

# **AUSWIRKUNG EINER SOCKELLASTREDUKTION AUF DEN FLEXIBILITÄTSBEDARF IM DEUTSCHEN STROMSYSTEM.**

## **EINE MODELLGESTÜTZTE SZENARIENANALYSE FÜR DIE JAHRE 2020, 2030 UND 2050**

Themenbereich 3 - Flexibilisierung des klassischen Systems für erneuerbare Energien

**David Ritter<sup>\*1</sup>, Dr. Dierk Bauknecht, Dr. Matthias Koch, Christoph Heinemann**

Öko-Institut e.V. Freiburg

### **Motivation und zentrale Fragestellung**

Das zukünftige deutsche Stromsystem wird zu großen Teilen auf Strom aus erneuerbaren Energiequellen (EE-Strom) aufbauen. Der Hauptteil dieses EE-Stroms wird aus den fluktuierenden Energieträgern Wind und Sonne gewonnen werden. Um diese intermittierende Stromerzeugung bestmöglich nutzen zu können, muss das bestehende Stromsystem an verschiedenen Punkten neu gedacht und umgebaut werden. Eine Stellschraube für die EE-Stromintegration ist die so genannte Sockellast im Erzeugungsmix. Die Sockellast entsteht durch Kraftwerke, die ihre Stromerzeugung trotz entsprechender Anreize durch den Strompreis nicht weiter reduzieren. Ursache hierfür kann zum Beispiel sein, dass Kraftwerke Systemdienstleistung (SDL) – insbesondere Regelleistung – anbieten und hierbei nicht unter ihre technische Mindestleistung geregelt werden können. Eine weitere Komponente der Sockellast entsteht durch wärmegeführte Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen), die Strom als ein Kuppelprodukt erzeugen und nur bedingt auf das Strompreissignal reagieren. Aufgrund dieser Inflexibilität in der Stromerzeugung muss teilweise schon vor einer vollständigen Nachfragedeckung durch EE-Strom dieser mit Hilfe von zusätzlicher Flexibilität – bereitgestellt von Speichern oder der Nachfrageseite – integriert, oder falls das nicht möglich ist, abgeregelt werden.

Im Rahmen des vom deutschen Bundesumweltministerium geförderten Projektes „Systematischer Vergleich von Flexibilitäts- und Speicheroptionen im deutschen Stromsystem zur Integration von Erneuerbaren Energien und Analyse entsprechender Rahmenbedingungen (BMU FlexOptionen)“ wird unter anderem die Frage erörtert, welche Auswirkungen eine Reduktion der Sockellast auf den Flexibilitätsbedarf im Stromsystem hat. Die Sockellast setzt sich hierbei aus einem SDL bedingten und einem durch die KWK-Stromproduktion bedingten Anteil zusammen. Als Indikator für den Flexibilitätsbedarf wird der nicht integrierte fluktuierende EE-Strom verwendet.

### **Methodische Vorgehensweise**

Mit Hilfe des am Öko-Institut entwickelten Strommarktmodells PowerFlex werden Szenarien für die Jahre 2020, 2030 und 2050 untersucht. In PowerFlex wird der Einsatz der Kraftwerke und verschiedener Flexibilitätsoptionen durch eine gemischt-ganzzahlige lineare Optimierung modelliert. Die Übertragungs- und Verteilnetze werden als hinreichend ausgebaut angenommen, so dass innerdeutsche Netzrestriktionen nicht berücksichtigt werden.

Die zentralen Inputgrößen für die Simulation basieren auf den Werten des Szenarios 2011 A' der BMU Leitstudie [1]. Für das Szenariojahr 2020 liegt ein innerdeutscher fluktuierender EE-Anteil von ca. 35 %, für das Szenariojahr 2030 von ca. 60 % und für 2050 von ca. 80 % vor. Um den Flexibilitätsbedarf zu ermitteln, wurde zunächst kein Zubau an Flexibilitäten angenommen. Zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage stehen in dieser Betrachtung nur der Kraftwerkspark, die heutigen Pumpspeicherwerke (ca. 8 GW) und der durch die Grenzkuppelkapazitäten begrenzte Leistungsaustausch mit den Nachbarländern zur Verfügung.

Um die Auswirkung einer reduzierten Sockellast auf den Flexibilitätsbedarf quantifizieren zu können, wurde eine Flexibilisierung der KWK-Stromproduktion und eine Variation der SDL bedingten

---

<sup>1</sup> Merzhauser Strasse 173, D-79100 Freiburg, Telefon +49 761 45295-280, Fax +49 761 45295-288, d.ritter@oeko.de, www.oeko.de

