

Steinkohlekraftwerke können Erneuerbare unterstützen

Franz-Josef Wodopia

Eine im Auftrag des Vereins der Kohlenimporteure e. V. (VDKi) erstellte Deloitte-Studie zeigt, dass der bestehende Kohlekraftwerkspark in Deutschland wachsende Anteile fluktuierender erneuerbarer Energien aufnehmen und integrieren kann, ohne die Zuverlässigkeit der Stromversorgung zu gefährden.

Die Deloitte-Studie „Untersuchung der Flexibilität von Steinkohlekraftwerken zur Integration erneuerbarer Energien in Deutschland“ [1] soll zwei zentrale Fragen beantworten:

- Wie entwickelt sich der Flexibilitätsbedarf im deutschen Stromsystem bei einem weiter zunehmenden Ausbau der Wind- und Sonnenenergie?
- Kann der bestehende Steinkohlekraftwerkspark in Deutschland wachsende Anteile fluktuierender erneuerbarer Energien ausgleichen und integrieren, ohne dabei die Sicherheit der Stromversorgung zu gefährden?

Die wichtigsten technischen Eigenschaften, welche die Flexibilität thermischer Kraftwerke bestimmen, sind deren Anfahrtdauer, Mindestlasten, Leistungsgradienten, sowie minimale Betriebs- und Stillstandszeiten. Die hierzu erforderlichen Daten entstammen einer Literaturrecherche und Expertenbefragungen. Sie gehen in das interne Strommarktmodell DEEM von Deloitte Finance ein. DEEM ist ein gemischt-ganzzahliges, lineares Optimierungsmodell des europäischen Strommarktes, das eine stündliche Kraftwerkseinsatzplanung unter Berücksichtigung der genannten Flexibilitätseigenschaften simuliert.

Analyse „kalter Dunkelflauten“ im Jahr 2018

„Kalte Dunkelflauten“ sind Zeiten, in denen die Erneuerbaren-Einspeisung sehr gering ist, während zugleich ein erheblicher Strombedarf besteht. Solche Zeiträume können in unterschiedlicher Intensität und Dauer mehrmals jährlich auftreten. So gab es – basierend auf Daten von der ENTSO-E Transparenzplattform – beispielsweise in der zweiten Januarwoche 2018 einen 72-Stunden-Zeitraum, in dem die Einspeisung fluktuierender erneuerbarer Energien relativ gering war, während der Strombedarf in weiten Teilen über dem Jahresdurchschnitt lag (Abb. 1).

Während dieses dreitägigen Zeitraums führte der Rückgang der Einspeisung Erneuerbarer auch zu einem Rückgang der Stromexporte. Teilweise importierte Deutschland sogar von seinen Nachbarländern. Auch dort stand Strom aus fluktuierenden Erneuerbaren kaum zur Verfügung. Deren Verfügbarkeit weist über Ländergrenzen hinweg ähnliche Muster auf.

Energiesysteme mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien müssen in der Lage sein, Einspeise-Schocks als Folge ungewöhnlicher Wet-

terphänomene kompensieren zu können. Zur Identifizierung solcher Zeiträume, die zwar nur eine geringe Eintrittswahrscheinlichkeit aufweisen, aber große Auswirkungen mit sich bringen, wurden in der Deloitte-Studie zwei Bedingungen eingeführt:

- Der Beitrag fluktuierender erneuerbarer Energien zur Deckung der Gesamtlast beträgt weniger als 10 % des Strombedarfs.
- Der Strombedarf liegt über 68 GW, der unteren Grenze der 25 % höchsten Lastwerte innerhalb des betrachteten Jahres.

Am 11.01.2018 waren über 14 Stunden des Tages beide Bedingungen erfüllt. Solche Tage treten etwa siebenmal pro Jahr auf. Im Zeitraum vom 10.01. bis 12.01. wurden in über 40 % der Fälle beide Bedingungen erfüllt. Zeiträume mit einer solch hohen Intensität und Dauer treten etwa drei Mal pro Jahr auf. Je länger die Dauer einer kalten Dunkelflaute, desto geringer ist ihre Eintrittswahrscheinlichkeit, aber desto größer sind die damit einhergehenden Herausforderungen für das System. Auch für eine ganze Woche kann die Anzahl der Stunden, in denen beide Bedingungen erfüllt werden, noch eine beträchtliche Höhe erreichen. Jedes zweite Jahr gibt es beispielsweise eine ganze Woche, in der in mehr als 40 % der Stunden beide Bedingungen erfüllt sind.

