

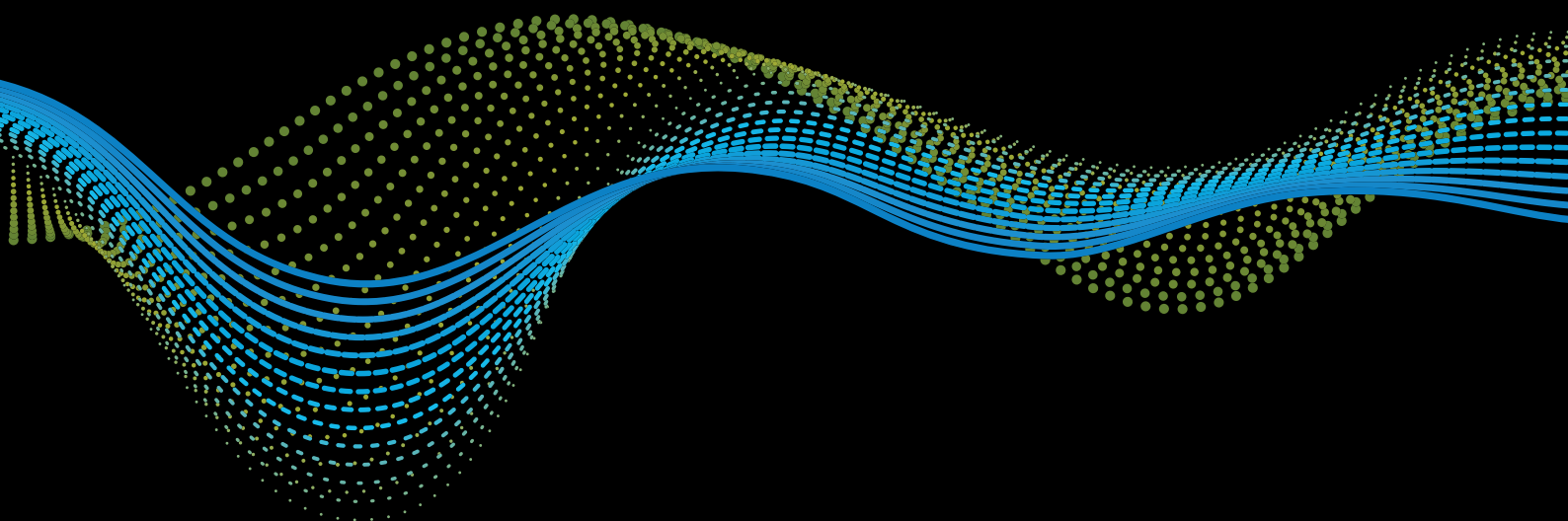
6|23

Ausgabe 6
Dezember 2023



e|m|w

Das ener|gate-Magazin.



Schwerpunkt Be flexible –
Flexibilitätspotenziale nutzen

Flexibilität in Niederspannungs- netzen: Herausforderungen und Zukunftsaussichten

Von **Martin Zimmermann**, Fachbereichsleitung Produktmanagement,
und **Eric Stoltenberg**, Produktmanagement, Vivavis AG



Flexibilität in Niederspannungsnetzen:

Herausforderungen und Zukunftsaussichten

Die Stromverteilnetze stehen vor neuen Herausforderungen. Der rasant steigende Anteil dezentraler Energieerzeugung, gepaart mit der zunehmenden Verbreitung von Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen belastet unsere Verteilnetze stärker denn je. In diesem Artikel werfen wir einen Blick auf die elektrotechnischen Probleme, die sich aus dieser Entwicklung ergeben und untersuchen, wie innovative Lösungen dazu beitragen können, die Versorgungssicherheit in diesen komplexen Netzwerken aufrechtzuerhalten. Zudem werfen wir einen kurzen Blick auf das Smart-Meter-Gateway und seine Rollen im deutschen Strommarkt.

