

# **Energiespeicher und ihre Bedeutung für die energieeffiziente und vernetzte Produktion**

M.Sc. Sebastian Weckmann

---

# Energiespeicher und ihre Bedeutung für die energieeffiziente und vernetzte Produktion

Stuttgarter Produktionsakademie

30. September 2014

---



---

© EEP Universität Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

## Institut für Energieeffizienz in der Produktion EEP

- Aufklärung der Gesellschaft und der Politik auf Basis von Zahlen, Daten und Fakten
- Entwicklung und Förderung effektiver Technologien zur Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in der Industrie
- Integration des Themas in die universitäre Lehre

---

# Agenda

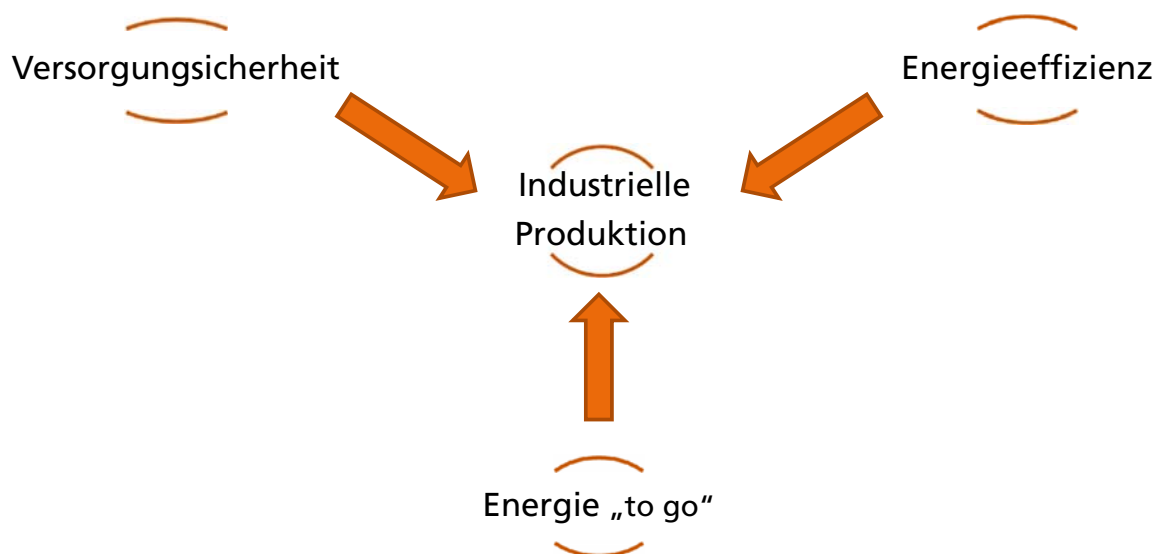
---

1. Notwendigkeit der Energiespeicherung
2. Energiespeicher in der Produktion
3. Energiespeicher als Schlüssel zur intelligenten Energiesteuerung
4. Zukünftige Entwicklung

