

Trendkategorie: Infrastruktur

# Ertüchtigung und Ausbau der Stromnetze

---

*Deutschland will bis 2030 durch die massive Installation von Windenergieanlagen (WEA) an Land und zu Wasser und Photovoltaik (PV)-Anlagen im Stromsektor den Anteil Erneuerbarer Energien (EE) am Bruttostromverbrauch von gut 46 % im Jahr 2022 auf mindestens 80 % fast verdoppeln<sup>1</sup>.*



Eine erfolgreiche Energiewende setzt die Ertüchtigung und den Ausbau der Stromnetze voraus, da sich mit dem Ausbau von EE und der Stilllegung von Atom- und Kohlekraftwerken die Standorte der Stromproduktion verändern und die Volatilität der Stromerzeugung zunimmt:

Strom aus Windkraft entsteht in WEA im Meer („offshore“) und an Land („onshore“), vorwiegend in der Nordsee, nordwestlichen und nordöstlichen Landesteilen. Er muss von dort zu den Lastschwerpunkten in den Westen und Süden transportiert werden. Im Übertragungsnetz sind neue Stromtrassen erforderlich, um steigende Mengen von Strom aus Windenergie ins Netz einspeisen und transportieren zu können und Netzengpässe zu vermeiden<sup>2</sup>. Aktuell gibt es 119 gesetzlich festgeschriebene Netzausbauvorhaben mit einer Gesamtlänge von knapp 14 000 km<sup>3</sup>.

Durch die Zunahme an PV-Anlagen wird immer mehr Strom dezentral erzeugt. Und auch der dezentrale



Stromverbrauch steigt perspektivisch durch die Umstellung auf Elektromobilität. Diese größere Dezentralität und auch die höhere Volatilität der Stromerzeugung aus EE erfordern eine Anpassung der Verteilnetze.



## Was beschleunigt, was bremst den Trend?

Durch weitreichende Dekarbonisierungsbestrebungen wie die Elektrifizierung des Verkehrs, den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen im Wärmemarkt und die Erzeugung von grünem Wasserstoff für die Industrie wird die Stromnachfrage bis 2050 trotz erheblicher Energieeffizienzsteigerungen stark zunehmen<sup>2</sup>. Diese Effekte und die erklärten Ziele der Energiewende dürften den Trend stark befeuern.

Gleichzeitig gibt es Faktoren, die den Bedarf des Stromnetzausbaus vermindern:

Der Übertragungs- und Verteilnetzausbau folgt dem „NOVA-Prinzip“, das der Netz-Optimierung Vorrang vor Verstärkung und Ausbau gibt<sup>2</sup>. Netzoptimierungen sind nicht nur in Bezug auf die Ressourceneffizienz dem Ausbau vorzuziehen, sondern auch vor dem Hintergrund der Zunahme von Extremwettern. Wetterbeständige Anlagen und Einrichtungen der Stromversorgung tragen zur Stabilität des Netzes und zur Versorgungssicherheit bei. Beispiele für Netzoptimierungen sind der Einsatz von Hochtemperaturleiterseilen und Hochleistungskabeln (Supraleiterkabel). Über Erdverkabelung, d. h. die unterirdische Verlegung von Stromleitungen, kann Strom besonders wetterresistent transportiert werden.

Ein weiteres Beispiel für Netzoptimierung ist das Freileitungsmonitoring. Es sorgt dafür, dass die Übertragungsleistung jedes einzelnen Leiterseils temperaturabhängig angepasst wird<sup>4</sup>. Eine Steuerung der Übertragungsleistung mittels künstlicher Intelligenz über vernetzte, smarte Sensorknoten wird aktuell erprobt.

Insgesamt verringert sich der Ausbaubedarf durch eine verbrauchsgerechte Verteilung dezentraler Stromerzeuger. Er verringert sich auch, wenn Echtzeitinformationen über Netzzustandsdaten (aktueller Verbrauch und Einspeiseleistung dezentraler Erzeuger) berücksichtigt werden können<sup>5,6</sup>, d. h. wenn der Netzausbau und Systeme zum intelligenten Verteilnetz-Management kombiniert werden. Aktuell wird eine digitale Infrastruktur (Smart Grid) geschaffen, bei der sich alle Elemente innerhalb des Stromnetzes so steuern und aufeinander abstimmen lassen, dass maximale Energieeffizienz und Versorgungssicherheit erreicht werden, auch bei zunehmendem Anteil EE<sup>6</sup>.

