

KURZ GEFASST

In einem Bewertungsverfahren wurde für einen regionalen Stromnetzausbau untersucht, ob ein Leitungsneubau oder eine Verstärkung der bestehenden Leitungen erfolgen sollte. Beispielhaft wird dabei anhand einer ganz konkreten regionalen Netzausbauplanung untersucht, ob bei einem weiteren massiven Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion eine neue 110-kV-Leitung erforderlich und sinnvoll ist oder ob nicht besser Alternativen realisiert werden sollten. In dem Beispielfall der Stadt Kirchheimbolanden ist es kostengünstiger, statt einer neuen 110-kV-Leitung das bestehende Leitungssystem geeignet zu verstärken. Für die Kommune in der Nordpfalz konnte festgestellt werden, dass der zulässige Stromtransport durch eine Verstärkung der bestehenden 110-kV-Leitung kostengünstig erhöht werden kann. Die Maßnahmen zur Ertüchtigung der bestehenden Leitung, nämlich Ersatz der bestehenden Leiterseile durch Hochtemperaturleiterseile sowie Leiterseiltemperaturmonitoring, sind deutlich kostengünstiger als ein geplanter Neubau einer 110-kV-Leitung und gewährleisten einen hohen Sicherheitspuffer.

FOTO: JOCHEN NETZGER/SUTTERS/STOCK.COM

Integration von erneuerbarem Strom

Sind neue Leitungen vor Ort erforderlich?

Von Professor Dr. Lorenz Jarass

Früher wurde der Strom meist außerhalb der Verbrauchsregion erzeugt und über das Stromnetz an die örtlichen Stromverbraucher geliefert. Eine Netzverstärkung oder ein Leitungsneubau wurde bei einer wesentlichen Erhöhung des örtlichen Stromverbrauchs erforderlich. Mittlerweile verursacht aber immer häufiger der massive Ausbau der erneuerbaren Energien den regionalen Netzausbaubedarf, da die wachsende erneuerbare Stromeinspeisung nicht mehr in der Region verbraucht werden kann und deshalb über das 110-kV-Hochspannungsnetz zum nächsten Einspeisepunkt in das überregionale 380-kV-Höchstspannungsnetz übertragen werden muss.

Im Folgenden wird für den regionalen Stromnetzausbau ein Verfahren erläutert, das eine Abwägung zwischen einem Leitungsneubau und einer Verstärkung bestehender Leitungen vornimmt. Beispielhaft wird dabei anhand einer ganz konkreten regionalen Netzausbauplanung untersucht, ob bei einem weiteren massiven Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion in dieser Region tatsächlich eine neue 110-kV-Leitung erforderlich und sinnvoll ist oder ob nicht besser Alternativen realisiert werden sollten. Dafür wird zuerst der regionale Stromtransportbedarf im Einzugs-

bereich einer bestehenden 110-kV-Leitung bestimmt und anschließend untersucht, inwieweit die bestehende 110-kV-Leitung verstärkt und dadurch deren zulässiger Stromtransport ausreichend erhöht werden kann. Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst und erläutert, ob bei einem weiteren massiven Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion in dieser Region tatsächlich eine neue 110-kV-Leitung erforderlich und sinnvoll ist oder ob nicht besser Alternativen realisiert werden sollten.

Regionaler Stromtransportbedarf

Die typischen Verbrauchsspitzen liegen im Einzugsbereich der hier beispielhaft untersuchten 110-kV-Netzausbauplanung nur bei rund 30 MW mit sinkender Tendenz. Der Stromtransportbedarf resultiert

in diesem Fall ausschließlich aus der Einspeisung von erneuerbarem Strom in der Größenordnung von einigen 100 MW. Dieser Strom kann überwiegend nicht in der Region verbraucht werden und muss deshalb zum nächsten Einspeisepunkt in das 380-kV-Höchstspannungsnetz transportiert werden.

Die Bestimmung des Stromtransportbedarfs geschieht in den folgenden sechs Schritten:

1. BESTAND: Der Bestand an einspeisenden Kraftwerken muss zu einem Stichtag lagescharf erhoben werden. Im vorliegenden Beispiel hat eine große Verbandsgemeinde im Einzugsbereich einer bestehenden 110-kV-Leitung diese Werte für insgesamt 190 Gemeinden in 18 Verbandsgemeinden erhoben. Die Daten liegen üblicherweise in den einzelnen Gemeinden vor. Die resultierenden Werte wurden mit stärker aggregierten Werten des zuständigen regionalen Netzbetreibers abgeglichen.

