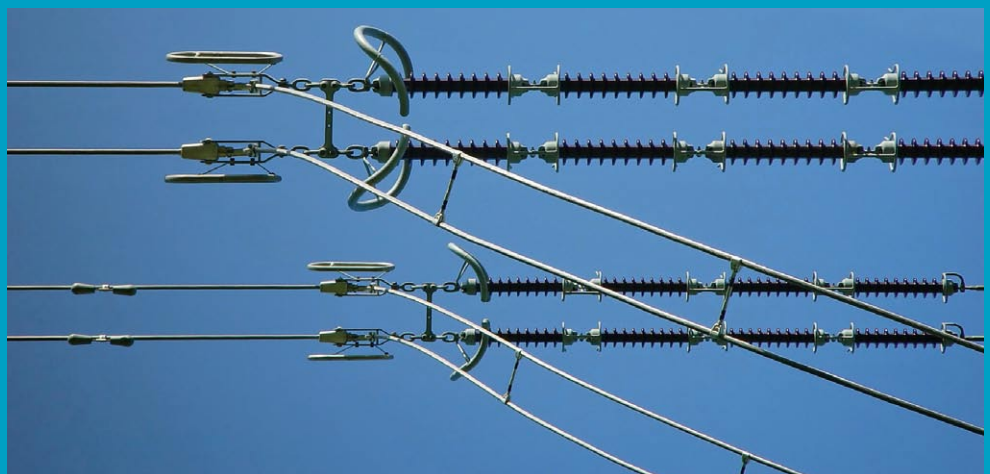
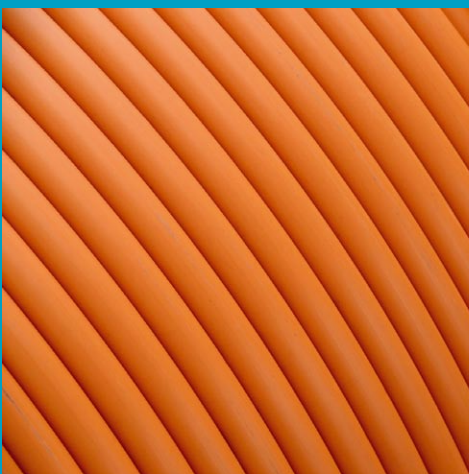


Das **Stromnetz** der Zukunft



Inhalt

Vorwort	3
Projekt	4
Stromnetz 20./21. Jahrhundert	5
Smart Grid/Speicher.....	7
Freileitung / Erdkabel	8
Akzeptanz.....	9
Naturschutz	11
Akteure	12
Planung.....	13
Blick über die Grenze.....	14
Ausblick	15
Kontakt	16

Impressum

Oktober 2011, 2. aktualisierte Auflage

Herausgeber

Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH)
Fritz-Reichle-Ring 4, 78315 Radolfzell
E-Mail: info@duh.de, Internet: www.duh.de

Autoren/Konzept

Eva-Maria Forstmeier, Rotraud Hänlein

Redaktion

Heike Holdinghausen, Dr. Gerd Rosenkranz,
Dr. Peter Ahmels

Gestaltung Annette Holik | work@holik.de

Druck Druckerei Conrad GmbH

Papier 100% Recyclingpapier

Bildnachweis

Titel (von links oben nach rechts unten) Uschi Dreiucker/pixelio, suze/photocase, Halifax/fotolia, knuppi/photocase, prenz66/photocase, Kurt Michel/pixelio, **S. 3** Barbara Dietl, **S. 6** Carsten Kykal/fotolia, Stefan Thiermayer/fotolia, **S. 8** Dr. Peter Ahmels/DUH, **S. 9** Gieri/fotolia, Phototom/fotolia, **S. 10** Dr. Nicole Schrader, **S. 11** Dr. Torsten Langgemach, Dr. Nicole Schrader, **S. 12** DUH, **S. 14** moonrun, **S. 15** TenneT, **S. 16** Barbara Dietl

Das Projekt Forum Netzintegration Erneuerbare Energien wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen 03MAP217 gefördert.

Weitere Informationen www.forum-netzintegration.de

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Freundinnen und Freunde,

Kohle, Öl und Erdgas bildeten über zwei Jahrhunderte die Basis für einen in der Geschichte der Menschheit beispiellosen Entwicklungsschub. Die fossilen Brennstoffe bescherten uns in den Industriestaaten eine Vervielfachung unserer Güterproduktion und unseres Wohlstands. Nun geht es darum, die Kollateralschäden in den Griff zu kriegen. Denn es ist klar, wenn wir die Atmosphäre wie bisher als Deponie für Kohlendioxid und andere Treibhausgase nutzen, wird auf der Erde ein Leben, wie wir es kennen, nicht mehr möglich sein.

Nach drei Kernschmelzen in den USA (Harrisburg, 1979), der Sowjetunion (Tschernobyl, 1986) und Japan (Fukushima, 2011) ist die Atomenergie als Alternative zu Kohle, Öl und Gas wegen ihrer unkalkulierbaren Risiken obsolet geworden. Unbestreitbar haben noch nicht alle Länder diese Konsequenz gezogen. Doch bedarf es keiner prophetischen Gaben um vorherzusagen, dass dies spätestens nach einem weiteren schweren Unfall in einem Industrieland der Fall sein wird. Das umso mehr als neue Atomkraftwerke ohne staatliche Unterstützung schon heute nicht mehr konkurrenzfähig sind und zudem in einem Stromsystem mit immer mehr unstillen einspeisenden Erneuerbaren Energien wegen ihrer mangelnden Steuerbarkeit keinen Platz haben.

Wir stehen also vor der Herausforderung, unsere gesamte Energieversorgung auf Erneuerbare Energien umzustellen. Auf diesem Weg ist Deutschland in den vergangenen Jahren weiter und schneller vorangekommen als die meisten anderen Industriestaaten. Rund 20 Prozent unseres Strombedarfs werden heute schon aus Wind, Sonne, Bioenergie und Wasserkraft gewonnen. Täglich kommen neue Anlagen hinzu. Wir verdanken diese Entwicklung vor allem dem im Jahr 2000 geschaffenen Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Da dieses Förderinstrument inzwischen von allen im Bundestag vertretenen Parteien im Grundsatz als gut und richtig betrachtet wird, müssen wir uns um den weiteren Ausbau der regenerativen Kraftwerkskapazität vergleichsweise wenig Sorgen machen.

Der Flaschenhals auf dem Weg hin zu einer CO₂-freien Stromproduktion ist nicht der rasche Aufbau regenerativer Stromerzeugungskapazitäten. Die aktuelle Herausforderung besteht vor allem darin, den umwelt- und klimaschonenden Strom aus Wind, Sonne, Wasser oder



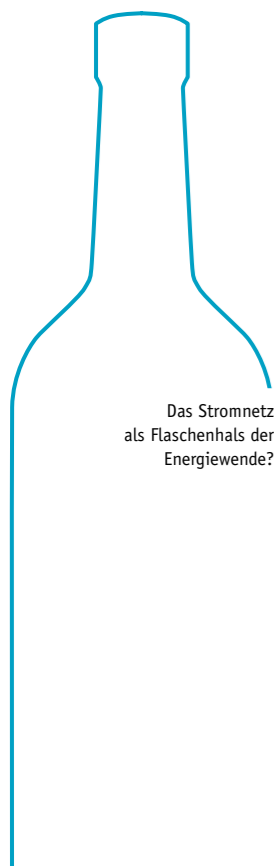
Biomasse rund ums Jahr zuverlässig dorthin zu transportieren, wo er gebraucht wird. Notwendig für die Energiewende ist ein grundlegender Um- und teilweise auch Ausbau unserer Stromnetze. Gegenwärtig hält der Ausbau der Netzinfrastruktur mit dem der erneuerbaren Erzeugungsanlagen nicht Schritt.

Damit die Energiewende nicht an der notwendigen Anpassung der Netzinfrastruktur scheitert, hat die Deutsche Umwelthilfe im Dezember 2008 mit dem Projekt »Forum Netzintegration Erneuerbare Energien« ein ungewöhnlich breites Bündnis aus Stromnetzbetreibern, Unternehmen, Verbänden der Elektrizitätswirtschaft, Vertretern der Erneuerbaren Energien, Umweltorganisationen und Bürgerinitiativen gegen neue Überlandleitungen geschaffen. Ziel ist es, den notwendigen Um- und Ausbau der Stromnetze für Mensch und Umwelt möglichst konfliktarm zu gestalten. Das »Forum« hat dazu unter der Moderation der Deutschen Umwelthilfe Vorschläge und Handlungsempfehlungen für die Politik erarbeitet, die die Interessen aller Betroffenen berücksichtigen. Wir wollen damit die Voraussetzung zur Optimierung des Netzum- und -ausbaus verbessern. Die breit getragenen Handlungsempfehlungen fließen in die weiteren politischen Entscheidungen ein. Das »Forum« fördert mit seiner engagierten Arbeit zudem die dringend notwendige gesellschaftliche Diskussion über die Transformation unserer Energiesysteme.

