
ENERGIEEFFIZIENZNETZWERK METROPOLREGION RHEIN-NECKAR

Reduzierung von Stromspitzen und optimierte Fahrweise mit eigenen Erzeugeranlagen

9. März 2017

Ekrem Köse, M.Sc.



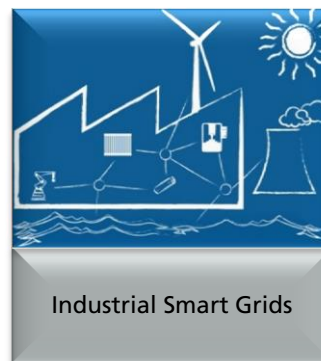
Agenda



- Notwendigkeit und Nutzen
- Maßnahmen zur Reduzierung von Stromspitzen
- Einbindung von Erzeugungsanlagen
- Ausblick

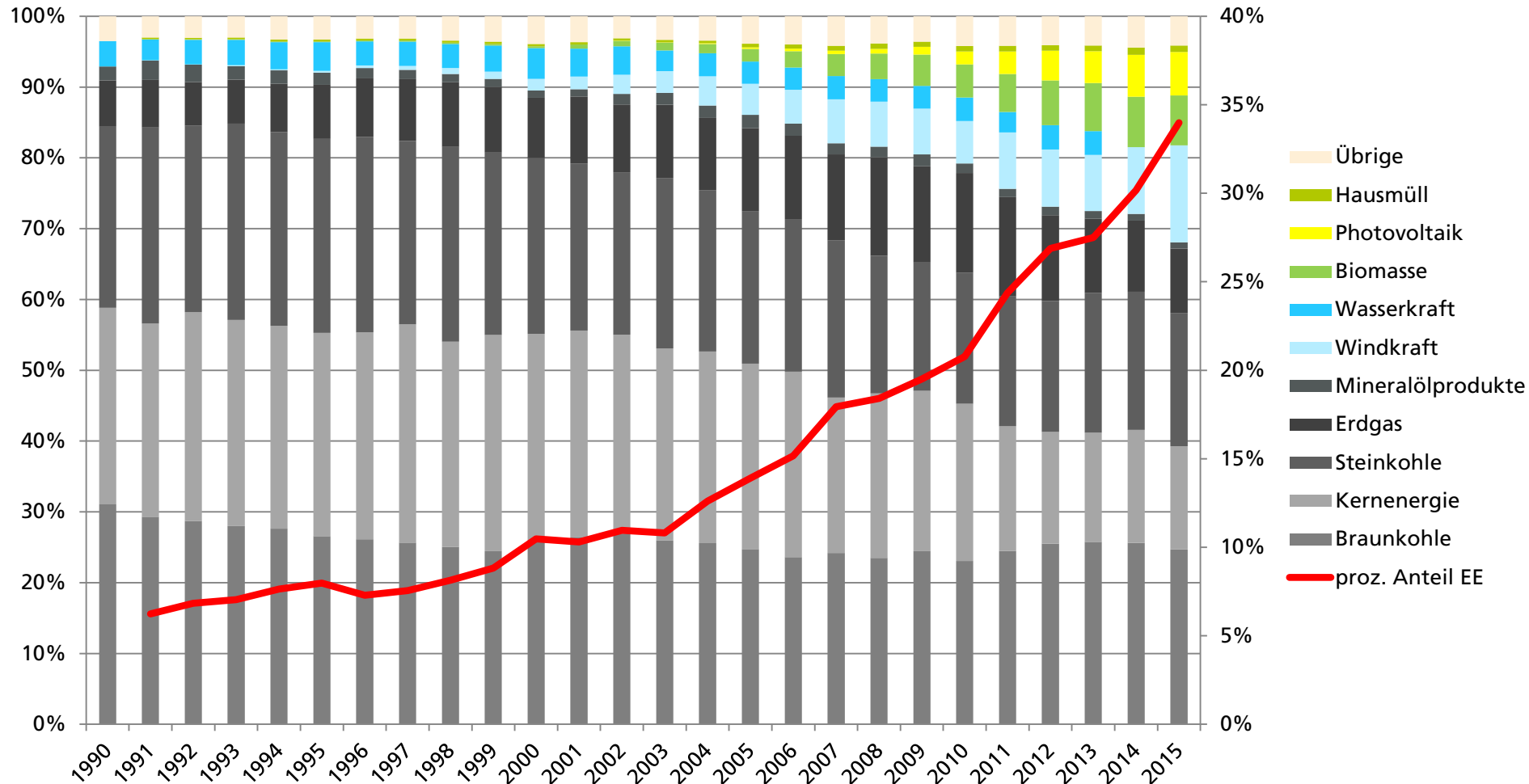
Mission und Themenfelder

- 5 Arbeitsthemen
- Gründung 2012
- Mission:
 - Aufklärung zur Energiewende anhand von Zahlen, Daten und Fakten
 - Beratung von Politik, Gesellschaft und Unternehmen
 - Entwicklung von Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz in der Industrie



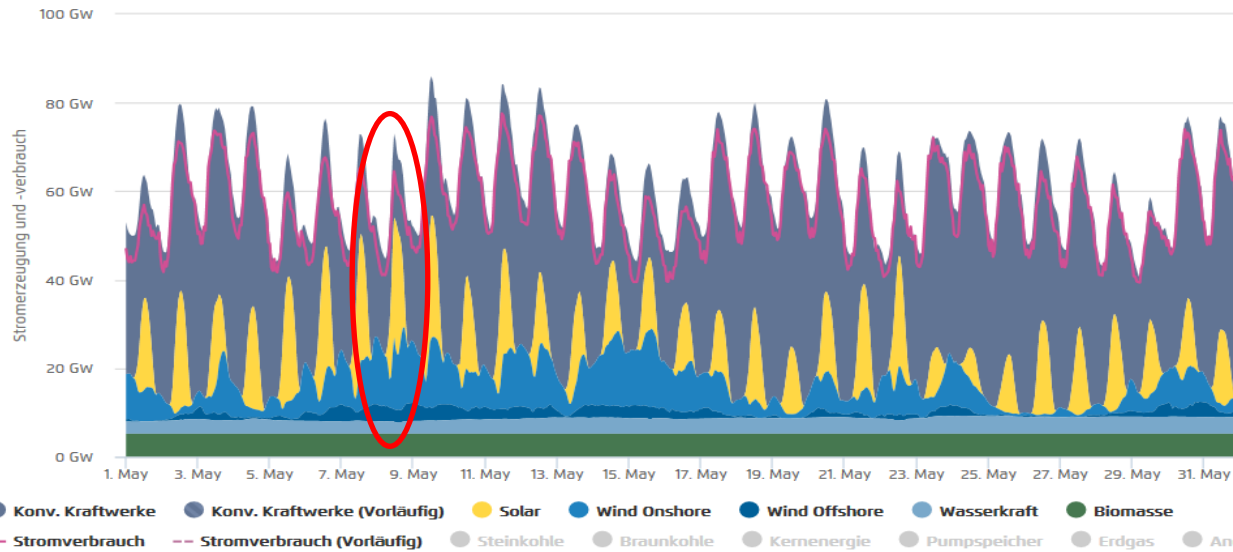
Notwendigkeit

Bruttostromerzeugung in Deutschland seit 1990

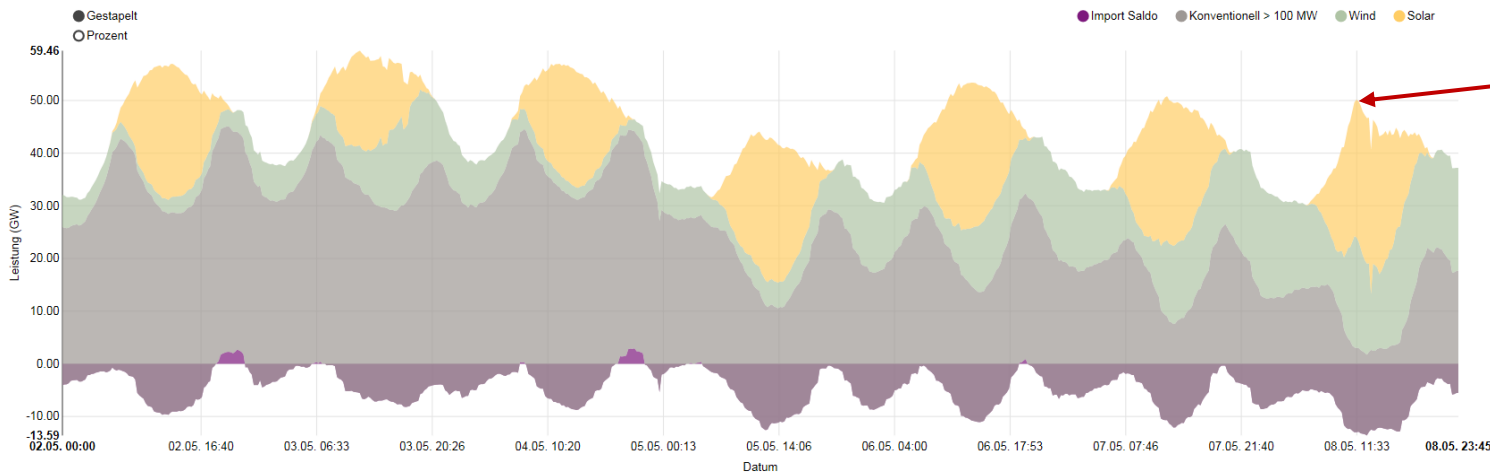


[Quelle: AGEB 2015]

