

Mittelfristiger Bedarf an Flexibilitätsoptionen

FVEE-Jahrestagung, Berlin, 2. November 2016

Juri Horst, IZES

Martin Dotzauer, DBFZ

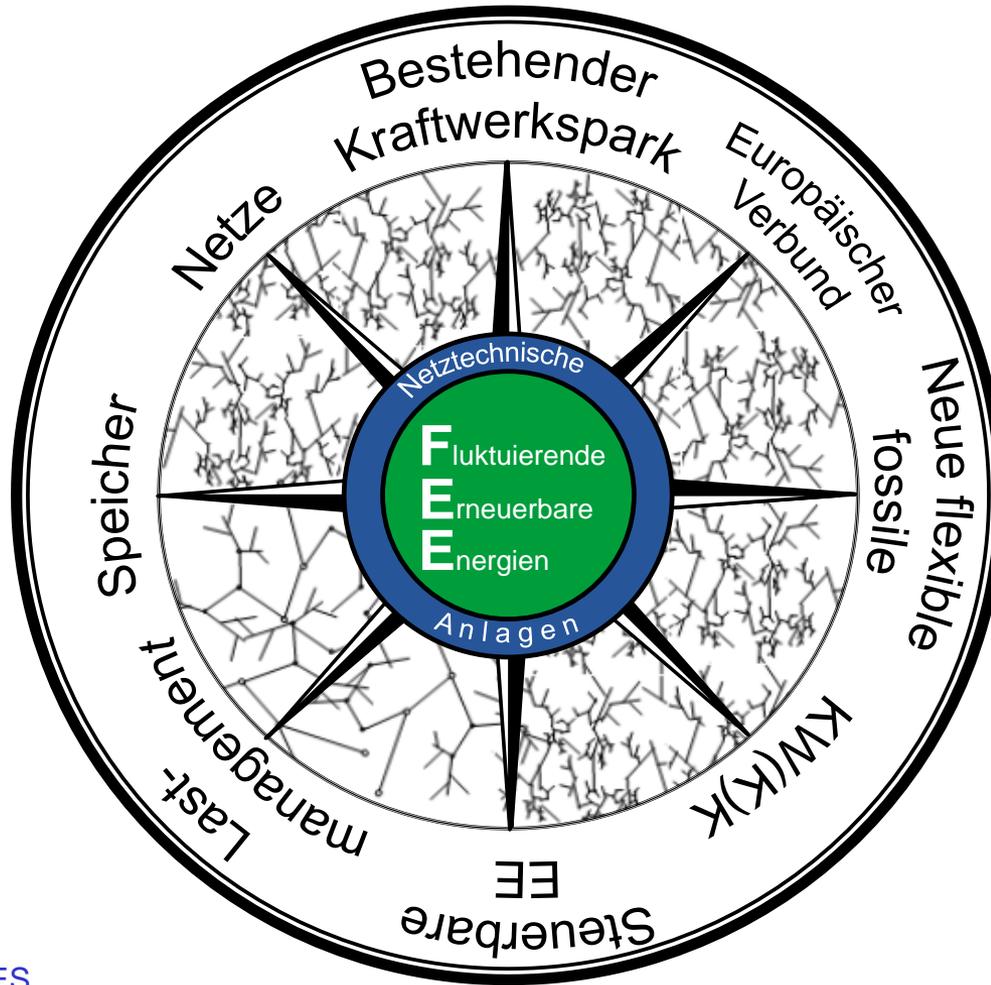
Felix Cebulla, DLR

Dr. Stefan Bofinger, IWES

Philip Tafarte, UFZ

Amadeus Teufel, ZAE

Was sind Flexibilitätsoptionen?

