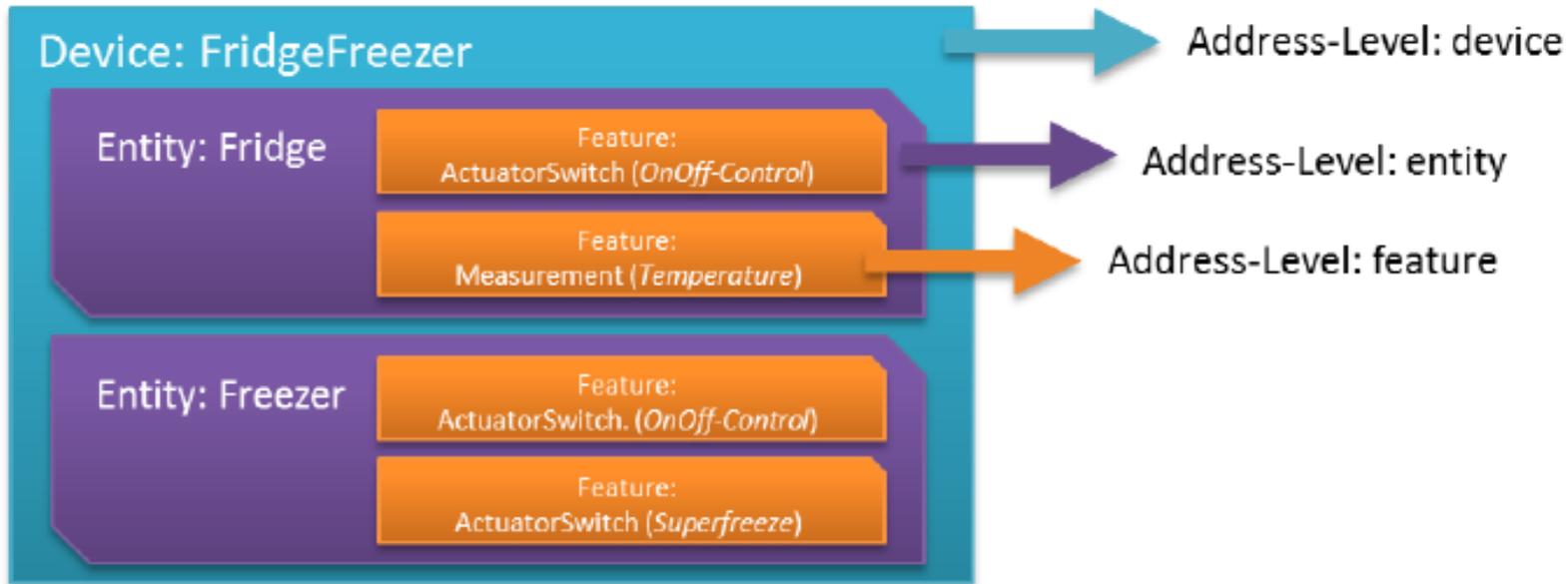
Quelle: EEBus SPINE Technical Report

Specifications provided by EEBus e.V.



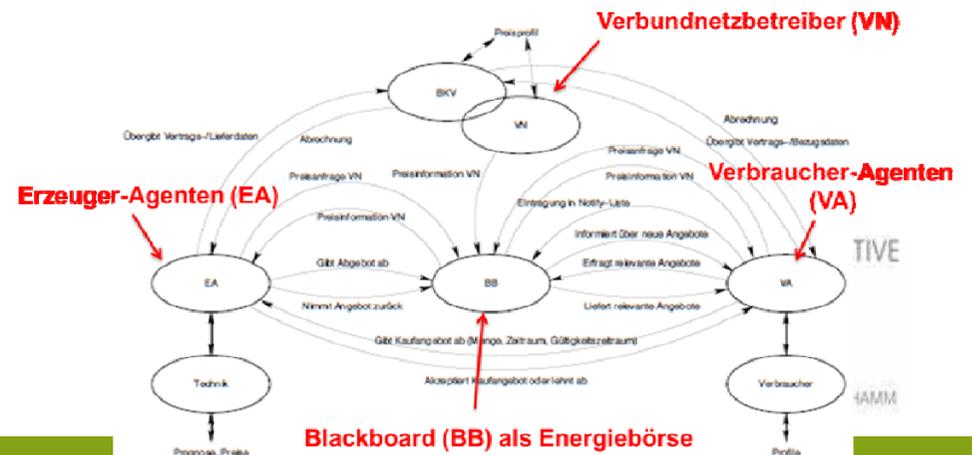
# ANFORDERUNGEN AN DIE IT

## SPINE address levels



Quelle: EEBus SPINE Technical Report

Struktur des Agentensystems (Dezent 2004)



