

STROMNETZE: BEDARF – TECHNIK – FOLGEN

Die Stromnetze sind ein tragender Pfeiler der Infrastruktur Deutschlands, von der das wirtschaftliche und gesellschaftliche Wohlergehen als Industrienation empfindlich abhängt. Aus konzeptioneller Sicht haben sie zwei wesentliche Funktionen: Zum einen erfüllen sie eine Transportaufgabe, indem sie den Strom von den Erzeugern zu den Verbrauchern bringen. Zum anderen vermitteln sie Flexibilität. Das heißt, wenn an einer Stelle im Netz etwas Unvorhergesehenes passiert (z. B. der Durchzug einer Gewitterfront führt zum Abfall der Photovoltaikerzeugung), kann dies durch eine schnelle Reaktion an einer u. U. weit entfernten Stelle ausgeglichen werden (z. B. durch schnelles Hochfahren einer Gasturbine). Ein hohes Maß an Flexibilität ist eine wichtige Voraussetzung, das Stromsystem zur Aufnahme höherer Anteile fluktuierender erneuerbarer Energien, v. a. Wind- und Sonnenenergie, zu befähigen.

Gegenwärtig befindet sich das deutsche Energiesystem in einem Umbruchprozess historischen Ausmaßes. Bis 2030 sollen erneuerbare Energien (EE) etwa die Hälfte und bis 2050 mindestens 80 % des Strombedarfs decken, deren Erzeugung ausgeprägte regionale Schwerpunkte aufweist, die von den Verbrauchsschwerpunkten im Westen und Süden teilweise etliche Hundert Kilometer entfernt sind – Windenergie wird vorwiegend im Norden und Osten Deutschlands erzeugt, Photovoltaik hingegen im Süden. Gleichzeitig soll Ende 2022 das letzte Kernkraftwerk vom Netz gehen.

Hinzu kommt, dass die sukzessive Vervollständigung eines gemeinsamen europäischen Binnenmarkts auch im Stromsektor zu einer immer engeren Integration und gegenseitigen Beeinflussung der Stromsysteme über Ländergrenzen hinweg führt.

In der Summe stellen diese Entwicklungen teils völlig neue Anforderungen an die Stromnetze, sodass aktuell ein erheblicher Handlungsdruck erwachsen ist, die Netze aus- bzw. umzubauen sowie neue Betriebskonzepte zu entwickeln, damit eine zuverlässige und sichere Stromversorgung auch weiterhin gewährleistet werden kann.

AUS- UND UMBABEDARF DER VERTEILNETZE

Der Aus- und Umbaubedarf der Verteilnetze auf lokaler und regionaler Ebene wird ganz überwiegend dadurch ausgelöst, dass immer mehr kleinere dezentrale Erzeugungsanlagen angeschlossen werden müssen. Neben den EE-Anlagen sind hier auch Blockheizkraftwerke relevant, die kombiniert Strom und Wärme bereitstellen. Zur Aufnahme dieser Stromerzeugung müssen die Verteilnetze ertüchtigt und ausgebaut werden. In verschiedenen Studien wird die Größenordnung des Investitionsbedarfs bis 2020 auf etwa 25 Mrd. Euro beziffert (E-Bridge et al. 2014, dena 2012).

Für die Übertragungsnetze spielt eine wesentliche Rolle, dass der weitere Zubau von EE-Kapazitäten häufig weit von Verbrauchszentren entfernt erfolgen wird. Besonders deutlich wird dies bei der geplanten Nutzung der Windenergie vor den Küsten der Nord- und Ostsee. Die vorhandenen Übertragungskapazitäten reichen nicht aus, um die auftretenden Lastflüsse von den Erzeugungsschwerpunkten zu den Verbrauchszentren zu bewältigen. Über diesen Transportbedarf hinaus ist die Notwendigkeit, einen überregionalen Ausgleich räumlicher und zeitlicher Angebots- und Nachfrageschwankungen zu gewährleisten, eine weitere

starke Triebkraft für den Ausbau der Netze.

Der Ausbaubedarf in den Übertragungsnetzen wird seit 2011 in einem neuen strukturierten und formalisierten Verfahren bundesweit einheitlich definiert. Integraler Bestandteil des Verfahrens ist eine breite Konsultation von Stakeholdern und der allgemeinen Öffentlichkeit. Der auf diese Weise ermittelte Gesamtumfang für den Zeitraum bis 2024 beträgt 3.800 km neue Leitungstrassen (davon ca. 2.300 km für Hochspannungsgleichstromübertragung [HGÜ]) sowie 5.300 km Netzverstärkungen auf Bestandstrassen. Das Gesamtvolumen der Investitionen beträgt ca. 23 Mrd. Euro (50Hertz et al. 2014, S. 81 f.)

