

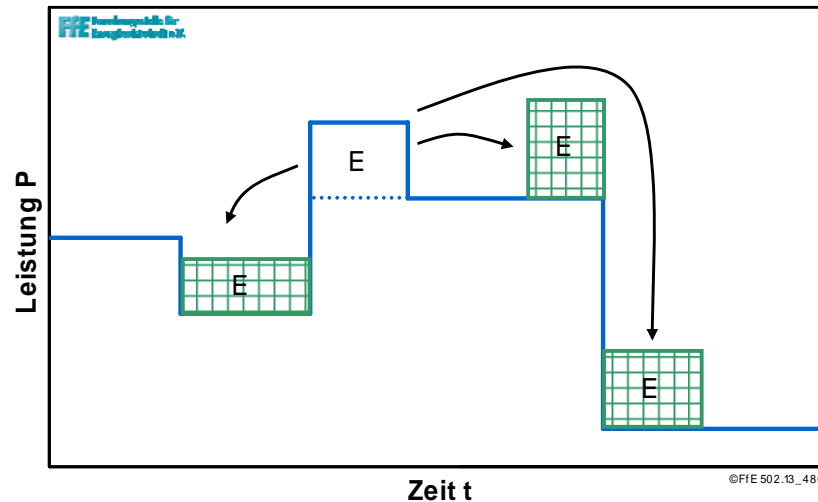
Demand Side Management in Haushalten – Analyse des praktischen Potenzials zur Bereitstellung von Reserveleistung bis 2020

Serafin von Roon, Thomas Gobmaier, Malte Huck
11. Symposium Energieinnovation
Graz, 11. Februar 2010

Agenda

- Demand Side Management
- Reserveleistung
- Ermittlung des praktischen Potenzials
- Ergebnisse
- Weitere Aspekte des Demand Side Managements mit Haushaltsgeräten
- Zusammenfassung und Fazit

Demand Side Management



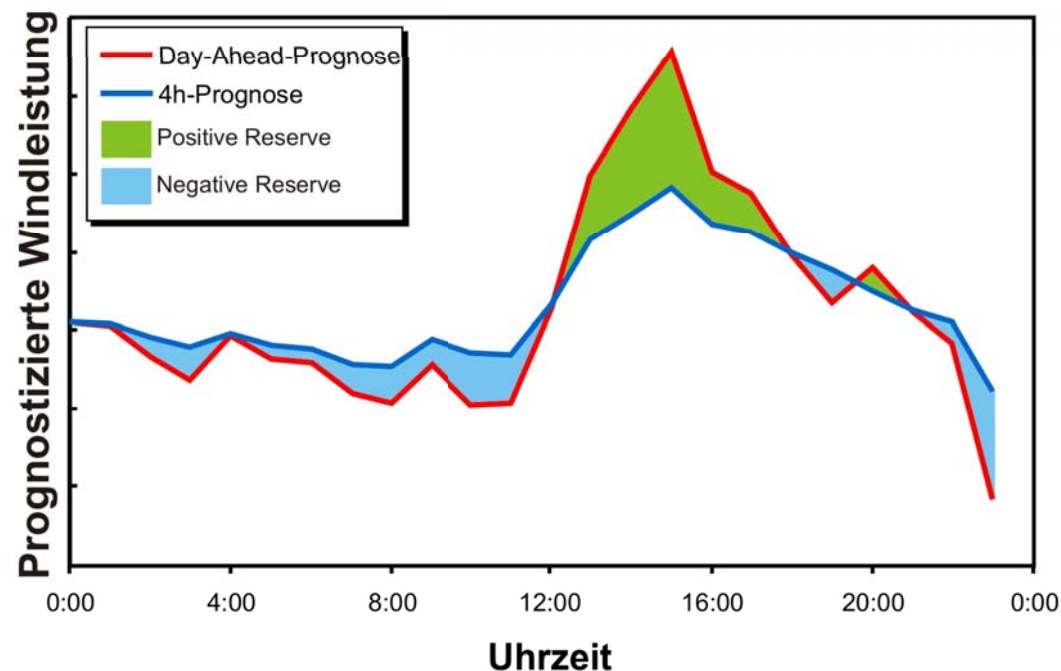
- Definition Demand Side Management: Maßnahmen von Energieversorgungsunternehmen, die den elektrischen Verbraucherlastgang beeinflussen.¹⁾
- DSM in Haushalten: Positive Reserve durch Ausschalten von laufenden Geräten oder Verzögerung des Starts.
Negative Reserve durch Einschalten nicht laufender Geräte.
- Aktueller Stand: In Haushalten lediglich Pilot- und Demonstrationsprojekte, bisher keine großflächigen DSM-Maßnahmen.
- Motivation für die vorliegende Untersuchung: In der Literatur wird teilweise ein erhebliches Potenzial ausgewiesen, z.B. 7 GW.²⁾