# AGENDA

SRH  
HOCHSCHULEN

**1** Motivation und Zielsetzung

**2** Intelligente Messsysteme

**3** Smart Grids

**4** Digitalisierung

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

# KONTAKT

Institut für integrative Energiewirtschaft  
Institutsleitung  
Prof. Dr.-Ing. Michael Berger MBA

[michael.berger@fh-hamm.srh.de](mailto:michael.berger@fh-hamm.srh.de)

02381 9291 146

01633 592 641

Platz der Deutschen Einheit 1

59065 Hamm



SRH  
HOCHSCHULEN

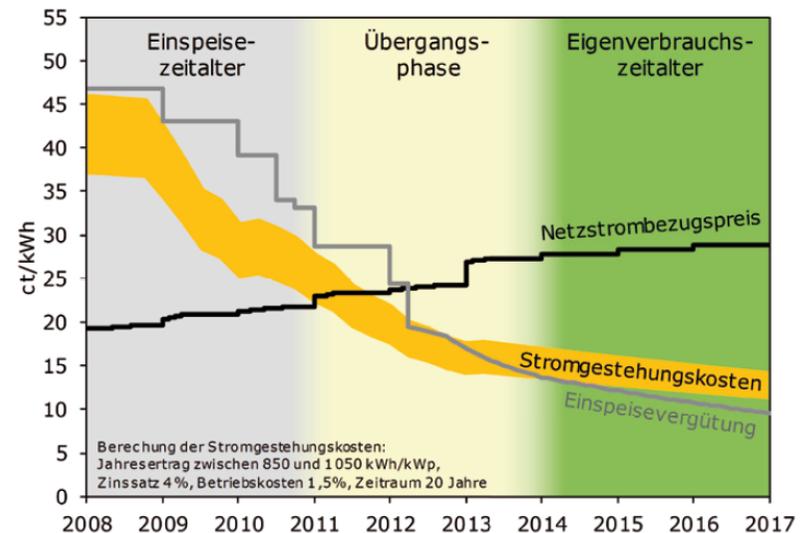
 **SRH** **HAMM**  
INSTITUT FÜR INTEGRATIVE  
ENERGIEWIRTSCHAFT  
EIN INSTITUT DER SRH HOCHSCHULE HAMM

## MIETERSTROMMODELLE

Der **Begriff Mieterstrom** ist in den letzten Jahren gebräuchlich geworden für elektrische Energie, die in dezentralen Stromerzeugungsanlagen erzeugt wird und **direkt an Mieter in Mehrfamilienhäusern oder gewerblichen Gebäuden geliefert wird.**

Laut *Urbane Energie* gibt es in Deutschland circa 19 Millionen Gebäude mit insgesamt 40 Millionen Wohneinheiten, wovon 15,5 Millionen Gebäude ein oder zwei Wohnung umfassen. Davon sind ungefähr **5 Millionen Gebäude** für die dezentrale Energie Erzeugung und Vermarktung an die Bewohner in räumlicher Nähe geeignet und dies entspricht in etwa dem **Marktvolumen.**

Quelle: Urbane Energie GmbH Interview Januar 2016, Mieterstrom Services für die Energiewende



Quelle: Destatis, BnetzA, BSW

## MIETERSTROMMODELLE

Aus rechtlicher Sicht ist Mieterstrom in drei Konzepte als

- Direktvermarktung,
- **Direktlieferung** oder
- Eigenversorgung

einzuordnen.

**Direktvermarktung** bedeutet dass die Einspeisung in das Netz der allgemeinen Versorgung und Belieferung eines Abnehmers, der nicht mit dem Anlagenbetreiber identisch ist. Die **Direktlieferung** meint die Belieferung eines Abnehmers, der nicht mit dem Anlagenbetreiber identisch ist, über eine direkte Leitung vor Ort. Das dritte Konzept ist die **Eigenversorgung**, welche den verbrauchten Strom vor Ort durch dieselbe natürliche oder juristische Person die Anlage auch betreibt

### **Motivation:**

Die Nutzung dezentral erzeugter Energie kann betriebswirtschaftlich deutlich günstiger sein, als die Nutzung von Energie aus dem öffentlichen Stromnetz, wenn die Energie auf dem Weg zwischen dem Erzeuger und dem Verbraucher nicht das öffentliche Stromnetz durchläuft. Dann entfallen die Kosten für

die **Netznutzungsentgelte**,  
die **Konzessionsabgabe** und  
die **Stromsteuer**.