DIE FRAGE DES »OB«

Die in der Öffentlichkeit in jüngster Zeit heiß diskutierte Frage, ob der Leitungsausbau im beschriebenen Ausmaß überhaupt notwendig ist, könnte mit dem schlichten Verweis darauf beantwortet werden, dass dies seit der Verabschiedung des Bundesbedarfsplangesetzes (BBPlG) im April 2013 bereits abschließend geregelt ist. Dass diese Antwort keinen betroffenen Bürger zufrieden stellt, sondern erhebliches Misstrauen und Politikverdrossenheit schüren würde, ist offenkundig. Die Bürger erwarten, dass die Politik, die Bundesnetzagentur (BNetzA) und die Vorhabensträger (d. h. die verantwortlichen Netzbetreiber) nicht nur den Netzausbaubedarf allgemein, sondern den konkreten Bedarf für genau die Leitung, die vor ihrer Haustür geplant wird, schlüssig und nachvollziehbar begründen (siehe Beitrag von Ahmels et al. in diesem Schwerpunkt).

Dies ist eine äußerst anspruchsvolle Aufgabe, die durch die Tatsache enorm

DAS BUNDESBEDARFSPLANGESETZ

Das Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) schreibt den Ausbaubedarf der Übertragungsnetze verbindlich fest. Es wurde am 26. April 2013 mit breiter parlamentarischer Mehrheit verabschiedet. Dem ging ein etwa 2 Jahre dauernder strukturierter Prozess voraus:

Der erste Schritt ist die Erstellung eines Szenariorahmens, der »die Bandbreite wahrscheinlicher Entwicklungen im Rahmen der mittel- und langfristigen energiepolitischen Ziele der Bundesregierung« (§ 12a EnWG) für die nächsten 10 Jahre abdeckt. Dieser wird nach einer öffentlichen Konsultation von der Bundesnetzagentur (BNetzA) »unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Öffentlichkeitsbeteiligung« genehmigt (§ 12a EnWG). Auf dieser Grundlage wird zunächst ein erster Entwurf des Netzentwicklungsplans erstellt, der nach abermaliger Konsultation der Öffentlichkeit überarbeitet und finalisiert wird.

Von der BNetzA wird ein Umweltbericht erarbeitet, der gemeinsam mit dem Entwurf des Netzentwicklungsplans öffentlich konsultiert wird und der als Grundlage für die strategische Umweltprüfung dient. Entsprechend des »Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung« (§ 14g UVPG) werden die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des Plans ermittelt, beschrieben und bewertet.

Alle drei Jahre übermittelt die BNetzA den Netzentwicklungsplan als Entwurf eines Bundesbedarfsplans der Bundesregierung, die diesen dem Deutschen Bundestag vorlegt (§ 12e Abs. 1 Satz 1 EnWG). Nach seiner Verabschiedung sind damit »für die darin enthaltenen Vorhaben die energiewirtschaftliche Notwendigkeit und der vordringliche Bedarf« verbindlich festgestellt (§ 12e Abs. 4 Satz 1 EnWG).

Eine Besonderheit des Verfahrens ist die intensive Beteiligung der Öffentlichkeit schon in frühen Phasen des Prozesses. Bis zur Verabschiedung des NEP wurden drei öffentliche Konsultationen durchgeführt: zum Szenariorahmen, nach Vorstellung des ersten NEP-Entwurfs und nach dessen Überarbeitung bzw. Erstellung des finalen NEP-Entwurfs (50Hertz 2012, S. 12 f.).

erschwert wird, dass der zwingende Bedarf für eine bestimmte Leitung in letzter Konsequenz unmöglich zu beweisen ist. Denn im Prinzip kann jede herausgegriffene Stromleitung durch eine Kombination anderer technischer oder energiewirtschaftlicher Maßnahmen ersetzt und damit überflüssig gemacht werden: Bau neuer Kraftwerke oder Speicherkapazitäten an vorgegebenen Standorten, Eingriff in die marktgesteuerte Einsatzreihenfolge von Kraftwerken (Redispatch), Abregelung von EE-Erzeugung, Abschaltung bestimmter Kraftwerke, Steue-

rung der Nachfrage, Verstärkung bzw. Neubau von Leitungen anderswo, um nur einige zu nennen.

