Aufgabenbeschreibung VDE FNN Studie „Potenziale und Einteilung von Netzen in Netzcluster für die Anforderung des zukünftigen Netzbetriebs“

Der Bedarf für Datenaustausch, Prognosen, Abstimmungsprozessen und netzbetriebliche Entscheidungen innerhalb und zwischen Netzebenen steigt im Zuge der Transformation des elektrischen Energiesystems. Es bestehen heute vielfältige Prozesse für das präventive und kurative Engpassmanagement – bzw. sind angedacht (z. B. Flexibilitätsmärkte, dynamische Netzentgelte, Flex-Bänder) – wie auch für weitere Systemdienstleistungen mit unterschiedlichen räumlichen lokalen Zuschnitten. Aus netztechnischer Sicht beruhen viele der Anwendungsfälle auf derselben Fragestellung: Welche Wirkung haben Netznutzer auf betriebliche Netzrestriktionen und den Bedarf an Systemdienstleistungen? Dabei ist weniger die Betrachtung einzelner Netznutzer entscheidend als vielmehr deren gemeinsame Wirkung. Vor diesem Hintergrund stellt die Einteilung von Stromnetzen in Netzcluster einen vielversprechenden Ansatz dar. Netzcluster können als elektrische Wirkungsräume verstanden werden, innerhalb derer Netznutzer eine vergleichbare Wirkung auf betriebliche Netzrestriktionen und Systemdienstleistungsbedarfe besitzen. Sie ermöglichen damit eine einheitliche netztechnische Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsfälle des Netzbetriebs. Gelingt eine solche netztechnisch begründete Strukturierung, kann sie als gemeinsame Grundlage für Prognose- und Betriebsführungsprozesse dienen. Netzcluster könnten damit einen wichtigen Baustein für die Digitalisierung der Netze bilden, indem sie die Komplexität großer Netze reduzieren, die Abstimmung zwischen Netzbetreibern und Spannungsebenen erleichtern sowie die Umsetzung prognosegestützter und datengetriebener Betriebsführungsverfahren unterstützen.

Studienfrage

Potenziale und Einteilung von Netzen in zusammenhängende Netzcluster (anhand von konkreten Beispielen) für die Anforderung des zukünftigen Netzbetriebs:

- Unter welchen Randbedingungen können Stromnetze in Netzcluster eingeteilt werden, innerhalb derer Netznutzer eine vergleichbare Wirkung auf betriebliche Netzrestriktionen und Systemdienstleistungsbedarfe besitzen?

Teilfragen

- Existiert eine anwendungsunabhängige Clusterstruktur oder erfordern unterschiedliche Anwendungsfälle jeweils unterschiedliche Clusterzuschnitte?
- Wie gut eignen sich verschiedene Kenngrößen eines Clusters (z. B. Clusternetzlast) als Indikator für möglich Netzengpässe, Netzverluste und andere Systemdienstleistungsbedarfe?
- Wie soll man mit unterschiedlichen Schaltzuständen umgehen – dynamische Cluster oder robuste statische Cluster (mit Standardschaltzustand) mit hinnehmbaren Fehlern?
- Welche netztopologischen und elektrischen Eigenschaften begrenzen oder verhindern eine sinnvolle Aufteilung vermaschter Verteilnetze in einzelne Netzcluster?

Ziel

Ziel der Studie ist die Entwicklung eines methodischen und konzeptionellen Rahmens zur:

- Definition und Abgrenzung von Netzclustern
- Identifikation geeigneter Clustertypen (Prognose vs. Echtzeit)

- Bewertung statischer vs. dynamischer Clusteransätze
- Ableitung von Indikatoren und Handlungsempfehlungen
- Entwicklung einer geeigneten Vorgehensweise, z. B. Aggregation von Netznutzern zu Cluster anhand vergleichbarer Wirkung auf Netzengpässe und andere relevante netztechnische Zielgrößen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Schaltzustände und Engpass- und Sensitivitätsanalysen
- Berücksichtigung des Zusammenwirkens von Netzclustern (Systems of Systems)

Der Fokus liegt auf Netzen der Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsebene (Prognose & Echtzeit, Dokumentation), mit perspektivischer Betrachtung der

- Niederspannung (insb. Auswirkungen von Netzeinteilung gemäß § 14a EnWG und Erzeugung Redispatch 3.0)

