

A panoramic view of a city, likely Munich, featuring a large cathedral with two prominent green domes and a tall spire. In the background, a range of mountains is visible under a clear blue sky. The foreground shows a mix of urban buildings and greenery.

SAPB Meeting

Volkswirtschaftlicher Nutzen der Erschließung von Energieflexibilitätpotenzialen in der Industrie und dem GHD-Sektor

Projektteam fFe: Helmer, Strobel, Veitengruber, Kigle,
Hench, Kracht, von Roon, Guminski; IAEW: Wirtz, Samaan

Zielsetzung und Methodik

Bewertung des **volkswirtschaftlichen** Nutzens der Anwendung von **Energieflexibilität** in den Sektoren **Industrie** und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (**GHD**) sowie Diskussion von möglichen Instrumenten zu deren **Erschließung**

Vorgehen



Parameterrecherche



Experten-Interviews



Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen (Expertenworkshop)



Modellrechnungen mit dem Energiesystemmodell ISAaR (FfE) und der Strommarktsimulation EULR (IAEW)

Papier

Beschränkung der Flexibilität durch Lasterhöhung

Papierherstellung					
Kategorie	Industrieprozess				
Allgemeine Parameter					
Installierte Leistung ¹	Stromverbrauch ²		Produktionsmenge ³		Jahr
1.400 MW	12,1 TWh		23,1 Mio. t		2021
Technologieparameter					
Flexibilisierbarer Anteil der installierten Leistung (technisches Lastmanagementpotenzial)		Maximale Dauer		Mindeststillstandszeit ⁴	Abrufhäufigkeit pro Jahr ⁵
Reduktion der Last (positiver Abruf) ⁴	Erhöhung der Last (negativer Abruf) ⁴	Abruf positiv ⁴	Abruf negativ ⁴		
90 %	6 %	4 h	60 h	12 h	115
Kostenparameter					
Abrufkosten [€/MWh]		Kosten der Flexibilisierung [€/MW]			
Reduktion ^{6,7,10}	Erhöhung ^{7,8,10}	Investitionskosten ^{7,9}		Jährliche Fixkosten ^{7,9}	
10	10	2.300		2.000	

Quellen: (1) /STEU-01 17/ (2) /FFE-39 20/ (3) / VDPI-02-21/ (4) /Interview-P-22/ (5) berechnet (6) /AIT-01 21/ (7) /MSEFI-01-18/ (8) /ACER-03 18/ (9) /DLR-01 21/ (10) /KOCH -01-20/

Key Facts

Energieflexibilitätspotenzial

- Reduktion: 1.260 MW
- Erhöhung: 84 MW
- Berücksichtigung der **Lastprofile** führt zu unterschiedlichen Flexibilitätspotenzialen bei Reduktion und Erhöhung
- Erhebung von spezifischen Daten zur **Lastverschiebung** für verschiedene Technologien mit Flexibilitätspotenzialen

GHD - Trinkwasserversorgung

Geringe Unterschiede bei GHD & QST zwischen Erhöhung & Reduktion

Trinkwasserversorgung					
Kategorie		GHD Querschnittstechnologie (QST) – Trinkwasserversorgung			
Allgemeine Parameter					
Installierte Leistung ¹		Stromverbrauch ^{2,3}		Vollbenutzungsstunden ⁴	
1.000 MW		4,5 TWh/a		4.400 h/a	
Technologieparameter					
Flexibilitätpotenzial i. Abh. d. installierten Leistung		Maximale Dauer		Mindeststillstandszeit ⁴	Abrufhäufigkeit pro Jahr ⁴
Reduktion der Last (positiver Abruf) ⁴	Erhöhung der Last (negativer Abruf) ⁴	Abruf positiv ⁴	Abruf negativ ⁴		
90 %	90 %	2 h	2 h	2 h	1.095
Kostenparameter					
Abrufkosten [€/MWh]			Kosten der Flexibilisierung [€/MW]		
Reduktion ⁵	Erhöhung ⁵	Investitionskosten ⁶		Jährliche Fixkosten ⁶	
0	0	6.200		450	
Quellen: (1) berechnet (2) /DESTATIS-20 21/ (3) /DVGW-02 11/ (4) /DLR-06 14/ (5) /STEU-01 17/ (6) /FFE-49 16/					