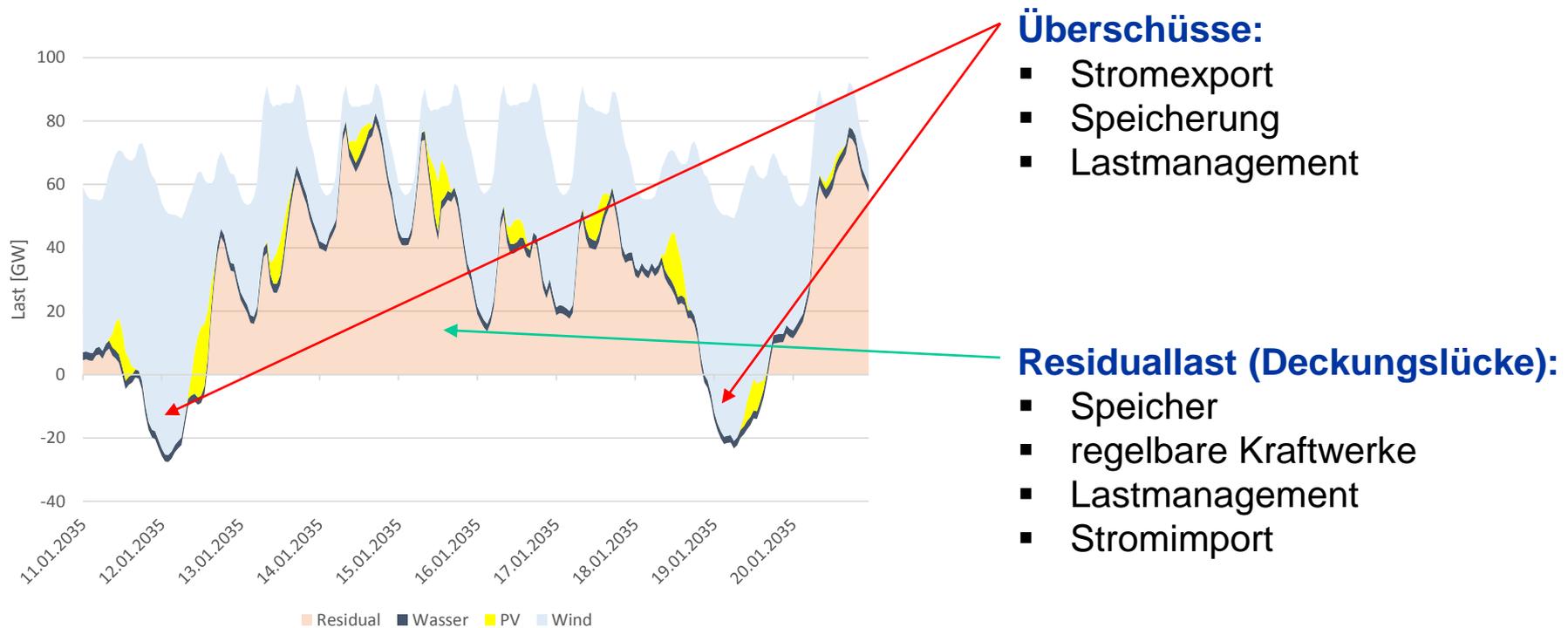


Quelle: Kompassrose, IZES

Warum brauchen wir neue bzw. zusätzliche Flexibilitätsoptionen?

- Die möglichst vollständige und vorrangige Nutzung von elektrischer Energie aus grenzkostenfreien erneuerbaren Energien-Stromerzeugungsanlagen ist aus Gründen des Klimaschutzes und der langfristigen Versorgungssicherheit erstrebenswert.
- Die nach der Stromeinspeisung aus Wind-, Sonne- und Fließwasserkraftanlagen (fEE) verbleibende Stromnachfrage (Residuallast) ist durch weitere Optionen abzudecken.
- Durch die dargebotsabhängige Einspeisung von fEE einerseits sowie die aufgrund der Sektorkopplung sich verändernden Strombezugslasten andererseits werden künftig starke Lastschwankungen der Residuallast erwartet.
- Die Optionen zur Deckung der Residuallast müssen den daraus resultierenden technischen Anforderungen gerecht werden.

Warum brauchen wir neue bzw. zusätzliche Flexibilitätsoptionen?