Ausgangssituation



08.05.2016
 Rekord:
87,6%
 des Strom-
 verbrauchs durch
 EE gedeckt



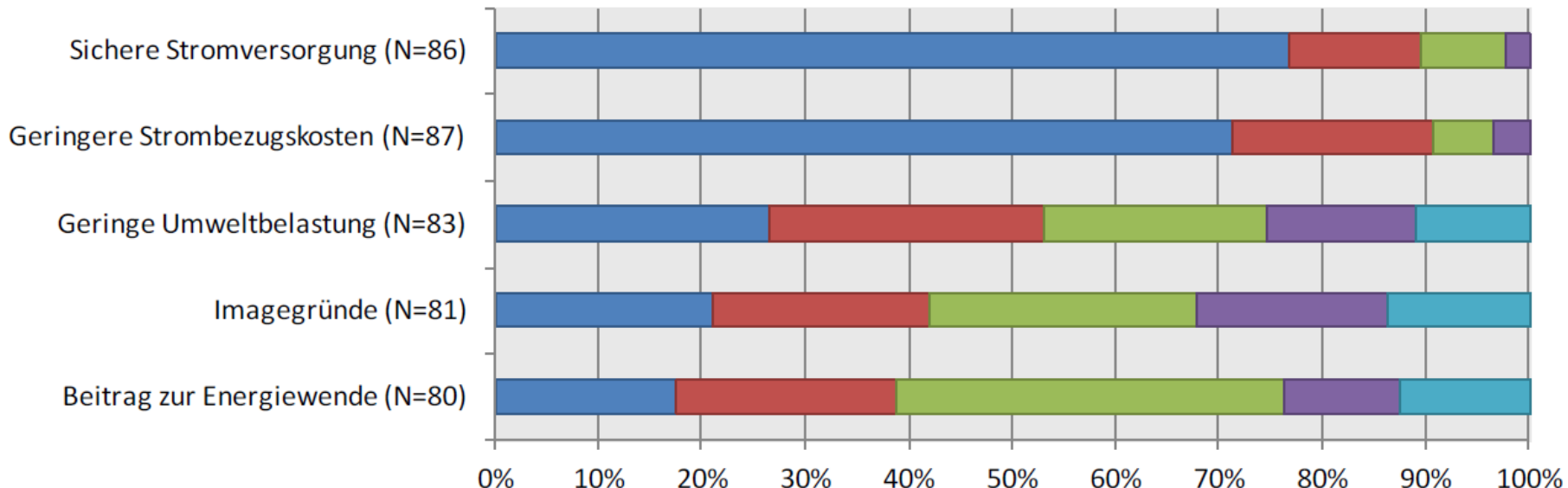
Mit einer
 Einspeisung von
50,16 GW
 Das entspricht
 ca. **35 AKWs**
 (à 1,4 GW)

[Quelle: Agora 2016 , ISE 2016]

Gründe für Lastmanagement aus Unternehmenssicht

Wie wichtig sind/wären für Ihren Betrieb folgende Gründe um Lastmanagement zu betreiben? *In % der Antworten*

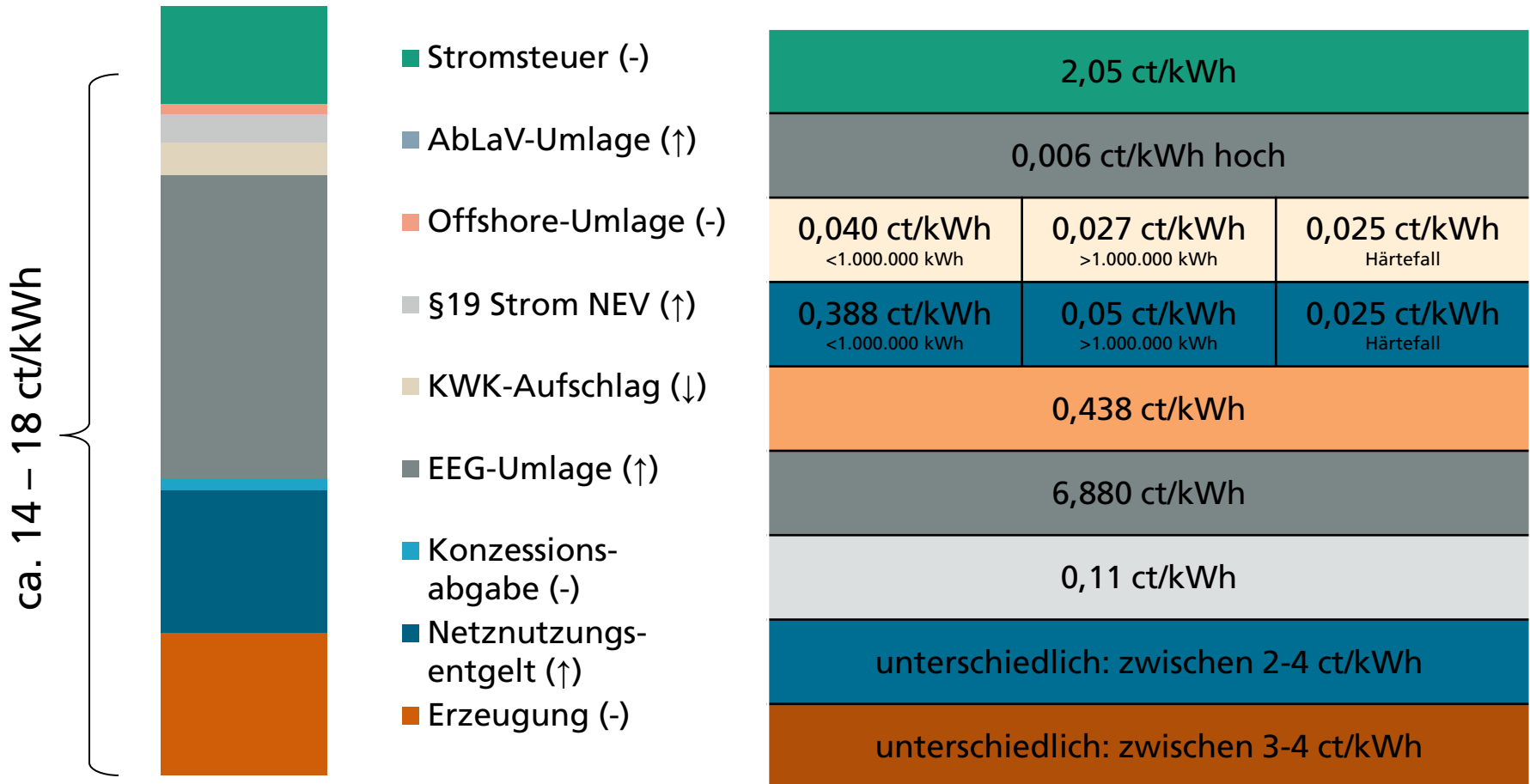
■ 5 Sehr wichtig ■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1 Überhaupt nicht wichtig



[Quelle: Langenheld 2014]

Netzentgelte machen ca. 15% der gesamten Kosten aus

EWR Netz in MS: 83,06 €/kW und 0,21 ct/kWh (Vorjahr: 80,56 €/kW und 0,2 ct/kWh)