Während kalter Dunkelflauten spielen regelbare Kraftwerke eine Schlüsselrolle zum Ausgleich von Stromerzeugung und Strombedarf. Im Januar 2018 haben deutsche Steinkohlekraftwerke wesentlich dazu beigetragen, die Lücke zwischen Angebot und Nachfrage zu schließen.

Im Jahresdurchschnitt hatte Steinkohle 2018 einen Anteil von 12 % am deutschen Strommix. In den drei Tagen der kalten Dunkelflaute stieg der Anteil auf über 20 %. Darüber hinaus trug die Steinkohleflotte wesentlich dazu bei,

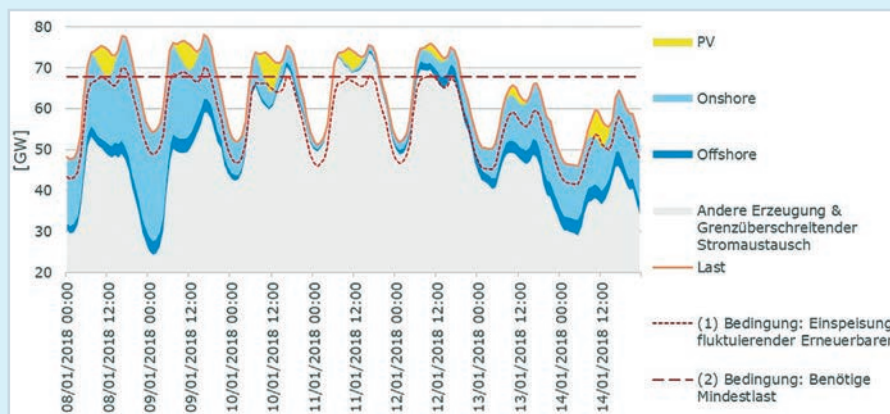


Abb. 1 Analyse der „kalten Dunkelflaute“ in der zweiten Januarwoche 2018

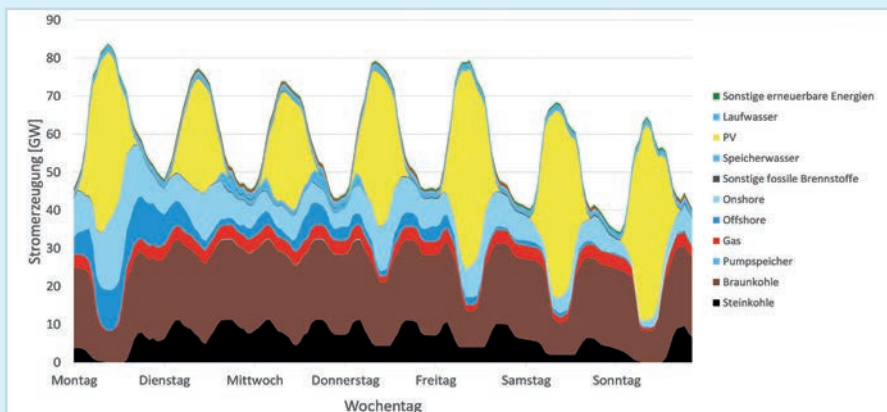


Abb. 2 Exemplarischer Kraftwerkseinsatz einer ausgewählten Juliwoche mit einem Anteil von 60 % erneuerbarer Energien

die Laständerungen im System auszugleichen. Am Abend des 12.01. wurde die Leistung der Flotte in nur acht Stunden um über 13 GW reduziert.

Simulation eines wachsenden Anteils Erneuerbarer im Kraftwerkspark von 2018

Um die Auswirkungen höherer Anteile fluktuierender erneuerbarer Energien auf die Rolle von Steinkohlekraftwerken in Deutschland zu analysieren, wurden im Rahmen der Simulation drei Ausbaustufen Erneuerbarer betrachtet: Anteile von 50 %, 60 % und 70 % an der inländischen Stromerzeugung.