Key Facts

- Reduktion: 900 MW
- Erhöhung: 900 MW
- Im Vergleich weisen QST geringere Abrufkosten und ein höheres Gesamtpotenzial auf

Clusterung

- GHD (Rechenzentren, Wasser, PK-Lebensmittel) & Industrie QST (Kälte, Raumwärme)
- Papier & Holzstoff
- Chemie, Glas, Stahl & el. Papier
- Zement & Aluminium

Modellrahmen

Energiesystemmodell ISAaR



➔ **Kosten-Nutzen Rechnung aus Differenz der Systemgesamtkosten**

Szenarien



Berechnung 1 (Referenz):

- Europäische Marktberechnung für die Jahre 2030 und 2035
- Ohne Demand Side Management (DSM) Flexibilitäten



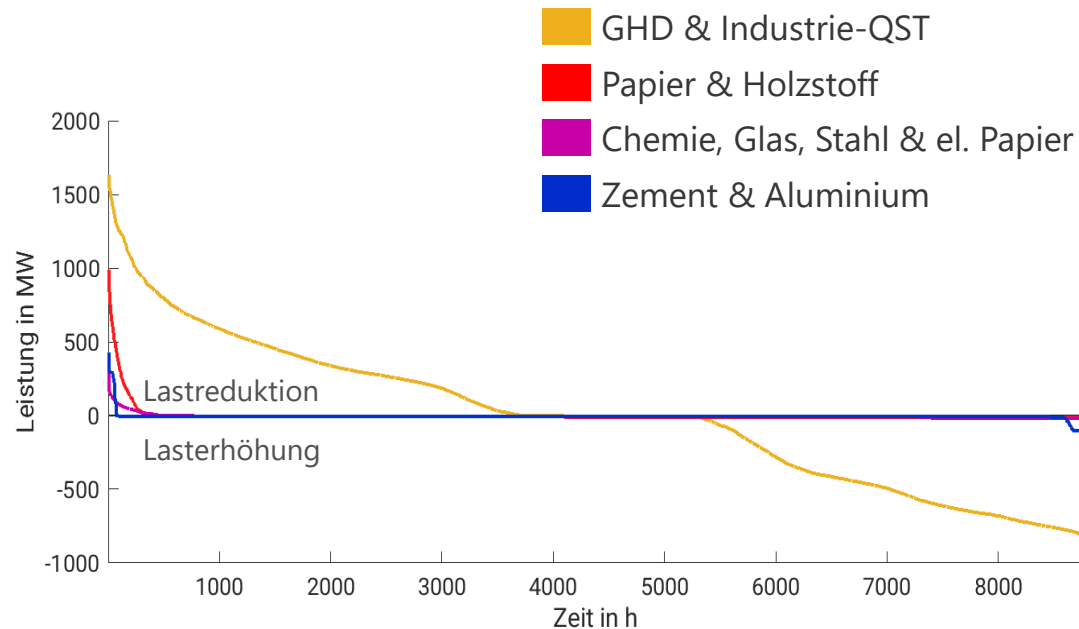
Berechnung 2 (DSM Flex):

- Deutsche Marktberechnung für 2030 und 2035
- Im-/Exporte in europäische Nachbarländer aus der Referenzrechnung festgehalten
- DSM (Industrie & GHD) Flexibilitäten in Deutschland