[Quelle: eigene Darstellung/Berechnung – Netztransparenz 2017]

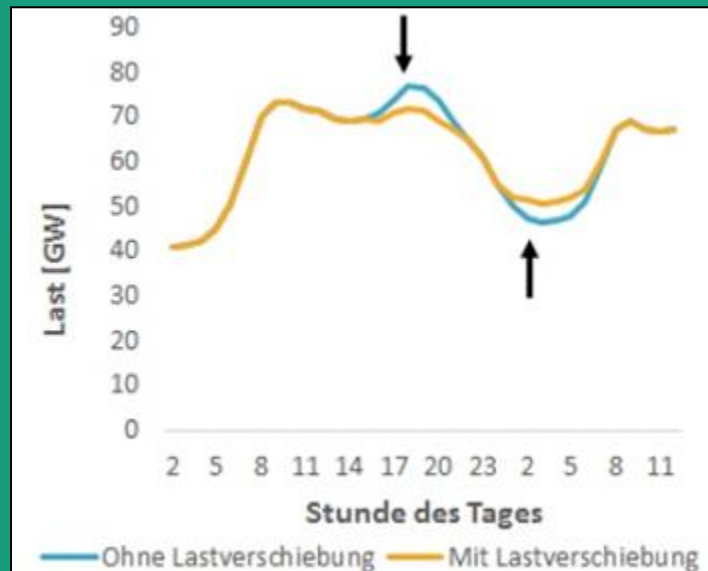
Stromspitzen reduzieren

Lastverschiebung, Lastverzicht und Energiespeicherung

Lastverschiebung

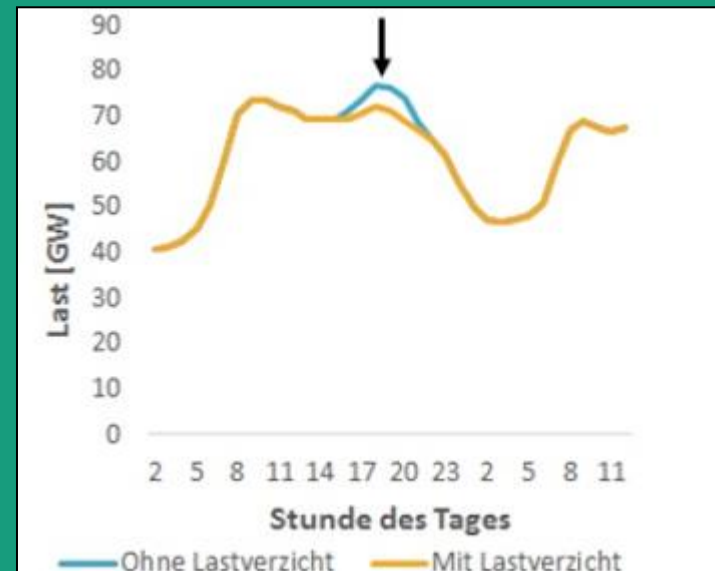
Zeitliche Verschiebung von Produktion

- Lastreduktion
- Lasterhöhung



Lastverzicht

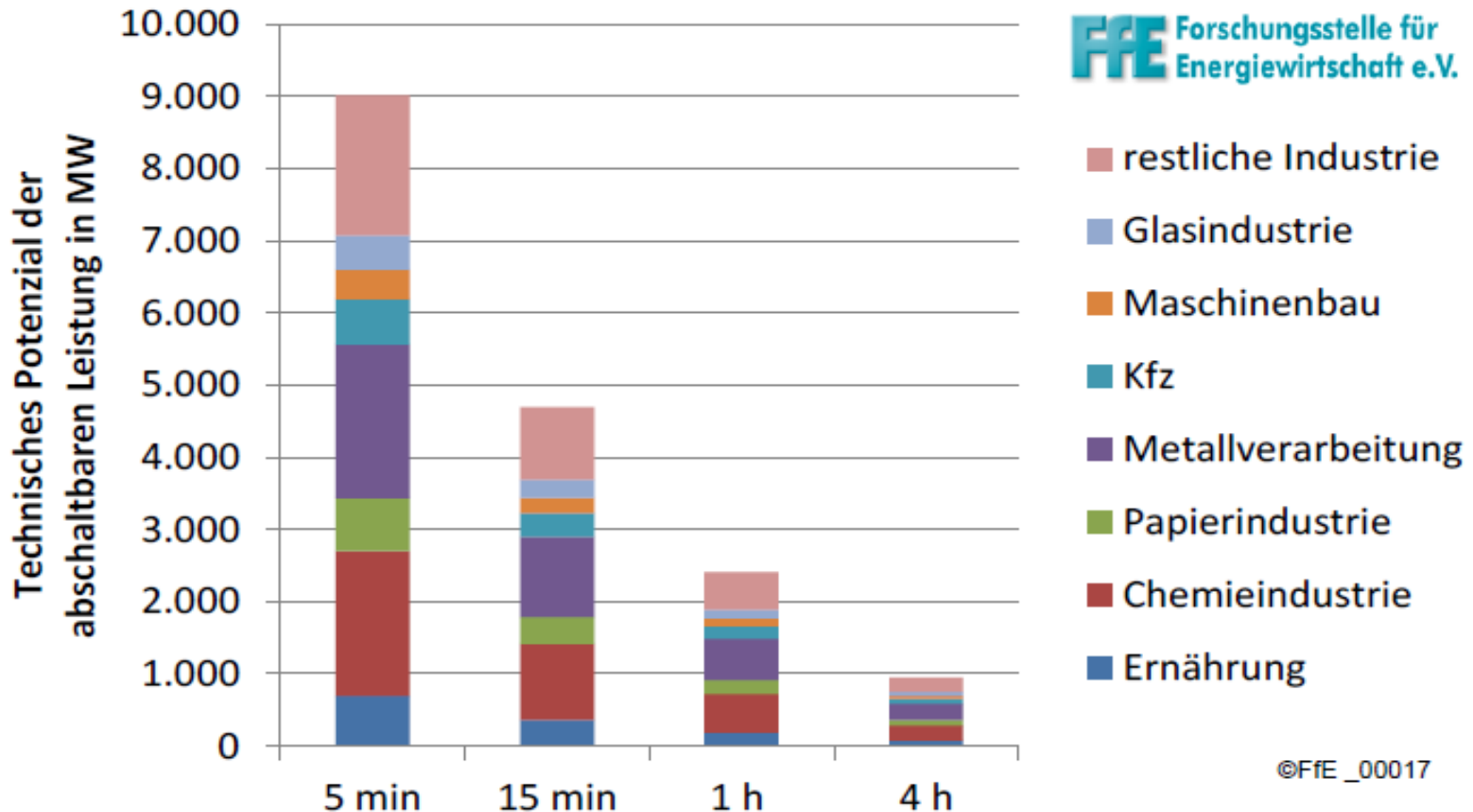
Verzicht auf Produktion eines Zwischen-/ Endprodukts mit Deckungsbeitragsverlust



[Quelle: Langrock 2014]