✎ Von **Martin Zimmermann**, Fachbereichsleitung Produktmanagement, und **Eric Stoltenberg**, Produktmanagement, Vivavis AG

Die Sicherstellung einer zuverlässigen Stromversorgung wird in Zeiten des Energiemarktwandels immer komplexer. Eine zentrale Herausforderung besteht in der Zunahme dezentraler Energieerzeugung. Laut Daten des Bundesverbands Solarwirtschaft reicht die installierte Photovoltaik-Erzeugung in Deutschland für etwa zehn Prozent des Strombedarfs. Bis zum Jahr 2030 soll dieser Anteil auf 25 Prozent steigen. Das führt allein durch die PV-Erzeugung zu einer erheblichen Veränderung der Netzbelastung. Gleichzeitig hat die Elektromobilität einen enormen Aufschwung erfahren. Die Anzahl der neuzugelassenen Elektrofahrzeuge im Jahr 2022 lag bei rund 471.000 und liegt damit etwa 32 Prozent über dem Vorjahreswert. Diese Zahlen verdeutlichen, dass die dezentrale Erzeugung sowie der Strombedarf stetig steigen (Quelle: Statistisches Bundesamt).

Dieser Anstieg der dezentralen Erzeugung und die steigende Anzahl von Stromabnehmern wie Elektrofahrzeugen und auch Wärmepumpen führen zu einer Vielzahl von Problemen im Verteilnetz. Klaus Müller, Präsident der Bundesnetzagentur, warnte am 14. Januar 2023 in der FAZ vor Problemen in den Verteilnetzen. Die Bundesnetzagentur sieht zukünftig vor allem Probleme in den Ortsnetzen. Abhilfe kann nur zeitnahes Handeln schaffen. Ein gravierendes Problem ist die punktuelle Überlastung von Transformatoren und Verteilerkästen. Diese Überlastungen können zu Ausfällen führen und die Versorgungssicherheit gefährden. Auch stationäre Über- oder Unterspannung sowie niederfrequente dynamische Spannungsschwankungen sind Folgen der veränderten Netznutzung. Darüber hinaus treten vermehrt Interferenzen aufgrund hochfrequenter Harmonischer auf.

Elektrotechnische Probleme und deren Auswirkungen

Die beschriebenen elektrotechnischen Probleme haben erhebliche Auswirkungen auf die Netzstabilität und die Qualität der Stromversorgung. Punktuelle Überlastungen führen zu

Engpässen, während stationäre Über- oder Unterspannung zu Not-Abschaltungen von Verbrauchern und Erzeugern führen können oder diese sogar schädigen. Diese und andere elektrotechnische Probleme, auf die gleich näher eingegangen wird, können zum wiederholten Versagen von Sicherungen führen, lokale Ausfälle verursachen und weitere Probleme nach sich ziehen (siehe Abb. 1).

Punktuelle Überlastungen treten auf, wenn die einzuspeisende Leistung durch dezentrale elektrische Erzeugung oder auch der Verbrauch durch Wärmepumpen oder Ladensäulen die Leistungskapazität von einzelnen Netzkomponenten übersteigt. Dies ist das klassische Problem der Energiewende und spiegelt wider, dass die Netze nicht für die heutige Form der Nutzung elektrischer Energie ausgelegt wurden.

Stationäre Über- oder Unterspannung kann bei einer hohen Einspeiseleistung oder einem hohen Verbrauch typischerweise zuerst am Ende der Leitung auftreten. Die Netzspannung liegt dann stationär über oder unter dem Nennspannungstoleranzbereich des Netzes. In einem Netz mit vielen PV-Anlagen könnten eine stationäre Über- oder Unterspannung durch erhöhte oder plötzlich wegbleibende Sonneneinstrahlung hervorgerufen werden. Eine stationäre Unterspannung kann auch durch einen stark ansteigenden Verbrauch hervorgerufen werden, zum Beispiel durch gleichzeitiges Anspringen von Wärmepumpen oder das Laden von Elektrofahrzeugen zu Spitzenverbrauchszeiten. Beide Phänomene können die Lebensdauer von Elektrogeräten negativ beeinflussen oder deren ordnungsgemäße Funktion verhindern.