Sockellast vorgenommen. Die Auswirkung der KWK auf den Flexibilitätsbedarf lässt sich anhand eines Vergleichs der Ergebnisse einer rein wärmegeführten Fahrweise mit den Ergebnissen einer mit Hilfe von Wärmespeichern flexibilisierten Stromproduktion analysieren. Es wurde angenommen, dass die maximale Wärmeproduktion der KWK-Anlagen für 2 Stunden gespeichert werden kann. Das führt zu einer elektrischen Speicherkapazität von ca. 71 GWh in 2020, ca. 76 GWh in 2030 und ca. 66 GWh im Szenariojahr 2050. Die SDL bedingte Sockellast wurde ausgehend vom heutigen Niveau [2] von 20 GW bis 5 GW in 5 GW-Schritten reduziert. Die SDL bedingte Sockellast kann im Wesentlichen durch nachfolgende Maßnahmen reduziert werden [3]:

- Bereitstellung von Regelleistung durch Optionen mit geringer bzw. ohne technischer Mindestleistung (z.B. Speicher, EE-Kraftwerke, Nachfrageseite),
- Ausweitung der europäischen Kooperation zur Verstärkung der transeuropäischen Regelzone,
- Stärkung des Intra-Day Marktes und Verbesserung der Prognosegenauigkeit der EE-Erzeugung um den Regelleistungsbedarf zu reduzieren.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Tabelle 1 bietet einen Überblick über die Ergebnisse der Variation von KWK-Führung und Höhe der SDL bedingten Sockellast für die drei betrachteten Szenariojahre. Dargestellt werden der absolute Wert des nicht integrierten fluktuierenden EE-Stroms in TWh sowie der relative Anteil am insgesamt zur Verfügung stehenden fluktuierenden EE-Strom.

SDL bedingte Sockellast	KWK	2020		2030		2050	
		TWh	Anteil	TWh	Anteil	TWh	Anteil
20 GW	unflexibel	3,97	2,18%	35,06	12,39%	68,15	18,19%
	flexibel	1,54	0,84%	25,65	9,07%	66,32	17,70%
15 GW	unflexibel	1,10	0,60%	18,87	6,67%	42,43	11,32%
	flexibel	0,27	0,15%	12,54	4,43%	39,94	10,66%
10 GW	unflexibel	0,22	0,12%	9,06	3,20%	23,96	6,39%
	flexibel	0,00	0,00%	5,16	1,83%	22,16	5,91%
5 GW	unflexibel	0,05	0,03%	3,48	1,23%	11,87	3,17%
	flexibel	0,00	0,00%	1,57	0,55%	10,78	2,88%

**Tabelle 1: Nicht integrierter fluktuierender EE-Strom**

Für das Szenariojahr 2020 konnte bereits mit einer Flexibilisierung der KWK oder einer SDL bedingten Sockellast von 15 GW der nicht integrierte EE-Stromanteil auf einen Wert kleiner 1% reduziert werden. Weitere Reduktionen der SDL bedingte Sockellast oder eine KWK-Flexibilisierung bei einer SDL bedingte Sockellast von weniger als 20 GW zeigen nur noch einen geringen zusätzlichen Effekt. Während im Szenariojahr 2020 eine Flexibilisierung der KWK und eine Reduktion der SDL bedingten Sockellast auf 15 GW einen ähnlichen Effekt bewirken, kann in 2030 mit einer Reduktion der SDL bedingten Sockellast auf 15 GW im Vergleich zur KWK Flexibilisierung die EE-Abregelung deutlich stärker reduziert werden. In 2050 verstärkt sich dieser Effekt noch. Das kann primär auf die Zunahme von langen Zeiträumen mit EE-Überschuss zurückgeführt werden. Hier kann die KWK aufgrund ihres begrenzten Speichers die EE-Überschüsse nicht durchgehend reduzieren.<sup>2</sup> Für 2050 liegt ein weiterer Grund bei der Abnahme der KWK-Kapazitäten. In 2050 können auch bei einer Reduktion der SDL bedingten Sockellast auf 5 GW und einer Flexibilisierung der KWK ca. 11 TWh EE-Strom nicht integriert werden.

Es konnte gezeigt werden, dass eine Reduktion der Sockellast in großem Umfang zur Integration von EE-Strom beitragen und somit den verbleibenden Flexibilitätsbedarf reduzieren kann. Da die direkte

<sup>2</sup> Eine Flexibilisierung der KWK kann jedoch – im Gegensatz zur Reduktion der SDL bedingten Sockellast – auch zu Defizitzeiten zur Problemlösung beitragen.

Verwendung der erneuerbaren Energien gegenüber einer mit Verlusten behafteten Verlagerung effizienter ist, erscheinen Bemühungen zur Sockellastreduktion als lohnenswert.

## **Literatur**

- [1] Nitsch, Joachim et al, Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, BMU, März 2012
- [2] Forschungsgemeinschaft für Elektrische Anlagen und Stromwirtschaft (FGH) e. V.: Studie zur Ermittlung der technischen Mindestleistung des konventionellen Kraftwerksparks zur Gewährleistung der Systemstabilität in den deutschen Übertragungsnetzen bei hoher Einspeisung aus erneuerbaren Energien, Januar 2012
- [3] Grünwald, Reinhard et al, Regenerative Energieträger zur Sicherung der Grundlast in der Stromversorgung, April 2012