Speichertechnologien, z. B. neuartige Akkus und Batterien oder Power-to-Gas (z. B. Wasserstoff), sollen überschüssige EE verwertbar machen und erhöhen die Flexibilität im Netz sowie die Energieeffizienz. Sie bieten große Potenziale in

Bezug auf die Dekarbonisierung und reduzieren den Stromnetzausbau und die damit verbundenen Investitionen.

Weitere Faktoren, die die Ertüchtigung und den Ausbau der Stromnetze bremsen, sind sehr aufwendige und langwierige Planungs- und Genehmigungsverfahren, nicht

zuletzt aufgrund gesellschaftlicher Widerstände<sup>3</sup>. Fachkräfte- und Personalmangel in den Zulieferbranchen oder bei den operativen Dienstleistungserbringern wirken sich ebenfalls negativ auf die Netzertüchtigung und den Netzausbau aus.



## Wer ist betroffen?

Die Ertüchtigung und der Ausbau der Stromnetze betreffen in erster Linie die Energiewirtschaft und als operative Dienstleister das Elektrohandwerk und den Tiefbau.

Als Zulieferbranchen betroffen sind die Metall- und Elektroindustrie sowie die Roh- und Baustoffindustrie.



## Beispiele

### Beispiel 1

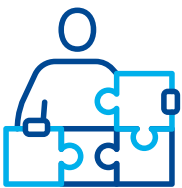
[Kraftwerke und Verbundnetze in Deutschland](#)

### Beispiel 3

[Stadtwerke erklären das Smart Grid](#)

### Beispiel 2

[Netzausbau: Auswirkungen auf Mensch und Umwelt](#)



## Welche Veränderungen ergeben sich für die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten?

Ein Trassenausbau im Übertragungsnetz bedarf einer langwierigen Vorbereitung, die u. a. intensiv von Forschungs- und Technologieentwicklungsprojekten sowie Bürgerdialogen und Akzeptanzstudien flankiert wird. Zum Ausbau der Verteilnetze bedarf es eines intensivierten Datenaustauschs und einer engen Kooperation zwischen den Verteilnetzbetreibern (VNB) untereinander und mit den Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB)<sup>7,8</sup>. In beiden Fällen müssen im Zuge der vielfältigen Abstimmungsprozesse Interessenskonflikte ausgetragen werden, die insbesondere in Kombination mit Zeitdruck psychisch sehr beanspruchend sein können.

Hinsichtlich des Übertragungsnetzes sollen nicht nur die o. g. Ertüchtigungen durchgeführt, sondern neben neuen Hochspannungsleitungen, in denen Wechselstrom fließt, auch Trassen gebaut werden, die die verlustärmere Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) nutzen.

Die Verteilnetze sind aktuell noch nicht für die entstehenden neuen Lastvorgänge ausgerichtet. Neben dem Bau neuer Leitungen und der Verstärkung von Kabeln und Transformatoren<sup>9</sup> bedarf es in erster Linie einer Ertüchtigung der Ortsnetzstationen, neuralgischer Netzknoten und ausgewählter Einspeiser mit intelligenter Kommunikations-, Mess-, Regel- und Automatisierungstechnik<sup>10</sup>.





Die mit den beschriebenen Maßnahmen einhergehenden elektrischen Gefährdungen oder Absturzrisiken sowie die Gefahren bei Tiefbauarbeiten sind bekannt und Präventionsmöglichkeiten etabliert. Das Forschungsprogramm „Strahlenschutz beim Stromnetzausbau“ des Bundesamtes für Strahlenschutz soll offene Fragen klären bezüglich etwaiger gesundheitlicher Auswirkungen durch Exposition unterhalb der bereits bestehenden Grenzwerte gegenüber statischen und niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern, die von Stromleitungen ausgehen<sup>11</sup>.

Die Einführung des Smart Grids ist ein anspruchsvoller Technologiesprung im Energiesystem, dem teils langwierige Festlegungsverfahren vorausgehen. In den Begleitprozessen spielt die erfolgsorientierte Interaktionsarbeit mit ihren möglicherweise psychisch fordernden Eigenschaften ebenfalls eine besondere Rolle<sup>12</sup>. Zudem gehen mit der Digitalisierung des Netzes zunächst Unsicherheiten und Veränderungen der Arbeitstätigkeiten und Qualifikationsbedarfe auf Seiten der Beschäftigten einher. Die zunehmende Komplexität und die fehlende Transparenz und Nachvollziehbarkeit der immer stärker durch Künstliche Intelligenz übernommenen Netz- und Betriebsführung erschweren es, die Zusammenhänge im Netz bzw. in den Anlagen tiefgreifend zu verstehen und zu überblicken<sup>13</sup>. Das kann mit dem Gefühl der Entfremdung, des Kompetenzverlusts und/oder der Überforderung einhergehen.