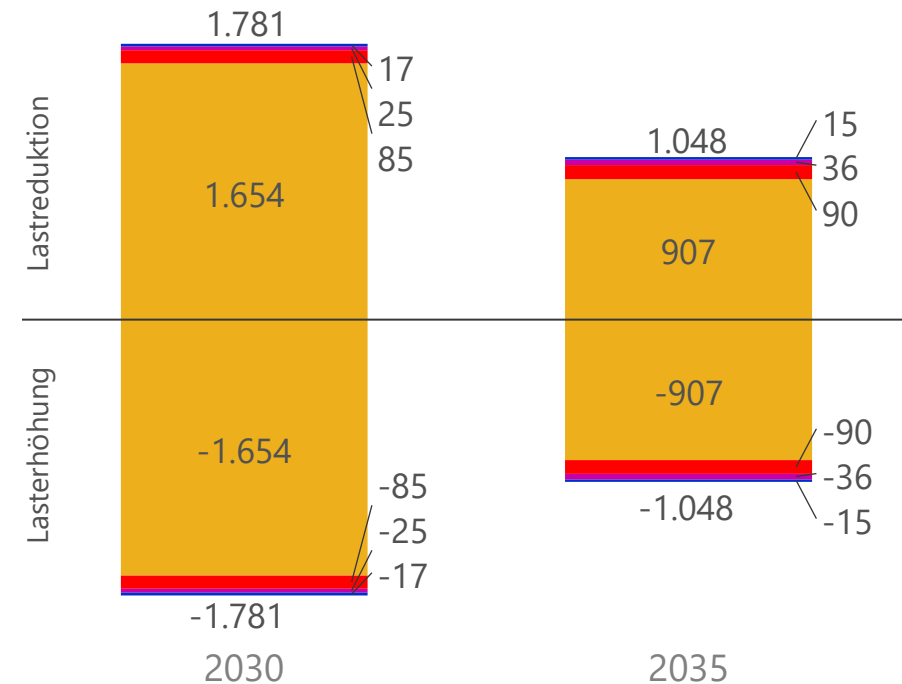
Einsatz von DSM Flexibilität

Alle Cluster werden zur Bereitstellung von Flexibilität genutzt

Jahresdauerlinie pro Cluster 2030



Einsatz in GWh



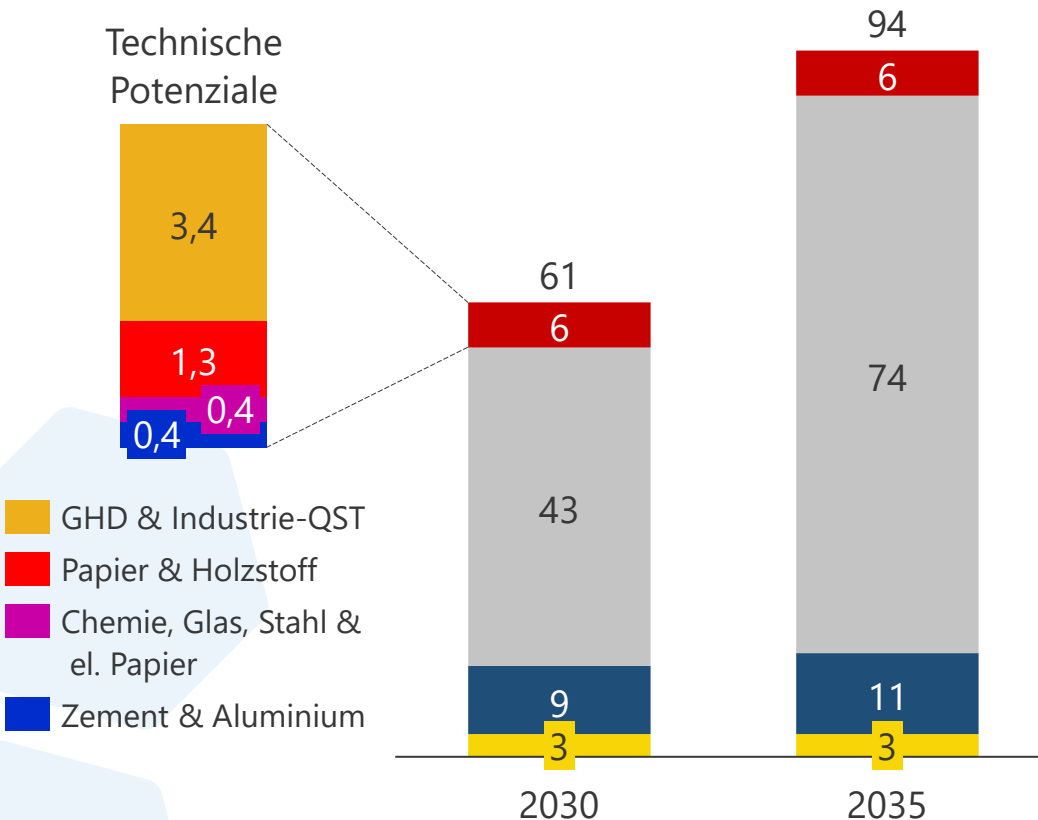
GHD & Industrie Querschnittstechnologien stellen die größte Flexibilität zur Verfügung.