---

3

## Notwendigkeit der Energiespeicherung Industrielle Produktion im Zentrum der Analyse

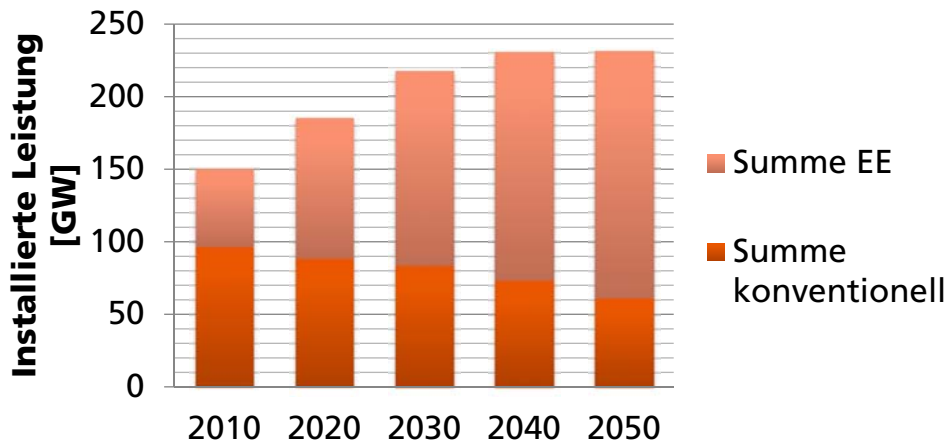


---

4

# Versorgungssicherheit und Speicherbedarf

## 80% erneuerbaren Energien bis 2050 in Deutschland



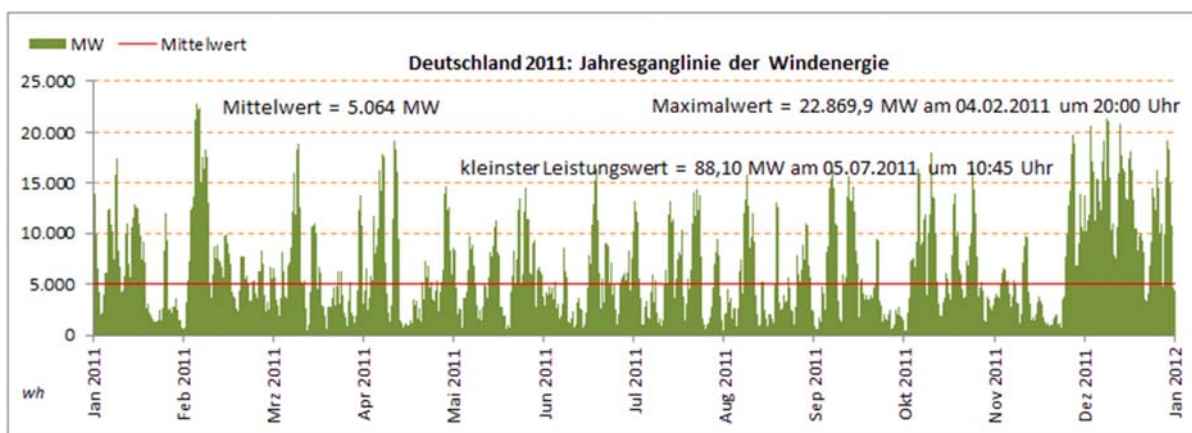
- Verhältnis fluktuierender zu regelbarer Leistung
  - Heute  $\approx 1 : 6$
  - 2050  $\approx 2 : 1$

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Integration der erneuerbaren Energien in den deutschen/europäischen Strommarkt, Berlin 2012

5

# Versorgungssicherheit und Speicherbedarf

## Jahresganglinie der Windenergie 2011



<http://nature2010.tripod.com/Ganglinie-Windenergie2011.png>

- Leistung kurzfristig relativ stabil
- Langfristig extreme Leistungsschwankungen
  - Kurzzeitiger Spitzenwert entspricht dem drei- bis fünffachen des Mittelwerts

6

# Versorgungssicherheit und Speicherbedarf

## Ein globales Problem



7

© EEP Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

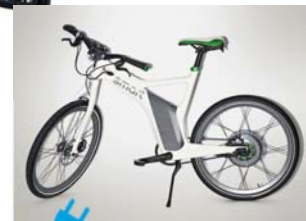
## Energie „to go“

### Energiespeicher in der mobilen Anwendung

- Mobilität
- Vernetzung
- Kommunikation
- Anwendungen werden immer leistungsfähiger - oft hinkt der Energiespeicher hinterher



Good for the environment -  
good for you



Electric  
drive

↓CO<sub>2</sub> reduced  
emissions

Bildquellen: Daimler AG - Global Communications Mercedes-Benz Cars, Car to Go, giga.de

