

# FlexPlan: Methodischer Ansatz zur Netzplanung mit Flexibilität

Henning Schuster, Stefan Dorendorf, Frank Wirtz, Matthias Haselbeck, Matthias Dau, Matthias Köhler und Jan Schwarz

Die Flexibilität im Verteilnetz steigt durch viele neue kleine Erzeugungs-, Speicher- und steuerbare Verbrauchsanlagen an. Die Flexibilität der Anlagen wird primär genutzt, um Strombezugskosten zu reduzieren – das kann zu einem weiteren Anstieg des Netzausbaus mit heutiger Netzplanung führen. Die Idee von „FlexPlan“ besteht darin, einen netzentlastenden Flexibilitätseinsatz in der Netzplanung zu berücksichtigen, um damit Gesamtkosten für den Netzkunden zu reduzieren.

Die gesamtwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit dieses Ansatzes wurde bereits in vielen Studien bestätigt [1]. Die Herausforderung besteht darin, die theoretischen Einsparpotenziale auch tatsächlich heben zu können. Dazu haben die Netzbetreiber Avaco, Bayernwerk, E.DIS und Schleswig-Holstein Netz gemeinsam mit E-Bridge einen möglichen Planungsprozess mit Flexibilität im Verteilnetz entwickelt und in exemplarischen Netzen angewendet. Dabei wurden wichtige Erkenntnisse über Vorteilhaftigkeit, Umsetzung und Komplexität von Netzplanung mit Flexibilität gewonnen.

### Hintergrund

Das Flexibilitätspotenzial in deutschen Verteilnetzen wächst zukünftig an und der Schwerpunkt der Flexibilität verlagert sich ins Verteilnetz

Viele neue kleine steuerbare Erzeugungs-, Speicher- und Verbrauchsanlagen im Verteilnetz sind im Strombezug flexibel. Kurz- bis mittelfristig bieten dezentrale Einspeisungen und Speicher Flexibilitätspotenzial. In einem Zeithorizont von 10-20 Jahren werden weitere Flexibilitätspotenziale durch Elektromobilität, elektrische Wärmeanwendungen, Lastmanagement sowie Power-to-Gas im Verteilnetz entstehen.

Die Flexibilität der Anlagen wird primär von den Eigentümern genutzt, um Strombezugskosten zu reduzieren – das kann zu einem weiteren Anstieg des Netzausbaus mit heutiger Netzplanung führen

Die Volatilität des Strompreises nimmt zukünftig zu: Er wird in Zeiten hoher erneuerbarer Einspeisung sehr niedrig und in Zeiten einer „Dunkelflaute“ sehr hoch sein. Der Flexibilität der Anlagen wird der Volatilität



Netzplanung mit Flexibilität hat sich in Untersuchungen als vorteilhaft erwiesen; zwingende Voraussetzung ist eine Digitalisierung der Netzplanung bei den Netzbetreibern. Bild: Adobe Stock

des Strompreises folgen, was zu höheren Gleichzeitigkeiten und Netzbelastungen als heute führen kann. Für die heutige Netzplanung entstehen so neue auslegungrelevante Netznutzungsfälle – steigende Netzkosten und möglicherweise ineffiziente Investitionen können die Folge sein, wenn „auf die letzte kWh“ für Einspeisungen und Bezug ausgebaut wird.

### Zielstellung

Grundidee: Berücksichtigung von netzentlastendem Flexibilitätseinsatz in der Netzplanung, um Gesamtkosten für die Netzkunden zu reduzieren

In der Netzplanung könnten die Flexibilität neuer Anlagen zur Entlastung des Netzes berücksichtigt und Netzausbau und Kosten von Flexibilität abgewogen werden, um die Gesamtkosten zu reduzieren. Investitionen

können zeitlich optimiert und „stranded investments“ vermieden werden. Der konventionelle Netzausbau ist dabei weiterhin Teil des Lösungsraums – es kann also nur günstiger für den Netzkunden werden.

Grundlagen schaffen: Flexibilitäten werden Schritt für Schritt für Netzbetreiber erschlossen

Durch die Novelle des Netzausbaubeschleunigungsgesetzes (NABEG) wird die Anforderung an die Größenklasse für Redispatch von aktuell 10 MW auf 100 kW abgesenkt. Im Verteilnetz werden dafür Prozesse zur netzdienlichen Nutzung von Flexibilität geschaffen. Auch die Flexibilität von Anlagen im Niederspannungsnetz wird im Zuge der Ausgestaltung von § 14 (a) für den Netzbetreiber im Engpassmanagement nutzbar gemacht („Spitzenglättung“). Der nächste konsequente Schritt ist die

Flexibilitätsberücksichtigung im Rahmen der Netzplanung.