Quelle: beispielhafte Darstellung einer Residuallast im Jahr 2035 aus Modellen der FVEE-Mitglieder

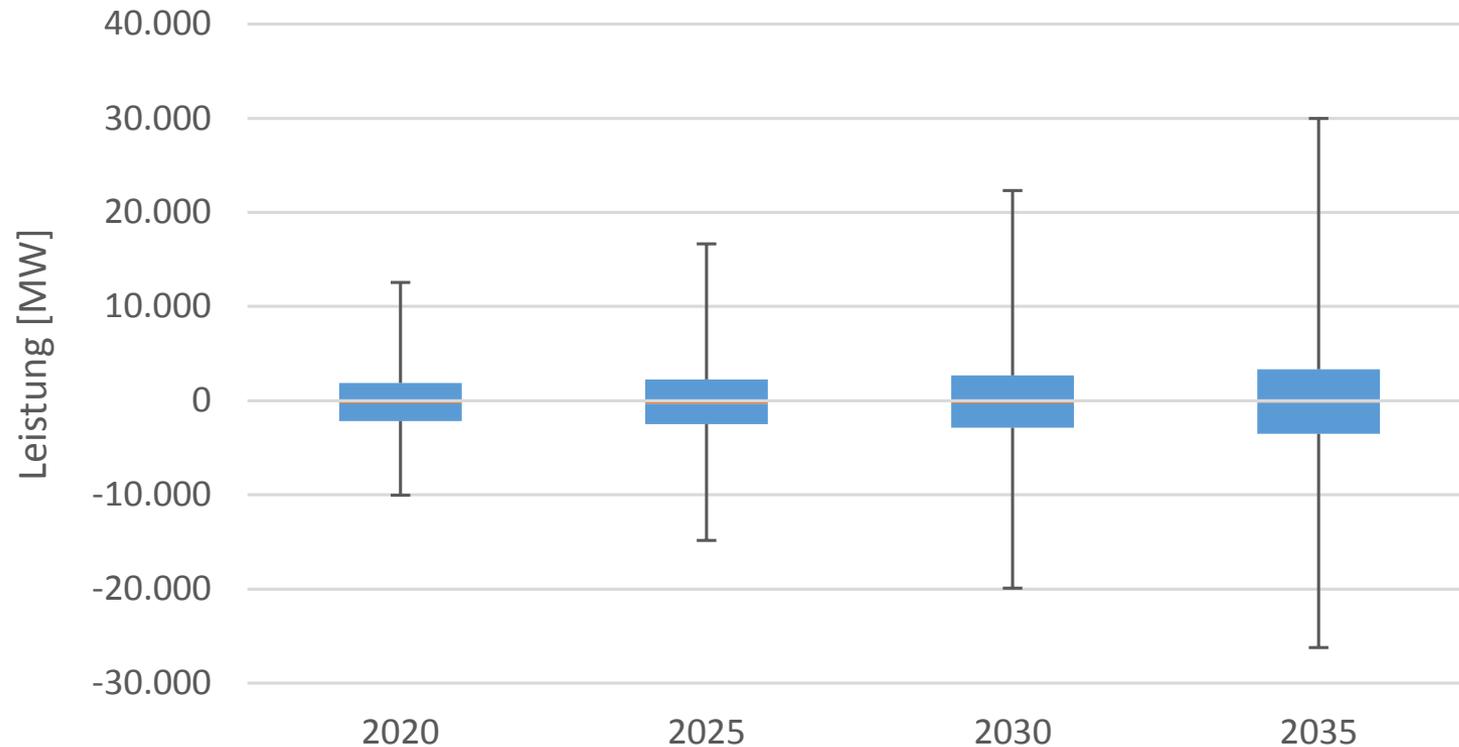
Welche Bedarfe bestehen an Flexibilitätsoptionen?

Die FVEE-Institute untersuchen ...