Arbeitspakete/ Meilensteine

- *Projektstart: Q1 2027*
- Meilensteine:
- M1: Beschreibung Bedarf der Bildung bzw. Einteilung von Netzclustern
  - Motivation/ Wofür sind Cluster notwendig?
  - Bei welchen Herausforderungen helfen sie (Prognose, Echtzeit, Dokumentation)
  - Mindestbetrachtung Anwendungsfälle:
    - Präventive und kurative Engpassmanagement-Maßnahmen, darunter
      - Dynamische Netzentgelte und/ oder Flexibilitätsmärkte inkl. Flexbänder
      - § 14a EnWG, insbesondere falls entsprechende Anlagen künftig auch zur Behebung von Engpässen in vorgelagerten Netzebenen zukünftig herangezogen werden dürfen
      - Letztmaßnahmen in der Kaskade
      - Redispatch-Abrufe (Redispatch-Cluster)
    - Netzverluste
  - Nachrangige Exploration weiterer möglicher Anwendungsfälle, z. B.:
    - Sonstige Systemdienstleistungen wie Netzwiederaufbau und Blindleistungsbereitstellung
    - Netzplanungs- und Netzanschlussprozesse, z. B. Netzkarten mit freien Netzanschlusskapazitäten
  - ✓ Ergebnis: Anwendungsfälle und Potenziale von Netzclustern sind definiert
- M2: Einteilung von Netzclustern für Prognosen und präventive Regelung
  - Entwicklung von repräsentativen Netzmodellen für unterschiedliche Netzstrukturen und Spannungsebenen
  - Erarbeitung von Indikatoren (Topologie, Schaltzustand, Messkonzept etc.) für die Clustereinteilung und für die Zuordnung von Clustern untereinander (Systems of Systems)
  - Datenbedarf und Prognosegüte
  - Sensitivitätsanalyse und Ableitung von Gütekriterien für die Clusterbildung (z. B. zulässige Streuung der Sensitivitäten innerhalb eines Clusters)

- Berücksichtigung von statischen und dynamischen Clustern (Schaltzustandsänderungen, Standardschaltzustand)
- Grenzen der Clustereinteilung:
  - Netztopologische und elektrischen Eigenschaften des Netzes, z. B. ab welcher Anzahl möglicher Schaltzustände oder ab welchen Vermaschungsgrad, eine eindeutige, stabile und anwendungsübergreifend nutzbare Clusterstruktur nicht mehr sinnvoll ableitbar ist
  - Ggf. notwendige Differenzierung der Clustereinteilung für Lasten und Erzeuger, unterschiedliche Spannungsebenen, quasistationäre und transiente Stabilität sowie für Blind- und Wirkleistung
- Limitationen bei der Zuordnung von Clustern untereinander, wenn ein Cluster mehr als einem vorgelagerten Cluster zugeordnet ist
- Ausblick bzgl. Einteilung bei fortschreitendem Netzausbau und Hochlauf von dezentralen Erzeugungsanlagen und Last
- ✓ Ergebnis: Konkrete Handlungsempfehlung für die Einteilung von Netzclustern bzgl. Prognosen und präventiven Regelung für unterschiedliche Anwendungsfälle und Netzstrukturen einschließlich Kriterien zur Bewertung der Güte und Robustheit der Clusterstruktur

- M3: Einteilung von Netzclustern für Echtzeitbetrieb (Messwertbasiert)
  - Prüfung ob für messwertbasierten Betrieb Änderungen an Clustereinteilung (ggü. M2) notwendig sind
  - Notwendige Anpassung Messkonzept für Clustereinteilung (für M2 und M3)
  - ✓ Ergebnis: Bedarf an Änderungen der Netzclustereinteilung für den Echtzeitbetrieb und ggf. notwendige Messkonzepte sind identifiziert. (Falls es Bedarf gibt -> Handlungsempfehlung)
- M4: Randbedingungen
  - Verknüpfung mit bestehenden Vorgaben/Systemen (z. B. bestehende Sensitivitätskriterien, Redispatch-Cluster, Netzbereiche aus 14a etc.)
  - Netzcluster so groß wie möglich und so klein wie nötig
  - Quasistationäre und transiente Stabilitätsgrenzen
  - Netzschutzkonzepte
- *Projektabschluss: Dezember 2027*

Output

Studienbericht „Potenziale und Einteilung von Netzen in Netzcluster für die Anforderung des zukünftigen Netzbetriebs“, der konkrete Indikatoren und Handlungsempfehlungen zur Einteilung von Netzclustern ableitet.

Berlin, 12.11.2026