Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 74 (1983)

Heft: 3

Artikel: Replik der Autoren

Autor: Glavitsch, H. / Wiedemeier, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904756

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

tionen die Versorgungssicherheit mit Elektrizität in der Schweiz möglichst hoch zu halten. Die folgenden Gedanken sollen diese Frage erläutern:

In der Praxis stellt sich die Frage der Versorgungssicherheit bei Verknappungssituationen nicht primär von der Kostenseite her, sondern von der Verfügbarkeit von Elektrizität überhaupt. Für die Schweiz ist der Engpassfaktor auf nationaler Ebene die über den Winter total verfügbare *Menge* (GWh), nicht die Produktionskapazität (MW)[1]). Dieser Faktor ist einerseits durch die mit dem schweizerischen Kraftwerkpark erzeugbare Energiemenge und anderseits durch die mögliche (Netto-)Importmenge in einer Verknappungssituation gegeben. Bei Verknappungssituationen stehen deshalb die folgenden Fragen im Vordergrund:

- Wie kann die Verbrauchsmenge (in GWh) über den Winter reduziert werden? (Wieviel kann man wegsparen?)
- Wie kann ein noch verbleibendes Defizit aus der schweizerischen Produktion durch Importe sichergestellt werden? (Die Kosten für die Importelektrizität sind in dieser Situation erst von zweitrangiger Bedeutung.)
- Wie kann die Reservehaltung im internationalen Verbund wirtschaftlicher geplant und gestaltet werden als auf nationaler Basis?

[1]) Auf lokaler Ebene kann – je nach Situation – die Kapazität der Verteilnetze ein zusätzlicher Engpassfaktor sein. Transport- und Verteilnetze bilden jedoch nicht Gegenstand der Untersuchungen.

In einer extremen Verknappungssituation kann die Produktionskapazität während der kritischen Frühlingstage ebenfalls zum Engpassfaktor werden, wenn gleichzeitig alle Speicherseen bis tief unter die üblichen Minimalreserven entleert sind, weil während der letzten paar Meter Stauhöhe die Leistung aus Sicherheitsgründen stufenweise herabgesetzt werden muss [3, Abschnitt 6].

Diese Hauptfragen werden von den Modellen nicht direkt angegangen. Aus den Resultaten der als Beispiele durchgeführten Berechnungen kommt dies zum Ausdruck: Eine steigende Diskrepanz zwischen schweizerischer Nachfrage und Produktion absorbieren die Modelle im wesentlichen dadurch, dass die (kostenoptimale) Importmenge entsprechend erhöht wird.

Nun wird aber erwartet, dass gerade dies eine der kritischen Engpassgrössen ist. Zwar kann im Modell eine Verknappung der Importelektrizität über die Kostenfunktionen dadurch berücksichtigt werden, dass der progressive Kostenfaktor B_{fi} erhöht wird (theoretisch bis auf unendlich). Als Folge davon würden wohl die kostenoptimalen Importe abnehmen, aber die Versorgungs*un*sicherheit entsprechend zunehmen. Die Auswirkung der zur Diskussion stehenden betrieblichen Optimierung ist deshalb nicht in erster Linie eine Erhöhung der Versorgungssicherheit, sondern eine Minimierung der Kosten, unter der Annahme, dass die über den ganzen Winter nachgefragte Energiemenge (mit Importen) verfügbar ist. Binnenwirtschaftlich trägt die Umlagerung von Hochlastbezügen auf Schwachlastzeiten nur in dem Masse zur Erhöhung der Versorgungssicherheit bei, als dabei Energie gespart wird. In den Beispielrechnungen beträgt dieser Anteil etwa 0,4% der gesamten Winterenergie, dies aufgrund der Annahme, dass jeweils ⅕ der umgelagerten Energie nicht nachbezogen, sondern gespart wird.

Zwar ist es theoretisch richtig, dass auch in einer Verknappungssituation eine kostenoptimale Lösung anzustreben ist. Gegenüber einer mehr oder weniger normalen Versorgungssituation können sich dann aber die Kostenfunktionen beträchtlich verändern. Es ist möglich, dass die lineare Kostenfunktion für Importe weitgehend theoretisch wird und mit praktischen Situationen nur wenig zu tun hat. Diese Kostenfunktion müsste dann nämlich aus den Opportunitätskosten für den Fall hergeleitet werden, dass die nachgefragte Energie auch mit Importen nicht gedeckt werden kann [4]. Aus Tabelle III in [3] geht hervor, zwar nur implizite, dass die Importkosten den grössten Teil der Gesamtkosten ausmachen, was darauf hinweist, wie sensitiv die Importkostenfunktion sein kann. (In dieser Tabelle sind die Importpreisfunktionen so angesetzt, dass bei geringen Importen ein Preis von etwa 5,5 Rp./kWh entsteht und bei Stromimporten von 1000 GWh pro Monat etwa 8,5 Rp./kWh.)

Die Autoren weisen mit Recht darauf hin, dass ihre Modelle für «mittlere Verknappungssituationen» anwendbar sind, dass jedoch sehr ausgeprägte Verknappungsfälle mit den behandelten Methoden nicht beherrschbar sind. Die oben erläuterten Überlegungen bedeuten in diesem Zusammenhang folgendes: «Mittlere Verknappungssituationen», für welche der präsentierte Ansatz der Kostenminimierung geeignet erscheint, sind solche, bei denen die Importe (mit Sicherheit) verfügbar sind, um das vorhandene Defizit in der Versorgung durch den schweizerischen Produktionspark zu decken. Wenn dieses Voraussetzung nicht mehr gegeben wäre, müsste der Formulierungsansatz – z.B. wie oben angedeutet – modifiziert werden.