- ... mögliche Entwicklungspfade einer an Klimaschutzzielen orientierten Umgestaltung des Kraftwerksparks
- ... mittels Simulationen ökologische, ökonomische, technische und soziale Wirkungen im Kontext der Transformation
- ... auf Landes-, Bundes- und Europaebene
- ... Anpassungsbedarfe des rechtlichen Rahmens zur Flexibilisierung des Kraftwerksparks
- ... sowie Grundlagenforschung und angewandte Forschung zu einzelnen technischen Flexibilitätsoptionen und Systemen

Technische Anforderungen an Flexibilitätsoptionen

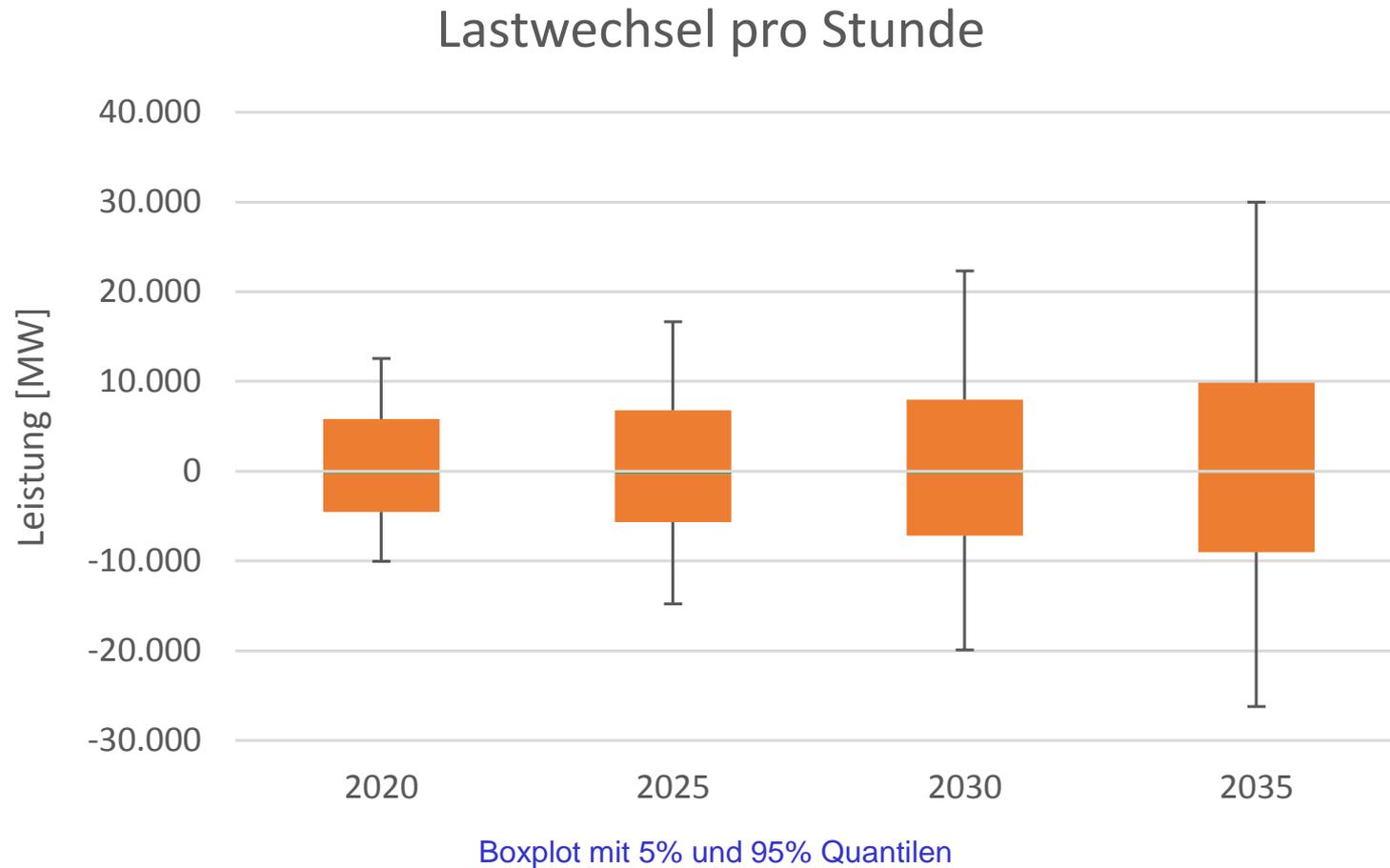
Lastwechsel pro Stunde



Boxplot mit 25% und 75% Quantilen

Quelle: beispielhafte Darstellung zur Spreizung der stündl. Lastwechsel aus Modellen von IZES und DLR