2. ZUBAUPOTENZIAL: Anschließend muss das Zubaupotenzial an einspeisenden Kraftwerken erhoben werden. Diese Daten können meist den Flächennutzungsplänen der einzelnen Gemein-

AUTOR



Professor Dr. Lorenz Jarass ist Professor für Wirtschaftswissenschaften an der Hochschule RheinMain in Wiesbaden

den entnommen werden oder liegen als ausgewiesene oder geplante Gebiete für Windenergienutzung und größere photovoltaische Anlagen vor. Diese Daten wurden erhoben und mit stärker aggregierten Werten des zuständigen regionalen Netzbetreibers abgeglichen. Die Summe aus dem Bestand und dem Zubaupotenzial ergibt eine Obergrenze für den maximalen Stromtransportbedarf.

3. REALISIERTES ZUBAUPOTENZIAL:

In der Praxis werden nicht alle theoretisch möglichen Kraftwerksprojekte auch realisiert. Dadurch wird die Obergrenze für den maximalen Stromtransportbedarf reduziert. Je höher der realisierbare Anteil des Zubaupotenzials angesetzt wird, umso höher ist der Stromtransportbedarf. Deshalb sollte in einer Alternativrechnung auch ein höheres realisiertes Zubaupotenzial untersucht werden.

4. EINSPEISUNG BEI STARKWIND:

Maximal speist nur ein Teil der installierten Leistung ein, zum einen wegen technischer bedingter Nichtverfügbarkeiten einzelner Anlagen, zum anderen wegen Ungleichzeitigkeit der maximalen Stromproduktion einzelner Anlagen. Das Verhältnis von maximal eingespeister Leistung zu insgesamt installierter erneuerbarer Leistung wird als Gleichzeitigkeitsfaktor bezeichnet. Je höher der Gleichzeitigkeitsfaktor ist, umso höher ist der Stromtransportbedarf.

5. SPITZENKAPPUNG DER STROMEINSPEISUNG:

Die Bundesnetzagentur hat Ende 2014 eine Berücksichtigung der Spitzenkappung für zukünftige Netzplanungen vorgegeben, wodurch ein Verteilnetzbetreiber bei seinen Netzplanungen eine Spitzenkappung von bis zu drei Prozent der möglichen Jahresstromproduktion berücksichtigen kann, wenn dadurch ein entsprechender Leitungsausbau eingespart werden kann. Durch Spitzenkappung werden die erneuerbare Spitzenstromproduktion und dadurch der Stromtransportbedarf reduziert. Die Höhe der Reduzierung kann mittels Jahressgangdauerlinien der erneuerbaren Stromproduktion abgeschätzt werden, indem schrittweise so viel Leistung gekappt wird, bis eine vorgegebene Summe der durch die Spitzen gesperrten erneuerbaren Stromproduktion erreicht wird.

6. NACHFRAGEMANAGEMENT: Das Nachfragemanagement (auch als „Laststeuerung“ oder „Demand Side Management“ bezeichnet) ist eine Möglichkeit, zunehmenden Schwankungen in der Stromproduktion durch flexible Nachfragesteuerung zu begegnen. Bei einem erwarteten Stromüberschuss werden Verbraucher, zum Beispiel über niedrigere Strompreise zu einem höheren Stromverbrauch animiert. Bei einem erwarteten Stromdefizit werden Stromverbraucher animiert, ihren Stromverbrauch zu reduzieren. Durch Nachfragemanagement werden Nachfragespitzen gekappt und bei einem erwarteten Stromdefizit wird die Nachfrage reduziert. Dadurch kann der Netzausbau deutlich reduziert werden. Zudem wird man Stromspeicherung vor Ort in die Stromversorgung integrieren müssen, beispielsweise Power to Gas (Beispiel Stadtwerke Mainz mit einer ersten kommerziellen Anlage seit 2015) und Power to Heat (bei kleinen Solaranlagen auf dem Dach des eigenen Hauses in Kombination mit einer Ölheizung besonders gut einsetzbar). Dadurch können häufiger Stromüberschüsse vor Ort genutzt und zudem erwartete Stromdefizite ausgeglichen werden. Durch Nachfragemanagement und Stromspeicherung vor Ort wird der Stromtransportbedarf reduziert.

Zulässiger Stromtransport

Wie viele neue Stromleitungen in einer Region zur Integration der erneuerbaren Energien benötigt werden, hängt wesentlich von den Möglichkeiten zur besseren Ausnutzung und Verstärkung bestehender Leitungen ab.

Im Einzugsbereich einer geplanten 110-kV-Leitung gibt es im Regelfall bereits andere 110-kV-Leitungen. Dabei muss untersucht werden, wie stark der zulässige Stromtransport im Einzugsbereich der bestehenden 110-kV-Leitung durch Maßnahmen ohne Leitungsneubau erhöht werden kann.

