

# Versorgungssicherheit in der Elektrizitätsversorgung

Christoph Maurer, Albert Moser, Christian Linnemann, Moritz Paulus und Dietmar Lindenberger

*Die Gewährleistung der Versorgungssicherheit ist einer der entscheidenden Faktoren der zukünftigen Energieversorgung und stellt die Branche vor große Herausforderungen, die sich einerseits aus der Umstellung der Versorgungsstrukturen und andererseits aus dem notwendigen Netzausbau ergeben. Ein aktuelles, vom Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) in Auftrag gegebenes Gutachten analysiert die aktuelle Situation und bewertet sie vor dem Hintergrund möglicher Entwicklungsszenarien. Die Möglichkeit einer dauerhaften Abschaltung einzelner Kernkraftwerke nach Ablauf des aktuellen KKW-Moratoriums ist in diesem Gutachten allerdings noch nicht berücksichtigt.*

Vor dem Hintergrund der grundsätzlichen Bedeutung einer sicheren Versorgung mit leitungsgebundenen Energien hat der Gesetzgeber in § 51 EnWG das BMWi beauftragt, in zweijährigem Turnus ein Monitoring der Versorgungssicherheit in der Elektrizitätsversorgung durchzuführen. Der kürzlich veröffentlichte Monitoringbericht [1] basiert auf einem ausführlichen Gutachten von Consentec Consulting für Energiewirtschaft und -technik GmbH, Aachen, dem Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen und dem Energiewirtschaftlichen Institut (EWI) an der Universität zu Köln [2].

Gegenstand des Gutachtens waren die erzeugungs- wie netzseitigen Aspekte der Versorgungssicherheit im Bereich der Elektrizitätsversorgung. Dabei wurden sowohl der aktuelle Stand und kurzfristig absehbare Entwicklungen wie auch die mittel- und langfristigen Perspektiven bis ca. 2030 untersucht.

## Versorgungssicherheit hat zentrale Bedeutung

Versorgungssicherheit wird in diesem Zusammenhang als umfassender Begriff verstanden, der die Gesamtsicht auf die Situation der Kunden widerspiegelt. Versorgungssicherheit ist gegeben, wenn die Kunden dauerhaft und nachhaltig ihren Bedarf an (elektrischer) Energie decken können. Damit umfasst die Versorgungssicherheit alle Stufen der Wertschöpfungskette der Elektrizitätsversorgung (analog der Gasversorgung) unter Einschluss der Förderung oder Bereitstellung von Primärenergieträgern, der Erzeugung oder Beschaffung von elektrischer Energie, dem Transport (Übertragung bzw. Fernleitung) und der Verteilung über Netze und Anlagen sowie den

Handel und Vertrieb von Strom. Besondere Bedeutung haben dabei die Transportnetze wegen ihrer gesetzlich zugewiesenen Verantwortung für das Gesamtsystem der Energieversorgung.

Aufgrund der Bedeutung, die Elektrizität als Produktionsfaktor für Industrie und Gewerbe gewonnen hat, ist eine zuverlässige und sichere Elektrizitätsversorgung Voraussetzung für Wirtschaftswachstum und Wertschöpfung in der europäischen Wirtschaftszone. Ebenso bedeutend ist die Verfügbarkeit von Strom auch für die Lebensqualität der Stromkonsumenten in privaten Haushalten. Denn umgekehrt gilt grundsätzlich, dass nachfrageseitige Handlungsoptionen bei Stromausfällen bzw. bei extrem hohen Preisspitzen nur sehr eingeschränkt vorhanden sind.

