

# EIN VEREINFACHTES SYSTEMMODELL DES ENERGIEVERSORGUNGS-SYSTEMS DEUTSCHLANDS ZUR BEWERTUNG VON CHEMISCHEN SPEICHERN UND SEKTORKOPPLUNGSTECHNOLOGIEN

Kristin BOBLENZ<sup>1</sup>, Valentine FRANK<sup>1</sup>, Christian WOLFERSDORF<sup>1</sup>,  
Felix BAITALOW<sup>1</sup>, Bernd MEYER<sup>1</sup>

## Inhalt

Zurzeit ist keine Technologie zur langfristigen Speicherung von Elektroenergie mit großer Kapazität als Alternative zu Netzeingriffen am Markt verfügbar. Gleichzeitig kann in längeren Zeiten mit Windstille bei Bewölkung, einer sogenannten „Dunkelflaute“ wie zuletzt im Januar 2017, die Erzeugung aus erneuerbaren Energien den Bedarf nicht decken. Vergasungsbasierte Polygeneration-Kraftwerke mit Stromspeicherung können die Versorgungssicherheit von Industrie und Bevölkerung gewährleisten. Die Vergasungstechnologie ist die Schnittstellentechnologie zur Verwertung verschiedenster kohlenstoffhaltiger Energieträger (Kohle, Biomasse, Reststoffe) und zur gleichzeitigen und flexiblen Erzeugung (Polygeneration) von Elektroenergie, Brenn- und Kraftstoffen oder Chemierohstoffen aus alternativen Quellen. Über Wasserelektrolyse kann erneuerbare Elektroenergie als Wasserstoff in die Prozesskette eingekoppelt und so gespeichert werden. Bei ausreichend verfügbarem erneuerbarem Wasserstoff ist eine CO<sub>2</sub>-freie Erzeugung der Produkte möglich.

Die besondere Stärke dieser Polygeneration-Kraftwerke – die Betriebsflexibilität – lässt sich nur schwer durch herkömmliche kraftwerkstechnische Kennzahlen charakterisieren. Daher wurde mit der quasidynamischen Modellierung die Voraussetzung geschaffen, solche Kraftwerkskonzepte in ein vereinfachtes Systemmodell des Energieversorgungssystems Deutschlands zu integrieren. Dieses ist ein objektives Werkzeug, um Polygeneration-Kraftwerke hinsichtlich ihrer Flexibilitätseigenschaften und des Einflusses auf die Netzauslastung zu bewerten.

## Methodik

Vergasungsbasierte Gesamtprozessketten für die Vernetzung der Sektoren Stromerzeugung, Kraftstoff- und Chemierohstoffversorgung werden quasidynamisch modelliert und durch Integration dieser Prozessketten in eine energiewirtschaftliche Systemanalyse hinsichtlich ihrer Eignung für flexible Stromerzeugung und Stromspeicherung bewertet. Auch andere Stromspeichertechnologien, z. B. Power-to-Gas-Anlagen, können über die quasidynamische Modellierung abgebildet und vergleichend bewertet werden. So kann eine objektive und verlässliche Datenbasis für die zukünftige Gestaltung energiepolitischer Rahmenbedingungen und für Investitionsentscheidungen von Unternehmen geschaffen werden.

Das für die energiewirtschaftliche Systemanalyse in MatlabSIMULINK® erstellte Systemmodell des Energieversorgungssystems Deutschlands ist in der Lage, die wesentlichen Phänomene innerhalb der deutschen Strom- und Energiewirtschaft abzubilden. Außerdem kann über die Veränderung der Parametrierung das Systemmodell an zukünftige wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen angepasst werden.

Die Simulationsergebnisse lassen Rückschlüsse auf die zukünftige Situation der Energiewirtschaft, z. B. die Börsenstrompreisentwicklung aufgrund steigender Residuallasten, zu. Außerdem kann der Einfluss verschiedener Stromspeichertechnologien, z. B. auf den Kraftwerkeinsatz oder Import- und Exportmengen objektiv unter gleichen Rahmenbedingungen bewertet werden.

---

<sup>1</sup> Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Fuchsmühlenweg 9, 09599 Freiberg, Tel.: +49 3731 39-4481, Fax: +49 3731 39-4555, kristin.boblentz@iec.tu-freiberg.de, www.iec.tu-freiberg.de

## Ergebnisse

Ein vereinfachtes Systemmodell des Energieversorgungssystems Deutschlands wurde anhand veröffentlichter Daten erstellt und für das Jahr 2015 validiert. Dafür wurden das Stromversorgungssystem, verschiedene Stromspeicher- und Sektorkopplungstechnologien wie Elektromobilität und Power-to-Heat sowie ein Teil des Gasnetzes abgebildet. Das Modell ist in der Lage, wichtige energiewirtschaftliche Zusammenhänge wie die grenzkostenabhängige Merit-Order an der European Energy Exchange (EEX) in Leipzig und die residuallastabhängige Strompreisbildung ausreichend genau abzubilden. Mittels dieses Systemmodells wurden in einer energiewirtschaftlichen Systemanalyse für das Jahr 2030 die Auswirkungen der energiewendebedingten Veränderungen auf das Energieversorgungssystem Deutschlands simuliert.

Anschließend wurde der Einfluss von drei Stromspeicher-Konzepten auf das Energieversorgungssystem 2030 untersucht. Zwei Polygeneration-Annex-Anlagen sowie eine PtG-Anlage mit Methanisierung wurden quasidynamisch modelliert und bilanziert. Bei den Polygeneration Annex Anlagen handelt es sich um ein Standard-Dampfkraftwerk modernster Bauart (BoA Block des Kraftwerkes Niederaußem), das um eine vergasungsbasierte Syntheseanlage vergleichsweise kleiner Vergaserkapazität (500 MW) ergänzt wurde. Als Produkte wurden Methanol als wichtiger Chemierohstoff und Substitute Natural Gas (SNG) als Speicherbrennstoff betrachtet. Die PtG-Anlage bezieht aus dem Rauchgas eines Standard-Dampfkraftwerkes abgetrenntes CO<sub>2</sub> und setzt es mit Elektrolysewasserstoff ebenfalls zu SNG um. Als Schlüsselkomponente für die Stromspeicherung wurde bei allen drei Konzepten eine alkalische Druckelektrolyse mit 150 MW installierter Leistung angenommen, was die vergleichende Bewertung der drei Konzepte sicherstellt.

Die Berechnungen zeigen, dass die Verringerung der Minimallast des Dampfkraftwerkes durch Elektrolyse zu einer geringeren Braunkohleerzeugung führt. Dies wiederum hat den vermehrten Einsatz von CO<sub>2</sub>-neutralen Pumpspeicherkraftwerken sowie leicht verringerten Im- und Export zur Folge, was zur Entlastung der Netze führt. Für die beiden SNG-Konzepte konnte gezeigt werden, dass das erzeugte SNG zur Energiespeicherung bzw. zum Transport in das Erdgasnetz eingespeist werden kann.