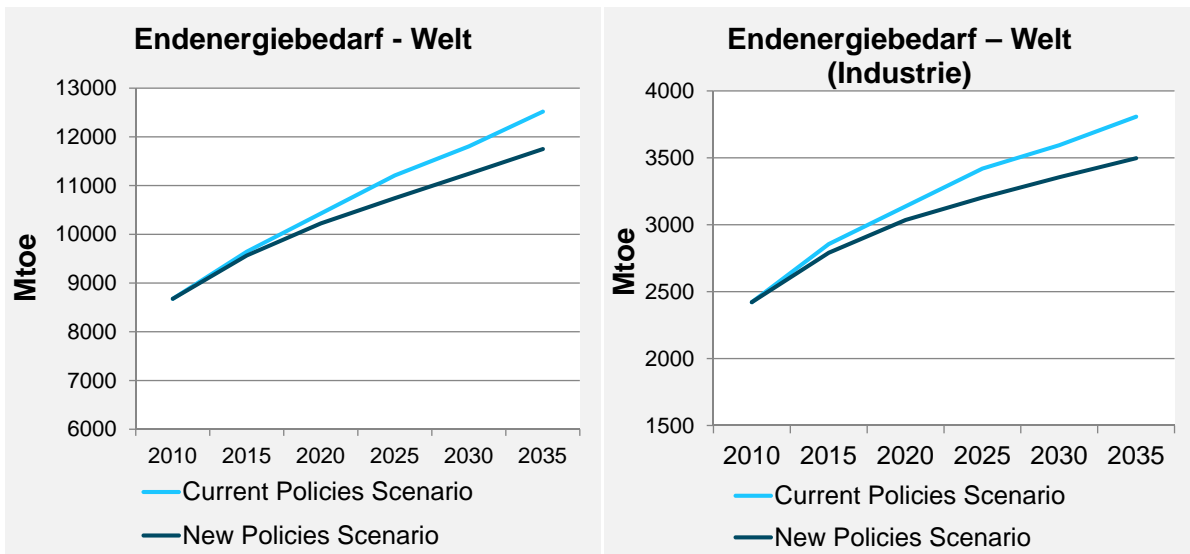
8

© EEP Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Energieeffizienz

## Steigender Energiebedarf Weltweit



- 44 % der Differenz zwischen CPS und NPS weltweit basieren auf Energieeffizienzmaßnahmen in der Industrie bis 2035

T. Bauernhansl, Energieeffizienz in Deutschland - eine Metastudie, Stuttgart: Springer Vieweg, 2014

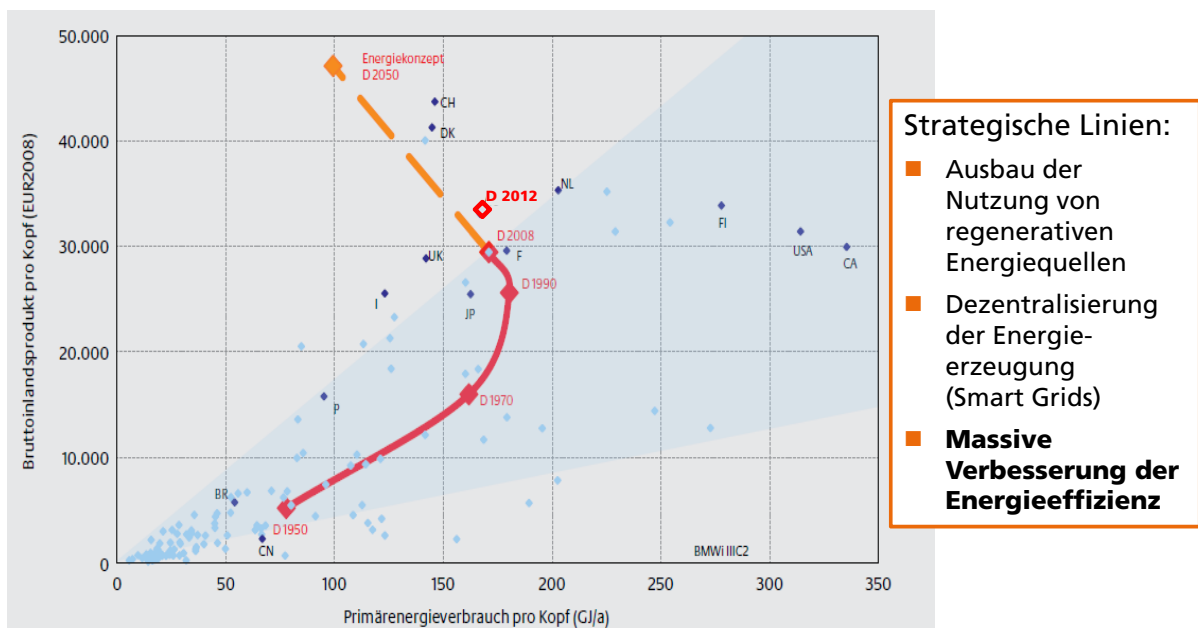
9

© EEP Stuttgart

Universität Stuttgart  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Energieeffizienz in Deutschland

## Können Ressourcenverbrauch und Wachstum entkoppelt werden?



Bildquelle: BMWi (2011)