1) EIA: Glossary – Demand-side management. Washington, 2009

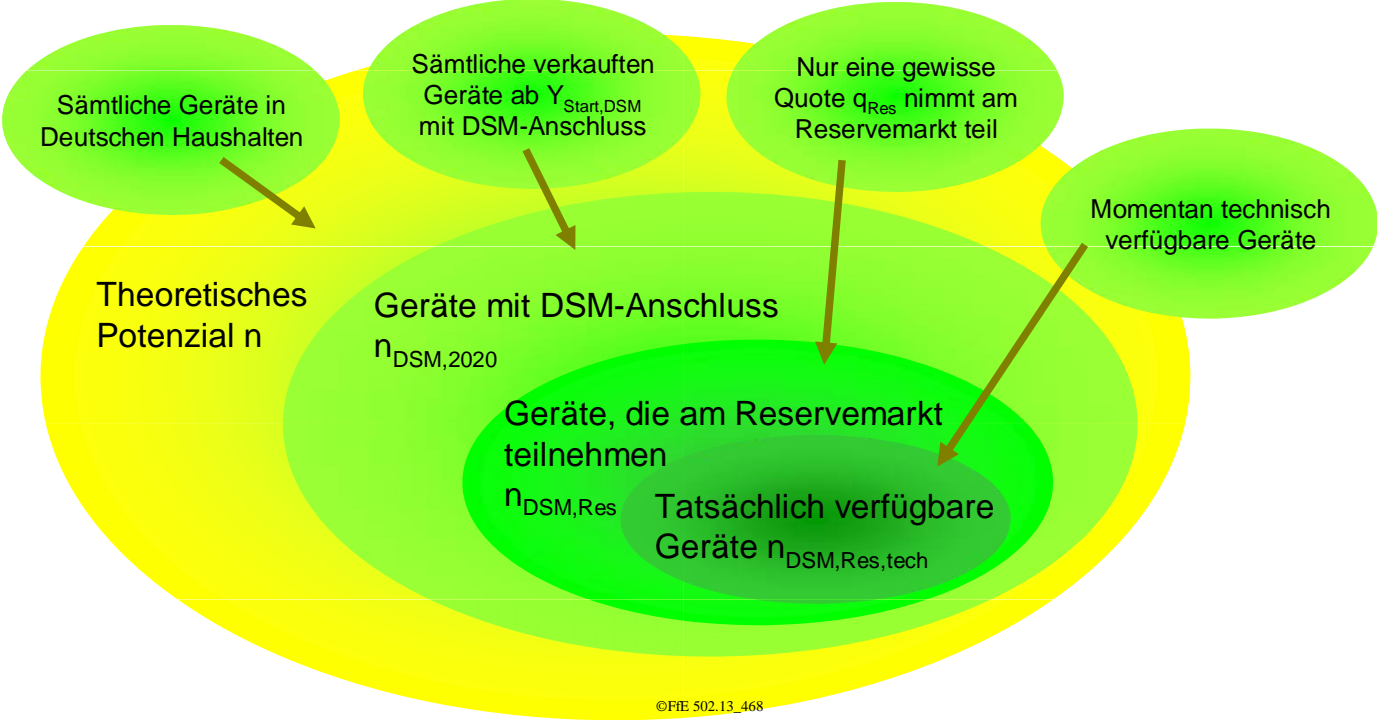
2) Bewertung der Optimierungspotenziale zur Integration der Stromerzeugung aus Windenergie in das Übertragungsnetz. Aachen: FGE, 2007

Reserveleistung

- Am Vortag werden auf Basis von Prognosen und Planungen die **Fahrpläne** gemeldet. In jeder Viertelstunde muss die Erzeugung mit dem Verbrauch übereinstimmen.
- Wird untertäglich auf Basis einer aktualisierten Prognose ein Abweichung zur Vortagesprognose festgestellt, wird **Reserveleistung** aktiviert um Erzeugung und Verbrauch wieder ins Gleichgewicht zu bringen.
- Wird ein Fehler nicht rechtzeitig erkannt, wirkt sich dieser auf das Regelzonensaldo aus und es wird **Regelleistung** für den Ausgleich eingesetzt.



