

## **Zusammenfassung des Arbeitspakets 2.5 – Netzmodellierung und Netzsimulation**

Zur Untersuchung des RegModHarz-Verteilungsnetzes fand in AP 2.5 die entsprechende simulative Analyse statt. Dazu wurden auf Basis der in AP 1.3 getätigten Festlegungen und Voruntersuchungen die Einflüsse der regenerativen Energieerzeugung innerhalb der 3 Leitszenarien analysiert.

Als Vorbereitung erfolgte die Abbildung des Verteilungsnetzes von der 10 kV-Mittelspannungsebene bis zur 110 kV-Hochspannungsebene innerhalb der professionellen Simulationssoftware PSS@SINCAL. Die Netzkomponenten wurden mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Netzdaten der beteiligten Verteilungsnetzbetreiber parametrisiert. Snap-Shot-Messungen und veröffentlichungspflichtige Angaben der Netzbetreiber ermöglichten dabei die territoriale Zuordnung und Skalierung der Lasten. Erzeugerseitig fanden sowohl Wetterprofile aus einer Klimaprognose-Datenbank als auch DWD-Wetterprofile für Wind und solare Einstrahlung zum Zwecke der Generierung entsprechender Erzeugungsverläufe Verwendung.

Um die verschiedenen Durchdringungsgrade regenerativer Erzeugung und deren Auswirkungen auf den Netzbetrieb zu erforschen, wurden 3 Szenarien als Leitszenarien angewendet, darunter die Referenzsituation 2008, die Situation im Jahr 2020 und die 100%-Versorgung mit Erneuerbaren Energien. Bei den statischen Lastflussuntersuchungen (1/4-Stunden-Schritte als Jahresprofile) wurden außerdem strukturelle demografische Veränderungen und jahreszeitliche Einflüsse im betrachteten Netzgebiet mit einbezogen. Im simulierten Leitszenario I wurden beispielsweise einzelne Leitungen mit einer temporären Belastung oberhalb des (n-1)-Kriteriums identifiziert. Hinsichtlich der Spannungsqualität gab es sowohl 2008 als auch 2020 keine Grenzwertüberschreitungen.

Weitere im Projekt gesetzte Schwerpunkte richteten sich auf die Steigerung der Übertragungskapazitäten durch den Einsatz von Freileitungsmonitoring (FLM). Dabei wurde das 110 kV-Teilnetz der HSN GmbH im Landkreis Harz auf eine potentielle Erhöhung der Stromtragfähigkeit unter Berücksichtigung klimatischer Einflüsse hin untersucht. Messungsbasierte Verlustwärmeeanalysen (CIGRÉ-FLM-Modell) im Zusammenhang mit Klimaprognosen ermöglichten dabei eine höhere Auslastung der Leitungen, im Vergleich zur statischen Auslegung. Dementsprechend konnte beispielhaft festgestellt werden, dass das untersuchte Verteilungsnetz bei dem bis zum Jahr 2020 erwarteten Anstieg der dezentralen Energieerzeugung (n-1)-sicher betrieben werden könnte.

Neben dem FLM spielt das Netzsicherheitsmanagementsystem (NSM-System) eine weitere große Rolle zur Aufrechterhaltung der Netzsicherheit und wurde am 110-kV-Netz des Landkreises Harz simulativ getestet. Zu diesem Zweck erfolgte die Einbindung des Algorithmus mittels MATLAB, dessen Anwendung auf alle beteiligten Leitungen und die Simulation innerhalb der 3 Leitszenarien. NSM-Aktivitäten waren bereits im Leitszenario I erforderlich, um die (n-1)-Sicherheit zu gewährleisten. Im

Leitszenario III konnte die theoretisch erzeugbare Jahresenergie aufgrund von notwendigen NSM-Eingriffen nur zu 58 % eingespeist werden. Auf Basis der Ergebnisse wurden Optimierungspotentiale benannt, nach welchen durch selektiven Netzausbau der Integrationsgrad von erneuerbaren Erzeugungsanlagen umgesetzt werden könnte.

Zusätzlich fand eine Simulation von E-Kfz-Szenarien und deren Auswirkungen auf den Netzbetrieb statt. Dabei standen die Einflüsse der Ladeaktivitäten auf das Mittel- und Hochspannungsnetz im Fokus. Im Rahmen von Leitszenario I konnten E-Kfz-Ladeaktivitäten aufgrund des marginalen Anteils vernachlässigt werden. Die Durchdringung von E-Kfz wies generell hinsichtlich der Strombelastung und der Spannungsbeeinflussung bis zu Jahr 2020 nur geringe Auswirkungen auf. Bei einer 100 %igen Durchdringung von E-Kfz im Rahmen des E-Kfz-Szenarios III wurden dagegen die Grenzbelastungen im HS-Netz deutlich überschritten. Es konnte weiterhin eine temporäre Kompensation von dezentraler Erzeugung durch die zusätzlichen E-Kfz-Lasten nachgewiesen werden. Das Vorhandensein zusätzlicher Speicher im betrachteten Netz wurde im Rahmen des Leitszenarios III hin überprüft. Dabei konnte die übertragene Energiemenge durch Lastglättung um 8,1 % verringert werden. Ein Einfluss der Speicher auf die Betriebsspannung war jedoch vernachlässigbar.

Der letzte Punkt der Untersuchungen konzentrierte sich auf den Beitrag dezentraler Erzeugungsanlagen zur Spannungshaltung mittels Blindleistungseinspeisung in Mittelspannungsnetzen. Auf Basis der Richtlinien für den Anschluss von Erzeugungsanlagen in den GridCodes wurden entsprechende Anforderungen übernommen und die Fähigkeit verschiedener Netzanschlusskonzepte im Hinblick auf Blindleistungsbezug bzw. -bereitstellung bewertet und simuliert. Dabei konnten positive Ergebnisse durch die zusätzliche Regelung erreicht werden, mit denen potentiell notwendige Netzausbaumaßnahmen geringer ausfallen würden.