

Netzregelung 2.0 | Forschungsfrage D: Welche Technologien eignen sich zur Bereitstellung von positiver und negativer Momentanreserve?

Florian Rauscher¹, Walter Schitteck²

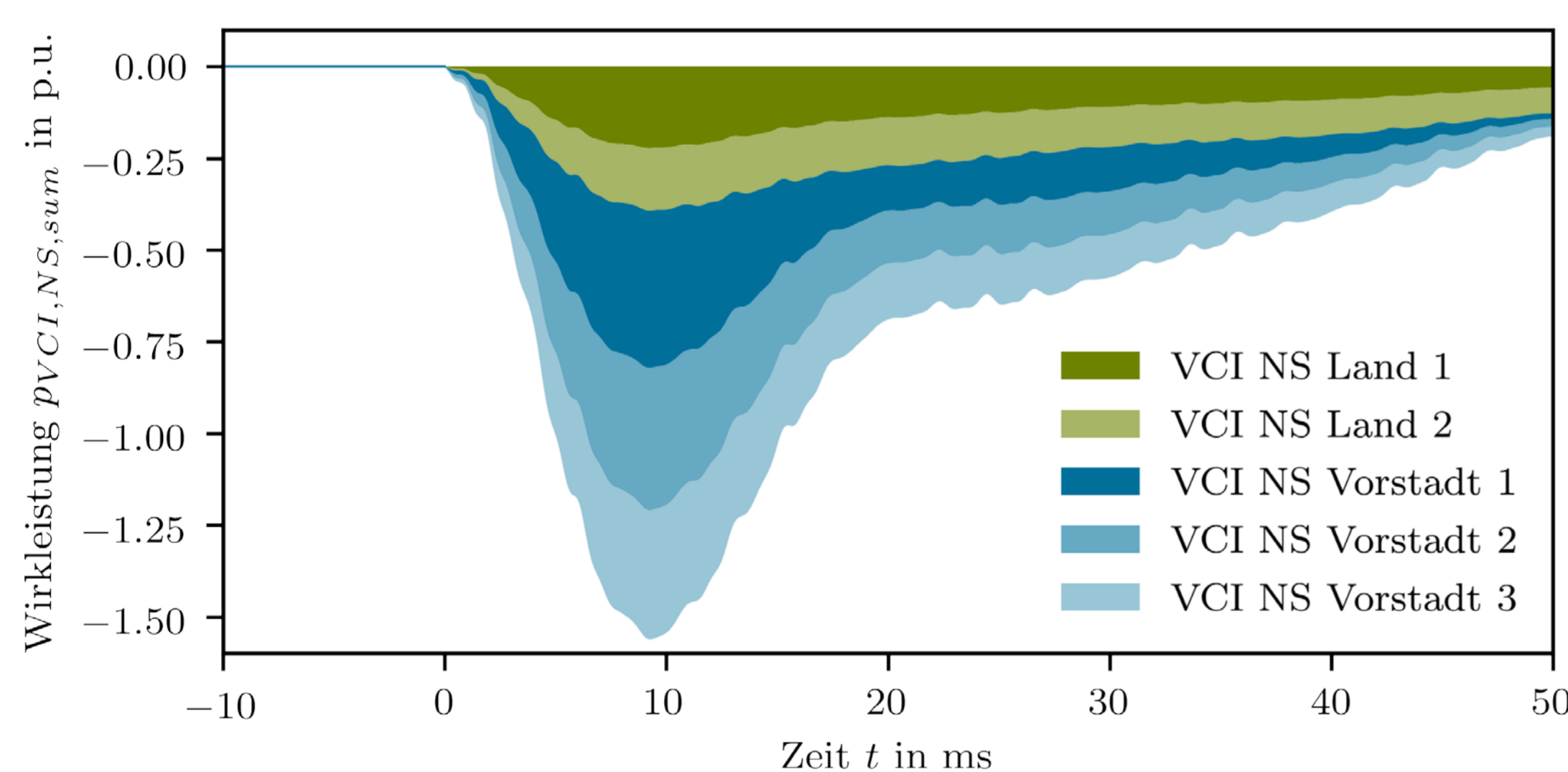
¹elenia | ²Universität Kassel

Motivation und Ziel der Forschungsfrage

Nach dem Netzentwicklungsplan (2021) wird die benötigte Momentanreserve 2035 nur noch zu knapp 10% aus konventionellen Kraftwerken gedeckt. Der übrige Bedarf muss daher über Erzeugungsanlagen, Lasten, Speicher und weitere Betriebsmittel im Netz gedeckt werden. Anhand der Forschungsfrage wurde im Rahmen des Projektes untersucht, welche Quellen zur Deckung des Bedarfs von Momentanreserve zur Verfügung stehen. Mittels Simulationen und Laboruntersuchungen wurden Randbedingungen analysiert und Lösungen auf ihre Wirksamkeit geprüft.

Symmetrische aggregierte Bereitstellung aus Heimspeichern