Jede dieser Maßnahmen ist allerdings mit bestimmten Nachteilen verbunden (Umwelteinriffe, finanzieller Aufwand, Eingriffe in die Marktordnung), die im Vergleich zu den durch den Leitungsbau verursachten Eingriffen bewertet werden müssen. In der aktuellen Diskussion, in der es stark verkürzt um die Alternative zwischen dem Bau von HGÜ-Trassen zum Transport von Windstrom nach Süddeutschland und

dem Bau von Gaskraftwerken in Bayern geht, lässt sich gut beobachten, dass diese Bewertungen je nach Blickwinkel sehr unterschiedlich ausfallen können.

ÖFFENTLICHE BETEILIGUNG UND AKZEPTANZ

Die Hoffnung, dass durch einen frühzeitigen Diskurs und öffentliche Konsultationen, wie sie im Verfahren der Erstellung des BBPlG durchgeführt wurden, eine solide Informationsbasis geschaffen und dadurch ein breiteres Verständnis für die Notwendigkeit der Netzausbaumaßnahmen befördert werden können, scheint sich nicht zu erfüllen. Derzeit lässt sich die Situation eher mit dem klassischen Beteiligungsparadoxon beschreiben: Am Anfang des Prozesses sind viele Entscheidungen noch offen und die Einflussmöglichkeiten relativ groß. Allerdings sind noch keine konkreten Trassen im Gespräch und daher die Betroffenheit von Bürgern zu abstrakt, um ihr Engagement auf den Plan zu rufen. Im weiteren Planungsverlauf werden immer mehr Festlegungen getroffen, und der weitere Entscheidungsspielraum verengt sich somit. Gleichzeitig können jetzt viel mehr Bürger ihre konkrete Betroffenheit absehen und fordern Mitbestimmungsmöglichkeiten ein.

Es liegt in der Zwischenzeit eine Reihe von Best-Practice-Beispielen für die frühzeitige Einbeziehung von Stakeholdergruppen und der allgemeinen Öffentlichkeit bereits vor dem Beginn von förmlichen Genehmigungsverfahren vor. Allerdings wäre es ein Kurzschluss zu denken, dass daraus simple Rezepte für erfolgreiche Verfahren abgeleitet werden können. Jedes Projekt und jede Betroffenheit vor Ort ist einzigartig. Tragfähige Kompromisse müssen daher immer wieder unter neuen Voraussetzungen neu ausgehandelt werden. Hierfür sind faire Formen

der Bürgerbeteiligung »auf Augenhöhe« eine unabdingbare Voraussetzung. Eine Garantie für Akzeptanz sind sie jedoch nicht.

DER BEITRAG INNOVATIVER TECHNOLOGIEN UND BETRIEBSKONZEPTE

Zur Bewältigung der beschriebenen neuen Herausforderungen für die Netze rücken innovative Technologien und Betriebskonzepte zunehmend in den Fokus, da der konventionelle Netzausbau nicht zuletzt bei der Frage der öffentlichen Akzeptanz mehr und mehr an seine Grenzen stößt. Es steht eine Vielzahl technologischer Optionen zur Verfügung, die die Leistungsfähigkeit der Netze steigern, ihre Flexibilität und Steuerbarkeit verbessern sowie den Investitionsbedarf und ggf. den Bedarf an zusätzlichen Leitungsbauten dämpfen kann. Beispielsweise kann im Verteilnetz durch den Einsatz innovativer Netztechnologien, wie z. B. regelbare Ortsnetzstationen, Hochtemperaturleiterseile und der sogenannten Spannungsblindleistungsregelung von Wechselrichtern, der Investitionsbedarf im Vergleich zum konventionellen Netzausbau nahezu halbiert werden (dena 2012).

Die Frage, in welcher Weise dezentral organisierte Versorgungskonzepte den Netzausbaubedarf reduzieren könnten, wird in der Öffentlichkeit derzeit intensiv diskutiert. Das entscheidende Kriterium hierfür ist, welcher Beitrag zur gesicherten Lastabdeckung im Worst-Case-Fall also z. B. an einem kalten, windstillen Winterabend auf lokaler Ebene geleistet werden kann. Denn der Ausbaubedarf der Netze bemisst sich an diesem Worst-Case-Fall, auch wenn er nur an wenigen Stunden im Jahr auftreten sollte. Für eine nennenswerte Reduktion des Übertragungsbedarfs zur Lastdeckung wäre demzufolge in dezentralen Versorgungskonzepten mit

einem hohen Anteil an fluktuierenden EE die Installation großvolumiger Stromspeicher erforderlich, wenn das derzeitige Niveau von Versorgungsqualität und -zuverlässigkeit aufrechterhalten werden soll. Speicher stellen allerdings heute und in absehbarer Zukunft eine sehr teure Technologieoption dar. Für eine belastbare Quantifizierung der Potenziale von dezentral organisierten Versorgungskonzepten ist allerdings der gegenwärtige Wissensstand nicht ausreichend. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

Bei den Übertragungsnetzen werden in der öffentlichen Diskussion oftmals Erdkabel als universelle Lösung für den Netzausbau vorgeschlagen. Aus diesem Grund soll die Alternative »Freileitungen oder Erdkabel« im Folgenden hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen beleuchtet werden.