Bei dieser „Was-wäre-wenn“-Analyse wurden die gleichen Brennstoffpreise wie im Jahr 2018 angenommen. Die CO₂-Preise basieren auf den Projektionen des New Policies-Szenarios des World Energy Outlooks der IEA [2]. Die installierte Kapazität erneuerbarer Energien in Deutschland wurde den B-Szenarien

des Netzentwicklungsplans Strom 2030 entnommen [3]. Die Analyse konzentriert sich auf die Auswirkungen der Erhöhung des fluktuierenden Anteils Erneuerbarer auf den Einsatz von Steinkohlekraftwerken und isoliert Effekte externer Faktoren, wie z. B. die Energiepolitik europäischer Nachbarländer. Es handelt sich also um eine typische „Was-wäre-wenn“-Szenarioanalyse.

Die Auswirkungen eines starken Ausbaus von Wind- und Sonnenenergie sind in Abb. 2 exemplarisch dargestellt: Steinkohlekraftwerke übernehmen die Ergänzung der Erzeugung aus Wind und Sonne. Dies führt zu sehr ausgeprägten Leistungsänderungen.

Dagegen ist die Einspeisung aus erneuerbaren Energien am 26.01.2018 unabhängig von deren Stromerzeugungsanteil verschwindend gering. Zur Deckung des Strombedarfs werden nahezu ausschließlich regelbare Kraftwerke benötigt (Abb. 3). Die Betrachtung der Jahresdauerlinien der Residuallasten für das

gesamte Jahr zeigt, dass durch die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien die zu deckenden Lastspitzen kaum reduziert werden. In den Stunden der höchsten Residuallast werden zur Deckung der Last unabhängig von der Höhe der installierten Wind- und PV-Leistung mehr als 69 GW an regelbarer Erzeugungskapazität benötigt. Dies verdeutlicht, dass regelbare Kraftwerke nach wie vor eine Schlüsselrolle für die Versorgungssicherheit des Systems spielen, auch wenn der Großteil der jährlichen Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen stammt. Die Erhöhung der Kapazität fluktuierender Erneuerbarer führt somit in der Simulation nicht zur Stilllegung einer erheblichen Anzahl regelbarer Kraftwerke.

Diese Ergebnisse spiegeln sich in der Entwicklung der Flexibilitätskennzahlen wider. Alle Kennzahlen steigen mit wachsendem Anteil erneuerbarer Energien. Der Anstieg des Mittleren-Lastzyklen-Faktors (Abb. 4b) deutet darauf hin, dass Steinkohlekraftwerke häufiger an- und abfahren müssen, um dem steigenden Anteil fluktuierender Erneuerbarer gerecht zu werden. In ähnlicher Weise steigen auch die Kennzahlen der Mittleren Leistungsänderung, sowohl absolut (für die gesamte Kraftwerksflotte) als auch relativ (pro installiertem Steinkohlekraftwerksblock; Abb. 4a). Durch den Ausbau des Anteils fluktuierender erneuerbarer Energien fordert das System von regelbaren Kraftwerken die Möglichkeit einer schnellen Leistungserhöhung oder -minderung sowie deren Verfügbarkeit in Zeiten geringer oder keiner Stromerzeugung aus Wind- und Solaranlagen.

Während „kalter Dunkelflauten“ erzeugen Kohlekraftwerke deutlich mehr Strom als an einem durchschnittlichen Tag. Schon bei einer Dauer von ein bis drei Tagen ist die doppelte bzw. dreieinhalbfache Stromerzeugung erforderlich, wenn der Anteil der erneuerbaren Energien 50 % bzw. 70 % beträgt. Dennoch wird Deutschland während „kalter Dunkelflauten“ zum Nettoimporteur. Der Spielraum für noch höhere Importe wird durch die Verfügbarkeit von disponiblen Anlagen in den Nachbarländern Deutschlands und die Überlastung der Interkonnektoren eingeschränkt.

Unter den angenommenen Brennstoff- und CO₂-Preisen werden zur Deckung des verbleibenden Bedarfs die meisten Steinkohlekraftwerke vor Gaskraftwerken eingesetzt. Die

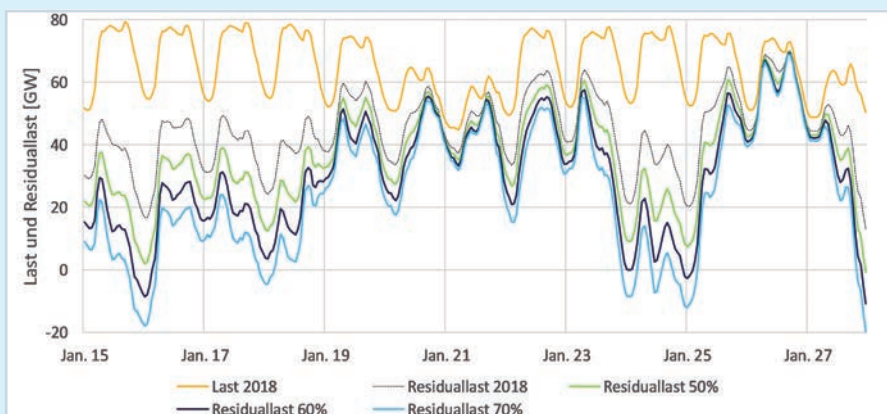


Abb. 3 Last- und Residuallastkurven verschiedener Anteile erneuerbarer Energien für eine ausgewählte Woche