Die Berechnung geschieht in folgenden drei Schritten:

1. ZULÄSSIGER STROMTRANSPORT DER BESTEHENDEN 110-KV-LEITUNG:

Ausgegangen wird vom IST-Zustand der bestehenden 110-kV-Leitung laut Angaben des zuständigen regionalen Strom-

netzbetreibers. Im öffentlichen Netz, das der Stromversorgung dient, gelten zumindest in Deutschland extrem hohe Standards der Versorgungssicherheit. Die hohe Sicherheit und Zuverlässigkeit der Stromversorgung, die den Stromkunden in Deutschland zur Verfügung steht, wird vor allem dadurch erreicht, dass eine hinreichende Redundanz der technischen Netzeinrichtungen gegeben ist. Zum Beispiel darf der Ausfall eines Transformators oder eines Leitungssystems zu keinen für den Verbraucher spürbaren Versorgungsunterbrechungen führen.

2. ÜBERLASTBARKEIT DER BESTEHENDEN 110-KV-LEITUNG:

Die bestehenden Systeme können kurzzeitig um ohne Beeinträchtigung der Versorgungssicherheit überlastet werden, etwa um 20 Prozent. Dies erhöht die zulässige Übertragungsleistung jedes einzelnen Systems und damit auch den zulässigen Stromtransport der bestehenden 110-kV-Leitung um 20 Prozent.

3. HOCHTEMPERATURLEITERSEILE UND LEITERSEILTEMPERATUR-MONITORING:

Eine Erhöhung des zulässigen Stromtransports ist kostengünstig ohne Leitungsneubau möglich durch Netzoptimierung und Netzverstärkung (siehe Jarass: Integration von erneuerbarem Strom, 2016). Allein durch Hochtemperaturleiterseile kann die mittlere Belastbarkeit einer Leitung um mindestens 50 Prozent erhöht werden. Durch zusätzliches Leiterseiltemperaturmonitoring kann die gerade bei Windstromproduktion besonders wichtige kurzzeitige Erhöhung des zulässigen Stromtransports in vielen Fällen um über 100 Prozent erhöht werden. Die Rheinland-Pfalz-Verteilnetzstudie bestätigt das große Potenzial von dynamischem Einspeisemanagement mittels Leiterseiltemperaturmonitoring und Hochtemperaturleiterseilen gerade für Windstromproduktion.

Ergebnisse für eine konkrete 110-kV-Leitungsplanung

Das vorgestellte Bewertungsverfahren wurde für eine konkrete Neubauplanung in der Nordpfalz für die Stadt Kirchheimbollen in Abstimmung mit dem zuständigen regionalen Netzbetreiber durchgeführt. Dabei zeigte sich:



FOTO: MEXANS

- a** Der zulässige Stromtransport kann durch eine Verstärkung der bestehenden 110-kV-Leitung kostengünstig erhöht werden. Der Stromtransportbedarf für den in dieser Region erwarteten Zubau von erneuerbaren Kraftwerken liegt dann deutlich unterhalb des zulässigen Stromtransports.
- b** Die Maßnahmen zur Ertüchtigung der bestehenden Leitung, nämlich Ersatz der bestehenden Leiterseile durch Hochtemperaturleiterseile sowie Leiterseiltemperaturmonitoring, sind deutlich kostengünstiger als ein geplanter Neubau einer 110-kV-Leitung und gewährleisten einen hohen Sicherheitspuffer.
- c** In diesem Beispielfall ist es kostengünstiger, statt einer neuen 110-kV-Leitung das bestehende Leitungssystem geeignet zu verstärken. Zudem ist die Umsetzung der Maßnahmen schrittweise möglich entsprechend dem Zubau an erneuerbarer Kraftwerksleistung.
- d** Gemäß geltender Rechtslage müsste ein Leitungsneubau wohl als Erdkabel erfolgen. Fragen zur Verkabelung würden sich allerdings erst stellen, wenn die Notwendigkeit einer geplanten 110-kV-Leitung zweifelsfrei belegt werden könnte. ■

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Prof. Dr. Lorenz Jarass hat im Energiebereich über 80 Aufsätze und acht Bücher veröffentlicht, zuletzt

- Integration von erneuerbarem Strom: Stromüberschüsse und Stromdefizite, mit Netzentwicklungsplan 2025, MV-Verlag, Mai 2016.
- Welchen Netzbau erfordert die Energiewende? MV-Verlag, 2012.
- Windenergie – Zuverlässige Integration in die Energieversorgung, Springer-Verlag, 2009.

Viele dieser Veröffentlichungen können unter www.JARASS.com, Publikationen, Energie abgerufen werden.

