

# INTEGRIERTE BETRACHTUNG VON BETRIEB UND PLANUNG FLEXIBLER NETZBETRIEBSMITTEL AM BEISPIEL VON DC KOPPLUNGEN IN AC VERTEILUNGSNETZEN

Merlin ENGEL<sup>1</sup>, Hannes NEWE<sup>1</sup>, Davood BABAZADEH<sup>1</sup>, Sebastian DETERS<sup>1</sup>,  
Christian BECKER<sup>2</sup>

## Inhalt

Im Kontext der Energiewende befindet sich das elektrische Energiesystem in einem tiefgreifenden Wandel. Die Erzeugungsseite wird zunehmend von dezentralen und dargebotsabhängigen Anlagen geprägt, die an die Verteilungsnetzebene angeschlossen sind. Gleichzeitig verändert sich auch die Verbrauchsseite durch die Elektrifizierung von Sektoren wie Verkehr und Wärmeversorgung. Die rapide wachsenden Leistungsbedarfe in Kombination mit veränderten Verbrauchs- und Erzeugungsmustern lassen sich durch die etablierten Betriebs- und Planungsprozesse der Netzbetreiber nur unzureichend bewältigen. Ein wichtiger Hebel, um dieser Herausforderung zu begegnen, besteht in der Erschließung vorhandener Flexibilitätspotenziale.

Bisher liegt der Fokus häufig auf kundenseitigen Flexibilitätspotenzialen von Erzeugungs-, Speicher- und Verbrauchseinrichtungen. Darüber hinaus bieten aber auch flexible Betriebsmittel der Netzbetreiber, wie beispielsweise die Umrichterstationen hybrider AC/DC Verteilungsnetze, die Möglichkeit, auf die Herausforderungen der Energiewende zu reagieren [1], [2]. Beispiele für entsprechende Netztopologien zeigt Abbildung 1.

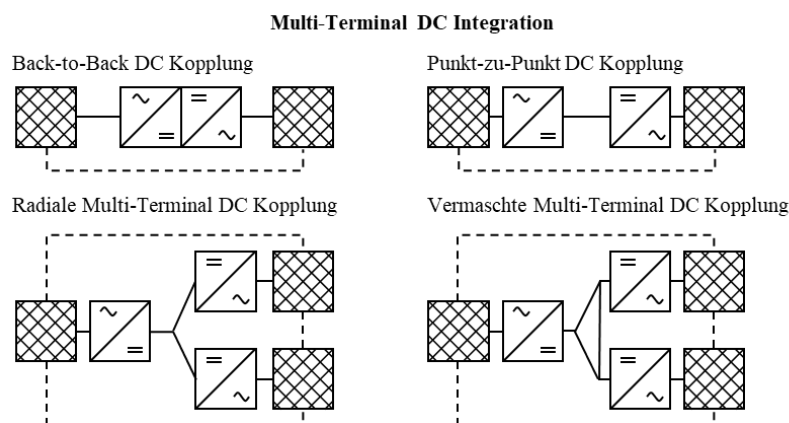


Abbildung 1: Netztopologien hybrider AC/DC Verteilungsnetze. Adaptiert nach [1]

Für Kundenanlagen gilt die Prämisse, dass Netzbetreiber nur im Fall von drohenden Netzengpässen auf vorhandene Flexibilitäten zugreifen dürfen. Eigene Flexibilitäten stehen hingegen dauerhaft zur Verfügung und können daher für eine Vielzahl betrieblicher Anwendungsfälle genutzt werden. Diese Vielseitigkeit führt zu einer hohen Komplexität in der betrieblichen Betrachtung und zu Schwierigkeiten bei der Berücksichtigung in Planungsprozessen. Insbesondere die Bewertung des Gesamtnutzens flexibler Betriebsmittel und der Vergleich mit klassischen Planungsvarianten gestaltet sich bisher schwierig und erfordert die weitere Entwicklung moderner integrierter Betriebs- und Planungsmethoden.

Dieser Beitrag greift Ergebnisse aus vorherigen Artikeln der Autoren zum Betrieb von integrierten DC-Kopplungen [3], [4] sowie zum Zusammenspiel zwischen Betrieb und Planung dieser Betriebsmittel auf [5] und diskutiert die Notwendigkeit der Entwicklung integrierter Betriebs- und Planungsmethoden.

<sup>1</sup> Hamburger Energienetze GmbH, Bramfelder Chaussee 130, D-22177 Hamburg, Deutschland, +49 40 492023319, merlin.engel@hamburger-energienetze.de, www.hamburger-energienetze.de

<sup>2</sup> Institut für Elektrische Energietechnik (ieet), TU Hamburg, Harburger Schloßstraße 22a, D-21079 Hamburg, Deutschland, +49 40 428783113, c.becker@tuhh.de, www.tuhh.de/ieet

## Methodik und Ergebnisse

In [3] haben die Autoren ein Optimal Power Flow (OPF) Framework für den Multi-Use Case Betrieb hybrider AC/DC Verteilungsnetze eingeführt, welches die Zielfunktionen einzelner Anwendungsfälle linear kombiniert und so den parallelen Betrieb multipler Anwendungsfälle ermöglicht. Dieses Framework wurde in [4] an einem Referenznetz erprobt und konnte zur Umsetzung der Anwendungsfälle „Entlastung hoch ausgelasteter Netzsegmente“, „Reduktion von Netzverlusten“ und „Verbesserung der Spannungsqualität“ sowohl im Einzelbetrieb als auch im Parallelbetrieb beitragen.