Insgesamt steigt die Bedeutung von Elektrizität gerade auch für die großen industrialisierten Volkswirtschaften kontinuierlich. In Abb. 1 wird für verschiedene dieser Volkswirtschaften die Entwicklung des gesamten Primärenergie- und Elektrizitätsverbrauchs im Zeitraum 1980 bis 2006 analysiert. Dabei zeigt sich, dass sich das Wachstum des Primärenergieverbrauchs in den letzten Jahren stark verlangsamt hat und zum Teil sogar komplett zum Erliegen gekommen ist. Der Elektrizitätsverbrauch wächst im Vergleich deutlich schneller. Insbesondere werden aktuell diskutierte Entwicklungen, wie z. B. der Trend zu Elektromobilität, dezentrale Energie- und Wärmeversorgung über Brennstoffzellen oder der Verzicht auf einen Gasanschluss in modernen Niedrigenergiehäusern, insbesondere aber auch die technischen Möglichkeiten zur Energieerzeugung aus regenerativen Quellen in den kommenden Jahren zu einem weiteren Anstieg der Bedeutung von

Elektrizität im Vergleich zu anderen Energieträgern führen.

Dass ein hohes Maß an Versorgungssicherheit im Elektrizitätsbereich für die Funktionsfähigkeit einer modernen Volkswirtschaft von erheblicher Bedeutung ist, zeigen u. a. die enormen wirtschaftlichen Konsequenzen der großen Stromausfälle in den Vereinigten Staaten und auch in Europa in den vergangenen Jahren. Entsprechend sind unterschiedlichste wissenschaftliche Untersuchungen zum ökonomischen Wert nicht gelieferter elektrischer Energie zu dem Ergebnis gekommen, dass die volkswirtschaftlichen Kosten von Stromausfällen erheblich sind und die Strompreise um zwei bis drei Größenordnungen übersteigen. Daher ist kurz- wie langfristig ein ausreichend hohes Niveau an Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Im Folgenden werden die wesentlichen Resultate und Schlussfolgerungen der genannten Untersuchungen, getrennt nach erzeugungs- und netzseitigen Aspekten, dargestellt.

## Erzeugungssseitige Aspekte

Die Auswertung aktueller Analysen, z. B. von ENTSO-E, zeigt, dass die Versorgung erzeugungsseitig in Deutschland aktuell als gut gesichert bezeichnet werden kann. Die jüngste Abschaltung von Kernkraftwerken im Rahmen des laufenden KKW-Moratoriums ist hierbei allerdings nicht berücksichtigt.

Mit Blick auf den Zeitraum bis 2015 ist ohne dauerhafte Abschaltung einzelner KKW nach Ablauf des Moratoriums und unter Berücksichtigung der erwarteten fossil gefeuerten Kraftwerkszubauten von rd. 15 000 MW genügend Erzeugungskapazität

zität vorhanden, um die Jahreshöchstlast in Deutschland sicher zu decken. Für den Fall einer Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken ist dies – allein auf Basis der heute bereits absehbaren Kraftwerkszubauten – bis etwa zum Jahr 2020 der Fall.

Für die Zeit nach 2015 bei Kernenergieausstieg gemäß Ausstiegsgesetz der einstigen Rot-Grünen Bundesregierung und nach 2020 bei Laufzeitverlängerung ist ein zunehmender und bis 2030 erheblicher Bedarf an zusätzlicher Erzeugungsleistung zu erwarten. Dieser Kapazitätsbedarf lässt aus heutiger Sicht noch genügend zeitlichen Spielraum für entsprechende Investitionen, die – abhängig von der sich in den kommenden Jahren einstellenden Stromnachfrageentwicklung – nach 2015 getätigt werden können.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere der Stromerzeugung aus Windkraft und Photovoltaik (PV), führt dazu, dass zunehmend volatil Strom ins Netz eingespeist wird, ohne dass hiermit in nennenswertem Ausmaße gesicherte Kraftwerksleistung verbunden wäre. Der Anteil der sog. gesicherten Leistung von Windkraftanlagen beträgt durchschnittlich weniger als 10 %, der von PV-Anlagen ist zum Zeitpunkt der Jahreshöchstlast – typischerweise an einem Winterabend – Null. Stromerzeugung aus Wind und PV ersetzt somit Strommengen und konventionelle Brennstoffe, trägt jedoch im Stromsystem kaum zu der Kraftwerksleistung bei, welche die Last zum Zeitpunkt der Jahresspitze sicher decken könnte. Somit wird der konventionelle Kraftwerkspark

nach (vorrangiger) Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien immer weniger ausgelastet, obgleich seine Kapazität nach wie vor zur Absicherung der Spitzenlast benötigt wird.

