

# FELDTESTERGEBNISSE EINER KOMMUNIKATIONSBASIERTEN SPANNUNGSREGELUNG FÜR NIEDERSPANNUNGSNETZE

Bastian MAUCHER<sup>1</sup>, Hannes MALLEIER<sup>1</sup>, Sebastian ECKSTEIN<sup>1</sup>, Rolf WITZMANN<sup>1</sup>

## Problemstellung und Motivation

Der steigende Zubau von Erzeugungsleistung in den Niederspannungsnetzen führt zunehmend zu einer Lastflussumkehr und damit zu einer Spannungsanhebung an den Niederspannungs-Netzknotten, wodurch immer häufiger Spannungen auftreten, die außerhalb des zulässigen Spannungsbandes liegen. Bereits seit einigen Jahren bewähren sich im Feldeinsatz die zahlreichen dezentralen Spannungsregelmechanismen, hier vor allem die Blindleistungsregelung durch PV-Wechselrichter (z.B. durch  $Q(U)$ ,  $\cos\phi(P)$  oder  $\cos\phi_{\text{fix}}$ ) oder der Einsatz von regelbaren Ortsnetztransformatoren bzw. Längsreglern. Allerdings sind die nutzbaren Leistungskapazitäten der Erzeugungsanlagen bzw. deren Umrichter vielfach nicht vollständig ausgenutzt. Daher verwendet der im Folgenden beschriebene Ansatz ein kommunikationsbasiertes Spannungsregelkonzept, welches beide Arten der Regelung (dezentral mittels Kennlinien bzw. mithilfe eines zentralen Controllers) miteinander verbindet und somit die Betriebsmittel optimal auslastet.

Eine weitere Erhöhung des Beitrags aktiv regelbarer Netzbetriebsmittel zur Spannungsregelung verringert nicht zuletzt das Ausmaß des konventionellen Netzausbaus.

## Lösungsansatz

Die Kernidee der übergeordneten Spannungsregelung ist die Überwachung neuralgischer Netzspannungen durch einen zentralen Controller. Im Idealfall liefern bereits die aktiv regelbaren Erzeugungsanlagen selbst die benötigten Daten – es können aber auch externe Messpunkte in das Regelkonzept eingebunden werden. Abhängig vom ermittelten Spannungsniveau kann das Netz mit den dezentralen Spannungsregelmechanismen betrieben werden (autonomer Betrieb) oder der zentrale Controller aktiviert durch Sollwertvorgaben freie Leistungsreserven der regelbaren Betriebsmittel (geregelter Betrieb). Der genaue Ablauf des hierarchisch aufgebauten Regelkonzepts wurde bereits in [1], die Simulations- und Laborergebnisse in [2] und [3] gezeigt. Für den Feldtest steht bisher nur eine Ebene (zentrale Regelung der PV-Anlagen) zur Verfügung – die Hardware zur Umsetzung der weiteren Ebenen befindet sich im Einbau. Die übergeordnete Spannungsregelung wurde im Zuge des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Forschungsvorhabens „Verteilnetz 2020“ entwickelt.

## Regelkonzept für den Feldtest

Die PV-Anlagen des Netzes regeln im autonomen Modus dezentral nach der Standard- $Q(U)$ -Kennlinie nach VDE-AR-N 4105. Der zentrale Regler überwacht sekundlich die Netzspannungen aller elf, über Breitband-Powerline (BPL) angebotenen, regelbaren PV-Anlagen. An einzelnen Anlagen wird aufgrund von Einspeisespitzen bereits die maximale Blindleistung nach  $Q(U)$  eingespeist bzw. treten Spannungsüberhöhungen auf. Andere Anlagen können zum selben Zeitpunkt allerdings noch Leistungsreserven für die Spannungsregelung zur Verfügung stellen.

Kommt es zu Verletzungen des vordefinierten Spannungsgrenzwertes, wechselt der Controller in den geregelten Modus und der PI-Regler berechnet aus den ermittelten Leistungsreserven der PV-Anlagen Stellwerte zur Ausregelung der Spannungsverletzungen. Die PV-Anlagen werden nacheinander, entsprechend einer vorab

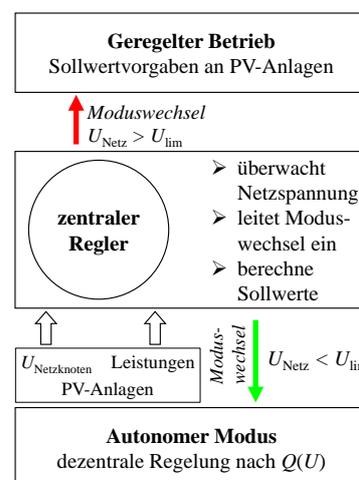


Abb. 1: übergeordnete Spannungsregelung im Feld

<sup>1</sup>Technische Universität München, Professur für Elektrische Energieversorgungsnetze, Arcisstr. 21, Tel.: 089 289 25585, www.hsa.ei.tum.de; bastian.maucher@tum.de

durchgeführten Sensitivitätsanalyse, aktiviert.

