

# **DIE BEDEUTUNG DES STROMVERBRAUCHS FÜR DIE ENERGIEWENDE – DIE ROLLE VON EFFIZIENZ UND FLEXIBILITÄT**

**Florian ESS<sup>1</sup>, Marco WÜNSCH<sup>1</sup>, Inka ZIEGENHAGEN<sup>1</sup>**

## **Inhalt**

Bei Anstrengung der langfristigen Klimaziele in Deutschland muss insbesondere die Energiewirtschaft einem umfassenden Beitrag leisten. Das zukünftige Stromsystem ist dann von hohen Anteilen erneuerbarer Energien und einer zu großen Teilen dekarbonisierten Stromerzeugung gekennzeichnet. Gleichzeitig stellt die Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors eine zentrale Option zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen dar. Dadurch ist ein Anstieg des Stromverbrauchs zu erwarten. Neben flexiblen Kraftwerkskapazitäten und Stromspeichern kann jedoch insbesondere der Stromverbrauch einen Beitrag in einem zukünftigen Stromsystem mit hohen Anteilen erneuerbarer Stromerzeugung leisten. Dabei sind zwei Optionen von Bedeutung: Einerseits kann durch verstärkte Effizienz der Stromverbrauch, insbesondere auch zu Spitzenlastzeiten, gesenkt werden. Andererseits können (neue) Stromverbraucher flexibel eingesetzt werden und damit das Stromsystem entlasten. Dabei stellt sich die Frage, welche Stromverbraucher für diese beiden Optionen grundsätzlich in Frage kommen, welcher Beitrag durch verstärkte Effizienz und die Flexibilisierung des Stromverbrauchs insgesamt geleistet werden kann und welche Maßnahmen für eine solche Entwicklung notwendig sind.

## **Methodik**

In den hier durchgeführten Analysen wird die Entwicklung des Energie- und Stromsystems in Deutschland unter Anstrengung der langfristigen Klimaziele (-80 % bis -95 % an Treibhausgasemissionen im Jahr 2050 im Vergleich zu 1990) dargestellt. Die Entwicklung des Stromverbrauchs wird dabei im Rahmen einer Bottom-up-Modellierung der Energienachfragesektoren berechnet. Für den Stromverbrauch wird eine Fallunterscheidung durchgeführt: Stromverbraucher werden in (1) klassische Stromverbraucher mit inflexibler Nachfrage und (2) flexible Stromverbraucher unterschieden.

- (1) Für die klassischen Stromverbraucher wird im Rahmen der Energienachfragemodellierung die jährliche Stromnachfrage pro Anwendung (z.B. für Beleuchtung, Prozesswärme, Raumwärme, etc.) ermittelt und es wird unter Verwendung anwendungsspezifischer Lastprofile der Effekt auf das Gesamtlastprofil modelliert. Die Stromnachfrage dieser Verbraucher wird dabei als inflexibel modelliert. Bei verstärkter Energieeffizienz wird jedoch der jährliche Stromverbrauch in den Anwendungen gesenkt, wodurch das Gesamtlastprofil und die Spitzenlast im Stromsystem reduziert wird.
- (2) Für flexible Stromverbraucher ergibt sich der jährliche Stromverbrauch ebenfalls aus der Modellierung der Energienachfrage. Die zeitliche Struktur der flexiblen Stromverbraucher wird modelliert, indem sich die stündliche Stromnachfrage auf Basis von Strompreissignalen verändert. Unter Berücksichtigung der wesentlichen Parameter und Restriktionen der Flexibilität dieser Stromverbraucher (z.B. Wärmelastprofile, Nutzungsprofile für Elektrofahrzeuge, Batteriespeicherkapazität) wird ein flexibler Einsatz modelliert. Damit resultiert ein systemdienlicher Verlauf der Stromnachfrage.

Durch einen Vergleich der Ergebnisse mit einer Referenzentwicklung (mit geringer Stromeffizienz und geringer Flexibilität des Stromverbrauchs) kann die Bedeutung von Effizienz und der Flexibilisierung des Stromverbrauchs quantifiziert werden. Als zentrale Vergleichsgrößen werden dabei die Entwicklung des Gesamtlastprofils des Stromverbrauchs und der Residuallast (Stromverbrauch minus Einspeisung erneuerbarer Energien) verwendet. Wenn die Extremwerte der Verbraucherlast (Maximum bzw. Spitzenlast) und der Residuallast (Minimum, Maximum) sowie die Summe der negativen bzw. positiven Werte der Residuallast reduziert werden können, wird die Integration des Stromsystems unterstützt und gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Intensität der Stromerzeugung reduziert.

---

<sup>1</sup> Prognos AG, St. Alban-Vorstadt 24 in 4052 Basel & Goethestraße 85 in 10623 Berlin, Tel.: +41 61 3273-361, florian.ess@prognos.com, www.prognos.com

## Ergebnisse

Durch den im Zeitverlauf sinkenden Stromverbrauch und die Flexibilisierung der (neuen) Stromverbraucher kann die Energiewende im Stromsektor wesentlich unterstützt werden. Durch verstärkte Stromeffizienz sinkt die Spitzenlast (für den inflexiblen Stromverbrauch) in Deutschland in dem betrachteten Szenario von knapp 90 GW auf etwas mehr als 70 GW. Gleichzeitig sorgt die Flexibilisierung des Stromverbrauchs für eine Entlastung des Stromverbrauchs zu Spitzenlastzeiten. Dadurch sinkt die Residuallast im Vergleich zu einer Entwicklung mit geringer Stromeffizienz und wenig Flexibilität im Stromverbrauch deutlich, wodurch die notwendige verfügbare Leistung und Erzeugung aus flexiblen (konventionellen) Kraftwerkskapazitäten reduziert werden kann. Zudem können flexible Stromnachfrager dazu beitragen, in Stunden hoher Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (z.B. bei hoher Erzeugung aus Windkraftanlagen) CO<sub>2</sub>-freie Stromerzeugung zu integrieren.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine langfristige Reduktion des Stromverbrauchs nur durch die konsequente Umsetzung von Effizienzmaßnahmen realisierbar ist. Insbesondere zusätzliche Effizienzmaßnahmen in Anwendungen mit hohen Anteilen an der Spitzenlast (z.B. Beleuchtung, IKT, Raumwärme) können die Erreichung der Klimaziele im Stromsektor unterstützen. Gleichzeitig sind Maßnahmen zur Flexibilisierung des Stromverbrauchs, vor allem bei einer umfassenden Elektrifizierung des Verkehrs- und Wärmesektors, von hoher Bedeutung. Die Digitalisierung und eine intelligente Steuerung des Stromverbrauchs kann dabei einen wesentlichen Beitrag leisten.