Ermittlung des praktischen Potenzials



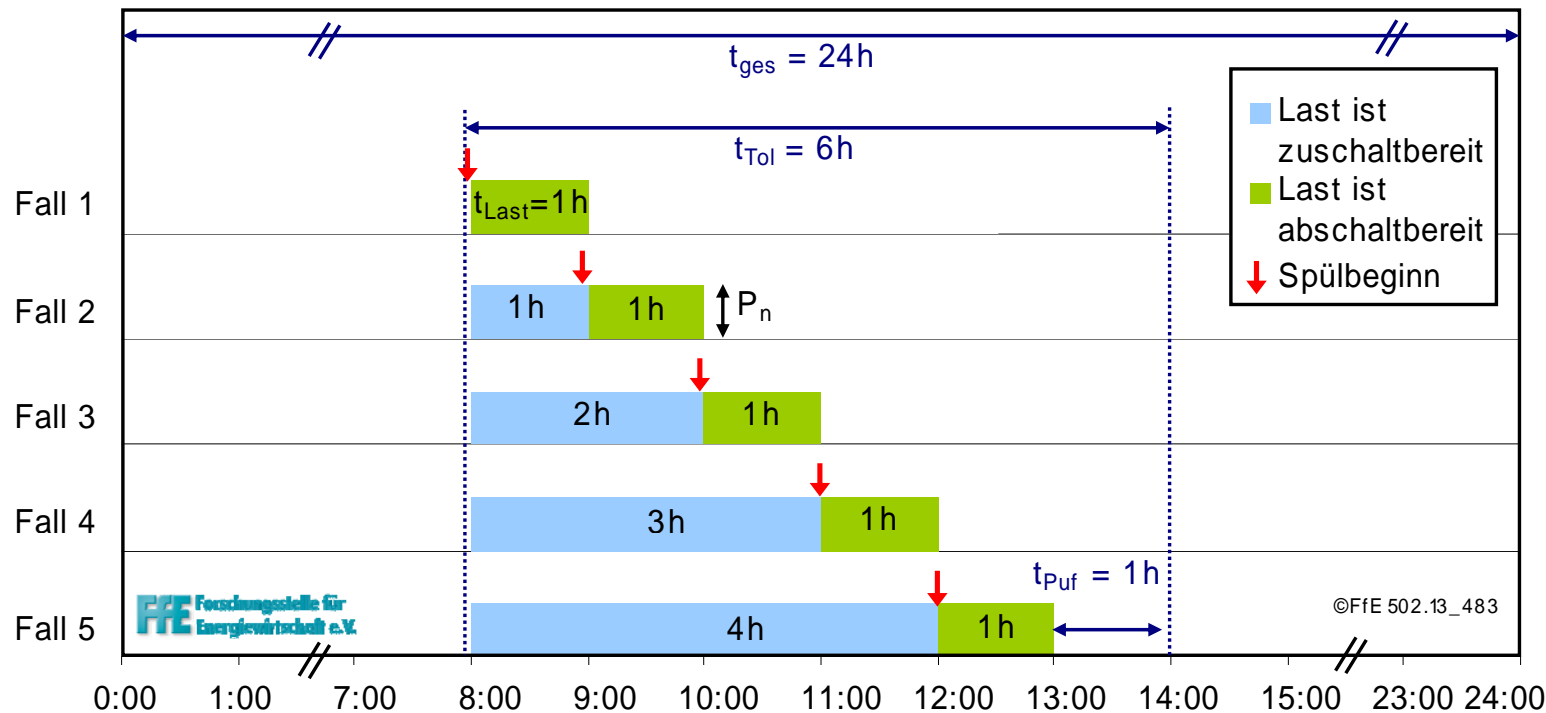
©FfE 502.13_468

$$P_{Res} = \left[\underbrace{n_{HH} \cdot q_{HH}}_n \cdot \underbrace{\frac{(Y_{Szen} - Y_{DSM})}{l_D} \cdot q_{DSM}}_{n_{DSM,2020}} \cdot \underbrace{q_{Res} \cdot q_{aus/an}}_{n_{DSM,Res}} \cdot q_{pot} \right] \cdot P_n$$

$$\underbrace{\hspace{15em}}_{n_{DSM,Res,tech}}$$

DSM Spülmaschinen – Annahmen für die Berechnungen

- Drückt der Verbraucher den 6 h-Knopf um 8:00 Uhr, so sind 5 verschiedene Fälle möglich, abhängig vom Spülbeginn der Maschine.
- Durchschnittliche Verfügbarkeitszeit: $(0\text{h} + 1\text{h} + 2\text{h} + 3\text{h} + 4\text{h}) / 5 = 10\text{h} / 5 = 2\text{h}$
- Durchschnittliche Spülzeit: $(1\text{h} + 1\text{h} + 1\text{h} + 1\text{h} + 1\text{h}) / 5 = 5\text{h} / 5 = 1\text{h}$
- Verfügbarkeitsquote für pos. Reserve: $q_{\text{Last}} = 1\text{h} / 24\text{h} = \mathbf{1/24}$
- Verfügbarkeitsquote für neg. Reserve: $q_{\text{Ber}} = 2\text{h} / 24\text{h} = \mathbf{1/12}$