Neben Batteriegroßspeichern wurde zur Forschungsfrage auch der Einsatz von Heimspeichern untersucht. Ziel war es, die Anwendbarkeit für eine aggregierte Bereitstellung von Momentanreserve zu prüfen.



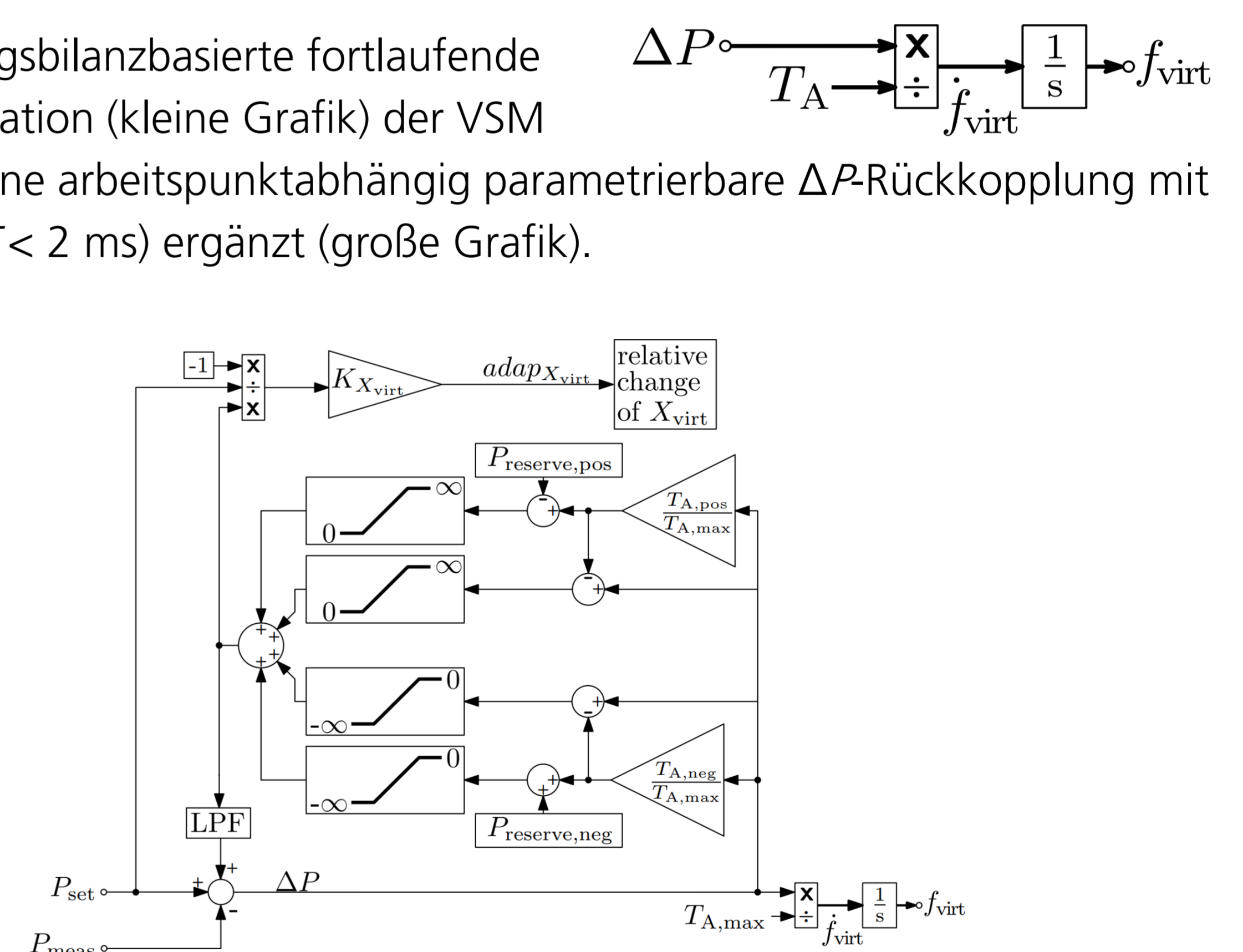
- Um dieser Frage nachzugehen, wurden Netzstudien in einem Netz von der Höchstspannung bis in die Niederspannung durchgeführt.
- Mehrere netzbildende Stromrichter aus zwei Niederspannungsnetzen haben gemeinsam und aggregiert auf einen Winkelsprung im Höchstspannungsnetz von 10° mit einer Bereitstellung von Momentanreserve reagiert.
- Die Bereitstellung, selbst aus dem Niederspannungsnetz, erfolgt dabei deutlich unter einer Viertel-Periode von 5 ms.
- Der dezentrale Ansatz unterstützt die Anforderung einer flächendeckenden Verteilung von Momentanreserve als Trägheit der lokalen Netzstabilität.
- Ohnehin stehen die Heimspeicher für eine Energieverschiebung in den Abend und die Nacht zur Verfügung und haben ungenutztes Potenzial in ihrer kurzzeitigen Leistungsbereitstellung.