© EEP Stuttgart

Universität Stuttgart  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

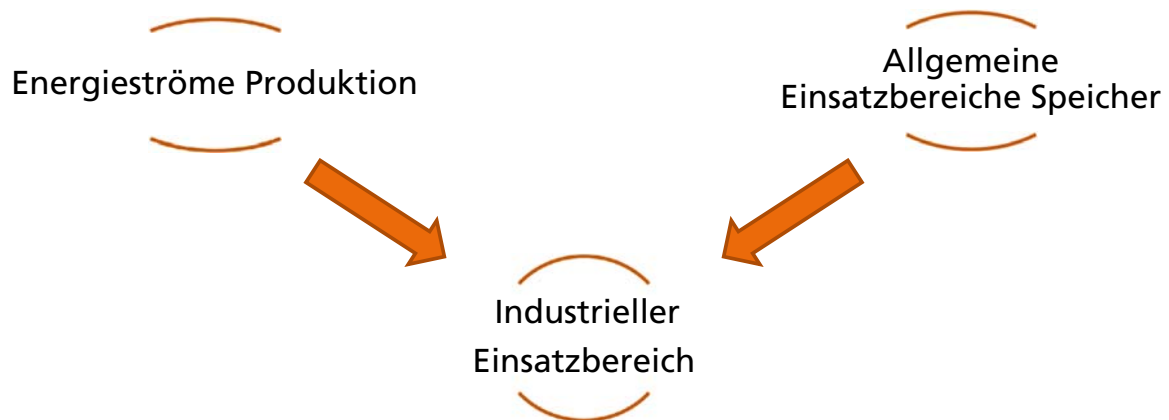
# Agenda

1. Notwendigkeit der Energiespeicherung
- 2. Energiespeicher in der Produktion**
3. Energiespeicher als Schlüssel zur intelligenten Energiesteuerung
4. Zukünftige Entwicklung

11

© EEP Stuttgart

## Energiespeicher in der Produktion Bedeutung von Energiespeichern für die Energieeffizienz



12

© EEP Stuttgart

# Energieströme Produktion

## Energiewertstrom, eine schematisch übergeordneten Betrachtungsweise



R. Neugebauer, Handbuch Ressourcenorientierte Produktion, München; Wien: Hanser, 2014.

13

© EEP Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Allgemeine Einsatzbereiche Speicher

## Energetische Hochleistungsspeicher - Power Cap

- Wird Energie innerhalb eines Systems rekuperiert, so können Speicher eingesetzt werden, um diese Energie aufzufangen und dem gleichen oder anderen Systemen wieder zuzuführen.
- Bei zeitlicher Differenz zwischen nachgefragter Energie und erzeugter Energie
- In Systemen mit ausgeprägten Lastspitzen können Speicher eingesetzt werden, um diese Lastspitzen zu glätten
- Bei Systemen, deren zeitliche Auslastung Schwankungen unterliegt, bieten sich energetische Speicher zur Reduzierung von Anfahrzeiten an.

14

© EEP Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Energieströme Produktion