Reserveberechnung

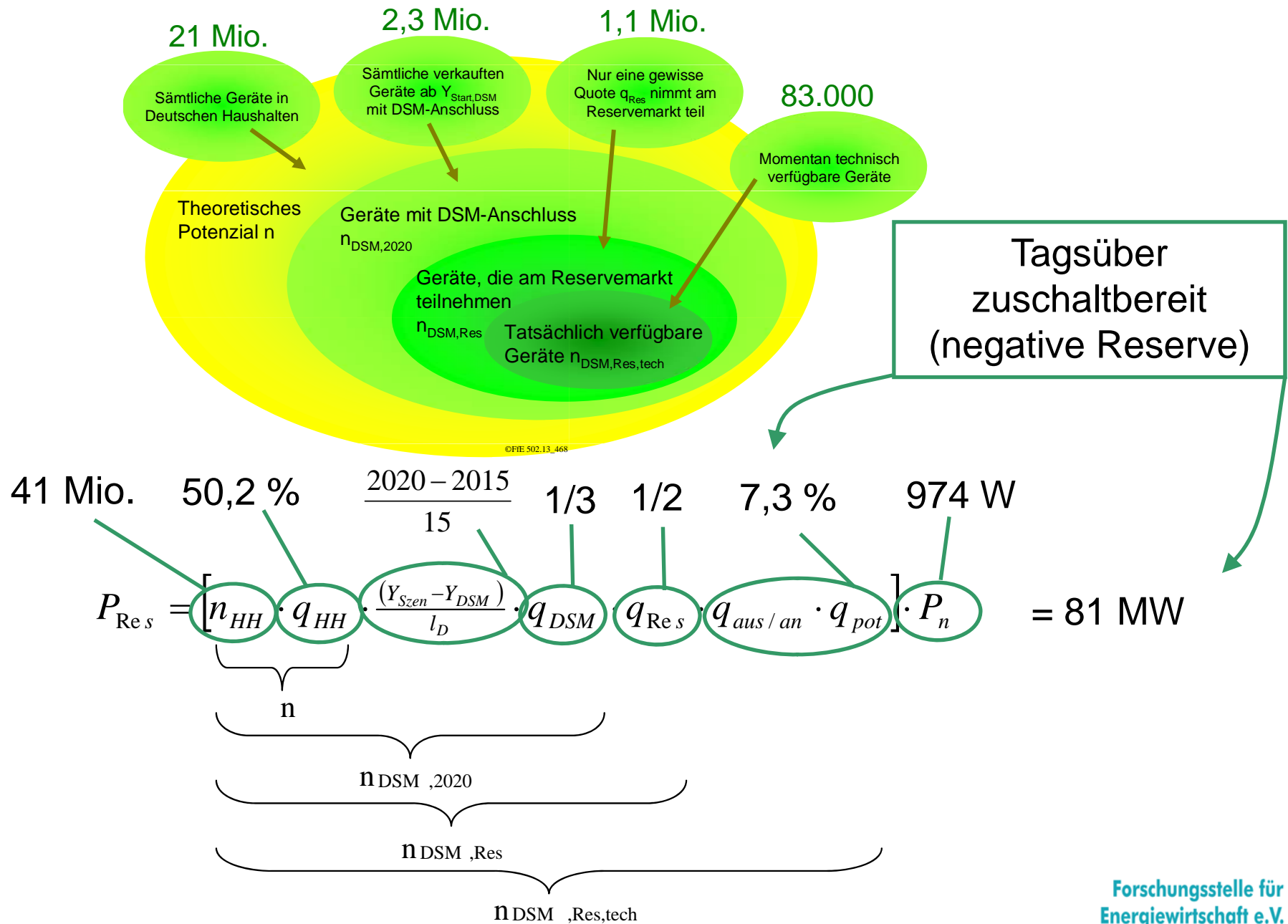
$$q_{\text{Last}} = \frac{t_{\text{Last}}}{t_{\text{ges}}}$$

$$q_{\text{Ber}} = \frac{(t_{\text{Tol}} - t_{\text{Last}} - t_{\text{Puf}}) / 2}{t_{\text{ges}}}$$