Wir danken dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, das mit seiner Förderung das Projekt möglich macht. In dieser Broschüre geben wir einen Überblick über unsere Arbeit im Projekt »Forum Netzintegration Erneuerbare Energien«.

Rainer Baake
Bundesgeschäftsführer der Deutschen Umwelthilfe

Projekt



Das Stromnetz als Flaschenhals der Energiewende?

Neue Energie braucht neue Netze

Die Stromversorgung in Deutschland und Europa steht vor einem grundlegenden Wandel. Bis Mitte dieses Jahrhunderts werden Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Erdwärme die traditionellen Energieträger Kohle, Erdgas und Uran als unsere Energiebasis ablösen. Mit der Erzeugungstechnik ändert sich zwangsläufig auch die Struktur der Stromnetze. Heute sorgen sie vor allem für den Abtransport und die Verteilung der in wenigen zentralen Großkraftwerken erzeugten Elektrizität. Mit dem Übergang zu immer mehr Strom aus erneuerbaren Energiequellen wird die Kraftwerksstruktur insgesamt dezentraler.

Gleichzeitig verlagern sich die Erzeugungsschwerpunkte – weg von den Bergbauregionen und Standorten mit ausreichend Kühlwasser hinein in besonders stürmische oder sonnige Regionen. Der Stromüberschuss, der dort nicht benötigt wird, wo Windräder, Solar- oder Wasserkraftwerke konzentriert sind, muss gebündelt und oft über große Distanzen und neue leistungsstarke Trassen in Großstädte und industrielle Verbrauchszentren transportiert werden. Das ist die eigentliche Herausforderung. Denn der Aus- und Umbau des Stromnetzes geht nur schleppend voran. Er droht zum Flaschenhals der Energiewende zu werden.

Die Gründe sind vielfältig: Planungen und Genehmigungsverfahren für den Bau von Hoch- und Höchstspannungstrassen (110 Kilovolt und 380 Kilovolt) sind komplex. Sie

CO₂-Minderungsziele bis 2050

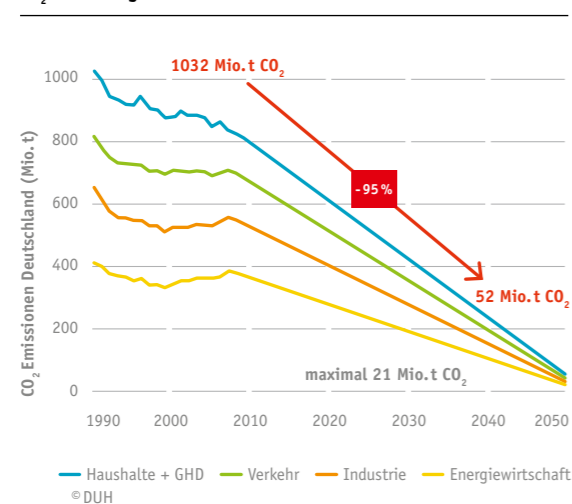


Abb. rechts Die Energiewirtschaft ist besonders gefordert, um notwendige CO₂-Minderungsziele zur Eindämmung des Klimawandels bis 2050 zu erreichen.

ziehen sich oft über viele Jahre hin. Erfordernisse des Natur-, Landschafts- und Umweltschutzes sind zu beachten. Zudem löst der Bau neuer Überlandleitungen regelmäßig Proteste von Anwohnern aus. Die Meinungen darüber, auf der Basis welcher Technik der Um- und Ausbau der Netze vorangetrieben werden soll, gehen weit auseinander. Besonders kontrovers wird die Frage diskutiert, ob eine Verlegung neuer Hoch- und Höchstspannungsleitungen unter die Erde ökonomisch tragbar ist und ökologisch vorteilhaft gestaltet werden kann.

Hindernis Planungsrecht

Das Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) von 2009 und das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) von 2011 sollen den Netzausbau vorantreiben. Ob sich mit diesen Beschleunigungsgesetzen der wachsende Anteil Erneuerbare Energien besser als bisher ins Stromnetz integrieren lässt, ist jedoch zweifelhaft. Denn das EnLAG lässt eine Erdverkabelung nur in wenigen Pilotvorhaben zu und berücksichtigt die Interessen von Anwohnern nicht ausreichend. Die vom Um- und Ausbau von Stromtrassen betroffenen Bürger – und nicht nur sie – wollen wissen, wozu eine neue Leitung benötigt wird. Sie erwarten Angaben zur eingesetzten Technik der Leitungen und auch zu möglichen Alternativen. Sie sollten deshalb von Beginn an am Planungsprozess für neue Leitungen beteiligt werden. Das NABEG schafft zwar mehr Transparenz im Planungsprozess, sieht aber keine Abstandsregelungen für Freileitungen vom Wohnumfeld vor.

Das Forum Netzintegration

Das »Forum Netzintegration Erneuerbare Energien« der Deutschen Umwelthilfe will die Konflikte im Planungsprozess neuer Hoch- und Höchstspannungsleitungen moderieren. Ziel des Forums ist es, die gesellschaftlichen und politischen Debatten über den notwendigen Netzausbau voranzutreiben und dabei stets einen fairen Ausgleich zwischen den unterschiedlichen Interessen anzustreben.

Im Ergebnis geht es darum, den Umbauprozess möglichst konfliktarm zu gestalten. Dazu informiert das Forum Netzintegration Beteiligte und Öffentlichkeit über die in Zukunft notwendige Ausgestaltung des Stromnetzes. Das Forum entwickelt Vorschläge, wie künftig mehr Energie aus erneuerbaren Quellen ins Netz eingespeist werden kann, damit Klimaschutz und Energiewende nicht an Mängeln der neuen Netzinfrastruktur scheitern.

Das Forum wendet sich an eine breite Öffentlichkeit: An Umwelt- und Naturschutzverbände, die Anwohner von geplanten Stromtrassen und an Bürgerinitiativen, an Netzbetreiber sowie Unternehmen der Erneuerbare Energien-Branche, an die Landes- und Kommunalverwaltungen, kommunale Verbände und Unternehmen, an Wissenschaftler und Verbraucherschutzorganisationen. Ziel ist es, zwischen beteiligten Unternehmen, Verbänden,

Abb. links Neue Energieerzeuger und zunehmender Stromhandel überlasten bei manchen Wetterlagen die Stromnetze. Die rot markierten Gebiete bezeichnen Regionen, in denen es vermehrt zur Überlastung von Leitungen kommt. © IAEW, RWTH Aachen

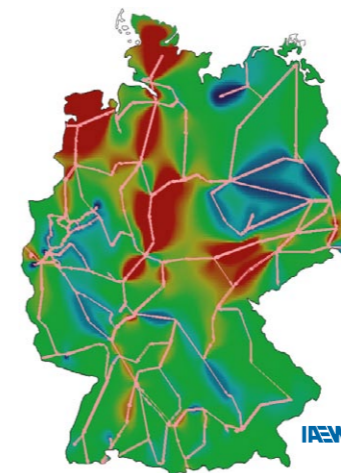


Abb. rechts Engpässe im Übertragungsnetz von Nord nach Süd und in den Verteilungsetznetzen wie z. B. in Bayern müssen rasch aufgelöst werden. © DUH



- Windenergie
- Windenergie in Planung
- Photovoltaik-/ Bioenergieanlagen
- Engpass
- Übertragungsnetz
- Verteilungsnetz
- Ballungszentrum

Kommunen, Behörden und Bürgern ein gemeinsames Verständnis über angemessene Verfahren und Lastenverteilungen des Netzausbau zu entwickeln. Erste Lösungsvorschläge – »Plan N – Handlungsempfehlungen an die Politik« – veröffentlichte das Forum im Dezember 2010.

Organisation des Forums

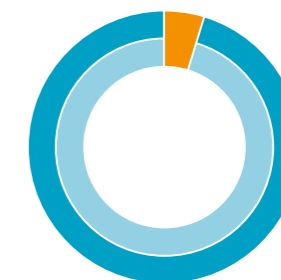
Das Forum setzt sich aus etwa 50 Vertreterinnen und Vertretern sehr unterschiedlicher gesellschaftlicher Gruppierungen zusammen. Darunter auch solche, die in der Öffentlichkeit normalerweise als Kontrahenten agieren und wahrgenommen werden. Bürgerinitiativen, Umwelt- und Naturschutzverbände sind ebenso vertreten wie Stromnetzbetreiber, Unternehmen der Erneuerbare Energien-Branche, kommunale Verbände und Wissenschaftler. Gerade die ungewöhnliche Zusammensetzung des Forums ermöglicht einen regen, manchmal anstrengenden, in der Regel aber konstruktiven Austausch, an dessen Ende ein besseres, bestenfalls auch ein gemeinsames Verständnis der Probleme des Um- und Ausbaus unserer Strominfra-

struktur steht. Alle Interessengruppen werden mit gleichen Rechten und Pflichten einbezogen.