Es ist nicht gesichert, ob das heutige Strommarktdesign genügend Anreize für zukünftige Investitionen in neue Kraftwerkskapazitäten mit nur geringer Auslastung setzt. Dies könnte etwa ab 2020 eine Anpassung des Marktdesigns in der Stromerzeugung erforderlich machen, um die Wirtschaftlichkeit der zusätzlich benötigten gesicherten Kraftwerksleistung zu gewährleisten. Hierbei werden Zahlungen für die Bereitstellung von Kraftwerkskapazität, unabhängig von ihrer tatsächlichen Auslastung, eine Rolle spielen. Dies kann z. B. durch die Einrichtung von Kapazitätsmärkten erfolgen. Hier ist weiterer Untersuchungsbedarf gegeben.

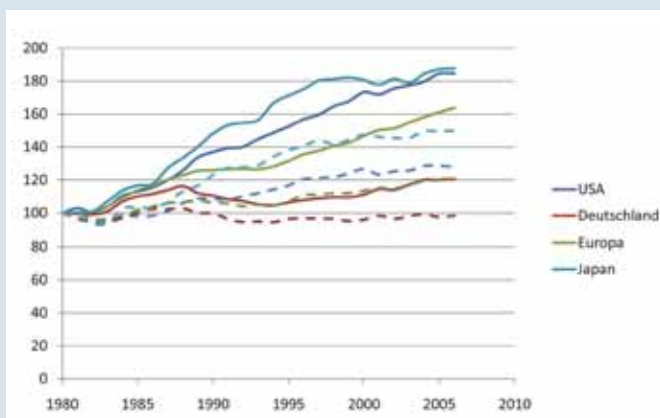
### Netzseitige Aspekte

Die seit 2006 flächendeckend durchgeführte Erfassung von Versorgungsunterbrechungen ermöglicht es, einen bundesweiten Durchschnittswert für die Nichtverfügbarkeit, d. h. die Zeit des Jahres, während derer ein Letztverbraucher im Mittel nicht mit Elektrizität versorgt wird, zu ermitteln. Dieser lag für 2009 bei 14,63 Minuten je Letztverbraucher und in den Vorjahren in einer ähnlichen Größenordnung. Die Nichtverfügbarkeitswerte für Deutschland belegen im Vergleich mit anderen europäischen Staaten ein außergewöhnlich hohes Zuverlässigkeitsniveau der Verteilungsnetze, das

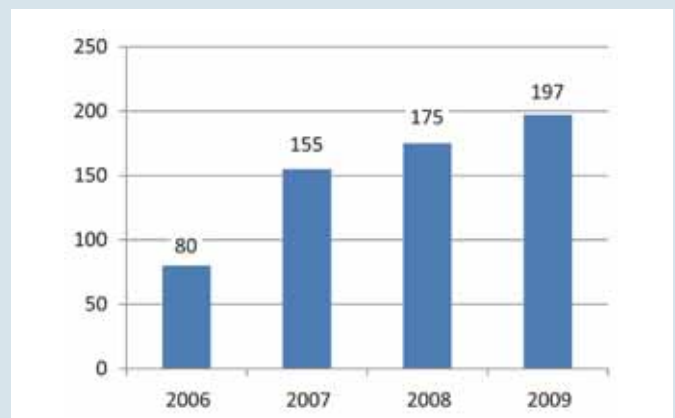
in dieser Größenordnung nur noch in den Niederlanden erreicht wird.