Abschaltmöglichkeiten in der Industrie

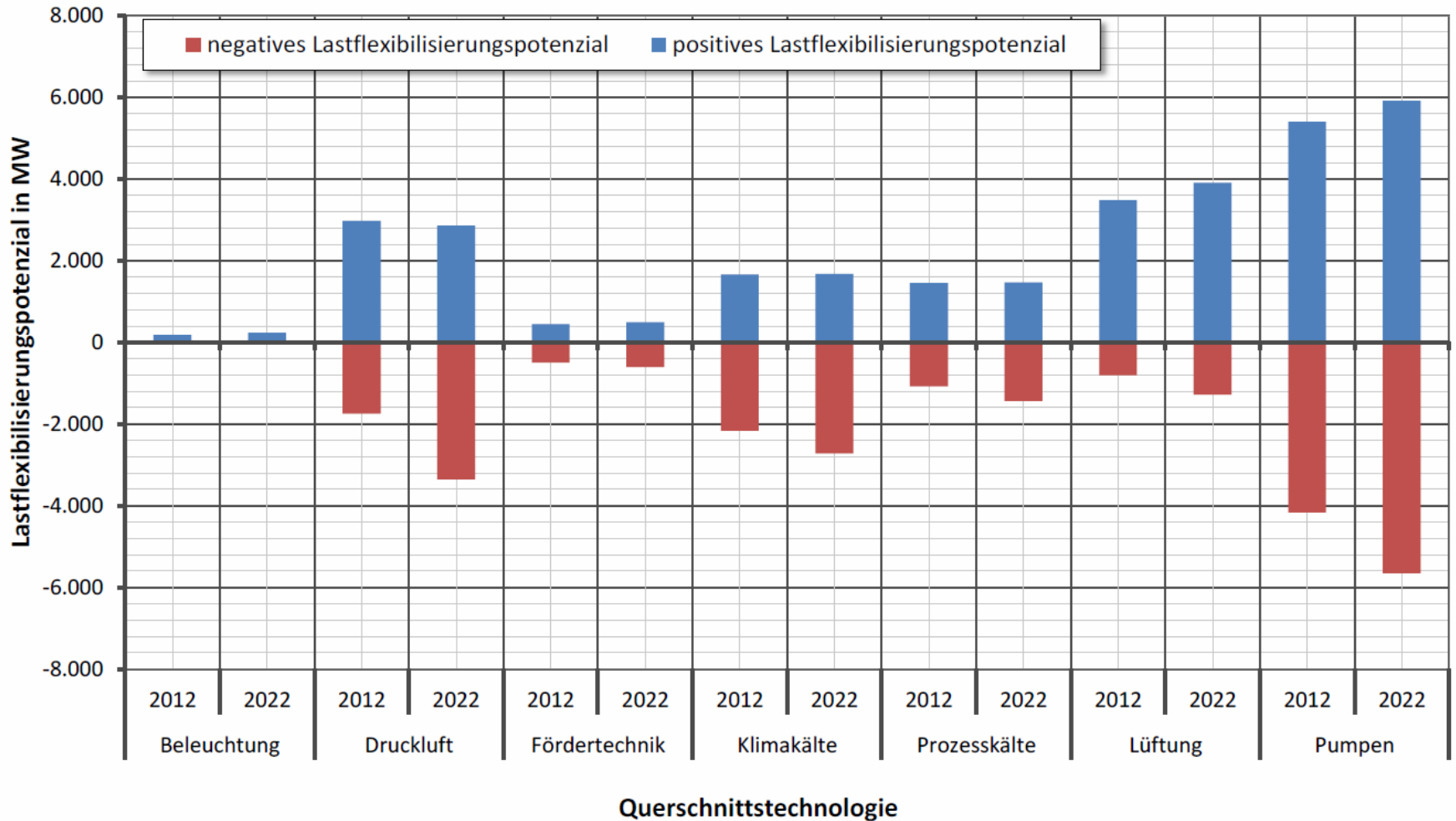
Es gibt Möglichkeiten zur Lastverschiebung, bzw. zur Abschaltung



[Quelle: Roon 2010]

Veränderung des wirtsch. Flexibilisierungspotenzials

Deutschland von 2012 bis 2022



[Quelle: Gruber 2013]

Vermarktungsmöglichkeiten flexibler Lasten

Nicht nur das Kappen der Stromspitzen ist profitabel...

Reduzierung der Kosten für Ausgleichsenergie

- Ausgleich von Bilanzkreisungleichgewichten durch:
 - Anpassung von Erzeugung
 - Flexible Lasten

Ausnutzung von Preisschwankungen auf dem Strommarkt

- Nutzen von Preisschwankungen auf dem Spotmarkt der Strombörse
 - Bezug von Strom verstärkt in Stunden mit niedrigem Strompreis

Bereitstellung flexibler Lasten für den Netzbetreiber

- Auflösung von Engpässen im Stromnetz
 - Gezielte Lastschaltung zur Netzstabilität (ab 50 MW, Pooling max. 5 Partner)

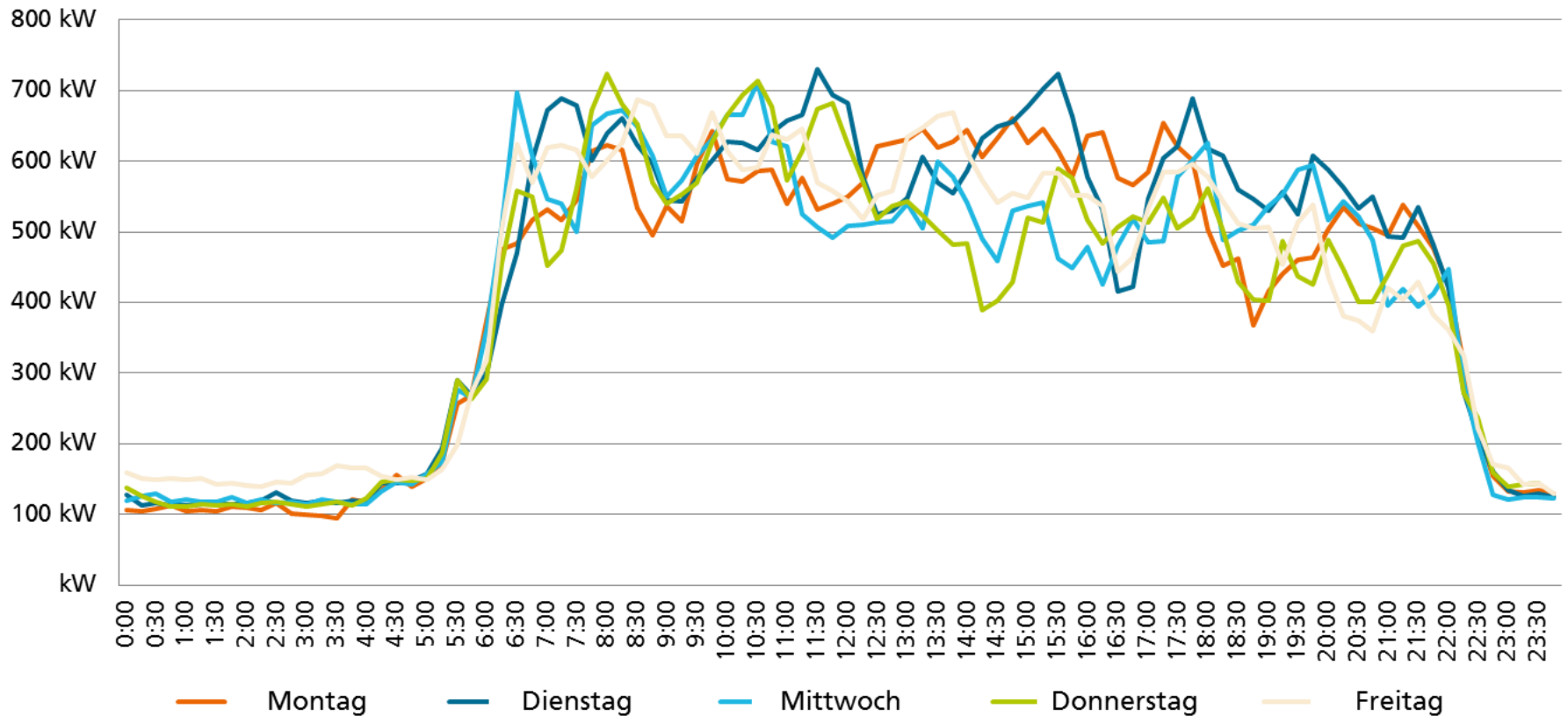
Bereitstellung für Regelungsenergie

- Ausgleich von bilanziellen Netzschwankungen
 - Einzelvermarktung
 - Pooling

Analyse des Stromlastgangs

Lastgang von einer Woche

Stromlastgang



Energiewertstromanalyse

... eine Möglichkeit zur Bewertung von Flexibilität

| | |
|--------------|---|
| Spritzgießen | |
| □ | 2 |

| | |
|-----------|--------|
| BZ | 60 sec |
| # Teile = | 2 |
| ZZ | 15 sec |
| V | 92 % |
| ⚡ | 54 kW |
| ⌋ | 230 W |
| EI = | 654 Wh |

| | |
|-----------|---|
| Lackieren | |
| ☉ | 1 |
| □ | 1 |

| | |
|------|--------|
| PM | 150 |
| PZ | 40 min |
| ZZ | 16 sec |
| RZ | 45 min |
| ⚡ | 28 kW |
| ⌋ | 123 kW |
| EI = | 910 Wh |

| | |
|-----------|---|
| Montieren | |
| ☉ | 8 |
| □ | 4 |

| | |
|------|--------|
| BZ | 72 sec |
| ZZ | 9 sec |
| V | 98 % |
| ⚡ | 730 W |
| ⌋ | 420 W |
| EI = | 15 Wh |