Flexibilitätspotenziale

Geringere Systemkosten wiegen Investitionskosten auf

Installierte Speicherleistung in DE in GW

■ Batterie
 ■ Pumpspeicher
 ■ E-Mob
 ■ DSM Flex



Einordnung

- DSM Flexibilität wird in allen Jahren eingesetzt, steht aber in späteren Jahren zunehmend in **Konkurrenz** zu anderen Flexibilitätstechnologien (z.B. E-Mob)
- Je mehr günstige Flexibilität dem System zur Verfügung steht, desto mehr nimmt die Bedeutung von DSM Flexibilität ab
- Rückwirkungen auf das Energiesystem:
Ca. 1,5 GW weniger **thermische Kraftwerksleistung** und ca. 7 GW weniger **Großbatteriespeicherleistung** notwendig
- **Differenz** der annuitätischen Gesamtkosten des Energiesystems (2030): 300 Mio €
Investkosten (2030): 26,6 Mio €

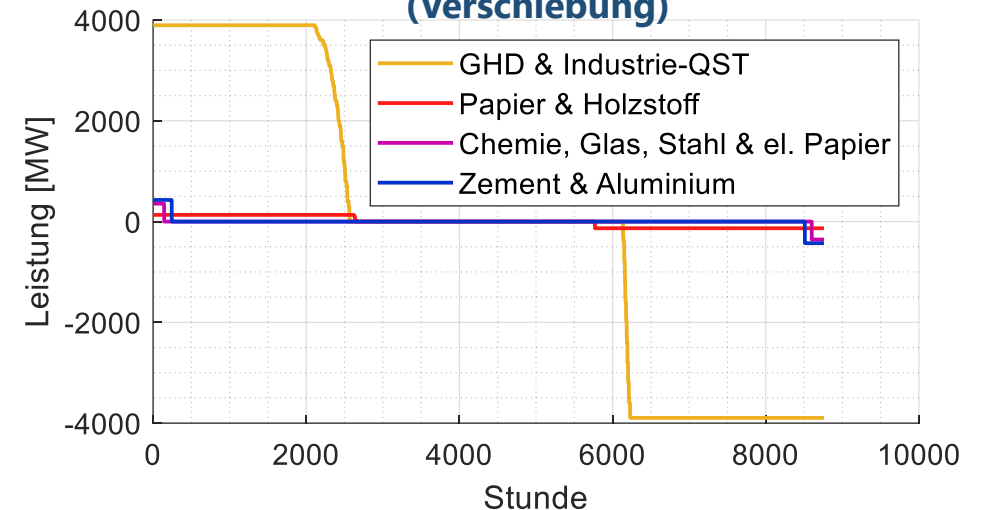
Ergebnisse IAEW

Vergleich des Einsatzes von DSM mit unterschiedlichen Modellansätzen

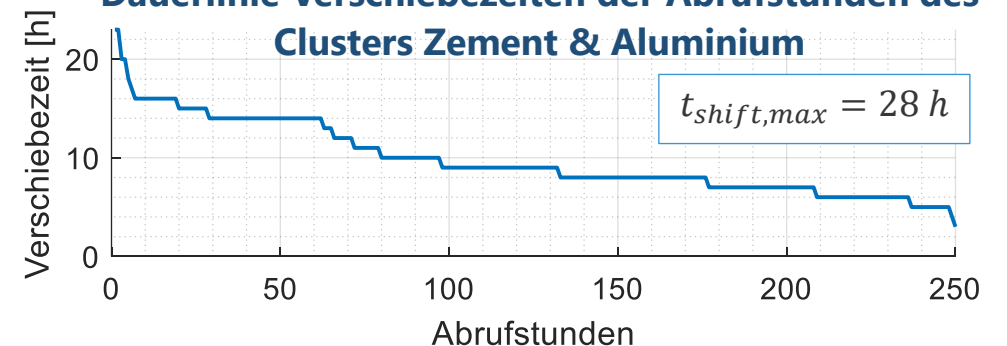
Kernaussagen

- Einsatz aller DSM-Cluster im zukünftigen Energiesystem
- DSM-Cluster zeigen vergleichbare Abrufdauern wie im FfE-Szenario für das Jahr 2035*
- Querschnittstechnologien stellen die größte Energieflexibilität zur Verfügung
- Bei Clustern mit ähnlichen Verschiebekosten und Verschiebezeiten (< 20 h) werden die Cluster mit höheren maximalen Verschiebezeiten häufiger eingesetzt
- Verschiebezeiten von über 15 Stunden nur in Einzelfällen abgerufen

Jahresdauerlinien der einzelnen DSM Cluster (Verschiebung)



Dauerlinie Verschiebezeiten der Abrufstunden des Clusters Zement & Aluminium



Zusammenfassung der Ergebnisse

Kernmessages



1 Energieflexibilitätspotenziale