## Energiewertstrom, eine schematisch übergeordneten Betrachtungsweise



R. Neugebauer, Handbuch Ressourcenorientierte Produktion, München; Wien: Hanser, 2014.

15

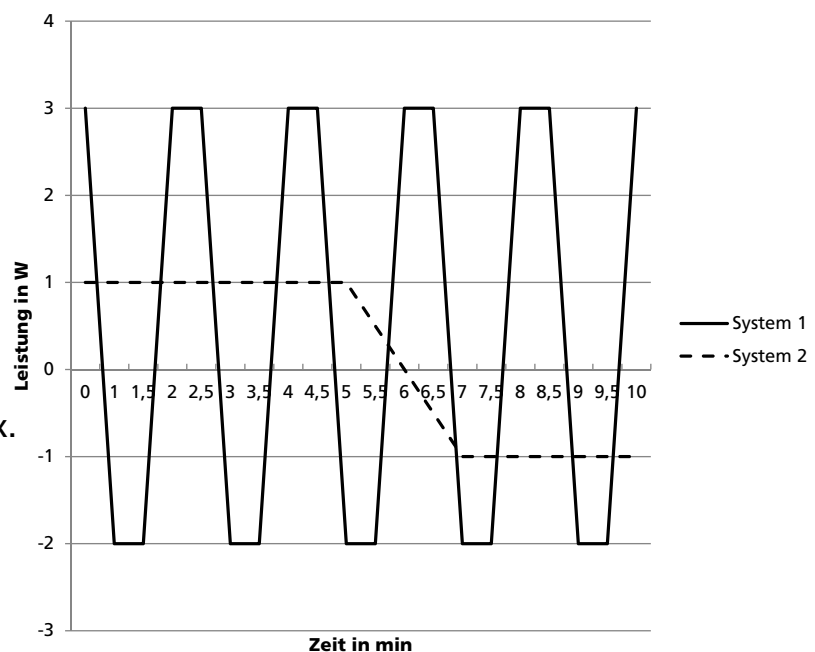
© EEP Stuttgart

Universität Stuttgart  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Rekuperation

## Leistungsdominant vs. Energiedominant

- Leistungsdominant: Ausgeprägte Differenz zwischen max. und mittlere Leistung
- Energiedominant: vergleichsweise relativ gering ausgeprägte Differenz zwischen max. und mittlere Leistung
- Kurze Zyklen



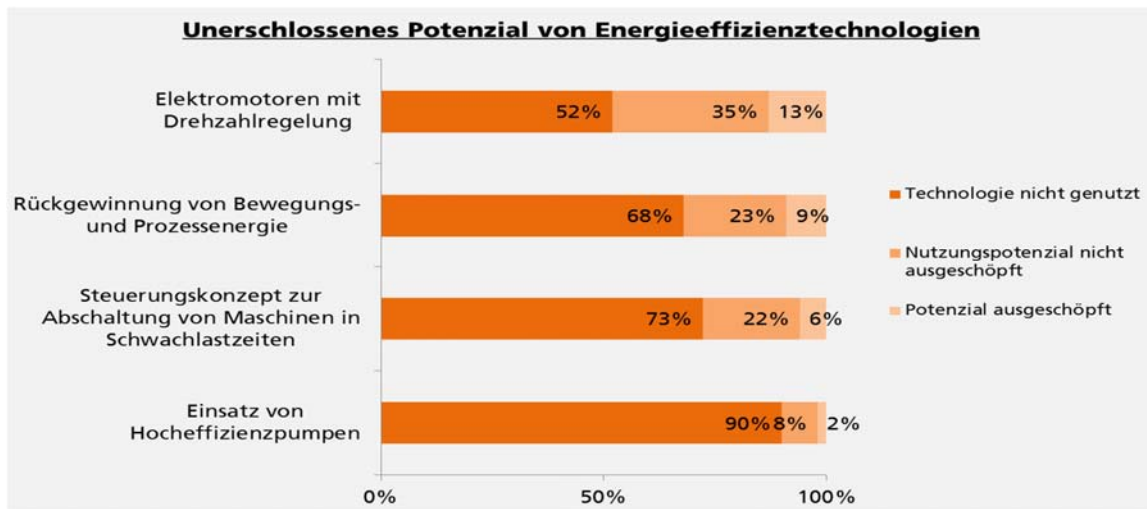
16

© EEP Stuttgart

Universität Stuttgart  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Rekuperation

## Große Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz



Endenergieverbrauch in der Industrie nach Anwendungen 2011:

- 74,2% Wärmeanwendungen
- 21,7% mechanische Energie

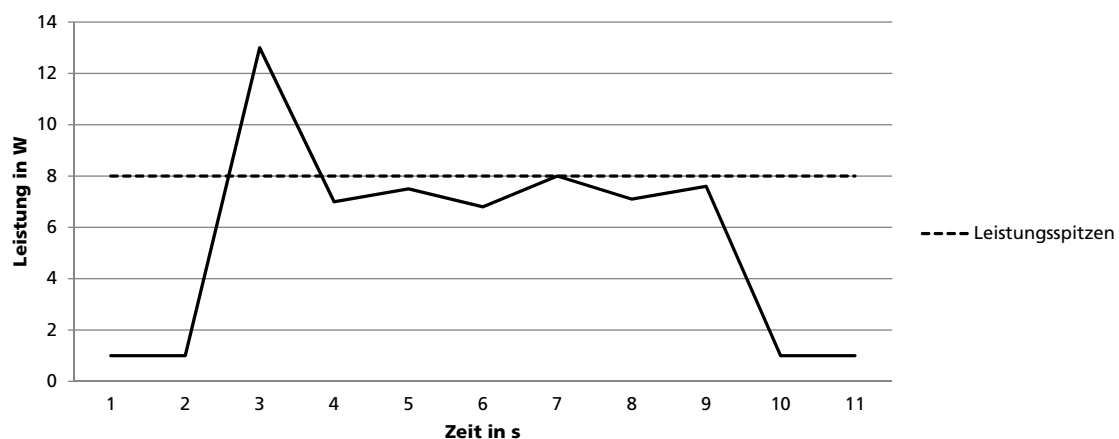
T. Bauernhansl, Energieeffizienz in Deutschland - eine Metastudie, Stuttgart: Springer Vieweg, 2014