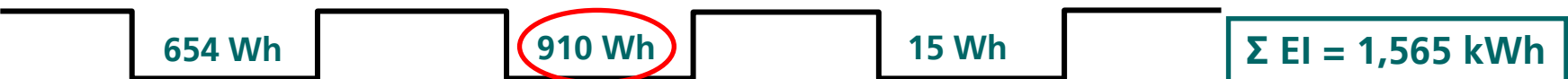
| | |
|----|---------------------|
| ⚡ | elektrische Energie |
| ⌋ | Gas |
| ⌋ | Druckluft |
| EI | Energieintensität |

erweiterter Datenkasten

KT Montage, 2schichtig = 11,5 sec

KT Fertigung, 3schichtig = 21,7 sec

$$EI = 151 \text{ kW} \times 21,7 \text{ sec} \times 1 = 910 \text{ Wh}$$



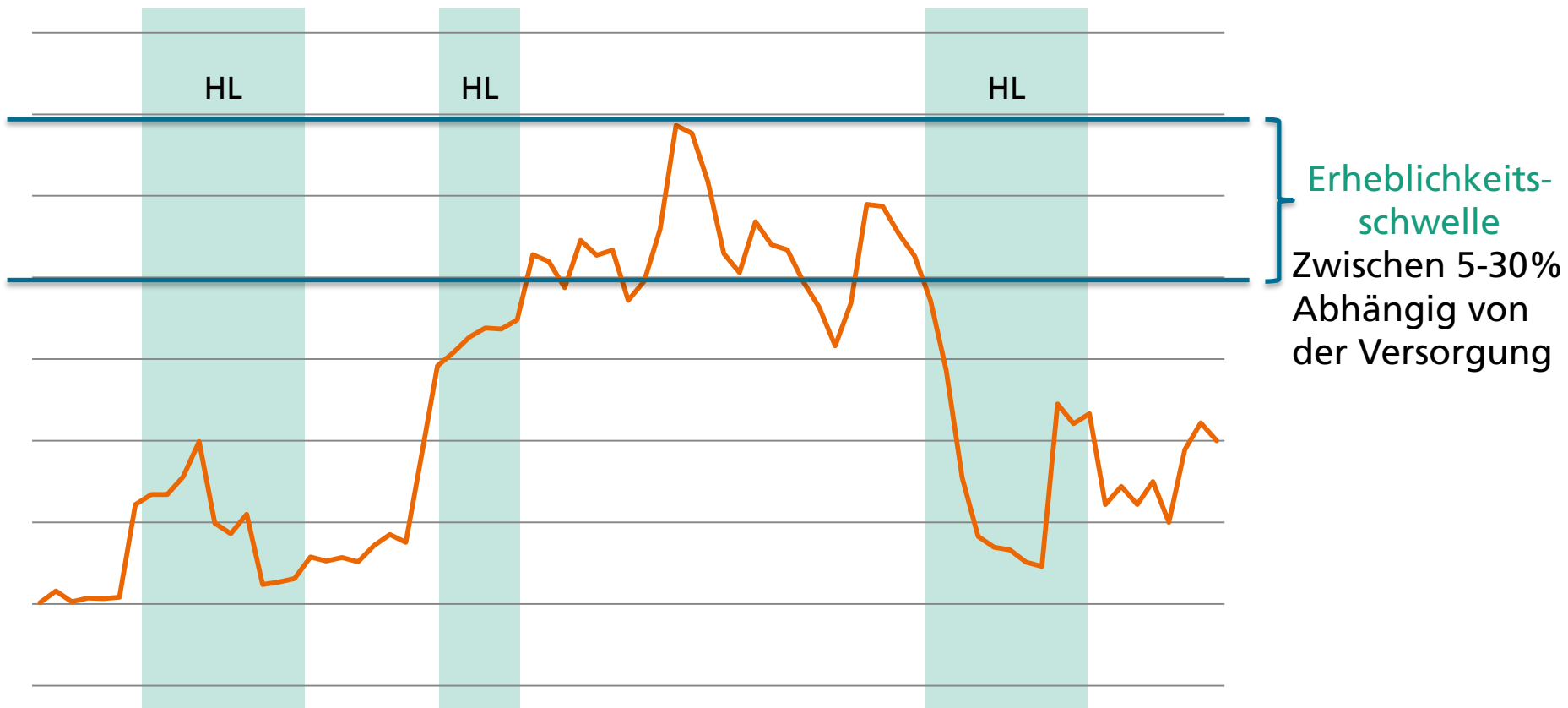
Energieintensität des Wertstroms =
Σ Energieintensitäten der Einzelprozesse

Energietreiber identifizieren

[Quelle: Erlach, K. 2013]

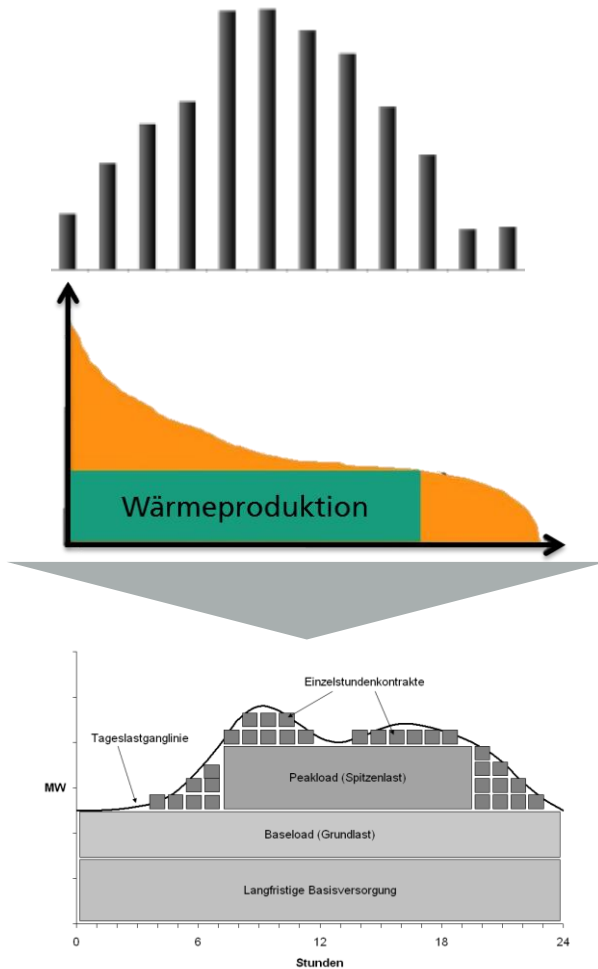
Atypische Netznutzung

Nur die Stromspitze im HL-Zeitfenster bezahlen



Einbindung von Eigenerzeugungsanlagen

PV-Anlage, KWK-Anlagen, Notstromaggregat



■ PV-Anlage

- Verschiebung der Produktion
- Speicherung
- Umwandlung

■ KWK-Anlage

- El. Speicher einbinden
- Stromgeführte KWK → th. Speicher notwendig!