# MIETERSTROMMODELLE

## Motivation:

Strompreis bei Haushaltskunden in 2014 (Prognose für einen 3-Personen-Haushalt)		
1. Erzeugung und Vertrieb	7,26	ct/kWh
2. Netznutzungsentgelt (Ø, netto)	6,87	ct/kWh
3. Konzessionsabgabe	1,79	ct/kWh
4. KWK-Aufschlag	0,18	ct/kWh
5. § 19 StromNEV-Umlage	0,09	ct/kWh
6. § 18 VOAbschLast	0,01	ct/kWh
7. Offshore-Haftungsumlage	0,25	ct/kWh
8. Stromsteuer	2,05	ct/kWh
9. EEG-Umlage	6,24	ct/kWh
=====		
10. Umsatzsteuer	4,70	ct/kWh
<b>Summe (Ø, brutto)</b>	<b>29,44</b>	<b>ct/kWh</b>

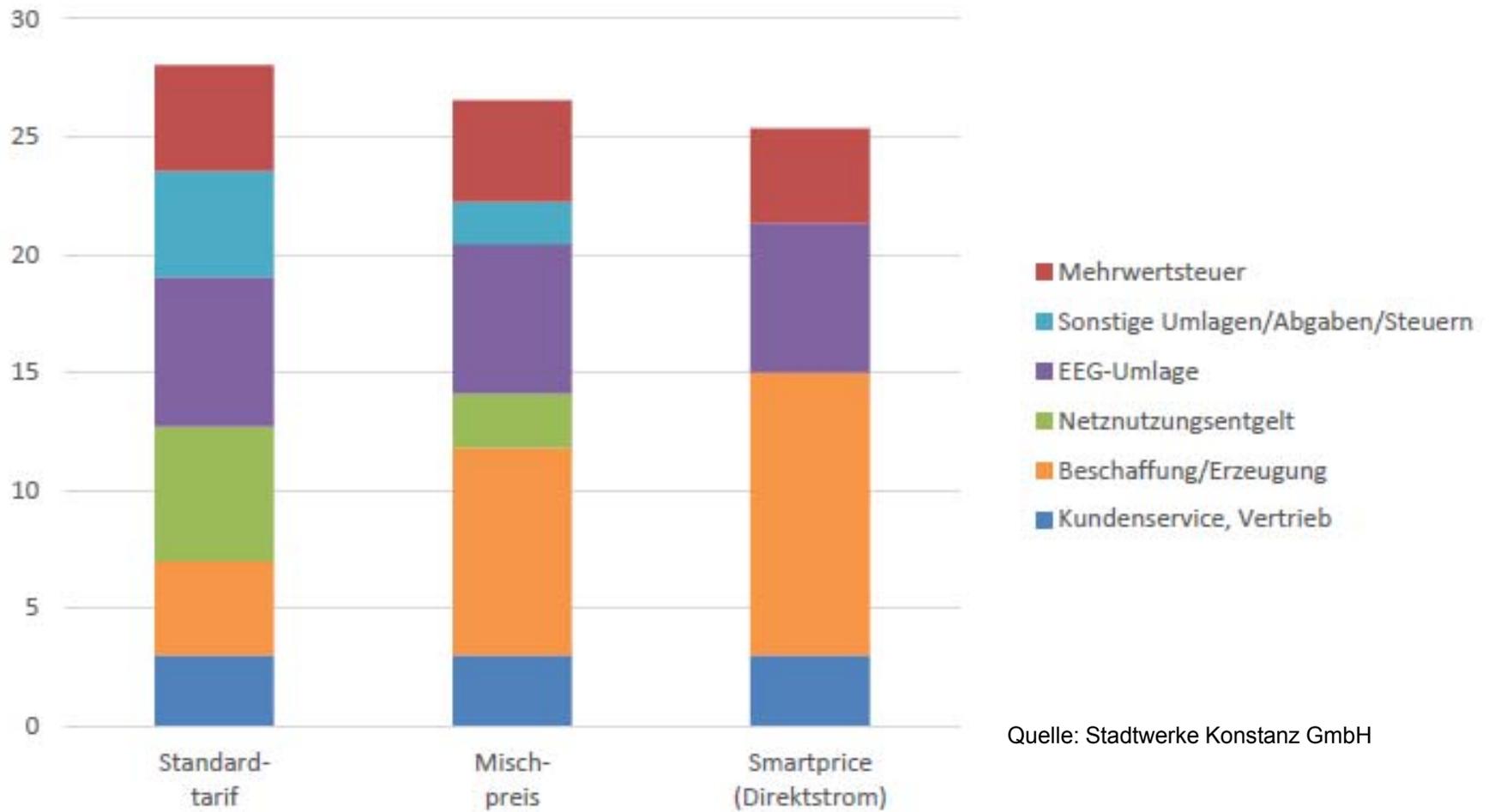
bei einem angenommenen Jahresverbrauch i.H.v. 3.500 kWh (nach BDEW / BNetzA)