Technische Anforderungen an Flexibilitätsoptionen



Quelle: beispielhafte Darstellung zur Spreizung der stündl. Lastwechsel aus Modellen von IZES und DLR

Flexibilitätsoption Stromerzeuger

- Aufgrund der Leistungsänderungs-Gradienten bedarf es zunehmend schnell regelbarer Flexibilitätsoptionen
- Kraftwerke mit festen Brennstoffen sind prinzipiell auch schnell regelbar, erfahren aber bei schnellen Lastwechseln einen erhöhten Verschleiß, für den sie nicht ausgelegt sind.
- Gasturbinen- und Motorenkraftwerke sowie GuD-Anlagen können flexibler agieren.
- Kraft-Wärme-(Kälte-) Kopplung-Anlagen können dabei durch Wärmespeicher und Spitzenkessel eine hohe Einsatz-Flexibilität erreichen.

Flexibilitätsoption Speicher

Dienen dem Ausgleich von Lastschwankungen, der Bereitstellung von Systemdienstleistungen sowie teilweise der Sektorkopplung.

Der Bedarf an verschiedenen Speichertypen ist abhängig von Klimaschutzzielen, Anteilen an fEE und Netzrestriktionen im In- und Ausland.

Speicherklasse	Technologie	Reaktionszeit	Wirkungsgrad	Funktion aus Sicht des		
				Stromsektors	Wärmesektors	Verkehrssektors
elektrisch	(Super-)Kondensatoren	100 ms	> 90 %	Kurzzeit	-	Kurzzeit (Rekuperation)
	Spulen	1 ms	> 90 %	Kurzzeit	-	-
elektrochemisch	Akkumulatoren	< 100 ms	71 - 97 %	Kurz- und Langzeit	-	-
	Redox-Flow	< 100 ms	71 - 83 %	Kurz- und Langzeit	-	-
chemisch	Power to Gas	ms - min.	50 - 77 %	Kurz- und Langzeit	Brennstoff	Kraftstoff
	Power to Liquid	ms - min.	65%	Kurz- und Langzeit	Brennstoff	Kraftstoff
mechanisch	Pumpspeicher	60-120 s	bis zu 83%	Kurz- und Langzeit	-	-
	Druckluftspeicher	7-14 min	40 - 68 %	Kurzzeit	-	-
	Lageenergiespeicher	60-120 s		Kurz- und Langzeit	-	-
	Schwungmassen	> 10 ms	80-95 %	Kurzzeit	-	-