UMWELTAUSWIRKUNGEN: FREILEITUNGEN VS. ERDKABEL

Bislang werden 380-kV-Übertragungsleitungen in Deutschland fast ausschließlich als Freileitungen ausgeführt. In jüngster Zeit wird jedoch verstärkt die Erdverkabelung als Alternative diskutiert, insbesondere weil sich betroffene Anwohner davon geringere Beeinträchtigungen versprechen.

Sowohl der Bau als auch der spätere Betrieb von Stromleitungen hat Auswirkungen auf die Umwelt zur Folge. Diese müssen nach den jeweiligen Schutzgütern (Fauna, Flora, Boden, Wasser bzw. Landschaftsbild) differenziert werden. Hierbei unterscheiden sich Freileitungen und Erdkabel in vielfacher Hinsicht. In der Regel sind die Umwelteinriffe beim Bau der Trassen im Falle von Erdkabeln schwerer als bei Freileitungen. Erdkabel werden üblicherweise im klassischen Tiefbauverfahren verlegt. Die Verlegungstiefe beträgt meist ca. 1,5 bis 2 m. Während der Baupha-

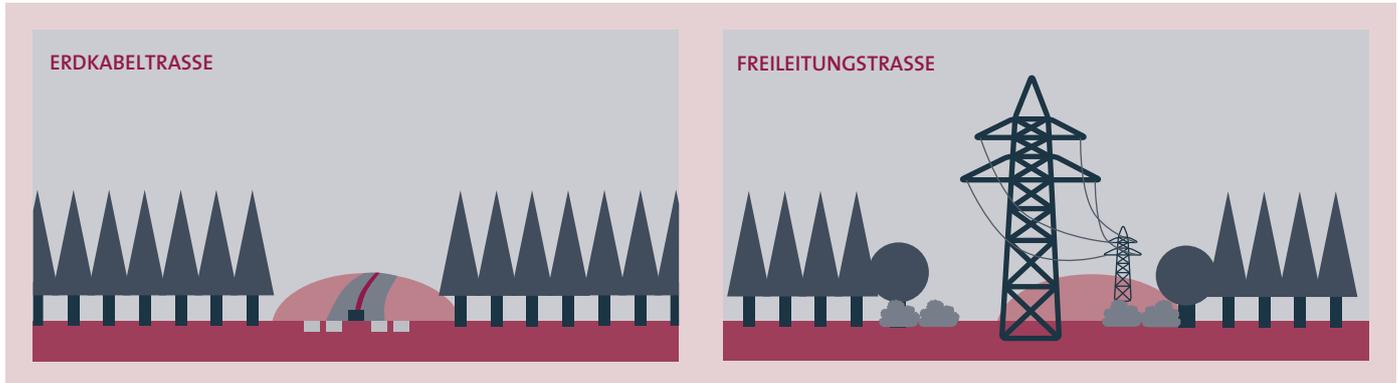
se wird über die gesamte Trassenlänge ein Streifen von mindestens 25 m Breite beansprucht (bei vier parallelen Kabelsystemen). Beim Bau von Freileitungen beschränken sich die Eingriffe auf die unmittelbaren Maststandorte. Zwischen den Masten, deren Abstand typischerweise 200 bis 500 m beträgt, bleibt der Boden weitgehend ungestört (Abb.).

Bei Erdkabeln können die bau- und anlagebedingten Störungen im Bodengefüge die natürlichen Bodenfunktionen (Porosität, Regler-, Speicher- und Staufunktionen im Wasserhaushalt etc.) negativ beeinflussen. Vor allem in Feuchtbiotopen (Moore, Riede, Auenwiesen) können evtl. Grundwasserabsenkungen ausgelöst und Teile der Biotope temporär bzw. möglicherweise auch dauerhaft geschädigt werden. Da die beim Stromtransport entstehende Verlustwärme über den Boden abgeleitet wird, kommt es zu einer Bodenerwärmung, die Auswirkungen auf Bodenfunktionen, Wasserhaushalt und Vegetation haben könnte. Landwirte äußern immer wieder die Befürchtung, dass es auf Ackerflächen, unter denen Erdkabel verlaufen, zu Ertragseinbußen kommen könnte. Hierzu liegen allerdings bislang noch keine gesicherten Erkenntnisse vor.