Im nächsten Schritt wurde das OPF Framework in ein vereinfachtes Planungsszenario eingebettet, in welchem für ein Referenznetz mit und ohne DC Kopplungen die benötigten Netzausbaumaßnahmen zur Deckung verschiedener Leistungsbedarfe ermittelt wurden [5]. Hierbei wurde außerdem untersucht, inwiefern der zur Steuerung der DC Kopplungen implementierte betriebliche Anwendungsfall den Netzausbaubedarf beeinflusst. Es konnte gezeigt werden, dass die Reduktion des Netzausbaubedarfs durch den Einsatz von DC Kopplungen stark von der Betriebsführung abhängt.

## Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen haben deutlich gezeigt, dass die Auswahl eines geeigneten Anwendungsfalles und des zugehörigen Betriebsführungsansatzes für flexible Netzbetriebsmittel immer in Berücksichtigung des gegenwärtigen Betriebszustandes erfolgen muss. Dieser Umstand gilt gleichermaßen für die Untersuchung von Planungsszenarien.

In klassischen Planungsmethoden erfolgt die Auslegung der Netzbetriebsmittel in der Regel jedoch anhand statischer Worst-Case-Szenarien ohne detaillierte Berücksichtigung der Betriebsführung. Demgegenüber integrieren moderne Planungsmethoden betriebliche Maßnahmen zur Nutzung von Flexibilitätspotenzialen. Hierbei liegt der Fokus meist auf dem Abruf von kundenseitigen Flexibilitäten zur Entlastung der Infrastruktur in Netzengpasssituationen. Flexible netzbetreibereigene Betriebsmittel ermöglichen zusätzlich eine wirtschaftliche Optimierung im Normalbetrieb. Dieser Aspekt ist durch die gängige Fokussierung auf betriebliche Grenzfälle bisher nur unzureichend abgebildet.

Um eine umfassende Quantifizierung des Gesamtnutzens dieser Betriebsmittel zu ermöglichen und sie mit etablierten Planungsvarianten vergleichen zu können, werden demnach Planungsmethoden benötigt, die nicht nur betriebliche Grenzfälle betrachten, sondern auch den Normalbetrieb explizit berücksichtigen. Die Autoren dieses Beitrags arbeiten an einer solchen integrierten Betriebs- und Planungsmethode, welche die formulierten Anforderungen entsprechend Abbildung 2 umsetzt.

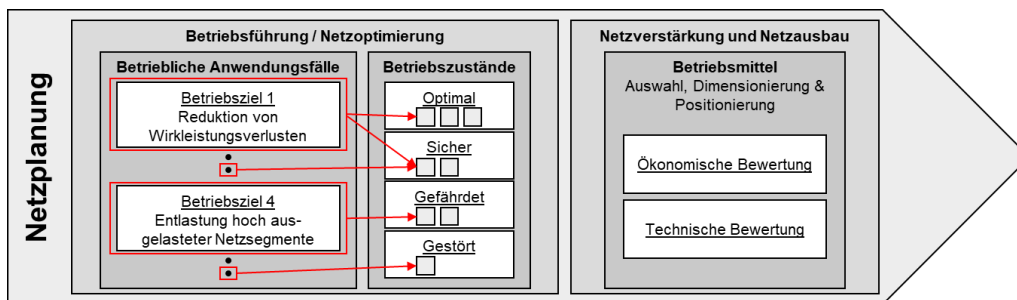


Abbildung 2: Konzept für eine integrierte Betriebs- und Planungsmethode für flexible Netzbetriebsmittel

## Referenzen

- [1] CIGRE WG C6.31, „Technical Brochure 793: Medium voltage direct current (MVDC) grid feasibility study“. 2020.
- [2] CIGRE WG C6/B4.37, „Technical Brochure 875: Medium Voltage DC Distribution Systems“. 2022.
- [3] M. Engel, S. Deters, und C. Becker, „Multi-Use Case Operation of DC Sections in Distribution Systems“, in *ETG Congress 2023*, Mai 2023.
- [4] M. Engel, H. Newe, S. Deters, und C. Becker, „Optimal Power Flow for Multi-Use Case Operation of Integrated DC Sections in Distribution Systems“, in *NEIS 2023; Conference on Sustainable Energy Supply and Energy Storage Systems*, Sep. 2023.
- [5] M. Engel, J. Heise, H. Newe, D. Babazadeh, und C. Becker, „Harmonizing Distribution System Planning and the Operation of Integrated DC Systems“, in *2025 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT EUROPE)*, Okt. 2025.