DSTGB: HOCHWASSERSCHUTZ UND SCHUTZ VOR

EXTREMWETTEREREIGNISSEN WEITER VERBESSERN

Die jüngsten Extremwetterereignisse und Unwetter, insbesondere in Süddeutschland (Baden-Württemberg und Bayern), aber auch in anderen Teilen Deutschlands, haben wieder eines deutlich gemacht: Es gibt vor diesen Naturgewalten trotz noch so guter Prävention keinen absoluten Schutz. Das zu betonen ist auch deshalb wichtig, weil zum Teil auch in der öffentlichen (Medien-)Diskussion vorschnell eine veraltete und unzureichende kommunale Kanalisation als nahezu alleiniger Grund der katastrophalen Folgen der Unwetter in den Fokus gestellt wurde.

Alle Akteure sind im Sinne einer Daueraufgabe gefordert, den präventiven Hochwasserschutz und auch den Schutz vor Extremwetterereignissen im Rahmen des Machbaren zu verbessern. Hierfür notwendig ist eine auch finanzielle Unterstützung von Bund und Bundesländern, die die Städte und Gemeinden überhaupt erst in die Lage versetzt, die notwendigen Maßnahmen durchzuführen.

Speziell folgende Punkte stehen bei einem vorbeugenden Schutz vor Extremwetterereignissen sowie einem präventiven Hochwasserschutz im Mittelpunkt:

- zentrale Rolle der Kommunen für einen effektiven Schutz gegenüber Hochwasser und Extremwetterereignissen stärken,
- Schwachstellenanalyse vor Ort durchführen und Maßnahmen zielgerichtet hierauf aufbauen,
- Stadtplanung und vorbeugenden Hochwasserschutz besser miteinander verzahnen: So zeigt sich oft, dass Hochwasser- oder Extremwitterschäden dort in besonders gravierender Form auftreten, wo es in Städten und Gemeinden ein Gefälle gibt und daher die Wasser- und Geröllmassen speziell an den Kulminationspunkten (Niederungen) eine extrem verheerende Wirkung entfalten können. Stadtplanerisch sollten daher an diesen „Kulminationspunkten“ jedenfalls keine sensiblen Sozial-, Gesundheits- oder für die Gewährleistung der Sicherheit und Ordnung wichtigen Bauten, wie etwa Kitas, Kindergärten, Krankenhäuser oder auch Feuerwehrgerätehäuser zugelassen und errichtet werden.
- an Hochwasser- und Extremwetterereignissen angepasste Steuerung der Flächennutzung und der Infrastruktur- und Siedlungsentwicklung,

- genügend Freiflächen, Spielflächen etc. in den Städten und Gemeinden, die in ausreichender Menge Wasser aufnehmen können, vorsehen sowie Möglichkeiten zur Entsiegelung prüfen und umsetzen,
- landesplanerische Vorgaben flexibler gestalten (keine apodiktisch-einseitige Ausrichtung auf Innenentwicklung etc.),
- länderübergreifende Koordinierung verbessern: Denken und Handeln in Flusseinzugsgebieten unter aktiver Beteiligung der betroffenen Städte und Gemeinden,
- Flüssen mehr Raum geben,
- Verbesserung der Regenrückhaltung durch steuerbare Flutpolder und Deichrückverlegungen sowie Sicherstellung dezentraler Rückhaltung von Hochwasser über die Landesgrenzen hinaus,
- technischen Hochwasserschutz ausbauen (Notentlastungen, Spundwände, mobile Hochwasserschutzmaßnahmen etc.),
- verbesserte Kooperation bei der Festlegung und Umsetzung von Hochwasser-Aktionsplänen unter aktiver Beteiligung der Städte und Gemeinden,
- Extremwetterereignisse: Kanalisation erneuern, verbessern und gegebenenfalls vergrößern. Dies bedingt eine langfristige finanzielle Unterstützung von Bund und Ländern.
- Beratung und Einbindung der Bürger sowie Schaffung eines „Hochwasserbewusstseins“. Dies bedingt etwa auch, dass Bürger bei Extremwetterereignissen/Hochwasser niedriggelegene Bauten (Tiefgaragen, Keller etc.) nicht aufsuchen sollten,
- bauliche Maßnahmen (feste Bauten und Material) hochwasserfest sowohl an neu zu errichtenden als auch an vorhandenen Gebäuden durchführen,
- Aktive Zusammenarbeit von Kommunen, Feuer- und Wasserwehr, Landes- und Bundespolizei, THW und weiteren Hilfsorganisationen,
- Eigenvorsorge der Bürger stärken (Rückstauventile einbauen etc.),
- Versicherungslösungen weiter ausbauen.

Weiterführende Informationen, unter anderem das DStGB-Positionspapier zum Hochwasserschutz, sind unter www.dstgb.de zu finden.



Anna und Lorenz JARASS

Integration von erneuerbarem Strom

Stromüberschüsse ⚡ Stromdefizite

mit Netzentwicklungsplan 2025