Auf Seiten der Transportnetze weisen die deutschen Übertragungsnetzbetreiber zwar aktuell keine strukturellen Engpässe entsprechend § 15 (2) StromNZV auf. Dennoch zeigen die hier zugrunde gelegten Analysen, dass die Kapazitäten im deutschen Übertragungsnetz bereits heute an mehreren Stellen und zu einer relevanten Zahl von Zeitpunkten ausgeschöpft sind und die Netze zunehmend an der (n-1)-Grenze betrieben werden. Dies belegt auch die zunehmende Notwendigkeit für Maßnahmen der Übertragungsnetzbetreiber nach § 13 (1) EnWG zur Abwehr von Gefährdungen der Sicherheit und Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems (vgl. Abb. 2). Analysen des Belastungsverlaufs einzelner Höchstspannungsleitungen zeigen, dass mittlerweile auch betriebliche Reserven bereits weitgehend aufgebraucht sind, so dass ein weiterer Belastungsanstieg nicht akzeptabel ist, ohne die Sicherheit des Gesamtsystems zu gefährden.

Vor diesem Hintergrund erscheint die kurzfristige Umsetzung geplanter Netzausbaumaßnahmen für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit entscheidend. Als kritisch sind dabei zum Teil mehrjährige Verzögerungen bei wesentlichen Netzausbauprojekten (z. B. der dena-Netzstudie I) einzustufen. Politik und Aufsichtsbehörden sollten die Wirksamkeit eingeleiteter Maßnahmen zur Beschleunigung des Übertragungsnetzausbaus (z. B. EnLAG) in engen



**Abb. 1** Entwicklung von Elektrizitätsverbrauch (durchgezogene Linie) und Primärenergieverbrauch (gestrichelte Linie) in großen industrialisierten Volkswirtschaften im Zeitraum 1980 (Indexwert 100) bis 2006 nach [3]



**Abb. 2** Anzahl der Tage mit Maßnahmen nach § 13 Abs. 1 EnWG im Übertragungsnetz von 50HzT (Datenquelle: 50HzT)

zeitlichen Abständen überprüfen und ggf. ergänzende Maßnahmen ergreifen.

Die erwarteten Entwicklungen im Erzeugungsbereich führen zu einem weiteren Anstieg des Transportbedarfs im Übertragungsnetz und begründen signifikanten Netzausbaubedarf. Die durchgeführten Simulationen zeigen, dass die bis 2015 geplanten Netzausbaumaßnahmen im Umfang von ca. 1 400 Stromkreiskilometern 380 kV das Auftreten struktureller Engpässe bis zu diesem Zeitpunkt vermeiden können. Dies erfordert jedoch unbedingt ihre zeitgerechte Umsetzung. Im Zeithorizont bis 2030 ist darüber hinaus erheblicher zusätzlicher Netzausbaubedarf erkennbar, dessen tatsächliches Volumen stark von den noch unsicheren energiewirtschaftlichen Entwicklungen abhängt.

Die durchgeführten Simulationen lassen eine Untergrenze des Ausbaubedarfs im Zeithorizont von 2015-2030 von ca. 5 000 Stromkreiskilometern 380 kV als wahrscheinlich erscheinen. Dabei vermag die Nutzung innovativer Übertragungstechnologien wie der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung zwar den Ausbaubedarf im 380-kV-Drehstrom-Freileitungsnetz zu begrenzen, führt aber tendenziell nicht zu einer Reduktion des gesamten Ausbaubedarfs. Der Vergleich der untersuchten Szenarien Kernkraftwerks-Laufzeitverlängerung und Kernenergieausstieg zeigt eine tendenziell geringere Netzbelastung und damit zumindest einen zeitlichen Aufschub eines Teils des Netzausbaubedarfs im Falle einer Laufzeitverlängerung.