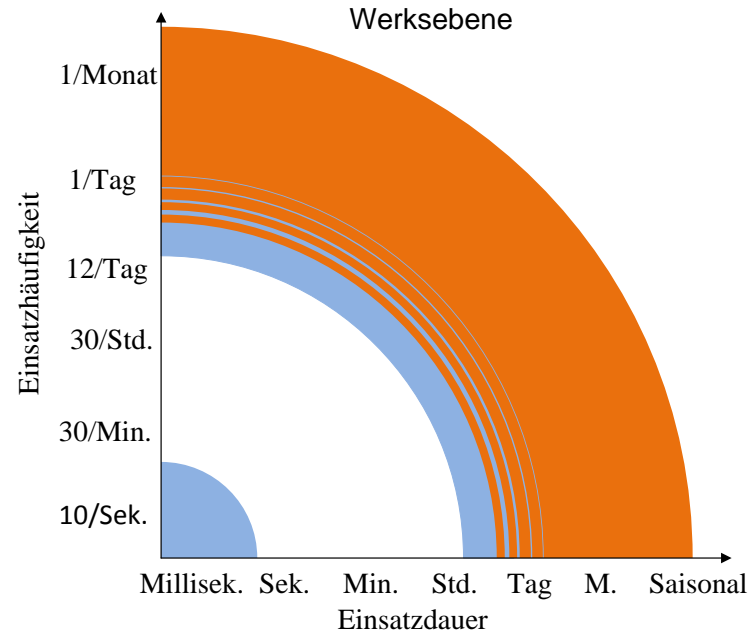
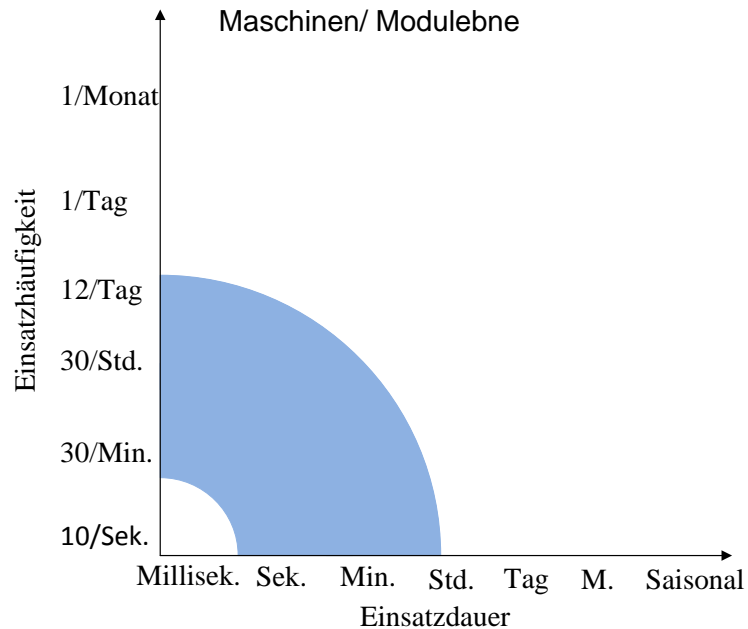
■ Notstromaggregat

- Gezieltes Einspeisemanagement

Achtung: möglicher Verlust des Notstrom-Status!