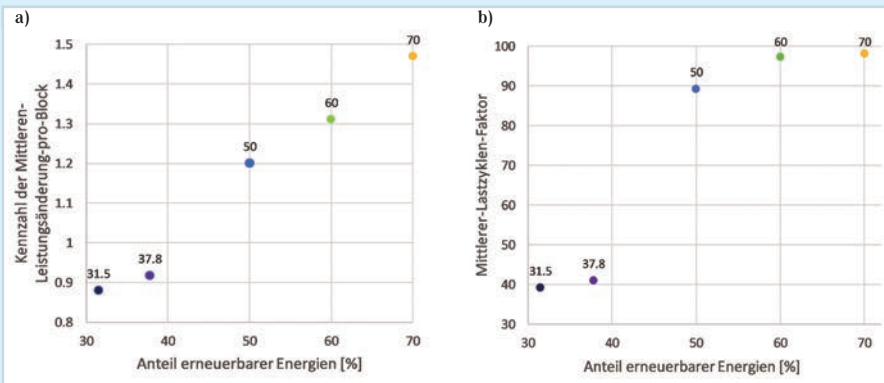


Abb. 4 Entwicklung der Flexibilitätskennzahlen für steigende Anteile erneuerbarer Energien

Stromerzeugung aus Gaskraftwerken steigt dennoch leicht an, da GuD-Anlagen mit älteren Steinkohlekraftwerken konkurrieren können. Wären die aktuell niedrigeren Gaspreise verwendet worden, hätten die vorhandenen Gaskraftwerke einen deutlich höheren Anteil an der Bereitstellung von Flexibilität. Die oben getroffene Annahme war jedoch aus methodischen Gründen sinnvoll, um die Flexibilität der Steinkohlekraftwerke aufzuzeigen.

Der Ausbau erneuerbarer Energien verdrängt zunehmend die Stromerzeugung aus thermischen Kraftwerken (Merit-Order-Effekt). Der durchschnittliche Auslastungsgrad der Steinkohlekraftwerke sinkt im Szenario mit 50 % Erneuerbaren auf etwas über 30 % (2018: 35 %) und im Szenario mit 60 % bzw. 70 % Erneuerbaren auf rund 20 % bzw. 15 %.

Fazit

Steinkohlekraftwerke stehen dem Erneuerbaren-Ausbau nicht im Wege, sondern leisten einen Beitrag zu deren Integration, indem sie Leistung und Fahrweise entsprechend anpassen. Der VDKi fordert deshalb, dass Steinkohlekraftwerke im Rahmen des Kohleausstiegs nicht übereilt stillgelegt werden dürfen.

Quellen

- [1] Deloitte Finance: Untersuchung der Flexibilität von Steinkohlekraftwerken zur Integration erneuerbarer Energien in Deutschland, Paris, November 2019. https://www.kohlenimporteure.de/files/user_upload/presse/2019/191104_VDKi_final_report_german_to_print.pdf
- [2] IEA: World Energy Outlook 2018, Paris, 2018.
- [3] NETZENTWICKLUNGSPLAN STROM 2030. <https://www.netzentwicklungsplan.de/de/netzentwicklungsplaene/netzentwicklungsplan-2030-2019>

Prof. Dr. F.-J. Wodopia, Geschäftsführer des Vereins der Kohlenimporteure e. V., Berlin fj.wodopia@kohlenimporteure.de

BDEW-FACHKONGRESS
**TREFFPUNKT
 NETZE '20**

24.– 25. MÄRZ,
 bcc, BERLIN

**zusammen
 wachsen**



www.treffpunkt-netze.de

Ihre Ansprechpartnerin: Vanessa Ledig • T 030 28 44 94-221 • vanessa.ledig@ew-online.de

bdew
 Energie. Wasser. Leben.