Nach gelungener Umsetzung ergeben sich aber auch Arbeitserleichterungen: Mithilfe der Herzstücke des Smart Grids, der Smart Meter, können Netzzustände in Echtzeit erfasst werden. Über das Smart Meter Gateway (SMGW) erhalten ÜNB beispielsweise Informationen über die gegenwärtigen und zukünftigen Netzzustände sowie Einspeise- und Verbrauchsdaten (Kraftwerkeinsatzplanungsdaten). Das trägt zur Stabilisierung des Netzes bei, denn so können die ÜNB die Netzbetriebsführung der kommenden Stunden planen und durch Steuerung und Regelung des Smart Grids kurzfristig Störungen abwehren<sup>14</sup>. Des Weiteren ergeben sich Möglichkeiten der vorausschauenden Instandhaltung, die Wartungszyklen verlängern und Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten reduzieren<sup>15</sup>. Die flächendeckende Nutzung intelligenter Technik z. B. auch in Ortsnetzstationen erlaubt eine beschleunigte Entstörung durch eine genauere und schnellere Eingrenzung und automatische Umgehung der gestörten Stelle<sup>16</sup>. Das ermöglicht dem Entstördienst zielgerichteteres Arbeiten und nimmt Stress und Zeitdruck. Bei automatischer Entstörung muss zudem weniger Personal im Bereitschaftsdienst eingesetzt werden<sup>15</sup>. Das Smart Grid wirkt damit zu Teilen dem Fachkräfte- und Personalmangel entgegen.

Die Energiewirtschaft stellt die kritischen Infrastrukturen für das staatliche Gemeinwesen bereit. Die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung in der Energiewirtschaft lassen das Risiko für Cyberangriffe steigen und erhöhen die Anforderungen an die IT- und Datensicherheit. Ausfälle und signifikante Beeinträchtigungen können „erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen“ nach sich ziehen<sup>17</sup>.



## Was sind Erkenntnisse und Perspektiven für den Arbeitsschutz?

- ❖ Im Zuge der Dekarbonisierung nehmen Planungs-, Abstimmungs-, Kooperations- und Koordinationsanforderungen sowie der Einsatz von Künstlicher Intelligenz zu, z. B. in der Netzsteuerung. Vor diesem Hintergrund kommt psychischen Belastungen, z. B. durch Interaktionsarbeit, in der betrieblichen Prävention der Energiewirtschaft größere Bedeutung zu.
- ❖ Elektromagnetische Expositionen werden im Zuge der Dekarbonisierung komplexer und multifrequenter<sup>18</sup>. Dies betrifft z. B. Einrichtungen der Energieübertragungsnetze, Datenübertragungssysteme oder die E-Mobilität. Bereits heutzutage schützen Sicherheitsmaßnahmen Beschäftigte bei Arbeiten an vielen dieser EMF-Quellen. Ob und wie solche Sicherheitsmaßnahmen durch Innovationen und neue Techniken in Zukunft angepasst werden müssen, ist zu prüfen. Darüber ist weitere Forschung erforderlich, um bestehende und ggf. neu aufkommende Unsicherheiten hinsichtlich der Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf den Menschen und die Umwelt zu klären.
- ❖ Die Angreifbarkeit des Energienetzes steigt mit zunehmendem Vernetzungs- und Digitalisierungsgrad. Industrial Security wird damit zu einem wichtigen Arbeitsschutzthema in der Energiewirtschaft.
- ❖ Der Ausbau der Energienetze hat viele Schnittstellen zum Ausbau erneuerbarer Energien und zur Weiterentwicklung von Speichertechnologien. Die dort beschriebenen Perspektiven gelten vielfach auch für diesen Trend.

### Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.  
(DGUV)  
Glinkastraße 40 · 10117 Berlin  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen  
Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),  
Risikoobservatorium der DGUV

**Verfasst von:** Angelika Hauke

### Ausgabe:

Januar 2024

### Satz & Layout:

Atelier Hauer + Dörfler, Berlin

### Copyright:

Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

**Bezug:** [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

Webcode: p022506

Die **Literaturliste** ist in der Online-Fassung der Trendbeschreibung verfügbar.

❖ [www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa)  
🔍 risikoobservatorium