Literatur

[1] *A. Chautems, P.-A. Chamorel* et *A. Germond:* Simulation de l'exploitation annuelle et multiannuelle d'un système de production d'énergie électrique. Bull. ASE/UCS 74(1983)3, p. 103...108.

[2] *E. Amthauer* und *H. Glavitsch:* Erhöhung der Versorgungssicherheit im Elektrizitätswerk: Modelle und Einsatzplanung der Kraftwerke im Winterhalbjahr. Bull. SEV/VSE 74(1983)3, S. 109...114.

[3] *E. Wiedemeier* und *H. Glavitsch:* Erhöhung der Versorgungssicherheit im Elektrizitätswerk: Lastbeeinflussung und Kurzzeitbetrieb. Bull. SEV/VSE 74(1983)3, S. 115...122.

[4] Reservestellung in der Elektrizitätserzeugung. Schriftenreihe des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW) Studie Nr. 14. Bern, Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ), 1980.

Replik der Autoren

Die Autoren danken Herrn Dr. Mauch bestens für seinen Diskussionsbeitrag, der einerseits eine Zusammenfassung der wesentlichen Punkte der drei Aufsätze wiedergibt, anderseits versucht, ein Hauptanliegen, nämlich die Beherrschung der Verknappung, zu erläutern.

Zum letztgenannten Punkt seien vorerst einige allgemeine Bemerkungen angebracht. Die Problemstellung und der Lösungsansatz gehen davon aus, dass die Verknappung einerseits durch Umverteilung von Energie (Tag, Nacht, Saisonunterschiede), anderseits durch Importe beherrscht werden kann. Hier bietet sich die Optimierung für die Suchprozesse an. Diese ist somit in erster Linie als Hilfsmittel anzusehen; dass dabei eine Kostenminimierung einhergeht, ist für die Verknappung sekundär. Wenn durch die Optimierung die beste Umverteilung gefunden ist, bleibt eine Importmenge, die nach einer kostenmässigen Bewertung ebenso wieder optimal verteilt ist. Die Importmenge ist mit diesem Vorgehen jedoch nicht mehr weiter reduzierbar. Dem Anliegen der Reduktion der Importengpässe, wie es im Diskussionsbeitrag zum Ausdruck kommt, kann nur durch Sparen, Lastbeeinflussung und schliesslich Lastabschaltung näher gekommen werden. Im dritten Aufsatz ist davon eine der Massnahmen berücksichtigt. Darüber hinaus sehen die Autoren solche Massnahmen zur Beherrschung der Verknappung ausserhalb der dargelegten Vorgehensweisen.

Zur Präzisierung der Vorgehensweise im dritten Aufsatz noch einige Bemerkungen.

Das Modell zerfällt in zwei Teile (Stufen): das Optimierungs- und das Zuverläs-

sigkeitsmodell. Die Optimierung liefert im Sinne einer Vorbetrachtung die gleichmässige Zuteilung der verschiedenen Energiepakete auf die Zeitperioden und versucht, die Energiebilanz (und andere Nebenbedingungen) jeder Periode nötigenfalls mit Importen, welche auf dieser Stufe noch als «sicher» angesehen werden, auszugleichen. Damit wird erreicht, dass trotz der knappen Energiemengen in keiner Periode ein übermässiges Energiedefizit entsteht. Die Minimierung der Kosten ist dabei eher von zweitrangiger Bedeutung. – In der zweiten Stufe des Modells werden die thermischen Kraftwerke und die Importkomponenten einzeln eingesetzt, so dass sie bei 100%iger Funktionszuverlässigkeit die von der Optimierung geforderten Energiemengen in jeder Zeitperiode erbringen würden. Da die Verfügbarkeit der einzelnen Komponenten jedoch weit kleiner als 100% ist, ist insbesondere auch die Importenergie, welche von den Importkomponenten erbracht wird, nicht sicher verfügbar. Entsprechend der zunehmenden Schwierigkeit, zusätzliche Importverträge abzuschliessen, sind den Importkomponenten, welche seriell je nach notwendiger Importenergie zum Einsatz kommen, abnehmende Verfügbarkeiten zugeordnet. Aus der Gesamtbetrachtung des thermischen Kraftwerkparks, eingeschlossen der Importkomponenten, kann die infolge dieser Unsicherheiten wahrscheinlich nicht gelieferte Energie (Unserved Energy, UE) ermittelt werden (im Aufsatz [3] nicht explizit ausgeführt), welche ein Mass für die eingetretene Verknappung darstellt. Eine Verknappung von Importenergie wird deshalb neben der Erhöhung der progressiven Kostenfaktoren B_{fi} in erster Linie durch ein drastisches Absenken der Verfügbarkeiten der Importkomponenten modelliert. Der Verbrauchsanteil E_{VTH}, der vom thermischen Kraftwerkspark eingeschlossen der Importkomponenten zu übernehmen wäre, kann deshalb nur mit der Wahrscheinlichkeit UE/E_{VTH} (≙ Energieversorgungs*un*sicherheit) gedeckt werden.

Die Begriffe Energieversorgungssicherheit und Leistungsversorgungssicherheit müssen unterschieden werden. Ein Load Management im Sinne einer Energieumlagerung von Hochlast- zu Schwachlastzeiten vermindert, auch wenn kein Spareffekt vorausgesetzt wird (Energie = konstant), die Leistungsversorgungs*un*sicherheit wesentlich, da sich die Lastverteilung ändert. Ein Load Management trägt deshalb zur Erhöhung der Leistungsversorgungssicherheit bei. Die Energieversorgungssicherheit hingegen wird nur dann erhöht, wenn Energie gespart wird.

(H. Glavitsch, J. Wiedemeier)