Einbindung von Energiespeichern

Überschüssige elektrische Energie einspeichern oder umwandeln



Stromspeicher

Elektrische Energiespeicher

Elektrochemische Energiespeicher

Chemische Energiespeicher

Mechanische Energiespeicher

Thermische Speicher

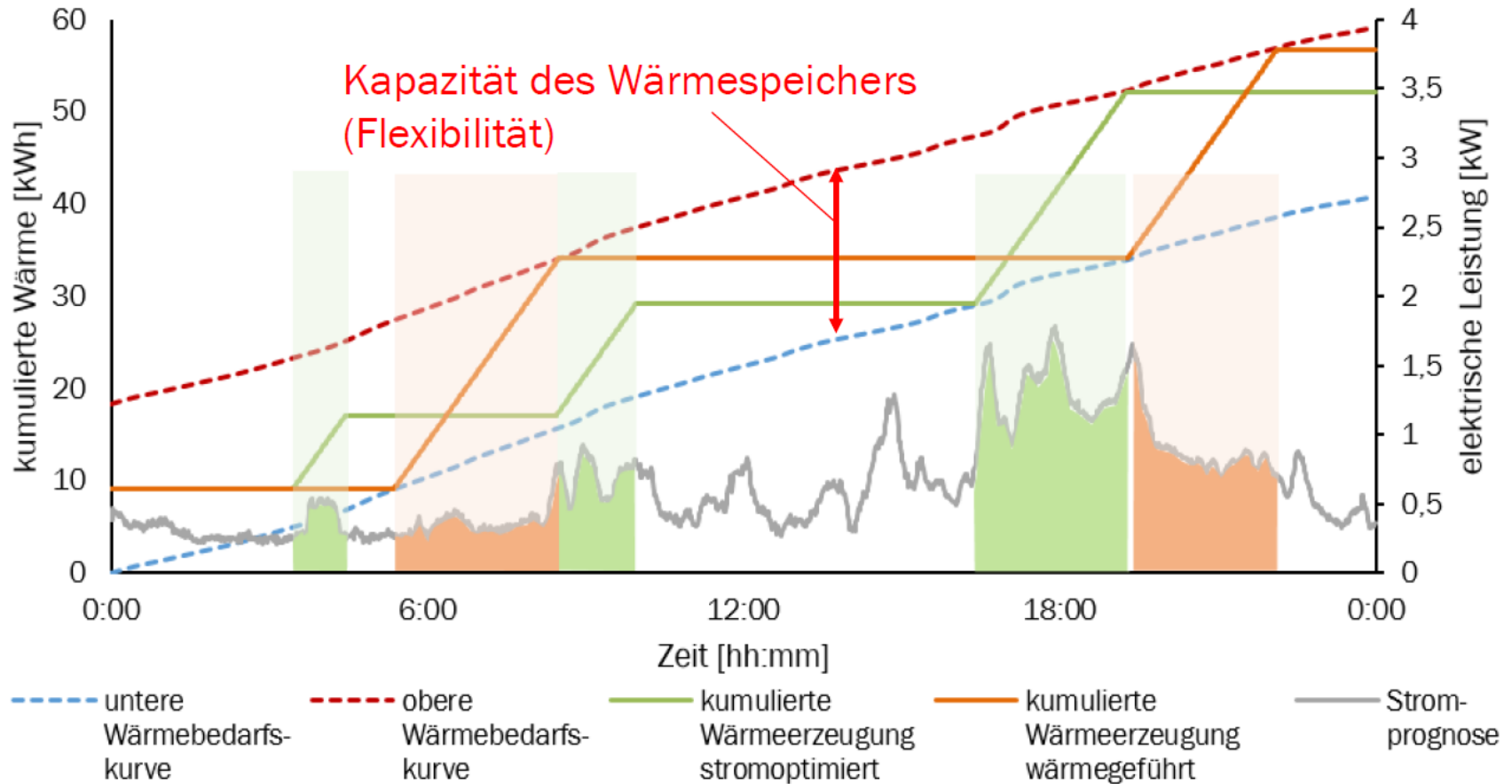
Sensibel thermische Energiespeicher

Latent thermische Energiespeicher

Thermochemische Energiespeicher

Beispiel BHKW Wohnwirtschaft

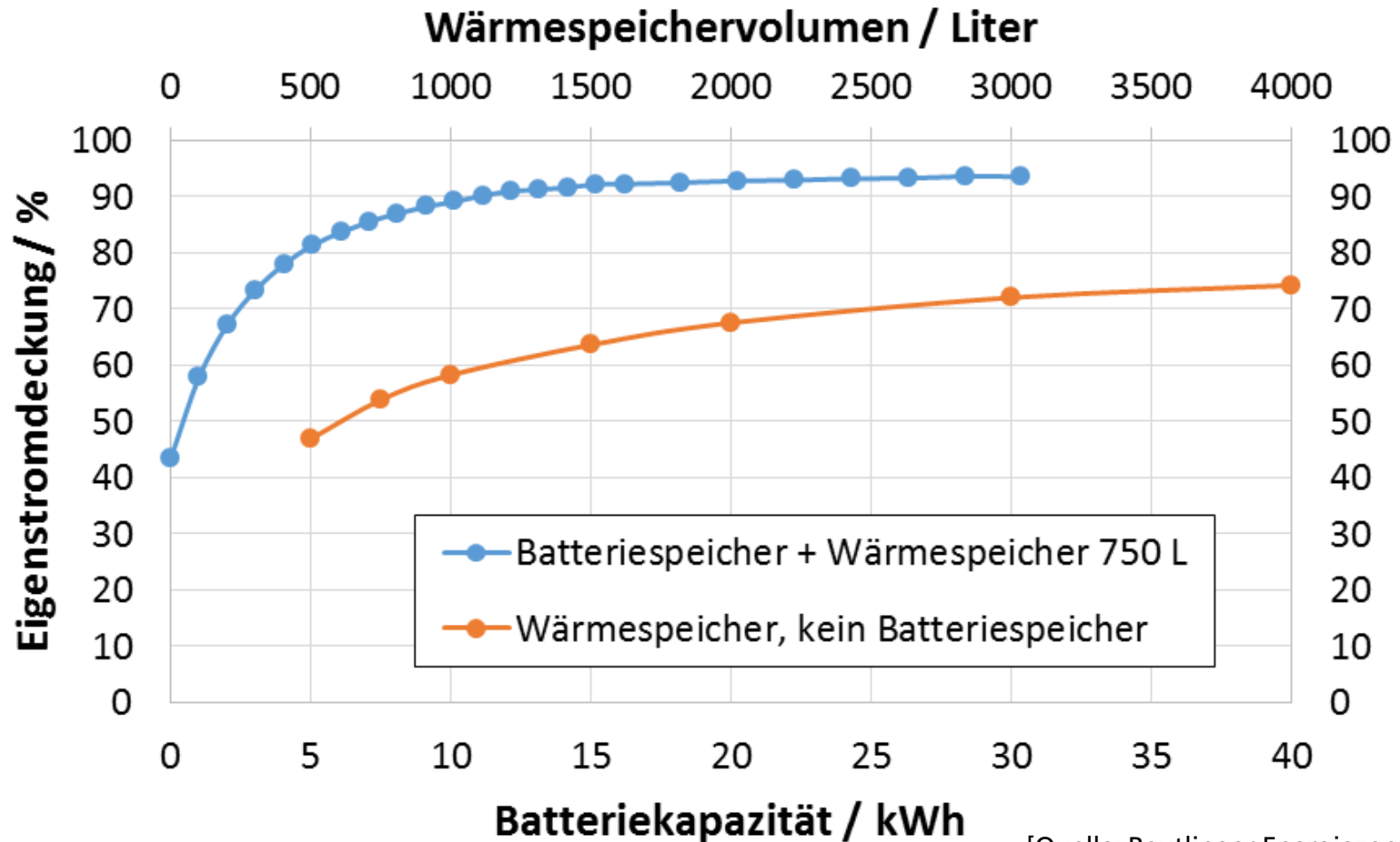
Stromgeführte BHKWs



[Quelle: Reutlinger Energiezentrum 2016]

Beispiel BHKW Wohnwirtschaft

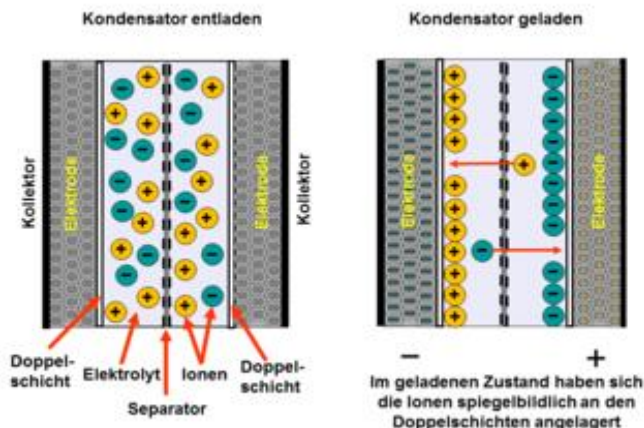
Stromgeführte BHKWs



[Quelle: Reutlinger Energiezentrum 2016]

Energiespeichertechnologien

Superkondensatoren



Funktionsprinzip:

- Besteht aus zwei leitenden Flächen (Elektroden) und eines isolierenden Dielektrikum welches die Elektroden voneinander trennt
- Durch anlegen einer Spannung an den Elektroden entsteht ein elektrisches Feld, worin die elektrische Energie gespeichert wird.

Nachteil:

- Speicherung nur über kurze Zeiträume möglich, relativ hohe Selbstentladerate

| Kennzahlen | |
|--------------------------|---|
| Einsatzgebiet | Anwendungsintegriert, Blindleistungskompensation, USV |
| Leistungsdichte | 3.500 W/kg |
| Energiedichte | 6 Wh/kg |
| Wirkungsgrad | 90 – 95 % |
| Energiespeicherkapazität | Bis zu 52 kWh |
| Entladezeit | Meist nur wenige Sekunden |
| Selbstentladerate | 0,1 – 0,4 % pro Stunde |
| Leistung | 150 kW |
| Zyklenzahl (Lebensdauer) | über 1.000.000 |
| Spez. Investitionskosten | 10.000 - 20.000 € je kWh Output |
| Stadium | Teilweise Serienproduktion |

Bauernhansl (2014)

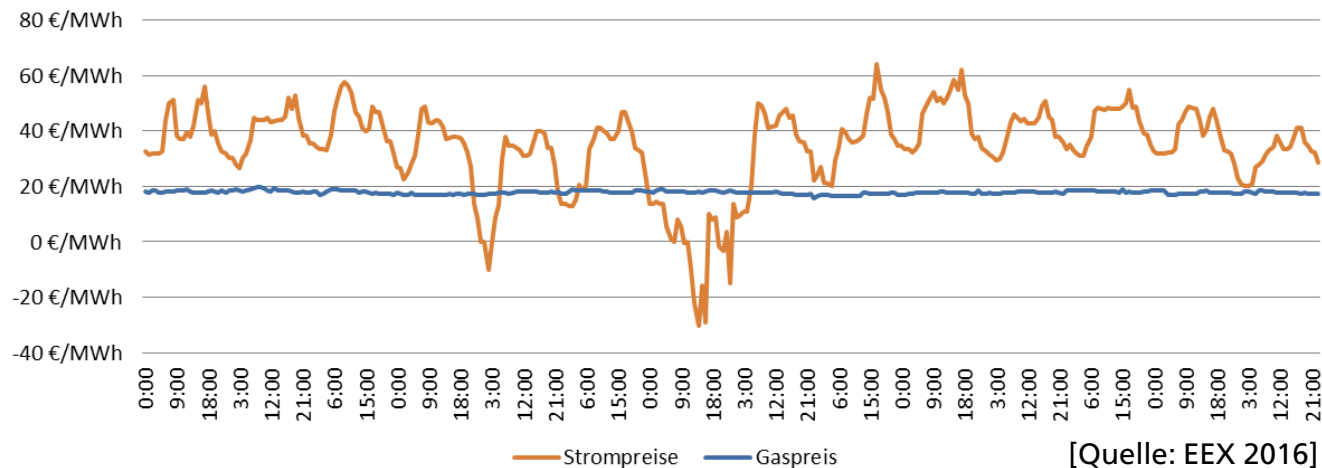
Bi-/ Multivalente Produktionssysteme

Dynamischer Energieträgerwechsel

- Viele thermische Prozesse werden mit elektrischer Energie beheizt
- Wechsel des Energieträgers meistens möglich

Vorteile eines dynamischen Energieträgerwechsel:

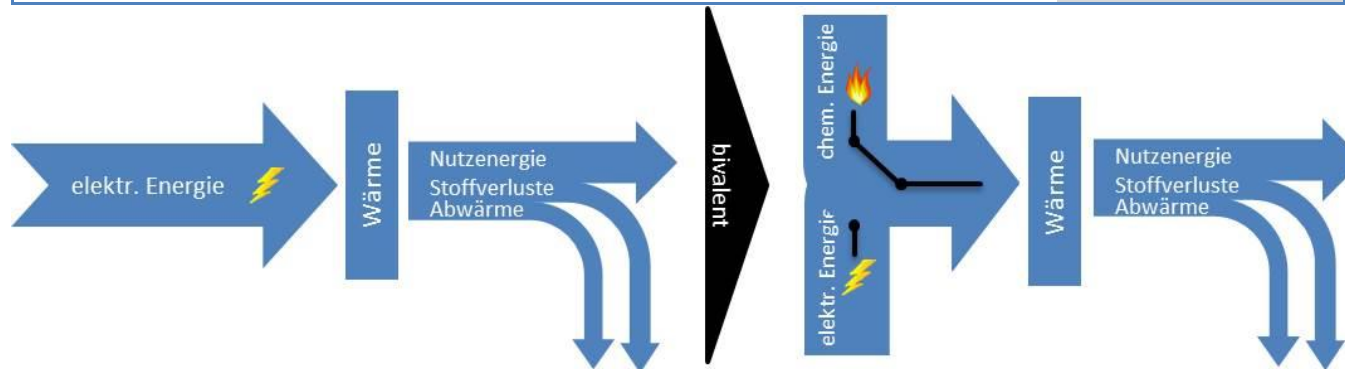
- Höhere Energieflexibilität
- Produktionsflexibilität
- Höhere Versorgungssicherheit
- Ggf. Einsparung von Energiekosten bei Energiebezug direkt von der EEX



