

HOHER DRUCK AUF NETZBETREIBER

Tagung Zukünftige Stromnetze in Berlin



Foto: Kai Alexander Buchholz

Bild 1: Staatssekretär Dr. Philipp Nimmermann referierte über den Handlungsbedarf und die Aktivitäten der Bundesregierung für die zukünftigen Stromnetze

Überraschend geordnet startet die diesjährige „Tagung Zukünftige Stromnetze“ im Novotel am Tiergarten in Berlin. Trotz des bundesweiten Bahnstriks scheint ein Großteil der teilnehmenden Key-Player mit Kernthema Stromnetz anwesend zu sein, denn der Tagungssaal ist prall gefüllt. Nur wenige weichen auf den spontan eingerichteten Onlinezugang aus, um ihre Positionen einbringen zu können.

Inhaltlich beginnt die Zusammenkunft deutlich turbulenter, denn zur Diskussion steht nichts Geringeres als der größte Umbau in der Geschichte des deutschen Stromnetzes. Nachdem im vergangenen Jahr noch Patrick Graichen alle Teilnehmenden auf die zweitägige Veranstaltung einschwor, begrüßte in diesem Jahr Dr. Philipp Nimmermann die Gäste, Graichens Nachfolger als Staatssekretär im Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Die volkswirtschaftlich geprägte Sichtweise des Staatssekretärs rückt eine Erhöhung der Geschwindigkeit des Netzausbaus in den Fokus, sodass das Gesamtsystem „bis spätestens 2045 in Einklang mit der Natur steht“.

Dafür muss das Stromsystem jedoch bereits 2035 treibhausgasneutral werden. Hintergrund ist, dass in anderen Sektoren der Wirtschaft die Emissionen an Kohlenstoff nur über die Elektrifizierung vermindert werden können. Neben einem zunehmenden Einsatz von Erneuerbaren Energien, steigt auch der Strombedarf, da fossile Energieträger, etwa beim Hei-

zen, ersetzt werden müssen. Zwischen dezentraler Erzeugung und Verbrauch stehen die Stromnetze. Deren Ausbau und Modernisierung droht künftig zum bedeutendsten Engpass der Energiewende zu werden. Um den Veränderungen in der Erzeugungslandschaft gerecht zu werden und gleichzeitig eine sichere und bezahlbare Stromversorgung zu gewährleisten, braucht es daher mehrere tausend Kilometer neue Stromtrassen und einen weiterhin robusten Netzbetrieb. Es ergibt sich folglich eine Vielzahl an Anforderungen für die Stromnetze.

Ein Blick in die Zahlen verdeutlicht die Ausmaße: Der aktuelle Szenariorahmen des Netzentwicklungsplans rechnet bis 2037 allein bei der Photovoltaik mit einer installierten Leistung von 345 GW. Das entspricht einem Zuwachs von etwa 270 GW. Auf der Verbraucherseite geht die Bundesnetzagentur (BNetzA) in einem noch geringeren Zeitfenster bis 2030 von zusätzlichen 13 Millionen Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge und 5 Millionen neuen Wärmepumpen aus, deren Nutzung durch einen hohen Grad an Gleichzeitigkeit geprägt ist.

Das Netz spielt beim Erreichen solcher Ausbauziele eine entscheidende Rolle, denn ohne Transport der erzeugten Leistung zum Verbraucher nützt ein hoher Zubau von Erzeugungsanlagen nur wenig. So geht Dr. Patrick Wittenberg, Geschäftsführer des bundesweit größten Verteilnetzbetreibers Westnetz GmbH, davon aus, dass, um den neuen Anforderungen zu entsprechen, über 36.000

km allein auf Verteilnetzebene bis 2030 zugebaut werden müssten.

Neue Vorgaben

Zunehmend volatile Leistungseinspeisung durch Erneuerbare Energien schafft außerdem neue Bedürfnisse an die Betriebsnetzfürung. Vor allem die Verteilnetzebene, der in der Vergangenheit geringere Aufmerksamkeit zuteil wurde, rückt zunehmend in den Fokus. Denn hier im Nieder- und Mittelspannungsnetz liegen sowohl die meisten regenerativen Erzeugungsanlagen als auch neue Verbraucher, wie Wärmepumpen oder Elektrofahrzeuge.

Wichtigste Voraussetzung zur Bewältigung der neuen Herausforderungen ist dem Gesetzgeber zufolge die Digitalisierung aller Betriebsprozesse. Dr. Ralf Sitte, Referatsleiter für die Digitalisierung der Stromnetze im BMWK, erinnert nachdrücklich an den derzeit ungenügenden Status quo. So nennt er beispielhaft §6 der Niederspannungsanschlussverordnung. Diese fordert seit dem 01.01.2024 von allen Netzbetreibern, dass künftige Anlagenbetreiber die Netzanschlüsse vollständig digital beantragen können. Eine solche einheitliche Abwicklung von Netzanschlussbegehren soll zu einer erheblichen Effizienzsteigerung führen und Stadtwerke bei bestehendem Fachkräftemangel entlasten. Laut BNetzA ist die Anzahl der Netzanschlüsse, insbesondere von Kleinstanlagen, im vergangenen Jahr auf über eine Million gestiegen. Um dieses deutlich steigende Aufkommen



Foto: Tatjana Abarzua

Bild 2: Übertragungsnetzbetreiber wie Amprion haben ein großes Interesse am Einsatz von netzbildenden Wechselrichtern

bewältigen zu können, muss die durchschnittliche Bearbeitungsdauer verringert werden, was wiederum Digitalisierung voraussetzt. Die Bilanz des Gesetzgebers Ende Januar fällt jedoch negativ aus: Viele Netzbetreiber sind den Vorschriften bisher nicht nachgekommen. Eine Einordnung dieser Pflichten in die weitaus größere Strategie bestärkt den Gesetzgeber in seinem Ärger. Denn es werden zeitnah weitere Digitalisierungsverpflichtungen auch aus dem Erneuerbaren-Energie-Gesetz folgen, die auf gegenwärtigen Zwischenzielen aufbauen.

Auf der anderen Seite beklagen insbesondere kleinere Verteilnetzbetreiber, dass zu ambitionierte Anforderungen geschaffen würden, die sie unter derzeit schwierigen Bedingungen nicht in der geforderten Zeit erfüllen könnten. Doch die Position des BMWK ist klar: Langfristiges Ziel sei es nicht, Vorgaben über Betriebsgrößen oder Geschäftsverhalten zu machen, sondern Mindestanforderungen zu stellen. Wenn Betriebe diese nicht erfüllen könnten, müsse über eine Abgabe des operativen Geschäfts nachgedacht werden. „An manchen Stellen ist noch Luft im Netz. Diese Luft muss raus! Ohne Digitalisierung wird man das nicht schaffen“, sagte BMWK-Referatsleiter Sitte.

Wachsende Herausforderungen

Mit „Luft im Netz“ gemeint ist dabei auch die optimale Auslastung der bestehenden Kapazitäten. Eine dynamische Überwachung des Netzzustandes könnte Flexibilitäten des Stromnetzes besser nutzen und zusätzliche Anschlüsse ermöglichen. Von Planern wird diese Abkehr von statischen Last- und Leistungsflussberechnungen seit längerem propagiert. Ziel sei eine deutlich effizientere

Nutzung der Netzinfrastruktur nah an den physikalischen Grenzen. So könnten zusätzliche Anlagen, deren Anschluss bisher untersagt blieb, zugelassen und im Fall einer Netzüberlastung abgeregelt werden. Mit einer optimalen Auslastung der bestehenden Infrastruktur gewinnen die Netzbetreiber außerdem Zeit, die sie zum weiteren Ausbau benötigen.

Auch bei der Versorgungssicherheit spielt Zeit eine ausschlaggebende Rolle, denn im Fehlerfall entscheiden bereits Sekunden über mögliche Stromausfälle. Bisher leisten konventionelle Kraftwerke den überwiegenden Teil der Systemdienstleistungen, die zur Stabilität der Stromnetze erforderlich sind. Große rotierende Massen bieten eine Momentanreserve. Das ist eine Leistungsreserve, die den Netzbetrieb aufrechterhält, wenn unvorhersehbare Schwankungen in der Stromerzeugung oder -nachfrage für kurze Zeit auftreten. Innerhalb dieser kurzen, aber wichtigen Zeitspanne greifen Regelungseffekte zur Begrenzung und Rückführung der Abweichungen, um den europaweit einheitlichen Wechselstrombetrieb mit 50 Hz sicherzustellen.

Neben der Leistungsreserve aus kinetischer Energie wurde auch die Bereitstellung von Blindleistungskompensation als Herausforderung benannt. Bisher waren es meist große Synchronmaschinen konventioneller Kraftwerke, die auch diese Dienstleistung bereitgestellt haben. Blindleistung ist zwar nicht in der Lage, mechanische Arbeit zu verrichten, dennoch essenziell zur Verbesserung der Netzstabilität und folglich auch zur Reduktion von Kosten. Das Ziel ist, den Leistungsfaktor des Stromnetzes zu optimieren. Durch Minimierung von Spannungsabfällen und Verhinderung

von Überlastung trägt die Blindleistung zur Stabilität und Effizienz des Netzes bei, und folglich auch zur Reduktion von Kosten. Mit dem vermehrten Einsatz asynchroner Quellen wie Wind- und Solarenergie und Forderungen nach höherer Netzauslastung steigt der Bedarf an Blindleistungskompensation stark an. Daraus entsteht ein enormer Zubaubedarf an Kompensationsanlagen.

Technische Lösung

Einen besonders interessanten Lösungsansatz bieten netzbildende Wechselrichter. Diese werden so ausgerichtet, dass sie sich als ideale Spannungsquelle mit Impedanz verhalten. Die Höhe des eingespeisten Stromes der fremdgeführten Wechselrichter resultiert aus der Differenz zwischen der gestellten Spannung des Wechselrichters und der Netzanschlussspannung. Da die Regelungsstruktur auf der Dynamik des Spannungswinkels und der Spannungsamplitude basiert, passt sich die Ausgangsleistung bei Lastschwankungen unmittelbar dem neuen Zustand an. Anders als bei Synchronmaschinen ist die Trägheit beim netzbildenden Umrichter rein regelungsbasiert. Hierbei kann die Bereitstellung der Momentanreserve also grundsätzlich frei parametrisiert werden. Einzig der Anschluss einer Batterie ist zur Bereitstellung von Wirkleistung erforderlich.

Im Allgemeinen können netzbildende Umrichter also, durch das Bereitstellen von Trägheit, die Frequenzänderungsgeschwindigkeit df/dt nach Leistungsungleichgewichten im Netz, wie sie nach Störfällen im Verbundnetz auftreten, wesentlich verlangsamen. Da bereits ein Frequenzgradient von ± 1 Hz/s zu Versorgungsausfällen führen kann, ist diese Fähigkeit von zentraler Bedeutung. Im Falle einer Netzauftrennung werden Ungleichgewichte zwischen Teilgebieten durch ihren Leistungsaustausch vor Eintritt der Störung charakterisiert. Der Übertragungsnetzbetreiber Amprion bestätigt in diesem Zusammenhang, dass mit derzeitigen gestiegenen Leistungstransiten daher vergangene Fehlerfälle, wie beispielsweise die Netzauftrennung 2006 nicht mehr beherrschbar wären. Das Interesse am breitflächigen Einsatz von Umrichtern mit netzbildenden Eigenschaften ist somit groß.

Zu beachten ist allerdings, dass durch die Bereitstellung von Momentanreserve Rückwirkungen auf die vorgelagerte Erzeugungsanlage entstehen. In der Regel ist es daher notwendig, das gesamte Anlagenkonzept anzupassen.

Werden diese Voraussetzungen erfüllt, bringen netzbildende Wechselrichter sogar noch weitere stabilisierende Funktio-

nen mit sich. Sie sind einerseits in der Lage, gezielte Blindleistungseinspeisung bereitzustellen und so zur Spannungshaltung beizutragen. Andererseits können sie auch die Qualität der Spannung verbessern, indem Oberschwingungen gedämpft werden. Bei geeigneter Auslegung kann die Technologie folglich alle für die Netzregelung erforderlichen Eigenschaften der wegfallenden Synchrongeneratoren ersetzen. Der Hersteller SMA bestätigt eine besondere Wettbewerbsfähigkeit, wenn der Wechselrichtertyp für mehrere der systemstabilisierenden Dienstleistungen zugleich eingesetzt wird. Langfristig könnte davon auch der Endkunde über geringere Netzentgelte profitieren. Da es jedoch bis zu fünf Jahre dauert, größere Projekte dieser Art zu realisieren, fordert SMA eine zeitnahe Definition klarer Ausschreibebedingungen.

Auch die Bundesregierung spricht netzbildenden Wechselrichtern eine Schlüsselrolle in der Energiewende zu. Im BMWK-Dokument „Roadmap Systemstabilität“ findet sich eine ausgearbeitete Strategie zur Einführung der neuartigen Umrichter. Das Ministerium beschreibt hierin seine Absichten, zeitnah Anschlussregeln zu definieren, um eine Bedarfsdeckung zu ermöglichen. Zwingende Voraussetzung sei aber vor allem eine umfassende Prozessdigitalisierung auf Seiten der Netzbetreiber, da nur so der erhöhte Koordinationsbedarf zu be-

wältigen wäre. Außerdem seien zusätzliche Erfahrungsberichte zur Definition grundlegender Voraussetzungen nötig.

Insbesondere das Fraunhofer ISE bemüht sich daher zurzeit in Kooperation mit einigen Hochschulen um solche eindeutigen Anforderungen an die Stromrichter. Laut Institut fehlen bislang „klare Vorgaben zum dynamischen Verhalten, sodass Herstellern bei der Umsetzung ein Interpretationsspielraum gelassen wird“. Zur Charakterisierung wurden bereits einheitliche Prüfverfahren entwickelt, die einen Test auf Herz und Nieren ermöglichen, ohne die Hülle der Geräte öffnen zu müssen. Einzig die Systemantworten an den Klemmen erlauben die notwendigen Rückschlüsse. Dies ermöglicht es dem Forschungsinstitut derzeit, eine hohe Zahl an Vermessungen verschiedenster Hersteller vorzunehmen. Daraus folgen Empfehlungen für die Nachweisbarkeit definierter Anforderungen an netzbildende Wechselrichter, sodass der Grundstein für einen breitflächigen Einsatz der Technologie gelegt werden kann.

Der Weg zum Ziel

Nachdem in den vergangenen Jahren das besondere Engagement der Bundesregierung beim Thema Stromnetze wiederholt beteuert wurde, schafft insbesondere das BMWK nun Fakten. Die neuen Vorschriften, Veröffentlichungen und Entwicklungspläne bieten klare Leit-

planken, wo die Reise in naher Zukunft hingehen wird. Projekte wie die „Roadmap Systemstabilität“ finden breite Zustimmung innerhalb der Branche und gelten als Musterbeispiel gelungener Kommunikation. Das Tagungspublikum scheint sich einig, dass dem Gesetzgeber in kurzer Zeit unter breiter Stakeholder-Beteiligung ein Transformationspfad hin zum sicheren Systembetrieb mit 100 % Erneuerbaren Energien gelungen sei.

Obwohl viele Netzbetreiber beklagen, bereits am Rande ihrer Belastungsgrenze zu arbeiten, überwiegt der Eindruck, dass nun nach jahrelangem „Weiter so“ auch in der Bundespolitik der Ernst der Lage endlich vollumfänglich erfasst sei. Schlüsseltechnologien wie der netzbildende Wechselrichter schaffen neue Hoffnung und ermöglichen eine immer deutlichere Perspektive, wie das deutsche Stromnetz der Zukunft aussehen kann.

ZUM AUTOR:

► Kai Alexander Buchholz
Wirtschaftsingenieur in Elektrotechnik
Bei der DGS tätig im Bereich der Digitalisierung des Leitfadens Photovoltaische Anlagen.

kb@dgs-berlin.de

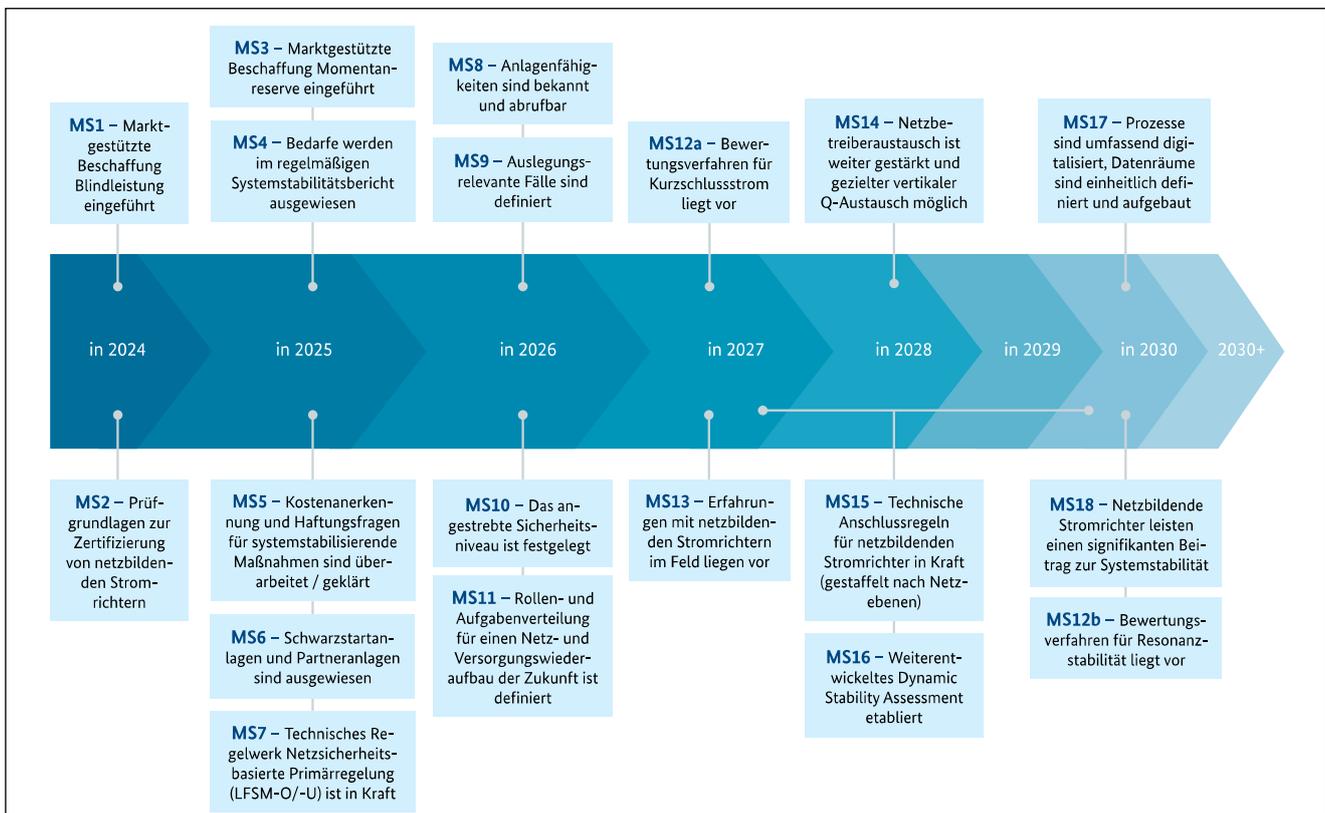


Bild 3: Zentrale Meilensteine der Roadmap Systemstabilität – dabei sollen die Anschlussregeln für netzbildende Stromrichter gestaffelt nach Netzebenen erfolgen (Zeitspanne als horizontale Linie gekennzeichnet)