Das Forum trifft sich zweimal im Jahr. Es hat den »Plan N« mit den Handlungsempfehlungen für die Politik formuliert und begleitet seine Umsetzung. Ein Steuerkreis aus Vertreterinnen und Vertretern des Forums kommt mehrmals jährlich zusammen und erarbeitet Vorschläge und Diskussionspapiere für das Forum. Die Deutsche Umwelthilfe begleitet und moderiert das Forum sowie den Steuerkreis.

Projektstruktur des Forum Netzintegration Erneuerbare Energien

- Forum
 - Steuerkreis
 - Projektteam Forum Netzintegration
- © DUH



Stromnetz 20./21. Jahrhundert

Das Stromnetz: Bisher eine Einbahnstraße

Mit dem Aufbau einer Energieversorgung auf Basis Erneuerbarer Energien steht auch eine weit reichende Transformation der Strominfrastruktur bevor. Die Stromnetze, wie wir sie kennen, wurden im 20. Jahrhundert an den Erfordernissen von Kohle-, Gas- und Kernkraftwerken ausgerichtet. Das Herz des herkömmlichen Elektrizitätssystems ist das Großkraftwerk. Die dort erzeugte Energie wird in das Übertragungsnetz mit einer Spannung von 380 kV eingespeist und teils über weite Entfernungen transportiert.

Von den Höchstspannungsleitungen des Übertragungsnetzes gehen Hochspannungsleitungen mit 110 kV ab, die den Strom zu Trafostationen bringen, wo er in Mittel- (20 kV) oder Niederspannungsstrom (400 V) umgewandelt und zu den Verbrauchern geleitet wird.

Historisch entwickelten sich Industriestandorte dort, wo fossile Energie günstig zur Verfügung stand, wie etwa die Stahlindustrie im Ruhrgebiet mit seinen Kohlevorkommen. Kernkraftwerke wurden in den 1960er und 1970er Jahren an der Peripherie industrieller und dicht besiedelter Regionen ohne eigene Braun- oder Steinkohle gebaut, um die Elektrizitätsversorgung in diesen Verbrauchszentren sicherzustellen. Immer bildeten die Leitungen des Stromnetzes dabei eine Einbahnstraße – vom Kraftwerk zum Kunden.

Erneuerbare Energien brauchen neue Netze

Das Energieversorgungssystem der Zukunft unterscheidet sich davon grundlegend. Ein Mix aus Erneuerbaren Energien erzeugt an unzähligen Standorten Strom. Zentrale und dezentrale Erneuerbare Energien mit unterschiedlichen Eigenschaften ergänzen sich. Noch im Aufbau befinden sich küstenferne Offshore-Windanlagen in der Nord- und Ostsee, solarthermische Kraftwerke etwa in Spanien, neue Wasserkraftwerke im Gebirge und in Zukunft verstärkt auch Anlagen zur Strom- und Wärmebereitstellung aus der Wärme im Inneren der Erde.

Insgesamt sind die Standorte also bestimmt von den meteorologischen und geologischen Gegebenheiten. Strom wird daher auch in Regionen erzeugt, wo es nur geringen oder gar keinen Stromverbrauch gibt. Zum Beispiel an den Küsten und auf dem Meer: Der Wind bläst dort kräftig und stetig – ideal für große On- und Offshore-Windanlagen. Zugleich wird auf hunderttausenden von Dächern dezentral Sonnenstrom erzeugt, ebenso in regionalen kleineren Windparks, in Biogas- und Biomasseanlagen. Auch hier wird der Strom nicht vollständig vor Ort verbraucht werden. Folge der neuen Kraftwerksvielfalt: Zum einen werden neue leistungsstarke Übertragungsleitungen gebraucht, die große Mengen Strom vor allem in Nord-Süd-Richtung transportieren. Zum anderen müssen die Verteilungsnetze ausgebaut werden, die den Strom aus den vielen dezentralen Kraftwerksanlagen ab- und weiterleiten.

Das Stromnetz ist nicht länger eine Einbahnstraße. Strom fließt auch in umgekehrter Richtung aus den Haushalten – die jetzt gleichzeitig auch Stromerzeuger sind – ins Netz zurück. Das setzt erhebliche Anpassungen der Netze an die neue Situation voraus.

Erneuerbare Energien brauchen flexible Partner

Als Grundlast wird jener Strombedarf bezeichnet, der das ganze Jahr über Tag und Nacht mindestens gebraucht wird. Nach bisherigem Verständnis wird dieser Strom von Grundlastkraftwerken bereitgestellt. Diese laufen tagaus, tagein möglichst mit voller Leistung. Doch dieses Verständnis ändert sich, weil das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) den Ökoenergien einen gesetzlich garantierten Vorrang einräumt: Strom aus Wind-, Sonnen-, Bioenergie oder kleineren Wasserkraftwerken wird also grundsätzlich immer eingespeist, wenn er zur Verfügung steht.

Ökostrom-Kraftwerke sind deshalb die neuen »Grundlastkraftwerke«. Sie verdrängen Schritt für Schritt den Strom der traditionellen Großkraftwerke auf Basis von Kohle und Uran aus der Grundlast. Die Zahl der Stunden, in denen Kohle- oder Atomkraftwerke mit voller Leistung am Netz sind, nimmt in dem Maß ab, in dem neue Ökostrom-Kraftwerke hinzukommen. Die neue Aufgabe der konventionellen Kraftwerke ist es, zu jeder Zeit den stark schwankenden Strombedarf zu decken, der zwischen der



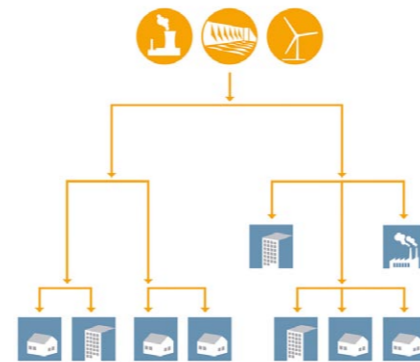
Der Ausbau der Windenergie onshore und offshore bringt neue Herausforderungen für die Stromnetze mit sich.

Stromnachfrage und dem ebenfalls unsteady Angebot Erneuerbarer Energien verbleibt. Dafür müssen diese Kraftwerke flexibler sein als bisher.

Je mehr wir uns in den kommenden Jahrzehnten dem auch von der Bundesregierung verfolgten Ziel nähern, unseren Strom zu hundert Prozent aus Erneuerbaren Energien zu beziehen, umso größere Mengen Strom müssen aus Stromspeichern und/oder über große transkontinentale Stromnetze bereitgestellt werden, wenn Wind und Sonne größere Pausen einlegen.

Traditionelles Netz

Zentrale Stromversorgung in einer Lastflussrichtung © ABB



Smart Grid

Zentrale und dezentrale Erzeugung mit Lastfluss in verschiedene Richtungen © ABB

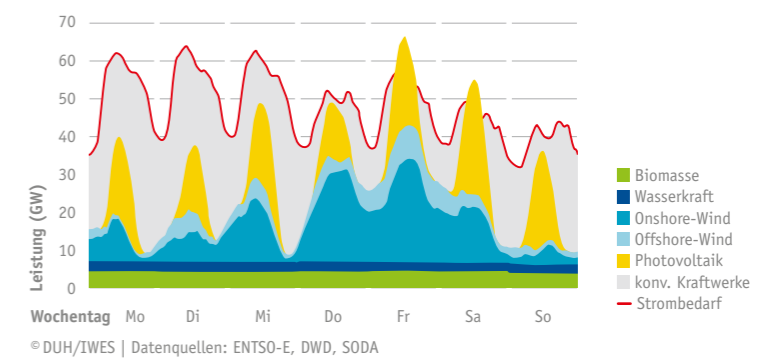


Die Ansprüche an das Stromnetz steigen

Je größer der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Strombereitstellung wird, desto größer werden die Ansprüche an das Stromnetz. Es muss den Strom von entlegenen Erzeugungsorten in die Verbrauchsregionen transportieren. Und es muss großräumig vernetzt sein. Denn je weiträumiger verbunden die Netze sind, umso sicherer gleichen sich regionale Witterungsunterschiede teilweise aus. Die Verfügbarkeit von Wind- und Sonnenstrom wird gleichmäßiger. Für die nahe Zukunft hat die Deutsche Energie-Agentur (dena) in den Netzstudien von 2005 und 2010 ermittelt, dass das deutsche Höchstspannungsnetz bis 2015 um insgesamt 850 Kilometer, und bis 2020 zusätzlich um bis zu mehrere tausend Kilometer verstärkt werden müsse. Kritiker bezweifeln, dass neue Leitungen in diesem Ausmaß notwendig sind und weisen darauf hin, dass durch den Aufbau flexibler regelbarer Gaskraftwerke an geeigneten Standorten und die intelligente Kombination von regionaler regenerativer Stromerzeugung mit dezentraler Speicherung in erheblichem Umfang Netzausbau vermieden werden kann.