$$P_{\text{pos}} = q_{\text{Last}} \cdot n_T \cdot N \cdot P_n$$

$$P_{\text{neg}} = q_{\text{Ber}} \cdot n_T \cdot N \cdot P_n$$

Ermittlung des praktischen Potenzials bei Spülmaschinen



DSM Zusammenfassung

	Geschirrspülmaschinen	Waschmaschinen & Trockner	Kühl- & Gefriergeräte
Komforteinbußen des Kunden	gering	mittel	keine
Notwendigkeit eines nach-/vorgelagerten Leistungsausgleichs	ja	ja	ja
Technisches Potenzial (MW)	positiv	730	1.900
	negativ	1.470	11.900
Tageszeitliche Abhängigkeit	größeres tags		gering
Saisonale Abhängigkeit	ne		as längere en im Sommer
Grenzkosten (€/MWh _{el})	positiv	0 ¹⁾ /	28 - 34 ⁴⁾
	negativ	0	
Szenario 2020 - Praktisches Potenzial (MW)	positiv	41	110
	negativ	82	660
Erhöhung des Leistungsbedarfs durch Steuerelektronik (MW) ³⁾	1,1	1,6	5,1

Potenzial Weiße Ware
 positiv: 200 MW
 negativ: 780 MW

¹⁾ lediglich verzögerter Start

²⁾ Unterbrechung vom laufenden Prozess

³⁾ spezifischer Verbrauch = 1 W pro Gerät, berücksichtigt wurden nur die am Reservemarkt teilnehmenden Geräte

⁴⁾ für zwei Stunden: 1. Stunde negative; 2. Stunde positive

Weitere Gerätearten

- Heizungsumwälzpumpen: 17 MW Potenzial für positive Reserveleistung, aber der zusätzliche Energieverbrauch und die damit verbundenen Kosten sind deutlich zu hoch.
→ Vernachlässigung dieser Geräteklasse
- Wärmepumpen: stellen eine sehr gute aber Jahreszeit-abhängige Möglichkeit für DSM dar. Das Potenzial beträgt über 1 GW bis 2020.
- Einige Gerätearten wurden nicht berücksichtigt, da keine nennenswerte Verbreitung im Jahr 2020 zu erwarten ist (elektrische Speicherheizungen, Boiler, Klimaanlage) oder große Komforteinbußen zu erwarten wären (Herd, Kochplatten)

Weitere Aspekte des DSM mit Haushaltsgeräten

- DSM kann als Stromspeicher betrachtet werden, welcher zeitnah befüllt und entleert werden muss. Die Energie wird hierbei in Form von Nutzerverhalten gespeichert.
- Rechtliche und organisatorische Umsetzung muss geregelt werden (getrennte Erfassung der Strommengen; Versicherungsschutz).
- Erhöhter Energieverbrauch durch Steuerungselektronik (ca. 1 W pro Gerät ergibt Mehrkosten von ca. 2 € pro Jahr)
- Tageszeitliches Profil wurde nur in einfacher Näherung berücksichtigt.
- Systemkosten (Kosten der zusätzlich nötigen Schaltelektronik): Mindestens 26€/MW (bei Geräten mit 1 kW Verbrauch)

Schaltbare Leistung pro Gerät in W	Anzahl benötigter Geräte für 1 MW	Stromkosten pro Schaltvorgang von 1 MW	Investitionskosten pro Schaltvorgang von 1 MW	Gesamtkosten pro Schaltvorgang von 1 MW
10	100.000	741 EUR/MW	1.923 EUR/MW	2.664 EUR/MW
100	10.000	74 EUR/MW	192 EUR/MW	266 EUR/MW
1.000	1.000	7 EUR/MW	19 EUR/MW	26 EUR/MW

Zusammenfassung und Fazit

- Potenzial der Weißen Ware erscheint geringer als erwartet. (Größenordnung <1 GW anstatt der anfangs erwähnten 7 GW)
- Diese Reserveleistung kann nur dann wirtschaftlich eingesetzt werden, wenn zeitnah zunächst Bedarf an negativer und dann an positiver Reserveleistung besteht (oder vice versa).
- Wärmepumpen könnten kurzfristig ohne erhebliche Zusatzkosten Leistungen von über 1 GW bereitstellen.
- Die Systemkosten sind erheblich und betragen mindestens 26 €/MW.
- Erhöhte Flexibilität wird i. d. R. durch einen erhöhten Energieverbrauch erkaufte.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ansprechpartner:



Dipl.-Ing. S. von Roon



Dipl.-Ing. Th. Gobmaier

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.
Am Blütenanger 71
80995 München
089-158121-0
<http://www.ffe.de>