### Methodischer Ansatz

In einem modular dynamischen FlexPlan-Prozess werden aktiv sichere Netze unter Berücksichtigung von Flexibilität und deren möglichen Steuerung mit der Ziel-funktion minimaler Gesamtkosten (Netz + Flexibilität) geplant

Die Berücksichtigung von Flexibilität in der Netzplanung ist eine revolutionäre Weiterentwicklung (Abb. 1). Werden aktuell passiv sichere Netze nach dem (n-1)-Prinzip geplant, berücksichtigt eine Planung mit Flexibilität den aktiven Eingriff des Netzbetreibers – es werden „aktiv sichere Netze“ geplant. Die Steuerung von Flexibilitäten wird in zwei Richtungen berücksichtigt: Sowohl in netzdienlicher als auch in markt-orientierter Richtung. Während Kosten und Kapazität von Netzbetriebsmitteln für einen langen Zeitraum klar bestimmt werden können, ist die Verfügbarkeit an Flexibilität und damit verbundene Kosten mit Unsicherheiten verbunden und nur in einem kurz- bis mittelfristigen Zeitraum prognostizierbar und ggf. vertraglich sicherbar. Daher bedarf es eines modularen dynamischen Planungsprozesses.

„3-Ebenen-Modell“: Den Ausgangspunkt bildet die konventionelle Netzplanung – nach Bedarf wird zunächst die marktliche Steuerung berücksichtigt und darüber hinaus eine Netzplanung aktiv sicherer Netze durchgeführt

In der heutigen Planungsmethodik werden auslegungsrelevante Leistungen für Netznutzer angesetzt und in deterministischen Netznutzungsfällen die resultierende Netzbelastung analysiert (Abb. 2). Auf Basis der deterministischen Netzbelastungen werden kostenoptimale Netzausbaumaßnahmen geplant. Das ist auch weiterhin sinnvoll, wenn die Netznutzung gut prognostizierbar ist und die Flexibilität der Nutzerer kein großen Einfluss hat – daher muss zunächst die lokale Signifikanz der Auswirkung von Flexibilität analysiert werden (1).

Bei Signifikanz von Flexibilität muss die Netzbelastung mit allen realistischen kombina-

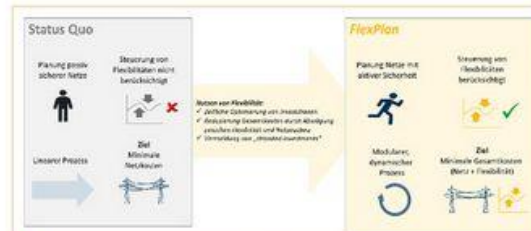


Abb. 1 Revolutionäre Weiterentwicklung der Netzplanung durch FlexPlan

rischen Flexibilitätseinsätzen bestimmt werden, um dabei den „worst case“ der Netznutzung zu identifizieren (2). Für eine Planung aktiv sicherer Netze müssen Voraussetzungen in Bezug auf intelligente Netze sowie Verfügbarkeiten und Steuerbarkeit netzdienlicher Flexibilitäten erfüllt sein. Das gilt es zu prüfen (3). Falls diese nicht erfüllt sind, wird weiterhin eine Planung passiv sicherer Netze auf Basis der „neuen“ auslegungsrelevanten Netznutzungsfälle durchgeführt (4).

Falls die Voraussetzungen erfüllt sind, erfolgt die Planung aktiv sicherer Netze. In vielen Netzen wird mehr als nur eine Quelle an Flexibilität zur Verfügung stehen (EE-Anlagen, E-Mobility, Speicher etc.). Bei der Abwägung von Flexibilitätseinsatz und Netzausbau sind daher eine Vielzahl an Kombinationen („Flexibilitätsregime“) möglich (Auswahl Flexibilitätsquelle, Umfang Flexibilitätseinsatz, Reihenfolge, etc.). Aufgrund zeitkoppelter Nebenbedin-

gungen der Flexibilitätseinsatz sind Zeitreihenanalysen notwendig – eine Automatisierung der Prozesse ist erforderlich.