In jedem Fall müssen die Verteilungsnetze in Regionen mit hohem Anteil dezentraler Erzeugung verstärkt werden. In den nördlichen Bundesländern ist wegen des raschen Ausbaus der Windenergie mancherorts der Ausbau des Höchstspannungsnetzes notwendig. Die steigende Zahl von Photovoltaik-Anlagen vor allem in Bayern und Baden-Württemberg erfordert zusätzlich die Verstär-

Mai 2020 – Prognostizierte Last und Stromeinspeisung von Erneuerbaren Energien in Deutschland



Im Jahr 2020 können die Erneuerbaren Energien (EE) an manchen Tagen den gesamten Strombedarf decken. Die Prognose basiert auf der Annahme von einem Anteil von 38,6 Prozent EE-Strom im Jahresdurchschnitt, wie im Nationalen Aktionsplan für EE vom 4.8.2010 vorgesehen, sowie auf Wetterdaten von Mai 2009.

Der ergänzende Kraftwerkspark – in der Grafik grau dargestellt – muss sehr flexibel reagieren können, um die Erneuerbaren optimal zu ergänzen. Hierfür sind Gaskraftwerke am besten geeignet. Zudem ist der Bau von Stromspeichern in bisher nicht gekannter Dimension notwendig.

kung des Nieder- und Mittelspannungsnetzes. Mit einer engeren Verknüpfung der nationalen Netze können die Schwankungen bei der Stromerzeugung aus den unterschiedlichen Erneuerbaren Energien ebenfalls besser ausgeglichen werden. Der Um- und Ausbau der Stromnetze allein wird jedoch nicht genügen.

Smart Grid / Speicher

Das Stromnetz muss mitdenken

Ebenso wichtig wie ein erweitertes Stromnetz sind flankierende Maßnahmen: Etwa neue Speicher oder die Kombination von Strom- und Datentransport in so genannten Smart Grids. Der Begriff Smart Grid bezeichnet ein Stromnetz, das nicht nur Energie, sondern auch Daten transportieren kann. Um Einspeisung und Verbrauch von Strom in einem komplexen Energiesystem zu erfassen und zu regeln, sind moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie neue Betriebsführungskonzepte notwendig. Im privaten Haushalt zeigen dann intelligente Stromzähler an, wann der Strom kostengünstig ist und Geräte, die nicht unbedingt an eine bestimmte Zeit gebunden sind, zugeschaltet werden können, wie zum Beispiel die Waschmaschine. Ist das Stromangebot aus Erneuerbaren Energien gering, werden über die Fernsteuerung oder von den Kunden selbst zuvor benannte Geräte oder Anlagen abgeschaltet – und bei besserer Versorgungslage wieder zugeschaltet.

In einem Modellprojekt an der Nordsee werden derzeit große Kühlhäuser von Fischfabriken in windarmen Zeiten vom Netz getrennt. Ihre Betreiber profitieren – für die er-

brachte Dienstleistung einer Netzentlastung – von insgesamt günstigen, tageszeit- oder lastabhängigen Stromtarifen. Bläst der Wind kräftig, sind die Preise niedrig und die Kühlanlagen werden wieder zugeschaltet. Durch solche neuartigen Steuerungsverfahren, die das Smart Grid möglich macht, können Leitungen entlastet, der Netzausbaubedarf verringert oder höhere Anteile Erneuerbarer Energien ins Netz eingespeist werden.

Forschungsbedarf für Speichertechnik

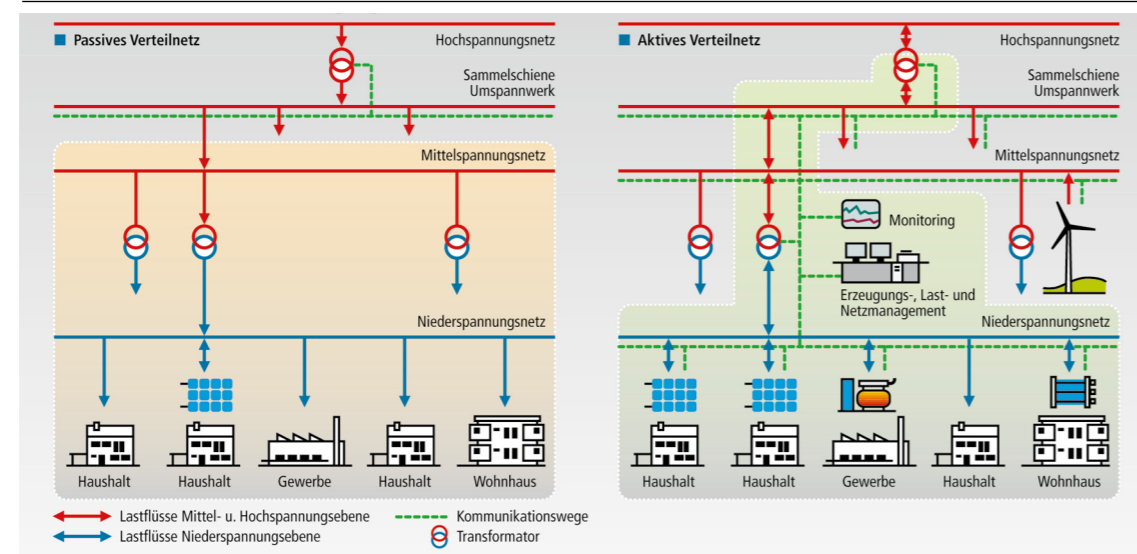
Im Energiesystem der Zukunft werden neue Speichermöglichkeiten benötigt, um Schwankungen im Angebot der Erneuerbaren Energien ausgleichen zu können. Man unterscheidet so genannte Kurzzeitspeicher, die dafür sorgen, dass Stromangebot und -nachfrage stets im Gleichgewicht bleiben, und Langzeitspeicher, die in großem Umfang gebraucht werden, um saisonale witterungsbedingte Schwankungen auszugleichen, etwa große Talsperren mit angeschlossenen Wasserkraftturbinen.

Da das Ausbaupotenzial für die technisch bewährten Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland aufgrund der geologischen Verhältnisse und wegen naturschutzfachlicher Einschränkungen begrenzt ist, müssen auch andere Möglichkeiten erprobt werden, etwa die Speicherung von Wasserstoff oder Druckluft in unterirdischen Kavernen. Als Option wird auch diskutiert, Windstrom zunächst in Wasserstoff und dann in Methan umzuwandeln, das anschließend als Beimischung ins allgemeine Erdgasnetz eingespeist wird. Eine weitere Möglichkeit ist es, die Windenergieanlagen in Deutschland mit Wasserkraftwerken beispielsweise in Skandinavien zu vernetzen. Auf lokaler Ebene bieten unter anderem Batterien Speichermöglichkeiten. Insgesamt besteht auf dem Gebiet der Speichertechnologien noch großer Forschungsbedarf.



Pumpspeicherkraftwerke wie Goldisthal im Thüringer Wald können zum Ausgleich der Erneuerbaren Energien beitragen.

Strukturwandel in Stromversorgungsnetzen



©Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2006

Berichte aus Energie- und Umweltforschung, Forschungsforum 5/2006 – Energiesysteme der Zukunft

Freileitung / Erdkabel

Das Ziel ist klar, der Weg ist offen

Dass für ein klimafreundliches Energiesystem schnell ein verändertes Stromnetz vonnöten ist, ist weitgehend unstrittig. Doch die Meinungen darüber, wie es aussehen soll, gehen auseinander. Nach den Ergebnissen von zwei Netzstudien der Deutschen Energieagentur (dena) aus den Jahren 2005 und 2010 muss das nationale Höchstspannungsnetz bis 2020 erheblich ausgebaut werden. Allerdings gibt auch im bestehenden Stromnetz noch Reserven. Höchstspannungsleitungen können besser ausgelastet werden, wenn die Temperatur der Leiterseile kontrolliert wird. Je kühler oder windiger es ist, desto mehr Strom können die Leitungen transportieren, ohne dabei überlastet zu werden.