- Herausforderungen im Bereich des Einsatzes in Mittel- und Niederspannungen liegen vor allem noch in der Betriebsführung und in Fragestellungen des Netzschutzes.

Asymmetrische Bereitstellung von Momentanreserve aus Lasten und Erzeugungsanlagen

Ein alternatives Konzept ist die Bereitstellung von Momentanreserve aus leistungselektronisch angekoppelten Einspeisern, Lasten und Speichern unter Ausschöpfung der aus dem jeweiligen Arbeitspunkt resultierenden Variationsmöglichkeiten der Wirkleistung. Modifikationen des Regelschemas einer generischen virtuellen Synchronmaschine (VSM) machen diese Beiträge nutzbar, die i.d.R. **asymmetrisch** für ansteigende und abfallende Frequenz sind, und setzen die Einhaltung von Leistungsgrenzen durch:

- Die leistungsbilanzierte fortlaufende Synchronisation (kleine Grafik) der VSM wird um eine arbeitspunktabhängig parametrierbare ΔP -Rückkopplung mit Tiefpass ($T < 2$ ms) ergänzt (große Grafik).



- Indizes pos, neg für RoCoF-Vorzeichen (rate of change of frequency).
- $P_{reserve,pos}$ und $P_{reserve,neg}$ spiegeln max. P -Variationsmöglichkeiten wider.
- Anlaufzeitkonstanten $T_{A,pos}$ und $T_{A,neg}$ so wählen, dass alle erwarteten RoCoFs innerhalb von $P_{reserve,pos}$ und $P_{reserve,neg}$ abgedeckt werden.
- $T_{A,max} = \max(T_{A,pos}, T_{A,neg})$
- Bei $T_{A,...} < T_{A,max}$ anteilige Rückkopplung über einen der mittleren Limiter.
- Oberhalb $|P_{reserve,...}|$ vollständige Rückkopplung durch oberen bzw. unteren Limiter. Sonderfall $P_{reserve,...} = 0$ ergibt Verhalten entsprechend $T_{A,...} = 0$.
- Der obere Zweig in der Grafik dient der Optimierung der Performance durch dynamische Anpassung des Wertes der virtuellen Reaktanz X_{virt} .

Gefördert durch:



Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter den Förderkennzeichen 0350023A-G gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren und spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Projektkonsortiums Netzregelung 2.0 wider.

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