### Exemplarische Anwendung

Die Netzplanung mit Flexibilität wurde in vier Netzen der E.ON angewendet, um Erkenntnisse über die Vorteilhaftigkeit, Umsetzbarkeit und die damit verbundene Komplexität zu gewinnen (Abb. 3).

Schlussfolgerung 1: Eine marktorientierte Steuerung von flexiblen Anlagen würde den Netzausbaubedarf deutlich erhöhen

Die durch eine höhere Volatilität des Strompreises getriebene marktorientierte Fahrweise führt in den analysierten Fallbeispielen zu höheren Gleichzeitigkeiten – insbesondere im Stromverbrauch. Im Vergleich zu einer bedarfsorientierten Netzplanung ist der Netzausbau bei marktorientierter Steuerung ca. 30-40 % höher.

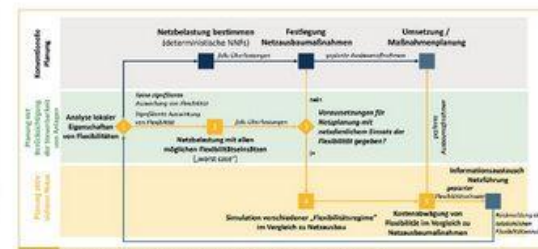


Abb. 2 Übersicht Netzplanungsprozesses mit Flexibilität im Verteilnetz

**Schlussfolgerung 2: Durch eine Abwägung von Netzausbau und der Nutzung von Flexibilität können die Gesamtkosten reduziert werden**

FlexPlan fördert eine bessere Nutzung der Netzinfrastruktur und kann Gesamtkosten (Netz + Flexibilität) (im Vergleich zum Ausbau „auf die letzte kWh“) reduzieren. In einzelnen Netzen konnten Gesamtkosten um bis zu 50 % reduziert werden. Allerdings variiert die Vorteilhaftigkeit in den untersuchten Netzen sehr stark und ist von den Netzbelastungssituationen und den verfügbaren Flexibilitätsquellen abhängig.

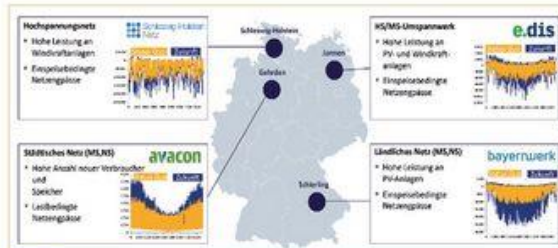


Abb. 3 Anwendung von FlexPlan in vier Netzen der E.ON

**Schlussfolgerung 3: Die jeweils am besten geeignete Flexibilitätsquelle und der optimale Umfang der Flexibilitätsnutzung sind von Netz zu Netz stark unterschiedlich und bedingen deshalb eine individuelle Netzbewertung**

Eine Reihe teilweise sehr regionaler Einflussfaktoren hat Einfluss auf den kostenoptimalen Umfang der Flexibilitätsnutzung; technisch gesichertes nutzbares lokales Flexibilitätspotenzial, Kosten für den Netzbetreiber, lokal mögliche Kombinationen unterschiedlicher Flexibilitätsquellen, Anzahl, Dauer und Höhe lokal erwarteter Netzengpässe sowie Entwicklungsszenarien von lokaler Netznutzung und Flexibilitätspotenzial. FlexPlan macht daher eine individuelle Bewertung einzelner Netzbereiche notwendig.

**Schlussfolgerung 4: Effekt des abnehmenden Grenznutzens**

Mit den ersten kWh eingesetzter Flexibilität lassen sich Lastspitzen am effektivsten reduzieren und so kann kostengünstig Netzausbau vermieden/verschoben werden. Mit zunehmender Nutzung der Flexibilität werden pro kWh eingesetzter Flexibilität weniger Einsparung an Netzausbau erzielt, sodass sich bei Kostenabwägung im Bewertungszeitraum ein Gleichgewicht zwischen Netzausbau und Flexibilitätseinsatz einstellt.

**Voraussetzungen für Netzplanung mit Flexibilität**

Für eine Planung mit Flexibilität bedarf es intelligenter Netze, einer umfangreichen

Datenbasis und einer Digitalisierung der Netzplanung. In der Netzplanung sind drei zentrale Funktionen notwendig:

- Zur Prognose von Netzengpässen in Höhe und zeitlicher Dimension (Dauer, Häufigkeit) unter Berücksichtigung der steigenden Diversität von Netzkunden und Netznutzung sind Zeitreihenanalysen auf Basis lokaler Daten notwendig. Zwar können auslegungsrelevante Leistungen mit Gleichzeitigkeitsfaktoren (zur sicheren Seite) abgeschätzt werden (Speicher = 1 etc.), allerdings gilt: Je größer die Diversität im Netz ist, desto größer ist die Komplexität bei der Festlegung geeigneter Faktoren. Mit Zeitreihenanalysen kann die zeitliche Dimension von Netzengpässen (Dauer, Häufigkeit) analysiert werden - eine wichtige Voraussetzung für Netzplanung mit Flexibilität. Für sehr gute Prognosen der Netznutzung sind detaillierte lokale Daten zu technischen Eigenschaften der Netzkunden und deren Einsatzregime notwendig.

- Für eine Prognose von Umfang (Leistung, Energie) und Kosten eines optimierten Flexibilitätseinsatzes zur Behebung zukünftiger Netzengpässe bedarf es automatisierter Netzsimulationsverfahren. Die Flexibilitätsquellen im Netz sind vielfältig. Bei der Bewertung von mehr als einer Flexibilitätsquelle ergibt sich eine Vielzahl an Varianten (Variation von Reihenfolge, Anzahl der berücksichtigten Flexibilitätsquellen, Höhe des Flexibilitätseinsatzes, etc.). Dabei sind auch zeitliche Nebenbedingungen zu berücksichtigen, da die Flexibilität vieler Quellen nur temporär begrenzt bereitgestellt werden kann (Speicher).

- Um eine Entscheidung über Netzinvestitionen in Abwägung zum Einsatz von Flexibilitäten treffen zu können, ist ein modularer und dynamischer Investitionsprozess notwendig, denn der lokale Einsatz von Flexibilität kann nur für kurz- bis mittelfristige Zeiträume (1-3 Jahre) prognostiziert und ggf. vertraglich abgesichert werden. Die Bewertung von Investitionen kann sich



Abb. 4 Zusammenfassung Netzplanung mit Flexibilität (FlexPlan)

daher innerhalb weniger Jahre verändern. In Folge müssen Investitionsentscheidungen mit einer höheren Frequenz als heute überprüft werden. Dabei ergeben sich zwischen Investitionen und korrespondierendem Flexibilitätseinsatz Wechselwirkungen, die zu beachten sind. Auch die regulatorische Auswirkung einer Substitution/Verschiebung von Investitionen ist komplex - hier bedarf es einer digitalen Unterstützung.

**Fazit**

Netzplanung mit Flexibilität hat sich im Rahmen der Untersuchungen als vorteilhaft erwiesen - bedeutet jedoch eine Revolution der Netzplanung. Zwingende Voraussetzung ist eine Digitalisierung der Netzplanung aufseiten der Netzbetreiber (Abb. 4).

Aufwand und Komplexität der Netzplanung werden auf jeden Fall steigen und bis die Vorteile der Netzplanung mit Flexibilität genutzt werden können, ist ein aufwendiger Transformationspfad vonnöten. Voraussetzung für eine anschließende erfolgreiche Umsetzung sind dann passende Rahmenbedingungen für alle Marktteilnehmer.

**Literatur**

[1] E-BrIDGE: Wirtschaftlicher Vorteil der netztechnischen Nutzung von Flexibilität in V. Bonn 2019.

*Dr.-Ing. H. Schuster, Principal Consultant, E-Bridge Consulting GmbH, Bonn; S. Dorendorf, Leiter Netzplanung und Maßnahmensteuerung, E.DIS Netz GmbH, Fürstentum; F. Wirtz, Leiter Grundsatzaufgaben Assetmanagement, Bayernwerk Netz GmbH, Regensburg; M. Haselbeck, Assetmanagement und Grundsatzaufgaben, Bayernwerk Netz GmbH, Regensburg; M. Dau, Teamleiter Netzberechnung Strom, Schleswig-Holstein Netz AG, Rendsburg; M. Köhler, Maßnahmenentwicklung Netztechnik, Schleswig-Holstein Netz AG, Stockelsdorf; J. Schwarz, Netzentwicklung Strom, Avacon Netz GmbH, Salzgitter*