Stromleitungen werden bis heute überwiegend als Freileitungen ausgeführt. Allerdings wächst seit einigen Jahren der Anteil von Leitungen im Verteilungsnetz auf der Mittelspannungsebene (bis 20 kV), der aus Akzeptanzgründen unter die Erde verlegt wird. Auf der Hoch-

spannungsebene (110 kV) wurden gelegentlich Erdkabel verlegt. Nach der neuen Gesetzeslage vom Sommer 2011 wird die Erdverlegung für neue 110 kV-Leitungen der Regelfall, sofern die Mehrkosten das 2,75fache von Freileitungen an selber Stelle nicht übersteigen. Auf der Höchstspannungsebene (380 kV) dominieren bis auf wenige Ausnahmen nach wie vor die Freileitungen. Diese sind im Übertragungsnetz auf langen Strecken zurzeit technisch ausgereifter und kostengünstiger.

Himmel und Erde

Die Freileitungstechnik hat auf hohen Spannungsebenen viele Vorteile. Große Strommengen können leicht über weite Entfernungen transportiert und in Umspannwerken vergleichsweise einfach von einer Spannungsebene auf die andere transformiert werden. Die Luft kühlt die Metallleitungen. Sie weisen eine sehr hohe Lebensdauer auf, Wartung und Reparatur sind vergleichsweise unaufwändig. Bei gleichem Leiterquerschnitt kann mehr Strom

übertragen werden als durch Erdkabel. Diese benötigen eine robuste Isolierung und müssen tief genug verlegt werden, damit sie beim Pflügen nicht erreicht werden können. Durch die Verlegung mehrerer Kabel kann die Kapazität erhöht werden.

Schöner, aber teurer

Unbestritten ist es teurer, Höchstspannungskabel unterirdisch zu führen. Die Kosten sind stark abhängig von der Beschaffenheit des Untergrunds: In felsigem Gelände ist der Aufwand deutlich höher als beispielsweise in Marschlandschaften oder Sandböden. Zwar sind die Betriebskosten von Erdleitungen im Vergleich zu konventionellen Freileitungen günstiger, doch dieser Vorteil kann den hohen Investitionsaufwand im Höchstspannungsnetz (380 kV) nicht ausgleichen. Wie hoch die Mehrkosten von Erdkabeln sind, muss für jeden Einzelfall ermittelt werden.

Die Bürger sind gefragt

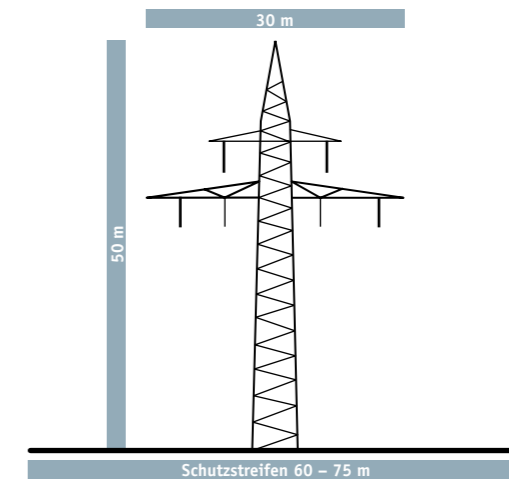
Bei der Planung neuer Leitungen müssen die Netzbetreiber die Wirtschaftlichkeit berücksichtigen. Neue Leitungen auf der Höchstspannungsebene (220/380 kV) wurden aus technischen und aus Kostengründen bislang meist als Freileitungen geplant und gebaut. Daher existieren im Höchstspannungsnetz hierzulande bislang nur kurze Teilkabelabschnitte in Ballungsräumen. Um die von Anwohnern oft geforderte Erdkabelverlegung von 380 kV-Leitungen in Pilotprojekten zu testen, ermöglicht das Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) seit 2009 die Teil-Erdverkabelung von vier geplanten Höchstspannungstrassen, drei verlaufen in Niedersachsen, die vierte über den Thüringer Rennsteig. In Dänemark und in einer Reihe von Großstädten sind bereits einzelne Höchstspannungsleitungen als Erdkabel verlegt oder geplant. Einen anderen Weg geht das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) von 2011, das für besonders wichtige Trassen eine zentrale Planung durch die Bundesnetzagentur mit erweiterter Öffentlichkeitsbeteiligung vorsieht.

Akzeptanz

Machen elektromagnetische Felder krank?

Hochspannungsfreileitungen verursachen elektrische und magnetische Felder mit der Frequenz des Wechselstroms (50 Hertz). Wer in der unmittelbaren Nähe einer Hoch- oder Höchstspannungs-Trasse wohnt, ist diesen Feldern stärker ausgesetzt als andere Menschen. Bei Erdkabeln schirmt das Erdreich das elektrische Feld ab, seine Stärke nimmt bei Erdkabeln mit zunehmender Entfernung

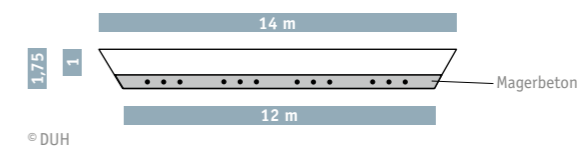
Freileitung 380 kV – Höchstspannung (Wechselstrom)



Erdkabel 380 kV – Höchstspannung (Wechselstrom)

maßstabgetreu im Vergleich zur Freileitung

Vergrößerung 1:5 im Vergleich zur Freileitung



AC/DC: Wechselstrom oder Gleichstrom?

Elektrischer Strom kann als Wechselstrom (AC, alternating current) oder als Gleichstrom (DC, direct current) übertragen werden. Beide Varianten eignen sich zur Übertragung von elektrischer Energie. Der Wechselstrom setzte sich in der Vergangenheit als Standard durch, vor allem, weil er einfacher transformierbar ist. Allerdings entstehen bei der Übertragung über weite Strecken Verluste. Künftig könnte deshalb die Gleichstromübertragung an Bedeutung gewinnen, weil sie geringere Übertragungsverluste aufweist. Bei Seekabeln kommt fast ausschließlich die Gleichstromtechnik zum Einsatz. Grundsätzlich kann jede Stromart mit Freileitungen oder Erdkabeln transportiert werden. Gleichstrom erzeugt dabei geringere magnetische Felder als Wechselstrom.



Übertragungskapazität je nach Beseilung 3.600 MW – 6.000 MW. Unter günstigen Umweltbedingungen ist mit Hilfe von Leiterseilmonitoring eine höhere Übertragungskapazität realisierbar.

Übertragungskapazität bei 4 Kabelsystemen mit je 3 VPE-Kabeln je nach Verlegung 4.400 bis 5.200 MW

Trotz umfangreicher Forschung zu Gesundheitsrisiken durch Magnetfelder in der Nähe von Stromleitungen sind ihre Auswirkungen auf Menschen, die ihnen dauerhaft ausgesetzt sind, bislang nicht abschließend geklärt. Einige wissenschaftliche Untersuchungen haben Hinweise auf eine Häufung von Kinderleukämie in der Umgebung von Höchstspannungsleitungen ergeben. Auch in Tierexperimenten und in Untersuchungen an Zellen wurden Auswirkungen solcher Felder beobachtet. Der biologische Wirkungsmechanismus konnte bislang aber noch nicht geklärt werden. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BFS) empfiehlt aus Vorsorgegründen, sich nur in möglichst geringem Ausmaß elektrischen und magnetischen Feldern auszusetzen. Bei der Errichtung neuer Anlagen sollten nach einer Empfehlung der Strahlenschutzkommission die Belastungen der Bevölkerung so gering wie möglich gehalten werden.



Stromleitung über Siedlung in Krefeld

Akzeptanz



Sozialwissenschaftler der Universität Magdeburg verstehen unter Akzeptanz eine positive Bewertung, die sich durch Befürwortung bis hin zu Unterstützung und Engagement ausdrückt. Eine dulddende oder ablehnende Haltung fällt nicht unter diese Akzeptanz-Definition. Sie geht mit einer negativen Bewertung einher und kann im Ernstfall leicht in Widerstand umschlagen. © DUH

Grenzwerte und Vorsorge

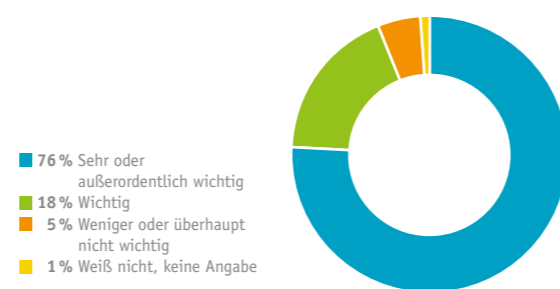
In Deutschland werden die Grenzwerte für die Errichtung von Stromleitungen in der 26. Bundesimmissionschutzverordnung (BImSchV) geregelt. Für Hoch- und Höchstspannungsleitungen gilt ein Grenzwert für die magnetische Flussdichte von 100 Mikrotesla. Der Bericht der Strahlenschutzkommission (SSK) aus dem Jahr 2008 sieht die Gesundheit der Bevölkerung auch bei Dauerwirkung nach den in der 26. BImSchV festgelegten Grenzwerten gewährleistet. Allerdings empfehlen das BFS und die SSK weitergehende Vorsorge. Die Empfehlungen sind nicht rechtsverbindlich, können aber als Begründung für die Ausgestaltung von Landesraumordnungsplänen und dort festgelegten Abstandsregelungen herangezogen werden.

Eine breite Debatte für mehr Akzeptanz

Stromleitungen sind nicht beliebt. Intensiver als bisher sollten deshalb im Planungsprozess die Vor- und Nachteile von Freileitungen und Erdkabeln geprüft werden, und zwar nicht nur unter Kostengesichtspunkten. Das Forum Netzintegration Erneuerbare Energien stellt sich der Herausforderung, kompromissfähige Lösungen auf breiter gesellschaftlicher Basis für einen regional akzeptierten und naturverträglichen Netzausbau zu finden.

94 % der Deutschen unterstützen den verstärkten Ausbau Erneuerbarer Energien

»Nutzung und Ausbau erneuerbarer Energien sind ...«



Quelle: TNS Infratest 2011, 1002 Befragte
Grafik bearbeitet © Agentur für Erneuerbare Energien

Naturschutz

Naturschutz versus Klimaschutz?

Der Transport von Strom wirkt sich auf Mensch und Natur aus: Freileitungen zerschneiden Naturräume und gefährden Vögel. Erdkabel erwärmen den Boden. Ob Freileitung oder unterirdisches Kabel: Auswirkungen auf Natur und Umwelt bleiben nie völlig aus. Gerade beim Leitungsneubau brechen Konflikte um Natur- und Artenschutz, Veränderungen des Landschaftsbildes und Gesundheitsgefährdungen auf. Beim Um- und Ausbau des Netzes müssen diese Folgen berücksichtigt werden. Insbesondere Umweltschützer geraten in einen Konflikt: Sie setzen sich sowohl für Klimaschutz, als auch für Naturschutz ein. Es ist nicht immer einfach, beiden Zielen gleichermaßen gerecht zu werden: Eine geplante neue Übertragungsleitung kann für den Ausbau und die Netzintegration der Klima schonenden Erneuerbaren Energien erforderlich sein. Wird sie in der kostengünstigeren Variante als Freileitung errichtet, kann sie den Lebensraum von Vogelarten weiter einschränken. Hier gilt es, den Ausbau der Stromnetze unter Naturschutzgesichtspunkten möglichst schonend zu bewerkstelligen.



Weißstorch wurde zum Opfer einer Freileitung



Vogelschutzmaßnahme an Freileitung in Uelzen

Freileitungstrassen bieten Raum für Natur

Die Flächen unter Fernübertragungsleitungen können nur eingeschränkt bewirtschaftet werden, da der Bewuchs nicht bis an die Leitungen heranreichen darf und regelmäßig beschnitten werden muss. In vielen Regionen wird unter Freileitungen intensive Monokultur, wie der Anbau von Christbaumplantagen, betrieben. Die Offenlandflächen unter Freileitungen sind aus Naturschutzsicht für den Erhalt unterschiedlicher Lebensräume geeignet. Sie bieten die Möglichkeit, durch ökologische Bewirtschaftung zum Erhalt der Artenvielfalt beizutragen.

Für Tiere sicherer: Erdkabel

Im Vergleich zu Freileitungen stehen die Auswirkungen von Erdkabeln weniger im Fokus der Kritik. Die Tierwelt ist von unterirdisch verlegten Kabelsträngen ohnehin kaum betroffen. Inwiefern sich der Betrieb solcher Leitungen auf Pflanzen auswirkt, ist nicht endgültig erforscht. Ob Erdkabel überhaupt erhebliche ökologische Auswirkungen haben, hängt stark von der jeweiligen Topografie ab. In einer Berglandschaft stören die Verlegearbeiten den Naturhaushalt. In Feuchtgebieten und Mooren kann die Wärmeentwicklung der Erdkabel den Lebensraum kleinflächig verändern und damit die natürliche Flora und Fauna verdrängen. Während der Verlegearbeiten wird im Boden oft eine Schneise durch einen zusammenhängenden Lebensraum gezogen. Inwiefern Moor- und Feuchtgebiete durch die Stränge in Teilen trocken gelegt werden, muss in jedem Einzelfall untersucht werden. Erdkabel mit Höchstspannung erwärmen außerdem den Boden. Dies könnte sich im Einzelfall auf das Wachstum bestimmter Pflanzenarten auswirken.

Besonders gefährdet: Vögel

Stromleitungen sind in erster Linie durch die Mastkonstruktion eine Gefahr für Vögel. Insbesondere betroffen sind Großvögel – Bussarde, Falken, Störche oder Seeadler. Am jeweils letzten Mast werden die Stromleitungen in die Erde geführt. Wenn Zug- und Rastvögel diese Masten als Schlafplatz wählen, geraten oftmals einige beim Starten mit den Schwingen zwischen die Leiterseile. Viele Vögel mit Verdacht auf Stromschlag liegen direkt unter den Mittelspannungsmasten. Sie haben neben Verbrennungen, die durch die Einwirkung des elektrischen Stroms auf den Körper entstehen, meistens schwere Brüche oder innere Verletzungen. Oft verbluten sie nach einem unkontrollierten Absturz und Aufprall. Der Verband der Elektroindustrie hat im August 2011 eine Anwendungsregel zum Vogelschutz herausgegeben, die Abhilfe schaffen soll.

Zudem müssen Netzbetreiber nach § 41 Bundesnaturschutzgesetz Überlandleitungen so umrüsten, dass sie für Vögel weniger gefährlich sind. Deshalb werden an den Masten Stangen angebracht, die verhindern sollen, dass sich die Vögel auf den gefährlichen Masten niederlassen. Die meisten Vögel sehen zweidimensional, daher können sie die Entfernungen zu den Leitungen nur schwer abschätzen. Markierungen der Leitungen an relevanten Anflugpunkten können helfen, Kollisionen mit den Leitungen zu vermeiden.

Die Energiewende braucht viele Akteure

Die Energiewende ist eine große, gesellschaftliche Herausforderung – und entsprechend kommt es auf die Mitwirkung vieler unterschiedlicher Akteure an, die Verantwortung übernehmen. Es geht zum einen um den Umbau der Stromversorgung und der Infrastruktur für die Verteilung. Aber auch die Nutzer müssen umschalten.



Arbeit an Plan N. Das Forum Netzintegration bringt unterschiedliche Akteure der Energiewende an einen Tisch.

Herausforderung für die Netzbetreiber

Eine Schlüsselfunktion kommt den Betreibern der Übertragungsnetze (ÜNB) und Verteilungsnetze (VNB) zu. Das deutsche Höchstspannungsnetz ist ein nationales Verbundnetz, das in vier Netzgebiete aufgeteilt ist und von vier Übertragungsnetzbetreibern betrieben wird. In Deutschland gibt es derzeit vier ÜNB: Amprion GmbH (früher RWE Transportnetz), EnBW Transportnetze AG, TenneT TSO GmbH (früher E.ON Netz GmbH) und 50 Hertz Transmission GmbH (früher Vattenfall Europe Transmission GmbH, betreibt das frühere Netz von VEAG, BEWAG und HEW). Die Übertragungsnetzbetreiber sind gesetzlich zur Gewährleistung einer sicheren und stabilen Stromversorgung verpflichtet. Sie planen und warten das Höchstspannungsnetz und stimmen Stromerzeugung und -verbrauch aufeinander ab. In Deutschland ist die Versorgungssicherheit der Stromnetze sehr hoch. Die neue Aufgabe, steigende Anteile von Wind- und Sonnenstrom ins Netz zu integrieren, stellt sowohl die Übertragungsnetzbetreiber als auch die zirka 900 Betreiber der Verteilungsnetze – oft Stadtwerke und kommunale Unternehmen – vor große Herausforderungen.



Plan N Download
www.forum-netzintegration.de

Leuchtturmprojekte in den Verteilungsnetzen

Viele Verteilungsnetzbetreiber in Nord- und Ostdeutschland integrieren seit langem rasch wachsende, hohe Anteile von Windstrom in die regionalen Netze. Zudem sehen sich die Verteilungsnetzbetreiber zunehmend vor die Aufgabe gestellt, steigende Mengen an Solarstrom vornehmlich aus Dachanlagen in die Niederspannungsnetze zu integrieren. Einige Verteilungsnetzbetreiber sind Vorreiter und beteiligen sich aktiv an Forschungsprojekten zur Integration von Erneuerbaren Energien und zu intelligenten Netzen, etwa im Rahmen des staatlich geförderten E-Energy-Programms, das in Modellprojekten Elemente eines zukunftsfähigen Energiesystems auf der Grundlage von IKT-Technologien testet.

Regional gefordert: Städte und Kommunen

Auf regionaler Ebene sind Stadtwerke, Landkreise und Kommunen gefragt: Die Gebietskörperschaften sollen die Nutzung der Erneuerbaren Energien vor Ort voranbringen. Dutzende von Kommunen haben sich inzwischen dem Ziel verschrieben, komplett auf Erneuerbare Energien umzusteigen. Je nach regionalen Gegebenheiten werden die Lösungen hierbei ganz unterschiedlich aussehen.

Im Dialog entwickelt: Plan N

In einem intensiven Diskussionsprozess hat das Forum Netzintegration bis Dezember 2010 einen Maßnahmenkatalog zum regional und naturschutzfachlich akzeptablen Umbau der Stromnetze entwickelt: Den Plan N – Handlungsempfehlungen an die Politik. Darin fordern etwa 70 Unterzeichner die Politik auf, beim Um- oder Ausbau der Stromnetze unter anderem für mehr Transparenz und eine sehr frühzeitige Einbindung und Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger bei der Planung zu sorgen. So kann vor Ort die Notwendigkeit neuer Stromleitungen glaubwürdig untermauert und die Akzeptanz erhöht werden. 81 Maßnahmen umfasst der Plan N, etwa dezentrale, regenerative Stromerzeugung mit Speichern zu fördern, die Anwohner vor neuen Freileitungen durch Abstandsregelungen besser zu schützen oder weitgehende Vogelschutzmaßnahmen umzusetzen. Zudem werden detaillierte Empfehlungen zur Freileitungs- und Erdkabeltechnologie formuliert, die jeweils nach Spannungsebene unterschieden werden.

Sie finden Plan N zum Download unter www.forum-netzintegration.de

15 Jahre für eine Leitung

Gegenwärtig nehmen die Zulassungsverfahren für neue Höchstspannungs-Freileitungen in Deutschland viel Zeit in Anspruch. Oftmals dauern sie zehn bis 15 Jahre. Vor Ort stoßen die Pläne für neue Höchstspannungsleitungen regelmäßig auf Widerstand, der sich aus unterschiedlichen, teils gegenläufigen Interessen speist. Die einen wollen intakte Natur- und Kulturlandschaften erhalten, seltene oder bedrohte Arten wirksam schützen oder Menschen vor möglicherweise gesundheitsschädlichen elektromagnetischen Feldern bewahren. Andere wünschen sich eine nachhaltige, sichere aber auch preisgünstige Energieversorgung, den Werterhalt ihrer Häuser und Grundstücke oder einfach ausreichende Renditen. All diese Interessen sind legitim. Doch im Ergebnis hält der Ausbau der Strominfrastruktur mit dem der erneuerbaren Erzeugungsanlagen nicht Schritt.

Die Planung neuer Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen ist meist ein zweistufiger Prozess: Am Anfang des Genehmigungsprozesses steht das Raumordnungsverfahren. Der Netzbetreiber beantragt die Erlaubnis für den Bau der geplanten Freileitung bei der zuständigen Landesplanungsbehörde. Sie betrachtet verschiedene Trassenverläufe und prüft, ob das Vorhaben mit anderen Interessen der Landesplanung kollidiert. Sie stellt zudem fest, ob das Vorhaben raumverträglich ist oder nicht. Dies muss zwar im anschließenden Planfeststellungsverfahren berücksichtigt werden, ist aber nicht rechtsverbindlich. Soll eine Freileitung mit einer Spannung von 110 kV oder mehr errichtet werden, muss ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt werden. Dabei können sowohl Anwohner als auch Naturschutzverbände ihre Positionen einbringen.

Einwendung möglich – das Planfeststellungsverfahren

Der Netzbetreiber reicht seinen Plan bei der zuständigen Behörde ein. Diese sorgt dafür, dass der Plan in allen betroffenen Gemeinden öffentlich ausgelegt wird. Diese informieren die Bürger über die Existenz des Plans. Vier Wochen lang können sie nun die Unterlagen einsehen. Betroffene Bürger können dann bis zwei Wochen nach Ende der Auslegungsfrist schriftlich ihre Einwendungen abgeben. Nur wer seine Bedenken in dieser Zeit angemeldet hat, hat später die Möglichkeit, den Rechtsweg zu beschreiten. Entscheidend für die Berücksichtigung der Einwände im weiteren Verfahren ist die persönliche Betroffenheit, etwa wenn Grundstücks- oder Immobilienwerte betroffen sind. Auch für Einwendungen von Naturschutzverbänden und anderen »Trägern öffentlicher Belange« gibt es Fristen. Die Anhörungsbehörde erörtert

anschließend die eingegangenen Stellungnahmen mit dem Netzbetreiber und den Einwendern. Das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) erlaubt es der Anhörungsbehörde, in bestimmten Fällen auf eine Erörterung zu verzichten. Am Ende des Prozesses steht der Planfeststellungsbeschluss. Gegen ihn kann beim zuständigen Verwaltungsgericht geklagt werden.

Ein Gesetz für Erdkabelpilotstrecken

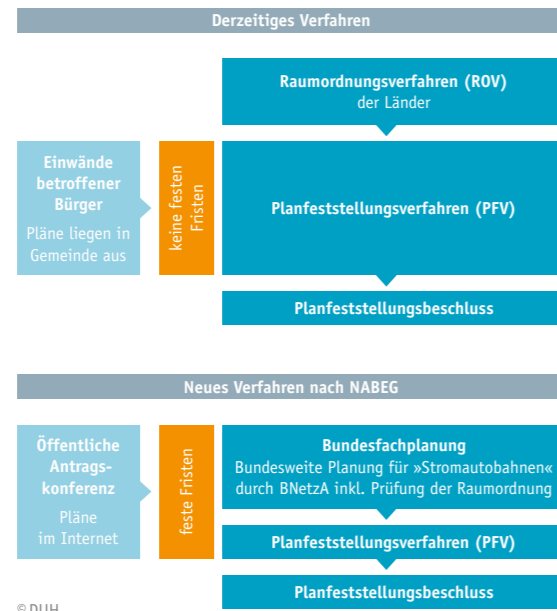
Für unterirdische Hochspannungsleitungen war bis 2009 bundesgesetzlich kein Planfeststellungsverfahren vorgesehen. Wer Erdkabel im Boden verlegen wollte, musste das Bau-, Immissionsschutz- und Raumordnungsrecht beachten. An bestimmten Stellen galten auch Vorgaben des Wasser-, Naturschutz- und Bodenrechts. Vor dem Inkraft-Treten des Energieleitungsausbaugesetzes (EnLAG) 2009, beziehungsweise seines Vorläufers, des Niedersächsischen Erdkabelgesetzes von 2007, war es den Netzbetreibern nicht möglich, die Mehrkosten für Höchst- und Hochspannungs-Erdkabel an die Kunden weiter zu geben. Denn nur wenn ein Kabel planfestgestellt ist, können auch die Mehrkosten hierfür von der Bundesnetzagentur anerkannt und damit auf die Stromverbraucher umgelegt werden. Das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) schreibt vor, die Netze möglichst kostengünstig zu bauen und zu betreiben, um die Stromkunden nicht unnötig zu belasten. Das EnLAG ermöglicht nun für vier Pilotstrecken die Teilverkabelung – also eine Erdverlegung – von Höchstspannungsleitungen. Kommen Übertragungsleitungen näher als 200 Meter an ein Wohnhaus und 400 Meter an eine Siedlung heran, können sie dort teilweise unter die Erde gelegt werden.

Akzeptanz durch frühe Einbindung

Zentrale Voraussetzungen für die Akzeptanz bei der Planung neuer Leitungen sind transparente Planungsgrundlagen, die frühzeitige Einbindung der Betroffenen und eine offene Informationspolitik. Die Debatte um den Um- und Ausbau der Netze ist in den Fokus der öffentlichen Wahrnehmung gelangt. Damit der Netzausbau gelingt, muss der Zusammenhang zwischen notwendigem Ausbau und dem zukünftigen Energiesystem verständlich aufbereitet werden.

Planungsverfahren für Stromleitungen auf Hoch- und Höchstspannungsebene

Bislang waren ausschließlich Landesbehörden für die Planung neuer Hoch- und Höchstspannungsleitungen zuständig.



© DUH

Bundesnetzagentur plant Stromautobahnen

Im klassischen Planungsverfahren für Hoch- und Höchstspannungsleitungen sind die Länder zuständig für Raumordnung und Trassenplanung. Dies ändert sich nun teilweise: Für die Planung besonders wichtiger, länderübergreifender Stromtrassen ist künftig die Bundesnetzagentur zuständig. Dies regeln das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) und das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG), das als Teil des Gesetzespakets zur Energiewende im Juli 2011 verabschiedet wurde. Die zentrale Trassenplanung nach dem NABEG sieht zudem neue Möglichkeiten der frühzeitigen Bürgerbeteiligung an der Planung der neuen Leitungen vor.

Niederlande: Strahlungsärmere Freileitungen

Die elektromagnetischen Felder, die von Hochspannungsfreileitungen ausgehen, lassen sich durch technische Weiterentwicklung verringern. Das zeigen Forschungsergebnisse aus den Niederlanden. Der niederländische Netzbetreiber TenneT hat mit dem Projekt Wintrack gezeigt, dass es möglich ist, durch eine kreisförmige Anordnung der Leiterseile an neuartig konstruierten Hochspannungsmasten die elektromagnetischen Felder in der Umgebung zu reduzieren. Die ersten dieser magnetfeldreduzierten Masten wurden im Sommer 2010 nahe der niederländischen Stadt Zoetermeer zwischen Utrecht und Den Haag aufgestellt. Die Bevölkerung in Zoetermeer bleibt gegenüber der neuen Trasse allerdings skeptisch.



Der niederländische Netzbetreiber TenneT entwickelte neuartige Mast- und Leitungskonstruktionen, die elektromagnetische Felder reduzieren. Die ersten Wintrack-Masten wurden im Sommer 2010 errichtet.

Blick über die Grenze

Schweiz: Planungsverfahren mit Punktesystem

Das Stromnetz der Schweiz ist veraltet und auch durch hohe Stromdurchleitungen hoch belastet. Deshalb sind in der Schweiz vom Übertragungsnetzbetreiber Swissgrid mehrere Dutzend Netzausbauprojekte geplant. Weil es auch in unserem Nachbarland zu Konflikten bei der Planung neuer Freileitungen kam, hat eine Arbeitsgruppe für das zuständige Bundesamt für Energie 2008 ein Beurteilungsschema entwickelt, das punktebasiert als Entscheidungshilfe für neue Leitungsvorhaben 220/380 kV dienen soll. Dabei müssen anwendbare Projektvarianten sowohl für die Freileitung als auch für den Erdkabel-

verlauf entwickelt werden. Die Varianten sollen dann unabhängig voneinander nach den Kriterien Umwelt, Versorgungssicherheit und kommunale Interessen bewertet werden. Die ermittelte Punktzahl wird im nächsten Schritt den voraussichtlichen Kosten der geplanten Freileitung oder Erdkabelleitung gegenübergestellt. Das Schema wurde an drei Leitungsprojekten erprobt. Derzeit wird die Methodik anhand der Ergebnisse der Anhörung und der praktischen Testphase weiterentwickelt.

Dänemark: Wind im Erdkabel

Im Windenergie- und Tourismusland Dänemark legt man großen Wert darauf, das Landschaftsbild zu schonen. Deshalb engagiert sich der staatliche, dänische Netzbetreiber Energinet.dk in Zusammenarbeit mit dem dänischen Energieministerium seit Jahren für die Verlegung von unterirdischen Stromkabeln. Auch ohne gesetzliche Regelung werden in Dänemark auf der Grundlage eines Übereinkommens aller Parteien alle neuen Leitungen auf der Hochspannungsebene bis 150 kV unter der Erde verlegt. Energinet.dk untersuchte 2008 in einer Studie verschiedene Varianten des Netzausbaus mit unterschiedlich hohem Anteil von Erdkabeln hinsichtlich der technischen Machbarkeit, der Kosten, der Auswirkungen auf das Landschaftsbild und sozioökonomischer Faktoren. Im Ergebnis werden nun auch neue 400 kV-Leitungen als Erdkabel verlegt. Die Übertragungsleitung durch Jütland, das Rückgrat der dänischen Stromversorgung, soll mit neuen, weniger auffallenden Rohrmasten für Freileitungen ausgestattet und damit optisch ansprechender gestaltet werden.



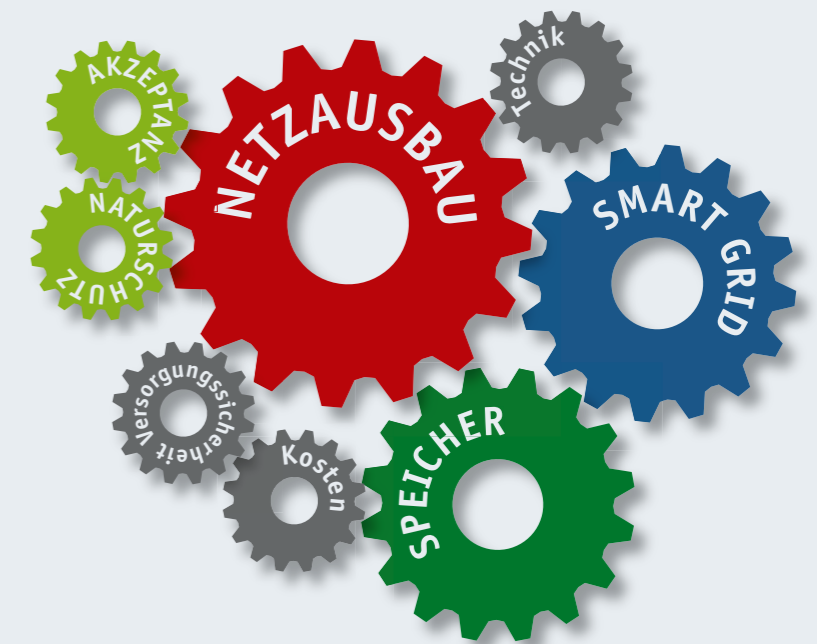
In der gebirgigen Schweizer Landschaft ist die Planung von Höchstspannungsleitungen besonders anspruchsvoll. Die Behörden testen neue Beurteilungsverfahren an ausgewählten Strecken.

Ausblick



Der Umbau unserer Stromversorgung hin zu 100 Prozent Erneuerbaren Energien ist in vollem Gange. Wir stehen vor der großen Herausforderung, das Stromnetz für die Transformation hin zu Wind- und Sonnenstrom und Bioenergie fit zu machen. Die Verstärkung und der Ausbau der Stromnetze, die intelligente Abstimmung von Erzeugung und Verbrauch in Smart Grids sowie der Bau neuer dezentraler und zentraler Speicher sind wichtige Elemente für den notwendigen Umbau unserer Stromversorgung. Dieses ambitionierte Vorhaben kann nur gelingen, wenn wir Eingriffe in die Natur so gering wie möglich halten und regional akzeptable Lösungen für den Netzausbau finden. Das gemeinsame Engagement von so unterschiedlichen Akteuren wie Anwohnern, Wissenschaftlern, Vertretern von Politik und Kommunen, Energiewirtschaft, Umweltverbänden und Stadtwerken ist dafür wesentlich.

Erneuerbare Energien



Bausteine für das Stromnetz der Zukunft © DUH



Ulrike Voß, Dr. Peter Ahmels, Anne Palenberg, Rotraud Hänlein, Judith Grünert, Liv Anne Becker

Das Projektteam

Dr. Peter Ahmels Tel. 030/2400 867-91
Leiter Erneuerbare Energien

Liv Anne Becker Tel. 030/2400 867-98
Projektmanagement / Öffentlichkeitsarbeit

Judith Grünert Tel. 030/2400 867-93
Projektmanagement / Naturschutz

Rotraud Hänlein Tel. 030/2400 867-92
Projektmanagement

Anne Palenberg Tel. 030/2400 867-96
Energiewirtschaft und -technik

Ulrike Voß Tel. 030/2400 867-94
Projektmanagement

Kontakt

Deutsche Umwelthilfe e.V.
Forum Netzintegration Erneuerbare Energien
Liv Anne Becker
Hackescher Markt 4 / Neue Promenade 3
D-10178 Berlin

www.forum-netzintegration.de
info@duh.de

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den AutorInnen.
2. aktualisierte Auflage, Oktober 2011