17

© EEP Stuttgart

Universität Stuttgart  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

## Glättung von Lastspitzen



- Anschlussleistung einer Produktionsanlage wird auf Basis des Lastprofils
- Leistungsspitzen im Lastprofil glätten und somit die Anschlussleistung zu reduzieren

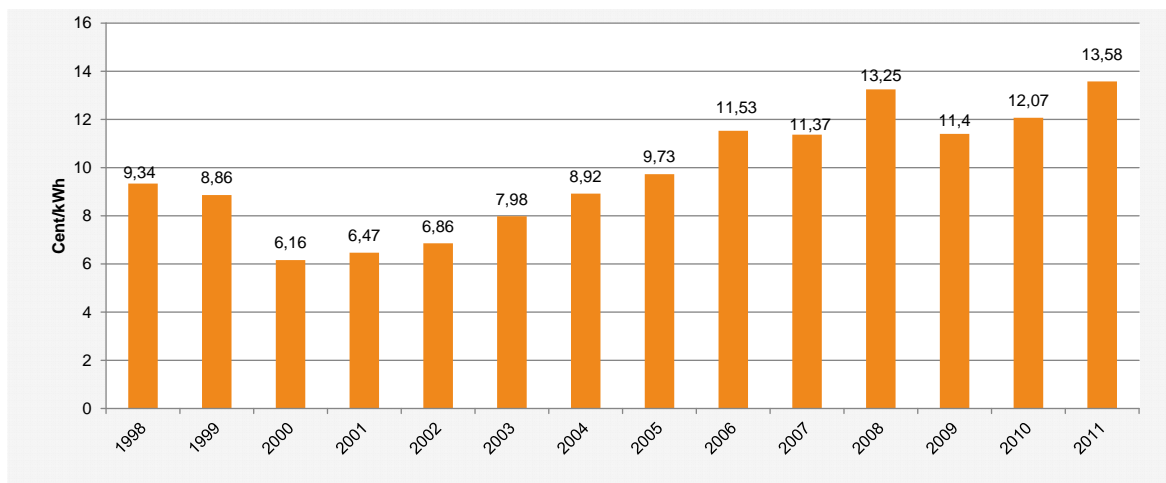
18

© EEP Stuttgart

Universität Stuttgart  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Glättung von Lastsitzen

## Mit zunehmenden Energiekosten steigt das Potential



- Strompreis - 2000 bis 2011 um nahezu 134 % gestiegen
- Anstieg des Energiekostenanteils an den Gesamtkosten in der Produktion

T. Bauernhansl, Energieeffizienz in Deutschland - eine Metastudie, Stuttgart: Springer Vieweg, 2014

19

© EEP Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

## Agenda

1. Notwendigkeit der Energiespeicherung
2. Energiespeicher in der Produktion
- 3. Energiespeicher als Schlüssel zur intelligenten Energiesteuerung**
4. Zukünftige Entwicklung

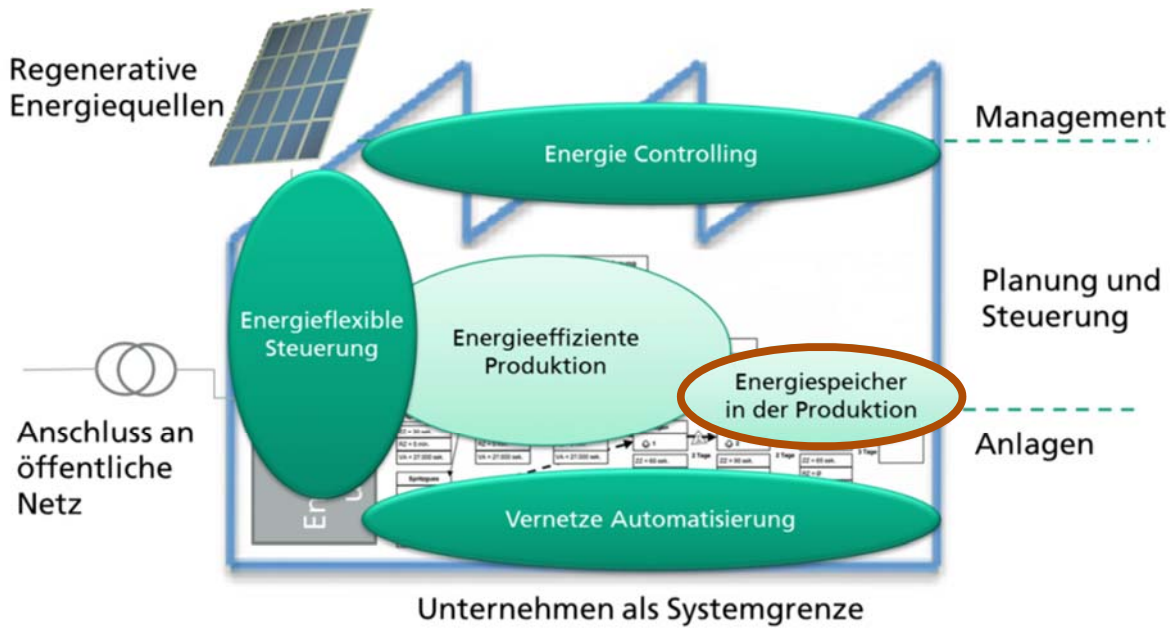
20

© EEP Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Intelligente Energiesteuerung

## Energiespeicher in einer Schlüsselposition



21

© EEP Stuttgart

# Intelligente Energiesteuerung

## Energiespeicher in einer Schlüsselposition

Energiespeicher sind Stellschraube in der Balance von Angebot und flexiblem Verbrauch:

- Überbrückung zeitlicher Differenz von Verbrauch und Erzeugung
- Reduktion von Anfahrzeiten
- Kappen von Leistungsspitzen
- Effizienz



22

© EEP Stuttgart

# Versorgungssicherheit und Speicherbedarf

## Ein globales Problem



23

© EEP Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

## Agenda

1. Notwendigkeit der Energiespeicherung
2. Energiespeicher in der Produktion
3. Energiespeicher als Schlüssel zur intelligenten Energiesteuerung
- 4. Zukünftige Entwicklung**

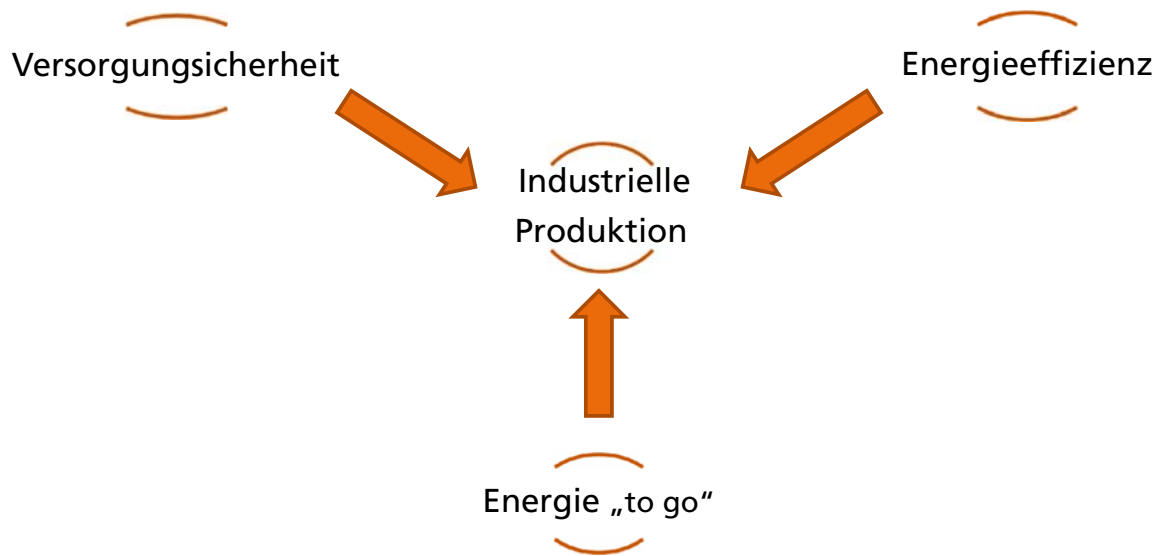
24

© EEP Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Zukünftige Entwicklungen

## Industrielle Produktion im Zentrum der Analyse



25

© EEP Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

## Energie „to go“

### Fahrerlose Transportsysteme - Flexibilität erhöhen

- Sichere, intelligente, autonom und flexible
- Schnellladefähigkeit
  - Optimierung von Prozessabläufen
- „Fahrender Energiespeicher“
  - Integration in ein „smart grid“



kit\_elektrischer\_laufbursche. Mittels verschiedener Gesten bekommt das ...konstruktion.de

26

© EEP Stuttgart

 **Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Die Ultraeffizienzfabrik

## Ganzheitlicher Ansatz zur nachhaltigen Produktion

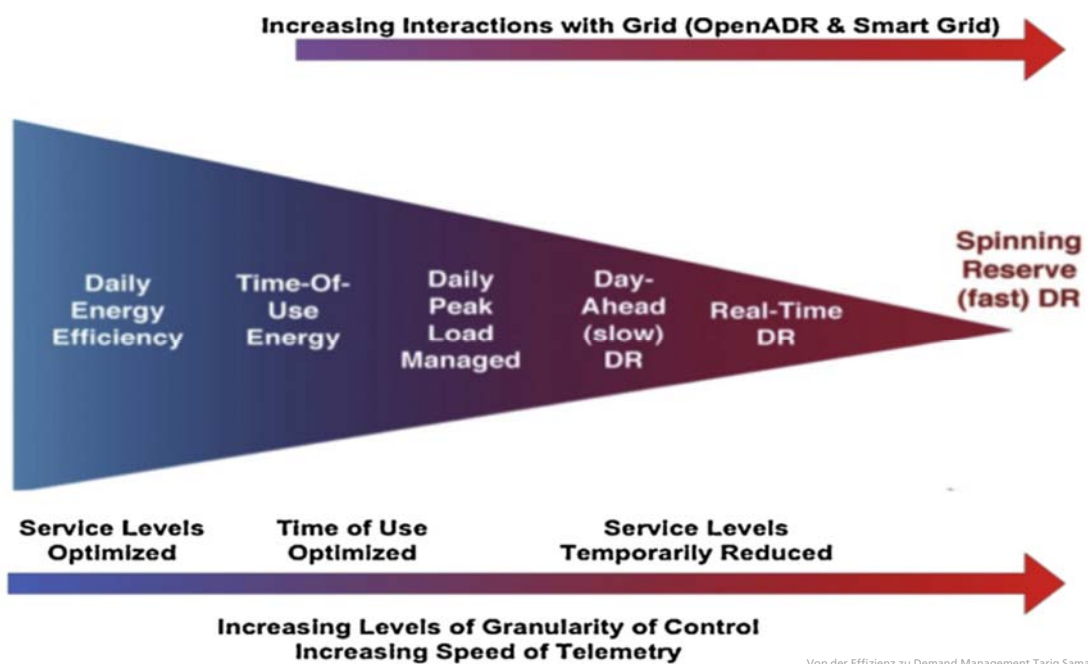


© EEP Stuttgart

Universität Stuttgart  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Demand Response

## Die Kommunikation der Fabrik mit dem Stromnetz



Von der Effizienz zu Demand Management Tariq Samad, 2012

28

© EEP Stuttgart

Universität Stuttgart  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**  
EEP

---

29

© EEP Stuttgart



**Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

**BACK UP**

---

30

© EEP Stuttgart



**Universität Stuttgart**  
Institut für Energieeffizienz  
in der Produktion (EEP)

# Versorgungssicherheit und Speicherbedarf

## Ein globales Problem

- Entwicklungsländer: Netzinfrastruktur
- China, Russland: drosseln der Energieversorgung durch Staat
- Deutschland: Ausbau der Erneuerbaren Energien und deren regionaler Verteilung.
- Japan: Netzrestriktionen (Netzstruktur, Topologie, Koppelstellen, Bebauungsdichte).
- USA, Südeuropa ausgeprägter sommerlicher Spitzenlast (verschärfend: hoher Anteil an Grundlaststromerzeugern)
- Inseln: Speicher sind dort zumeist technisch notwendig