Quelle: Sterner, M./ Stadler, I. et al. 2014

Flexibilitätsoption steuerbare Lasten

Kein Speicher im eigentliche Sinn, sondern zeitliche Verschiebung des Verbrauchs

Einsatz für kurzfristige großen Laständerungen mit steilen Gradienten

Einsatz dient vorrangig der Netzsicherheit

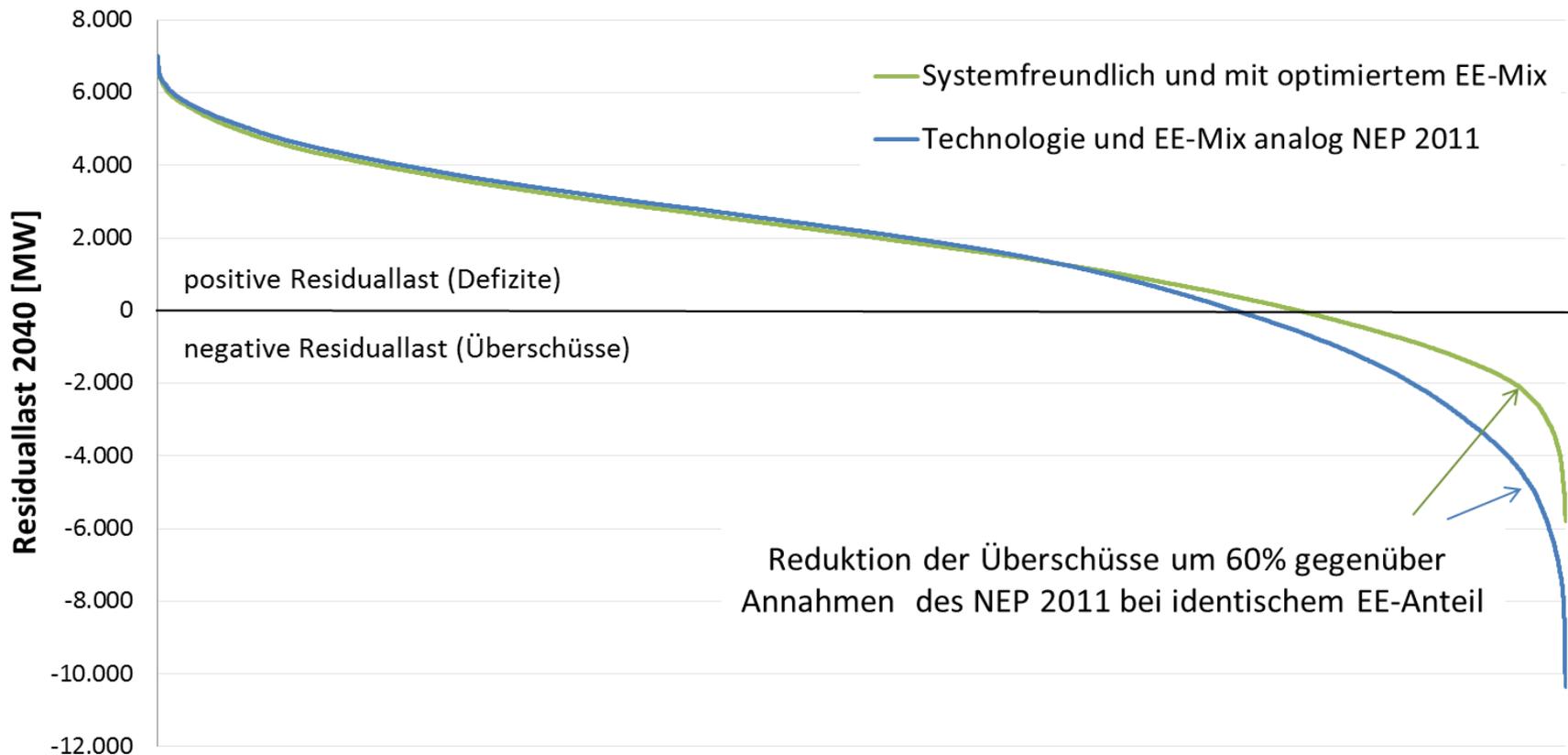
Wesentliche Optionen bestehe durch:

- Eingriff bei großen Verbrauchern (stromintensive Industrie) im Grenzen von technischen und wirtschaftlichen Restriktionen der Produktion
- Steuerung von gebündelten Verbrauchern: z.B. Wärmepumpen mit thermischen Speichern oder mobile Speicher (Elektromobilität)
- Power to Heat: großtechnische Konversion von fEE-Überschussstrom in nicht (oder nur unter hohen Verlusten) rückverstrombare Medien (Wärme / Kälte)

Flexibilitätsoption Systemfreundliche fEE

Reduzierung des Flexibilitätsbedarfs durch systemfreundliche Anlagen sowie optimierten Mix von Solar PV und Wind