## Risiken nehmen zu

Die deutschen Übertragungsnetzbetreiber haben in den vergangenen Jahren vielfache Anstrengungen unternommen, durch verstärkte Kooperation und Koordination untereinander und mit den Betreibern benachbarter europäischer Übertragungsnetze die Netzsicherheit zu stärken, kritische Situationen frühzeitig zu erkennen und zu beherrschen. Diese Bestrebungen sind angesichts der steigenden Anforderungen an die Übertragungsnetze von höchster Bedeutung für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit.

Trotz der ergriffenen Anstrengungen sind jedoch verstärkte Risiken für die sichere Systemführung der Übertragungsnetze zu erkennen. Dies belegt u. a. der bereits erwähnte kontinuierlich steigende Bedarf an Eingriffen gemäß § 13 (1) EnWG und insbesondere an Notmaßnahmen gemäß § 13 (2) EnWG. Jüngste Ereignisse, die solche Notmaßnahmen erfordert haben, zeigen – über die zügige Realisierung des Netzausbaus hinaus – Handlungsbedarf auf mehreren Feldern. Dies betrifft z. B. die Frage der Sicherstellung einer ausgeglichenen Systembilanz in Starkwind-/Schwachlastsituationen, die Ermittlung der notwendigen Mindesteinspeisung direkt an das Übertragungsnetz angeschlossener Erzeugungseinheiten einschließlich der Möglichkeiten zur Beurteilung im Systembetrieb sowie die Verbesserung der Daten- und Informationslage für die systemverantwortlichen Übertragungsnetzbetreiber. Perspektivisch sind darüber hinaus die

Notwendigkeit geeigneter Allokationssignale für eine lastnahe Positionierung von Erzeugungsanlagen und die Angemessenheit des (n-1)-Kriteriums zur Beurteilung der Netzsicherheit angesichts deutlich gestiegener Transportanforderungen zu diskutieren.

Regelungen und Vorgaben aus der EU-Politik, insbesondere aber nicht ausschließlich aus dem dritten Energiebinnenmarktpaket, beeinflussen in vielfältiger Weise auch die Versorgungssicherheit und zielen hier auf wirksame Verbesserungen, z. B. durch die Institutionalisierung der Zusammenarbeit der Übertragungsnetzbetreiber in ENTSO-E, die Etablierung EU-weiter Netzentwicklungspläne und die Vorgabe zur Entwicklung allgemein verbindlicher Netzkodizes. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass den Übertragungsnetzbetreibern aufgegebenen und grundsätzlich sinnvolle zusätzliche Aufgaben und Abstimmungsschritte zu Zusatzaufwendungen führen, deren Erstattung über die Netzentgelte gewährleistet sein muss.

## Anmerkungen

[1] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): Monitoring-Bericht nach § 51 EnWG zur Versorgungssicherheit im Bereich der leitungsgebundenen Versorgung mit Elektrizität, Berlin, Januar 2011, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=377646.html>

[2] Consentec, IAEW, EWI: Analyse und Bewertung der Versorgungssicherheit in der Elektrizitätsversorgung, Gutachten für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Aachen/Köln September 2010, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=377656.html>

[3] Energy Information Administration: International Energy Annual 2006, <http://www.eia.doe.gov/iea/>

*Dr. C. Maurer, Geschäftsführer, Consentec GmbH, Aachen; Univ.-Prof. Dr. A. Moser, Institutsleiter, C. Linnemann, Forschungsgruppe Netzplanung & Netzbetrieb, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen, Aachen; M. Paulus, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, PD Dr. Dietmar Lindenberger, Direktor Anwendungsforschung und Mitglied der Geschäftsleitung, Energiewirtschaftliches Institut (EWI) an der Universität zu Köln, Köln [maurer@consentec.de](mailto:maurer@consentec.de) [dietmar.lindenberger@uni-koeln.de](mailto:dietmar.lindenberger@uni-koeln.de)*