

# Kurzfassung

Die überwiegend im Verteilnetz stattfindende Energiewende ist durch die steigende Anzahl an Erzeugern, Verbrauchern und Speichern charakterisiert und resultiert somit in einer veränderten Netzbelastung. Zudem sorgt die Digitalisierung, insbesondere durch das Smart Metering, für eine verstärkte Durchdringung von Mess- und Steuerungsmöglichkeiten, welche sowohl markt- als auch netzseitig genutzt werden können. Durch die Entwicklung eines geeigneten Koordinationsmechanismus kann sowohl das Smart Metering als auch die Flexibilität von dezentralen Anlagen für einen effizienten Netzbetrieb im Rahmen des Engpassmanagements eingebunden werden. Vor diesem Hintergrund erfolgen in der Arbeit modellgestützte Untersuchungen im Bereich des Potenzials, Bedarfs und der Koordinierung von Flexibilität. Die anschließende Demonstration der Modelle umfasst die Ausgestaltung eines Feldversuchs zur netzdienlichen Flexibilitätsnutzung sowie die Bewertung des Smart Metering in einem Reallabor.

Durch die Gegenüberstellung der Funktionsfähigkeit der intelligenten Messsysteme (iMSys) als Teil des Smart Metering mit der Bereitstellung von Flexibilität aus dezentralen Anlagen kann ein realisierbares Potenzial quantifiziert werden. Diesem steht der Bedarf an Flexibilität im Verteilnetz gegenüber. Für dessen Analyse werden durch ein Lastflussmodell szenariobasierte Jahressimulationen anhand eines realen Mittelspannungsnetzes ausgewertet. Die Koordination netzdienlicher Flexibilität umfasst einen Mechanismus, welcher u. a. die Wirksamkeit der Flexibilität ohne die kontinuierliche Durchführung von Lastflusssimulationen berücksichtigt. Die Ergebnisse der Simulationen weisen die Dominanz von erzeugungsbedingten Engpässen in der Fläche sowie vermehrt lastbedingten Engpässen im urbanen Raum bei einer marktorientierten Betriebsweise von Verbrauchern aus. Der Prozess zur Berücksichtigung der netztechnischen Wirksamkeit zeigt eine hinreichende Genauigkeit in der Fehleranalyse und ermöglicht eine deutliche Reduzierung der Abregelung von Photovoltaikanlagen.

Der Flexibilitätseinsatz aus dezentralen Anlagen wird mit einem Feldversuch in drei Umsetzungsphasen (Pilot-, Labor- und Feldtest) demonstriert. Zur Gewährleistung einer Skalierbarkeit erfolgt der Einsatz der iMSys-Infrastruktur, wodurch deren Prozesse, Funktionen und Akteure im Kontext des Koordinationsmechanismus zu berücksichtigen sind. Die Umsetzung des Feldversuchs zeigt, dass das Smart Metering in dessen Abläufe integrierbar ist und die Anforderungen hinsichtlich Schaltbefehle und Messwerterhebung durch die kommende iMSys-Generation erfüllt werden. Anlagen mit bestehender Rundsteuerungsanbindung können über die Erweiterung des iMSys um eine Steuerbox erschlossen werden. Das Wirken von Leistungsbeschränkungen auf Netzverknüpfungspunkte könnte zusätzliches Flex-Potenzial heben, dezentrale Optimierungen ermöglichen und die Komplexität in der Koordinierung reduzieren. Eine technische Performancebewertung der iMSys-Infrastruktur hinsichtlich der Zuverlässigkeit, auftretender Latenz und notwendigem Datenvolumen bietet zudem eine Bewertungsmöglichkeit über den netzdienlichen Anwendungsfall hinaus.

Flexibilität aus dezentralen Anlagen ist vorhanden und kann unter Ausgestaltung eines Koordinationsmechanismus in Kombination mit Smart Metering netzdienlich eingesetzt werden. Die Demonstration des Konzeptes in einem realen Netzgebiet liefert neuwertige Erkenntnisse hinsichtlich der technischen und prozessualen Funktionsfähigkeit im Realbetrieb.