Residuallastdauerlinien für 2040 im TRANSNET-BW Übertragungsnetz



Quelle: Forschungsprojekt BalanceE FKZ 0325705A Laufzeit Feb 2015 - Feb 2017

Mittelfristiger Einsatz von Flexibilitätsoptionen

Regelrichtung \ Fristigkeit	sehr kurz (< 1h)	kurz (1 - 4h)	mittel (4 - 24 h)	lang (> 24 h)
positiv	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lastverlagerung, ▪ Motorenkraftwerke, ▪ Gasturbinen, ▪ alle sonstigen Kraftwerke je nach Betriebszustand 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lastverlagerung, ▪ Motorenkraftwerke, ▪ Gasturbinen, ▪ alle sonstigen Kraftwerke je nach Betriebszustand 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motorenkraftwerke, ▪ Gasturbinen, ▪ alle sonstigen Kraftwerke 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motorenkraftwerke, ▪ Gasturbinen, ▪ alle sonstigen Kraftwerke
positiv / negativ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akkumulatoren, ▪ Redox-Flow, ▪ PSK, ▪ DSK, ▪ Lageenergie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akkumulatoren, ▪ Redox-Flow, ▪ PSK, ▪ DSK, ▪ Lageenergie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PSK, ▪ DSK, ▪ Lageenergie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PSK, ▪ DSK, ▪ Lageenergie
negativ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lastverlagerung, ▪ PtH 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lastverlagerung, ▪ PtH 		

Flexibilitätsoptionen: mittelfristiger Bedarf



Wesentliche Akteure

Bundesregierung und EU-Kommission

- Ausgestaltung des rechtlichen Rahmens (Strom, Wärme, Verkehr) für eine ausreichende Bereitstellung von Flexibilitätsoptionen zum benötigten Zeitpunkt
- Anpassung des Marktdesigns zur Hebung der Flexibilitätspotentiale

Strom-/Wärme-Erzeuger/-Versorger, Großverbraucher, Händler/Bündler

- Ausgestaltung der Märkte
- Anpassung bestehender und Entwicklung neuer Geschäftsmodelle

Netzbetreiber (ÜNB, VNB)

- hoheitliche Aufgabe der netzseitigen Versorgungssicherheit
- Intelligenter Ausbau der Netze unter Ausschöpfung von netzdienlichen Flexibilitätspotentialen

Gesellschaft / Bürger

- Akzeptanz, Interessen, Beteiligung

Zentrale Ergebnisse

Bedarf an einzelnen Flexibilitätsoptionen abhängig von Klimaschutzzielen, wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Netzrestriktionen im In- und Ausland.

Anpassung des konventionellen Kraftwerksparks

- Flexibilisierung des Kraftwerksparks mit GuD, Gasturbinen, Motorenkraftwerken
- Weitere Flexibilisierung der KW(K)K durch Wärmespeicher und Spitzenkessel

Mittelfristiger Einsatz von stationären Speichern

- Elektrische und elektro-chemische Speicher für Systemdienstleistungen und zur Absicherung individueller Versorgungssicherheit
- Große mechanische Speicher für kurzfristige bis saisonale Speicherung im nationalen System

Künftiger Einsatz an schaltbaren Lasten

- Gewährleistung der Netzsicherheit, ÜNB und VNB relevante Akteure
- Zunehmende Bedeutung dezentraler steuerbarer Lasten (Wärmepumpen, E-Mobilität)

Bedarf eines hohen Informationsaustauschs für Monitoring und Steuerung (IKT)

Literatur

Horst, J. et al. 2016: Versorgungssicherheit auf dem Weg zu 60% Erneuerbare Energien am Stromverbrauch: eine akteursbezogene Analyse; gefördert durch das BMWi

Horst, J./ Klinski, S. et al. 2015: Kraftwerks-Stilllegungen zur Emissionsreduzierung und Flexibilisierung des deutschen Kraftwerksparks: Möglichkeiten und Auswirkungen; finanziert durch das Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung (MWKEL), Rheinland-Pfalz

Sterner, M./ Stadler, I. et al. 2014: Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, Springerverlag

Thrän, D./ Millinger, M./ Tafarte, P.: BalanceE Synergien, Wechselwirkungen und Konkurrenzen beim Ausgleich fluktuierender EE im Stromsektor durch erneuerbare Optionen; gefördert durch das BMWi

Cebulla, F. 2015: Stromspeicherbedarf in europäischen Langfristszenarien- Eine Analyse des Einflusses unterschiedlicher energiewirtschaftlicher Rahmenbedingungen

Scholz, Y., Gils, H. C., Pregger, T., et al. Möglichkeiten und Grenzen des Lastausgleichs durch Energiespeicher, verschiebbare Lasten und stromgeführte KWK bei hohem Anteil fluktuierender erneuerbarer Stromerzeugung, Projektbericht für das BMWi, 2014.