- Für Industrie und GHD wurden deutliche **theoretische Energieflexibilitätspotenziale** identifiziert. Das technische Potenzial kann jedoch deutlich geringer ausfallen.



2 Volkswirtschaftlicher Nutzen von DSM Flexibilität

- Geringere **Gesamtsystemkosten** wiegen die **Investitionskosten zur Flexibilitäterschließung** auf und entlasten das Energiesystem in der Transformation (2030)
- **QST und GHD** stellen durch die hohen Potenziale bei geringen Abrufkosten die **größte gewerbliche Energieflexibilität** zur Verfügung



3 Regulatorische Anreiz- und Handlungsoptionen zur Flex-Erschließung

- Anhand **Expertenworkshop**: Der Abbau von Flexibilitätshemmnissen ist eine notwendige Voraussetzung zu Flex-Erschließung. Potenziale könnten zusätzlich durch eine **CAPEX-Förderung** aktiviert werden.

Einordnung des Forschungsdesigns

Forschungsfragen für zukünftige Untersuchungen



Betriebswirtschaftliche Abschätzung



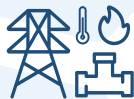
Modellrechnung mit Flexibilitätpotenzialen als erschließbare Zubauoptionen



Einordnung von DSM Flex zu anderen Flexibilitäten (Elektrolyse, E-Mob)/
Merit-Order der Flexibilitäten



Regulatorische Handlungsempfehlungen konkretisieren



Quantitative Redispatch-Rechnung

Kontakt



NADJA HELMER

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

+49(0)89 15 81 21-84

NHELMER@FFE.DE



QUIRIN STROBEL

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH

+49(0)89 15 81 21-82

QSTROBEL@FFE.DE



PETER WIRTZ

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
IAEW an der RWTH Aachen

+49(0)241 80-92474

P.WIRTZ@IAEW.RWTH-AACHEN.DE



Ffe

Am Blütenanger 71

80995 München

+49(0)89 15 81 21-0