Bi-/ Multivalente Produktionssysteme

Beispiel Kunststoff Spritzgussmaschine

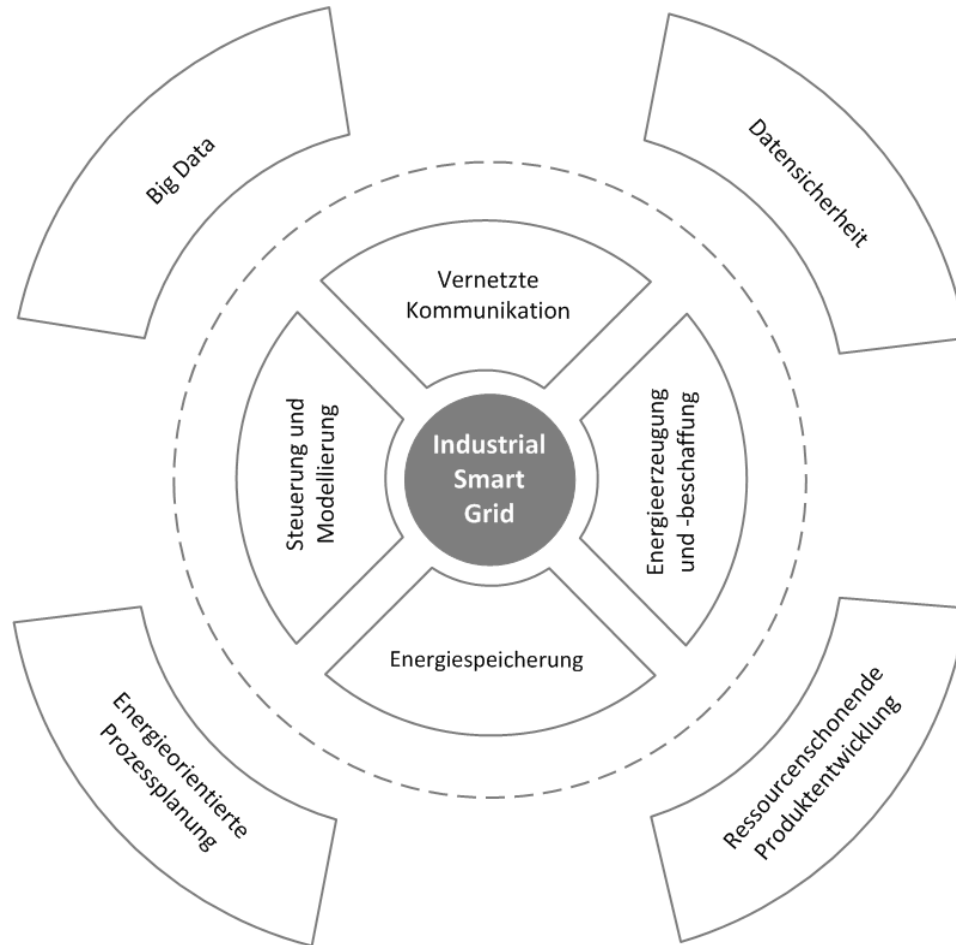
| Betriebsparameter | elektrische Plastifizier- einheit | Erdgas-beheizte Plastifizier- einheit | Bivalente Plastifizier- einheit |
|--|---|---|---------------------------------------|
| Betriebsstunden im Jahr | 6.600°h | 6.600°h | 6.600°h |
| Installierte Heizleistung | 131°kW | 108°kW | 131/108°kW |
| Mittlere Heizleistung | 24°kW | 32°kW | 24/32°kW |
| Strom-Gas-Verteilung | 100°% Strom | 100°% Gas | 83°% Gas / 17°% Strom |
| Energieverbrauch | 158.400°kWh | 211.200°kWh | 202.243°kWh |
| Energiekosten | 5.453°€ | 3.764°€ | 3.334°€ |
| Erlöse aus Regelenergieteilnahme | 0 | 0 | 2.120°€/a |
| Stromspitzenreduzierung | 0 | 0 | 2.160°€/a |
| Investitionskosten für Umrüstung (Abschätzung) | - | - | 30.000°€ |
| Amortisationsdauer zur elektrischen Plastifiziereinheit | - | - | ca. 4,5 Jahre |



[Quelle: Köse 2017]

Industrial Smart Grid

Effizient, flexibel, nachhaltig



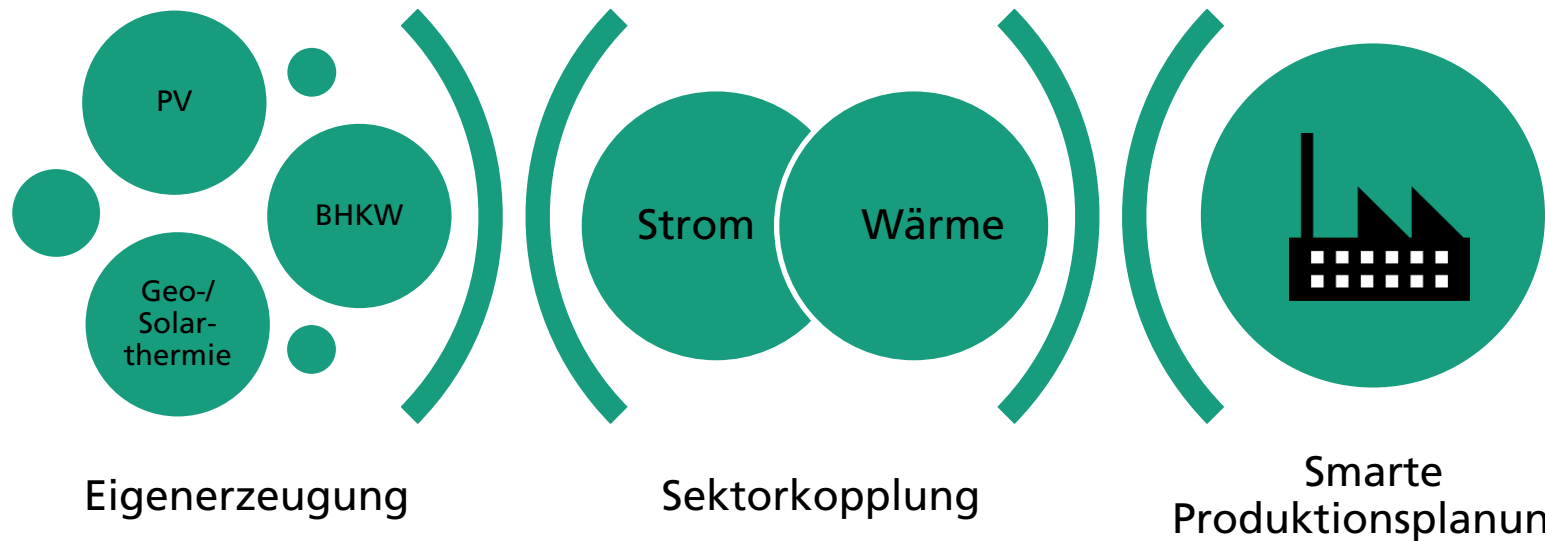
- Kommunikation mit dem Smart Grid außerhalb der Fabrik zur Energieplanung und Beschaffung
- Kommunikation zwischen Energieerzeugern, Speichern und Verbrauchern
- Integration logistischer und energetischer Planung und Steuerung
- Automatisierung des Regelkreises für Planung und Steuerung der „betrieblichen Energiewirtschaft“

[Quelle: EEP 2016]

Ausblick

Innovative Möglichkeiten zur Kappung von Stromspitzen

- Einbindung von el. und th. Speichern
- Strom- und wärmegeführte Eigenerzeugungsanlagen
- Wandlung von überschüssigen Strom (Power-to-X)
- Bi-/Multivalente Auslegung von Prozessen
- Smarte Produktionsplanung



Zusammenfassung

Genügend Möglichkeiten vorhanden Stromspitzen zu glätten



- Risiken von fluktuierender Energieerzeugung sind vorhanden → dadurch ergeben sich auch Chancen
- Durch ein systematisches Vorgehen können Potenziale identifiziert werden
- Reduzierung durch Lastverschiebung und Lastreduzierung ohne finanziellen Aufwand heute schon möglich
- Durch Einbindung der Eigenerzeugungsanlagen, Integration von Speichern und einer flexiblen Produktion, bzw. Planung kann die Stromspitze gesenkt werden

Fraunhofer IPA

Ihr Ansprechpartner



Wir produzieren Zukunft
Nachhaltig. Personalisiert. Smart.



Ekrem Köse, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Energiemanagement Lead Auditor

Telefon +49 711 970-3624
ekrem.koese@ipa.fraunhofer.de

www.ipa.fraunhofer.de
www.eep.uni-stuttgart.de