Ersparnis bzw. zusätzliches Margenpotential bei dezentraler Vermarktung		
1. Netznutzungsentgelt (Ø, netto)	6,87	ct/kWh
2. Konzessionsabgabe	1,79	ct/kWh
3. KWK-Aufschlag	0,18	ct/kWh
4. § 19 StromNEV-Umlage	0,09	ct/kWh
5. § 18 VOAbschLast	0,01	ct/kWh
6. Offshore-Haftungsumlage	0,25	ct/kWh
7. Stromsteuer	2,05	ct/kWh
=====		
<b>Summe (netto)</b>	<b>11,24</b>	<b>ct/kWh</b>

Prognosen für 2014 nach BDEW / BNetzA

# MIETERSTROMMODELLE

## Tarifmodelle

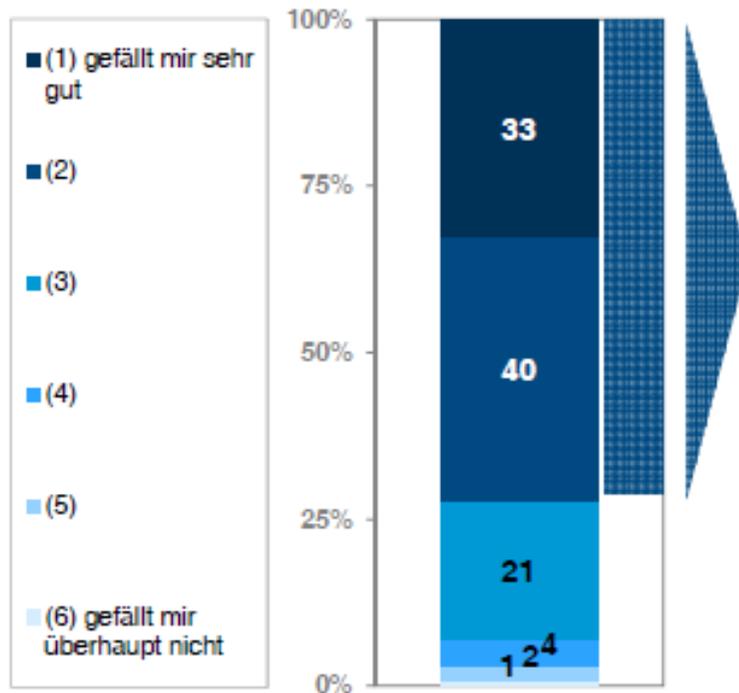


Quelle: Stadtwerke Konstanz GmbH

## MIETERSTROMMODELLE

Umfrage durch Mainova AG:

Frage: Wie gut gefällt Ihnen die Möglichkeit den direkt von Ihrem Dach (durch PV) oder aus ihrem Keller (durch BHKW) erzeugten Strom zu nutzen ?



- Das Konzept kommt bei den Befragten gut an – 2/3 gefällt das Konzept sehr gut bzw. gut
- abgelehnt wird die Idee von nur 3% der befragten Personen

### Marktforschungsstudie 07/08-2014:

- Die Stichprobengröße umfasst: n=400 Interviews
- Mieter (privat oder gewerblich) die in Mehrfamilienhäusern-/gebäuden wohnen und die für Entscheidungen rund um das Thema Energieversorgung verantwortlich bzw. mitverantwortlich sind.
- Männer und Frauen zwischen 18-65 Jahren
- Die Befragung wird beschränkt auf Personen aus FFM und Umland

Quelle: Mainova AG

# MIETERSTROMMODELLE

## EVU und Stadtwerkmodell