Um sicherzustellen, dass kein Wurzelwerk das Kabelbett beschädigt, muss während der Betriebsphase ein Streifen von tiefwurzelnden Pflanzen freigehalten werden. Daraus resultiert in Waldgebieten eine Schneisenbreite von etwa 12 bis 18 m. Im Vergleich dazu ist bei Freileitungen der Schutzstreifen, der von hochwachsenden Pflanzen freigehalten werden muss, mit bis zu 80 m erheblich breiter. Dies wirkt sich in vielfältiger und z. T. drastischer Weise auf dort heimische Tier- und Pflanzenarten aus. Im offenen Gelände sind die Auswirkungen auf die Lebensräume wildlebender Tiere und Pflanzen geringer als in Waldgebieten. Da Freileitungen in offenem Ge-

ABB.

ERDKABEL- UND FREILEITUNGSTRASSEN IM VERGLEICH



lände weithin sichtbar sind, stellen sie visuelle Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes dar. Erdkabel sind aus der Ferne dagegen kaum wahrnehmbar. Ebenso stellen Erdkabel im Gegensatz zu Freileitungen keine Gefahrenquelle für Vögel dar (Kollision mit Leiterseilen, Stromschlag).

Insgesamt gesehen zeigt sich also, dass sich die – in der öffentlichen Debatte um den Netzausbau immer wieder zu hörende – Aussage »Erdkabel sind umweltverträglicher als Freileitungen« in der Pauschalität nicht aufrecht halten lässt. Die Bewertung der Umweltfolgen hängt vielmehr wesentlich von den lokalen Standort- und Nutzungsbedingungen ab. Freileitungen können z. B. die bessere Wahl sein, wenn empfindliche Feuchtgebiete gekreuzt werden müssen, Erdkabel kommen eher infrage in Durchzugs- und Rastgebieten von Vögeln oder bei Landschaften mit besonders schützenswertem Landschaftsbild. Oftmals sind allerdings schwierige Abwägungen zwischen verschiedenen Schutzgütern zu treffen: Wiegt z. B. eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch Freileitungen schwerer als die Bodenerwärmung durch Erdkabel?

und Umbau der Stromnetze, dass Entscheidungen mit einer sehr langfristigen Bindungswirkung getroffen werden müssen. Auch bei sorgfältiger Vorbereitung der Entscheidung unter Abwägung aller vorliegenden Informationen verbleibt zwangsläufig ein hohes Maß an Unsicherheit, nicht zuletzt deshalb, da die zukünftige Entwicklung des Energiesystems sich nicht treffsicher prognostizieren lässt. Positiv gewendet bedeutet dies, dass ein beträchtlicher Gestaltungsspielraum existiert. Daher gilt es, einen offenen Diskurs zu führen, um Präferenzen gesellschaftlich zu definieren und anschließend in politische Gestaltung umzusetzen.

Reinhard Grünwald

LITERATUR

dena (Deutsche Energie-Agentur GmbH) (2012): dena-Verteilernetzstudie – Ausbau- und Innovationsbedarf der Stromverteilernetze in Deutschland bis 2030, Berlin. www.dena.de/fileadmin/user_upload/Projekte/Energiesysteme/Dokumente/denaVNS_Abschlussbericht.pdf (26.1.2015)

DUH (Umweltschutz-Service GmbH) (2015): Handlungsoption für Kommunikationsstrategien und Beteiligungsverfahren zum Stromnetzausbau.

E-Bridge, IAEW, OFFIS (E-Bridge Consulting GmbH, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft der RWTH-Aachen, OFFIS e. V.) (2014): Forschungsprojekt Nr. 44/12 »Moderne Verteilernetze für Deutschland« (Verteilernetzstudie) – Abschlussbericht. www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/vert-eilernetzstudie,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf (28.1.2015)

50Hertz, Amprion, TenneT TSO, TransnetBW (50Hertz Transmissions GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH) (2012): Netzentwicklungsplan Strom 2012. Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. www.netzentwicklungsplan.de/content/netzentwicklungsplan-2012-2-entwurf (9.2.2015)

50Hertz, Amprion, TenneT TSO, TransnetBW (2014): Netzentwicklungsplan Strom 2014. Zweiter Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. www.netzentwicklungsplan.de/_NEP_file_transfer/NEP_2014_2_Entwurf_Teil1.pdf (17.12.2014)

AUSBLICK/RESÜMEE

Ähnlich wie bei anderen großen Infrastrukturvorhaben erfordert der Aus-