Niederfrequente dynamische Spannungsschwankungen können zu Störungen in sensiblen elektronischen Systemen führen, die Effizienz von Anlagen und generell die Qualität der Stromversorgung reduzieren. Niederfrequente dynamische Spannungsschwankungen sind das Resultat von Strom-Re-

01 Elektrotechnische Probleme der Energiewende



gelkreisen, welche gegeneinander arbeiten und sich dadurch aufschaukeln. In einer Welt, die von dezentralen Einspeiseeinheiten dominiert ist, sind Wechselrichter unabdingbar. Diese können sich aber aufgrund ihrer Regelkreise gegenseitig negativ beeinflussen und die Netzspannung aufschaukeln. Typischerweise sind diese dynamischen Spannungsschwankungen im Bereich von 4–12 Hz.

Hochfrequente harmonische Interferenzen sind ebenfalls ein Problem im Zusammenhang mit der Energiewende. Wechselrichter speisen einen quasi sinusförmigen Strom mit einer Frequenz von 50 Hz in das Netz ein. Im Detail betrachtet taktet ein Wechselrichter jedoch digital 2.000 bis 4.000 mal in der Sekunde. Dabei ahmt er die Netzspannung nach. Befinden sich viele Wechselrichter in einem Netzbereich, können so hochfrequente, harmonische Signale auf der 50-Hz-Trägerfrequenz des Netzes liegen. Diese Harmonischen können schädlich für Geräte sein oder auch das Arbeiten mit gewollten Signalen auf der Leitung erschweren. Ein Beispiel für ein gewolltes Signal ist die Powerline Kommunikation, die zum Beispiel im Messwesen zum Einsatz kommt.

Lösungsansätze

Die beschriebenen Phänomene machen deutlich, dass die Energiewende das Stromnetz vor vielfältige elektrotechnische Herausforderungen stellt. Mit der steigenden dezentralen Energieerzeugung, der vermehrten Nutzung erneuerbarer Energien und dem wachsenden Einfluss von Elektrofahrzeugen und Wärmepumpen nehmen die genannten Probleme zu.

Eine bereits heute verfügbare Lösung zur Bewältigung dieser Herausforderungen ist die Flexibilitätssteuerung durch digitalisierte

Plattformen wie der Vivavis Smart Grid Operation Platform (Vivavis SGOP). Diese Plattformen ermöglichen eine effiziente Steuerung von Verbrauchern und Erzeugern im Niederspannungsnetz, um die Netzstabilität zu gewährleisten und teure Netzausbaumaßnahmen zu vermeiden.

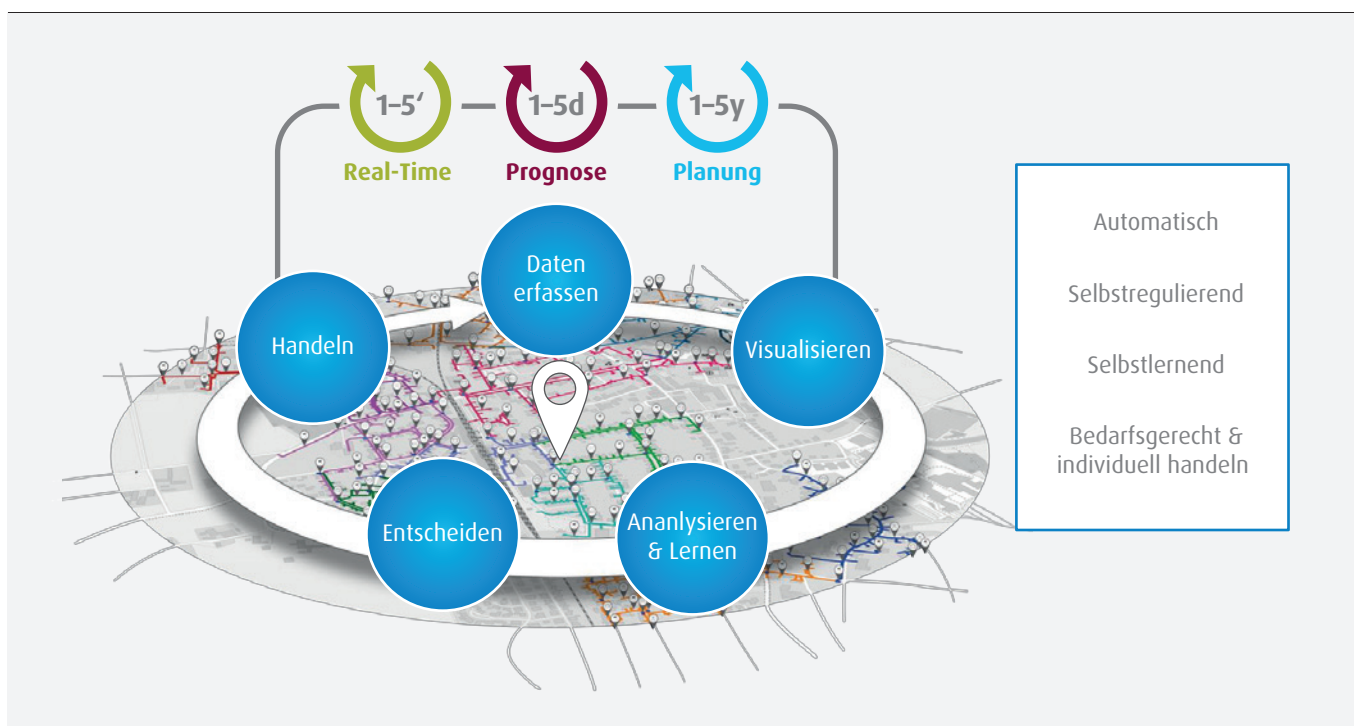
Eine solche Plattform bietet umfassende Antworten auf die komplexen Anforderungen des modernen Verteilnetzbetriebs. Sie ermöglicht einen geschlossenen Regelkreis, der auf Datenerfassung, Visualisierung, Analyse, Erkenntnisgewinn, Entscheidungsfindung und Handlungsableitung basiert. Dabei bildet die Plattform das Netz als digitalen Zwilling ab und optimiert es bedarfsgerecht und vorausschauend (siehe Abb. 2).

Mit der Plattform sind Netzbetreiber in der Lage, den heutigen und künftigen technischen Herausforderungen bei der Sicherstellung der Versorgungssicherheit in der Niederspannung zu begegnen. Daten werden in Echtzeit erfasst und visualisiert, wodurch Probleme frühzeitig erkannt werden können. Die Plattform nutzt auch Machine-Learning-Modelle zur Prognose von Netzbelastungen und ermöglicht eine effektive Entscheidungsfindung und Handlungsableitung. Auch umfasst die Plattform Automatismen, die dabei helfen, Flexibilität zu steuern und Probleme abzuwenden.

Punktuelle Überlastungen

Um punktuellen Überlastungen im Netz durch die Zunahme von Verbrauchern, wie Elektrofahrzeugen und Wärmepumpen oder auch Erzeugern wie PV-Anlagen entgegenzuwirken, ist es ratsam, die Lasten nach Möglichkeit zu verschieben oder zu dimmen (reduzieren). Plattformen wie die Vivavis SGOP er-

02 Regelkreiskonzept der VIVAVIS SGOP



möglichen es, Ladepunkte von Elektrofahrzeugen und WÄRME-PUMPEN intelligent zu steuern, um Lastspitzen zu verhindern. Dies kann durch die Verschiebung des Ladevorgangs auf Zeiten mit niedrigerer Netzbelastung oder die gezielte Aktivierung von Batteriespeichern oder das vorübergehende Dimmen von Erzeugungsanlagen geschehen – entsprechende vertragliche Verhältnisse vorausgesetzt. Gemäß gesetzlicher Vorgaben, wie §14a EnWG, erkennt sie Engpässe frühzeitig und führt automatisiert kurative Steuervorgänge über die Adhoc-Schnittstelle von Steuerbox-Administratoren aus.

Stationäre Über- oder Unterspannung

Eine unzureichende Netzinfrastruktur oder eine ungleichmäßige Verteilung der Lasten kann zu stationären Über- oder Unterspannungen führen. Die Smart Grid Operation Plattform überwacht die Spannungsverhältnisse im Netz kontinuierlich und greift bei Bedarf ein, indem sie Wirk- und Blindleistungsflüsse im Netz steuert.

Niederfrequente dynamische Spannungsschwankungen

Die Plattform überwacht niederfrequente dynamische Spannungsschwankungen, die aufgrund der Integration von erneuerbaren Energien auftreten. Zudem erstellt sie Prognosen, um die Energieerzeugung und den Verbrauch besser aufeinander abzustimmen und so Spannungsschwankungen zu minimieren. Durch visualisierte Daten können die Netzmitarbeitenden frühzeitig problematische Situationen erkennen.

Hochfrequente harmonische Interferenzen

Hochfrequente harmonische Interferenzen, die in modernen Energiesystemen auftreten können, insbesondere wenn viele nicht-lineare Lasten im Netz sind, können mit der Smart Grid Operation Plattform ebenfalls erkannt werden. Dies ermöglicht es dem Netzbetreiber, auf die Störungen zu reagieren und gezielte Maßnahmen einzuleiten, um harmonische Interferenzen zu minimieren.

Insgesamt bieten digitale Plattformen eine effektive Lösung zur Bewältigung elektrotechnischer Probleme im Zeitalter der Energiewende. Mithilfe der Flexibilitätssteuerung können Netzbetreiber das Niederspannungsnetz effektiver nutzen, die Netzstabilität aufrechterhalten und kostenintensive Netzausbaumaßnahmen vermeiden. Die Digitalisierung spielt eine entscheidende Rolle dabei, eine nachhaltige und zuverlässige Stromversorgung in einer sich ständig verändernden Energiewelt sicherzustellen.

Smart-Meter-Gateways

Ein weiterer wichtiger Aspekt im Energiemarktwandel ist die Rolle des Smart Meter Gateways. Gemäß den gesetzlichen Vorgaben müssen ab dem Jahr 2025 flexible Tarife angeboten werden. Dies erfordert umfassende Kenntnisse über das Netz, um Anreize für den gezielten Verbrauch zu schaffen und die Netzsituation effektiv zu managen. Das Smart-Meter-Gateway spielt eine entscheidende Rolle bei der Erfassung und Übermittlung von Verbrauchsdaten und ermöglicht eine präzise Abrechnung.

Darüber hinaus entstehen im deutschen Strommarkt neue Markttrollen im Bereich der Steuerung von Flexibilitäten, ein-

schließlich PV-Anlagen, Wallboxen und Stromspeichern. Diese Akteure werden eine Schlüsselrolle bei der Stabilisierung des Netzes und der Maximierung der Energieeffizienz spielen. Die intelligente Steuerung dieser Flexibilitäten ist entscheidend für die erfolgreiche Integration erneuerbarer Energien und die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit.

Fazit

Die Stromverteilnetze stehen vor großen Herausforderungen. Die Kombination aus dezentraler Energieerzeugung, Elektromobilität und digitalen Lösungen wie einer Smart Grid Operation Plattformen und dem Smart Meter Gateway wird entscheidend sein, um diese Herausforderungen zu meistern und eine zuverlässige Stromversorgung sicherzustellen. ➔



ERIC STOLTENBERG

Jahrgang 1988

- 2012–2015 Studium des Maschinenbaus
 - 2015–2017 Manager Installations, KIWI.KI GmbH
 - 2017–2019 Senior Specialist Technical Operation and Development, Vattenfall Energy Solutions
 - seit 2020 Produktmanagement Smart Grid Operation Plattform, Vivavis AG
- ✉ eric.stoltenberg@vivavis.com



MARTIN ZIMMERMANN

Jahrgang 1987

- 2012–2015 Studium Business Information Systems
 - 2015–2016 Produktmanager, insight Energy GmbH
 - 2016–2020 Senior Produktmanager, Görlitz AG
 - seit 2020 Fachbereichsleitung Produktmanagement Smart Grid Operation Plattform, Vivavis AG
- ✉ martin.zimmermann@vivavis.com

e|m|w

Das ener|gate-Magazin.

energate gmbh

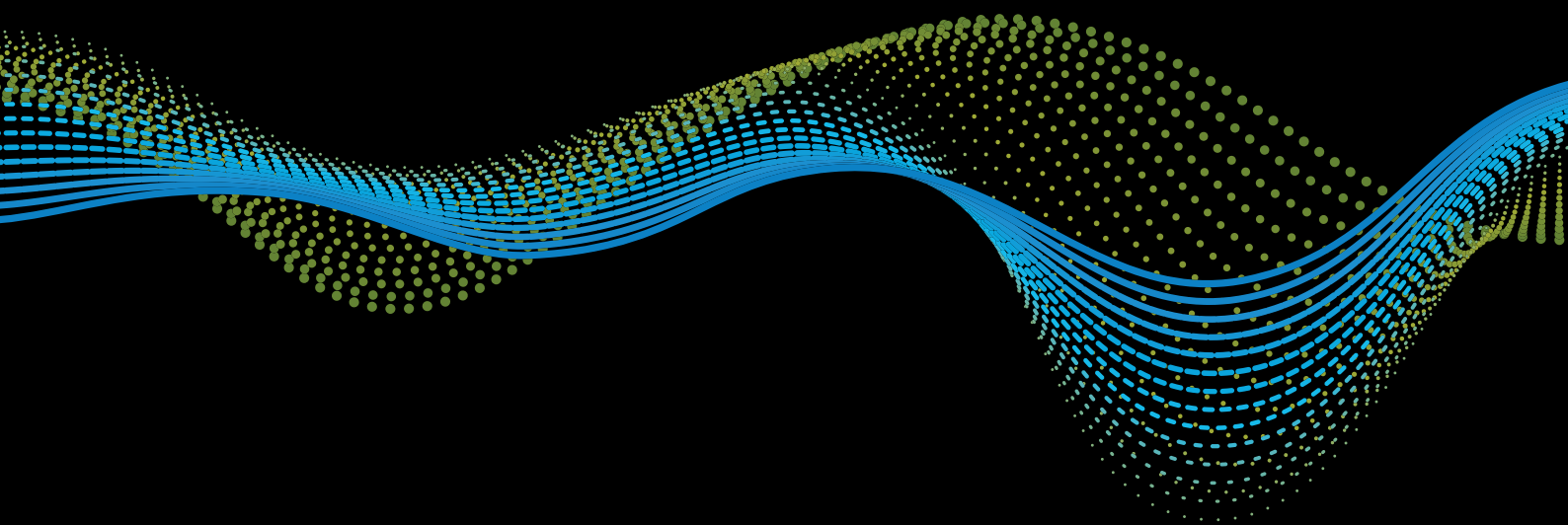
Norbertstraße 3-5

D-45131 Essen

Tel.: +49 (0) 201.1022.500

Fax: +49 (0) 201.1022.555

www.energate.de



Werden Sie Mitglied im **ener|gate club**
und erhalten Sie neben der **e|m|w**
viele weitere exklusive Leistungen!

www.energate.club