Ist die Spannungsverletzung behoben und speisen alle regelbaren Anlagen wieder weniger Blindleistung als vor dem Moduswechsel ein, wechselt das Netz wieder in den autonomen Modus zurück (vgl. Abb. 1).

## Messergebnisse

Im Feldtestgebiet Unterfarnbach (Netzbetreiber: infra Fürth GmbH) konnte das simulativ und im Labor getestete Regelkonzept auch im realen Netzbetrieb umgesetzt werden. In den letzten Jahren wurden in diesem Netzgebiet fast 1 MW<sub>p</sub> an PV-Erzeugung installiert (bei 500 kW Spitzenlast)

Das Niederspannungsnetz ist mittelspannungsseitig an ein lastdominiertes Umspannwerk angeschlossen, welches auf eine Sollspannung von 20,4 kV regelt. Aufgrund des Leistungsbezugs des gesamten Mittelspannungsnetzes wird die Spannung um die Mittagszeit nach oben gestuft, was die Netzspannung an den Ausläufern im Netzgebiet Unterfarnbach zusätzlich ansteigen lässt. Daher lassen sich bereits jetzt Spitzenwerte von über 245 V messen. Ein weiterer Zubau erneuerbarer Einspeiser würde dies zusätzlich verschlechtern.

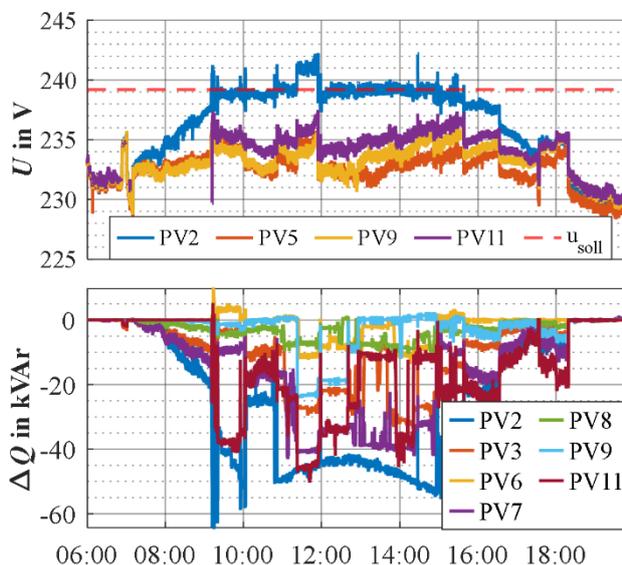


Abbildung 2: Messergebnisse der übergeordneten Spannungsregelung

Das im Feld implementierte Regelkonzept begrenzt diese Spannungsspitzen. Hierfür wurde der zentrale Regler, mithilfe zuvor aus Messungen ermittelter maximal vorkommender Spannungsgradienten im Netz, sehr konservativ ausgelegt, um Schwingungen zu verhindern. Ein wichtiges Augenmerk bei der Implementierung ist darüber hinaus die Berücksichtigung von Verbindungsausfällen der BPL und die damit verbundenen Maßnahmen im Ablauf der Regelung.

Für die Bestimmung der Wirksamkeit der Regelung wurden drei Szenarien untersucht und verglichen:

- keine Spannungsregelung aktiv
- $Q(U)$
- kommunikationsbasierte Spannungsregelung.

Die Spannung kann mittags, insofern genügend freie Kapazitäten zur Verfügung stehen, auf dem gewünschten Spannungssollwert von 1,04 pu gehalten und somit im Vergleich zu den anderen Szenarien verbessert werden (vgl. Abb. 2). Das spannungssenkende Potential beträgt in etwa 2 V im Netz bzw. 4 V unter Einbeziehung des Spannungsfalls über den Ortsnetztransformator.

## Referenzen

- [1] B. Maucher, M. Meyer, K. Hitzelberger und R. Witzmann, „Superordinate Control for Increasing Feed-in Capacity and Improving Power Quality in Low Voltage Distribution Grids“, NEIS Conference, Hamburg 2018.
- [2] B. Maucher, P. Gamper, M. Meyer und R. Witzmann, „Model-lierung einer Softwareautomatisierung für ein übergeordnetes Regelungskonzept für smarte Verteilnetze in PSS Sincal/Netomac“, Zukünftige Stromnetze, Berlin 2019.
- [3] B. Maucher, M. Meyer und R. Witzmann, „Superordinate Voltage Control in Smart Low-Voltage Grids – Laboratory and Field Test Results“, CIRED Conference, Madrid 2019.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages