

Intelligente Ortsnetzstationen als Alternative zum Netzausbau

Frank Hofstätter • Thomas Weber • Sebastian Rabanus

Nachdem der Begriff „Smart Grid“ lange Zeit ein Synonym für praxisferne Zukunftsvisionen war, werden zunehmend Betriebsmittel und Konzepte vorgestellt, die der aktuellen Entwicklung der Energieversorgungsnetze Rechnung tragen. Ein zentrales Hilfsmittel für zukünftige Netzentwicklungen ist, neben den immer leistungsfähigeren regenerativen Erzeugern, die Entwicklung eines regelbaren Verteiltransformators für Ortsnetzstationen. Diese ermöglichen nicht nur die Fernsteuerbarkeit der Mittelspannungsschaltanlage, sondern auch die Anpassung des Spannungsniveaus in definierten Grenzen.

auf das Mittelspannungsnetz und umgekehrt.

Durch den Einsatz regelbarer Ortsnetztransformatoren lassen sich das Mittel- und das Niederspannungsnetz aus Sicht der Spannungshaltung entkoppeln. Damit stehen in beiden Netzen für die Regelung Bereiche von $\pm 10\%$ der Netzennennspannung zur Verfügung (Bild 1). Zusätzlich erfordern stetig wachsende und verzweigte Mittel- und Niederspannungsnetze sowie die damit verbundenen längeren Anfahrtswege im Fehlerfall, in

Intelligente Ortsnetzstationen sind für die Netzbetreiber eine interessante und wirtschaftliche Alternative zum Netzausbau. Analog zum mehr als 150 mal in Deutschland realisierten, intelligenten 110-kV-Umspannwerk (UW) [1] wird heute eine Systemlösung benötigt, die ein technisches und wirtschaftliches Optimum für das Nieder- und Mittelspannungsnetz darstellt. Befinden sich die Transport- und Verteilungsnetze heu-

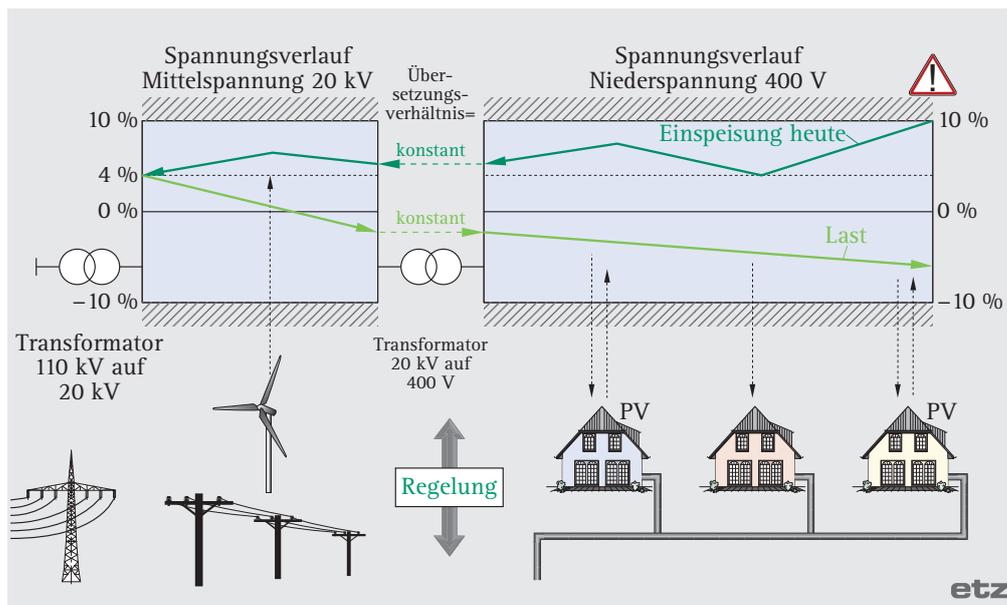


Bild 1. Die Ausnutzung des Spannungsbands beim Einsatz nicht regelbarer Ortsnetztransformatoren

Dipl.-Ing. Frank Hofstätter ist Leiter der Niederlassung Kassel der Schneider Electric Energy GmbH.

E-Mail: frank.hofstaetter@schneider-electric.com

Dr. Thomas Weber leitet die Netzplanung bei der Schneider Electric Energy GmbH in Frankfurt am Main.

E-Mail: thomas.weber@schneider-electric.com

Dipl.-Ing. Sebastian Rabanus arbeitet im Bereich Energy Automation bei der Schneider Electric Energy GmbH in Frankfurt am Main.

E-Mail: sebastian.rabanus@schneider-electric.com

te weitgehend in „geregelten Bahnen“, so steht aufgrund der geplanten Leistungsverdopplung regenerativer, dezentraler Einspeiseeinheiten in den Nieder- und Mittelspannungsnetzen ein massiver Umbruch an.

Grundsätzliches Problem bei der dezentralen Einspeisung der aus erneuerbaren Quellen stammenden Energie ist die Einhaltung des vorgeschriebenen Spannungsbands an allen Punkten des Netzes. Schließlich bewirken Änderungen der Spannungshöhe im Niederspannungsnetz Rückwirkungen

Verbindung mit zunehmenden Personalengpässen, einen kurzfristigen Handlungsbedarf auf der Betreiberseite, um einen reibungslosen Netzbetrieb sicherzustellen.

Anforderungen an eine intelligente Netzstation

Grund genug für Schneider Electric [2], eine intelligente Netzstation zu entwickeln und in enger Zusammenarbeit mit den Netzbetreibern unter Realbedingungen zu testen. Bei der Entwicklung waren verschie-



Bild 2. Alle Komponenten finden in einer handelsüblichen 630-kVA-Ortsnetzstation Platz

dene Zielsetzungen zu berücksichtigen:

- Optimale Ausnutzung der erlaubten Spannungsabweichungen sowohl im MS- als auch im NS-Netz, um eine maximale Einspeisung erneuerbarer Energien zu ermöglichen,
- Integration von Kurzschluss- und Erdschlussrichtungserfassung zur verursachernahen Erfassung und Abschaltung von Netzfehlern,
- Fernsteuer- und Fernmeldefunktion zur Steuerung und zum Datenaustausch,
- Anzeige sowie Überwachung der Netzqualität im Versorgungsbereich, um auftretenden Problemen durch geeignete Maßnahmen entgegenwirken zu können,

- Erfüllung der zu erwartenden Marktanforderungen an eine Netzstation im Smart Grid.
- Neben diesen Zielen flossen zusätzliche Prämissen aus den Erfahrungen des intelligenten Umspannwerks in die Entwicklung der intelligenten Netzstation ein:
- Einhaltung aller gültigen Normen,
 - kleinstmögliche Abmessungen,
 - EVU-Konformität,
 - Schnittstellenfreiheit,
 - Plug-and-play-Technologie,
 - Wartungsfreiheit,
 - hohe Verfügbarkeit,
 - Wirtschaftlichkeit sowie
 - Standardkomponenten.
- Alle Komponenten wurden als Gesamtsystem in eine handelsübliche, nicht begehbbare 630-kVA-Ortsnetz-

station in L-Form eingebaut. Diese Stationsart ist eine der in Deutschland am häufigsten eingesetzten Ortsnetzstationen. Sie ist kompakt und hat den Prüfnachweis für fabrikfertige Netzstationen nach DIN EN 62271-202 (VDE 0671-202) [3]. Die Kompaktheit des Systems führt dazu, dass alle verwendeten Komponenten auch als Stand-alone-Lösung in fast allen bestehenden Stationsgebäuden und Anlagenkonzepten integrierbar sind (Bild 2).

Schaltanlagensteuerungen bringen Flexibilität

Die reine Stationsüberwachung erfasst den Zustand des Netzes und analysiert den Handlungsbedarf bei der



Bild 3. Der regelbare Ortsnetztransformator

Betriebsführung. Um aktiv in den Netzbetrieb eingreifen zu können, sind zwei Grundmodule erforderlich: Das Antriebsmotormodul umfasst nachrüstbare DC-24-V-Motoren sowie die zur Steuerung der MS-Lasttrennschalter erforderlichen Hilfsschalter

und Steuerrelais. Der zweite Baustein ist eine standardisierte, eigenversorgte Fernwirk- und -steuereinheit. Sie wird gemäß den betrieblichen Anforderungen des Netzbetreibers bezüglich Lebensdauer, Wartungsfreiheit, Gasungsverhalten sowie Leistungs- und Schaltspielvermögen ausgelegt. Durch optionale Modems für Funk, PSTN, GSM, GPRS und SL sind auch vorhandene Netzstationen ohne Kabelarbeiten nachträglich ausrüstbar.

Die kompakte Fernsteuereinheit Easergy T200 von Schneider Electric gewährleistet alle notwendigen Funktionen. Eine wartungsfreie Batterie mit kombinierbarem Ladegleichrichter liefert neben der Versorgungsspannung auch die integrierte Steuerspannung für die MS-Schaltanlage. Beide Bausteine – Motorantriebe und Fernsteuereinheit – sind als Plug-and-play-Einheiten ausgeführt und können, ohne Verdrahtungsaufwand, nachträglich integriert werden.

Regelbare Verteiltransformatoren

Als regelbarer Verteiltransformator kommt ein 630-kVA-Standard-Hermetik-Öltransformator mit Bemessungsspannungen von 21 kV/0,42 kV

zum Einsatz. Dieser ist für die Versuchsanlage zusätzlich mit einem Transformatorschutz für Temperatur, Gasdruck und Ölstand ausgestattet. Die Abmessungen und reduzierten Verluste sind analog denen eines Standard-EVU-Transformators gewählt, damit ein 1:1-Austausch möglich ist. Der überspannungsseitige, regelbare Stufenlastschalter ist als neunstufige Einheit mit Stufen von 2,5 % in einem Regelbereich von -5 % bis 12,5 % ausgeführt (Bild 3).

Der Stufenschalter ist in den Transformator-kessel integriert und räumlich vom Aktivteil getrennt. Diese Trennung ist erforderlich, damit Schaltvorgänge zur Lastregelung nicht im Isolieröl des Aktivteils stattfinden und dieses verschmutzen beziehungsweise seine Isoliereigenschaften beeinträchtigen. Die „Atmung“ des Stufenschalters im Betrieb geschieht, analog zu dem Konzept regelbarer Leistungstransformatoren, über ein Luftpolster im Stufenschalterdeckel mit nachgeschaltetem, elektrischem Lufttrockner.

Die Überspannungsregelung erfolgt mittels des elektronischen Standardreglers MR-Tapcon 230 AVT der Maschinenfabrik Reinhausen [4] sowie einem zusätzlichen Vor-Ort-Steuergerät. Als Regelgröße können die Unterspannung und der Laststrom herangezogen werden. Damit die Regeleinheit nicht auf jede kurzzeitige Spannungsschwankung anspricht, lassen sich die Regelbefehle durch eine frei einstellbare Reaktionszeitkonstante verzögern. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, „Online-Regelungen“ auf Grundlage von Trendanalysen durchzuführen. Diese Trendmeldungen werden von der eingebauten Fernwirkanlage empfangen und an den Regler gesendet.

Richtungsanzeigen verkürzen Ausfallzeiten

Die Grundlage einer fehlernahen Stationsfreischaltung sind Informationen aus dem betroffenen Netzbereich. In der Regel ist in Ortsnetzstationen kein mittelspannungsseitiger Schutz integriert und eine Fehlererfassung erfolgt in Stichnetzen über Kurzschlussanzeiger. Anders bei der intelligenten Netzstation, die ne-



Bild 4. Die Fernüberwachungseinheit Easergy Flair 200C

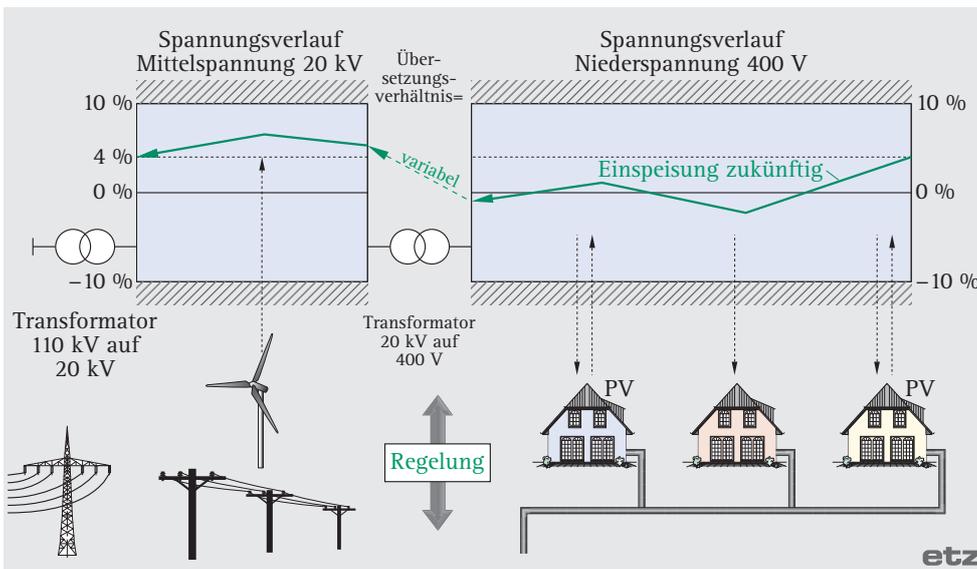


Bild 5. Die regelbaren Ortsnetztransformatoren ermöglichen es, das Spannungsband besser auszunutzen

ben einer wandlerstrombetätigten und hilfsspannungsunabhängigen Kurzschlussanzeigeeinheit Flair 22D von Schneider Electric zusätzlich zur Erdschlussrichtungserfassung das patentierte Flair 200C (Bild 4) – erstmals auf dem deutschen Markt im Einsatz – enthält. Dieses erfasst und meldet Erdschlüsse richtungsbezogen, ohne den Einsatz von Spannungswandlern, und liefert zusätzlich alle relevanten Messwerte wie Strom, Spannung und Leistung. Als Messspannung dient hierbei die Niederspannung, die das Gerät versorgt. Die Umrechnung der Spannungswerte auf die MS-Seite erfolgt durch die softwaremäßige Abbildung der Transformatoreigenschaften.

Anzeige und Überwachung der Netzqualität

In die intelligente Netzstation ist weiterhin die kompakte Netzqualitätsanzeige und -überwachungseinheit Powerlogic PM850 integriert. Hierbei handelt es sich um ein Universalmessgerät zur Analyse der Spannungsqualität nach DIN EN 50160 [5]. Damit können neben allen relevanten Messwerten auch Oberschwingungen bis zur 63. Harmonischen erfasst und angezeigt werden. Außerdem lassen sich im Gesamtsystem bis zu 30 000 Werte zu Analyse Zwecken speichern.

Netzanalysen helfen Kosten zu optimieren

Im Rahmen des intelligenten Stationskonzepts werden Netzberechnungen und Netznutzungsanalysen durchgeführt, die bei der Netzauslastungs- und Erneuerungsstrategie unterstützen. Sie helfen, erforderliche Investitionen zu optimieren sowie langfristig das Versorgungsnetz zu entflechten und zu vereinfachen. Der Einsatz regelbarer Transformatoren wirkt sich dabei positiv auf die Investitionsplanung im Niederspannungsnetz aus.

Zusammenfassung

Die Netzstation der Zukunft wird grundsätzlich eine intelligente Netzstation sein und durch eine intelligente Vermaschung mit übergeordneten Schaltstationen und Umspannwerken den wirtschaftlichen und störungsfreien Netzbetrieb garantieren. Zusätzlich können Netzbetreiber durch das Nachrüsten von Bausteinen die Netzauswirkungen, die durch neue dezentrale Energieeinspeisungen entstehen, beherrschen und optimieren (Bild 5). Netzbetreiber, die die intelligente Ortsnetzstation bereits besichtigt oder für Tests und Entwicklungen im Einsatz haben, attestieren ihr Effizienz, gute Funktionalität und Kompaktheit. Damit rückt der Begriff „Smart Grid“ einen großen Schritt von einer Zukunftsvision in Richtung Realität.

Literatur

- [1] *Trinter, M.; Hofstätter, F.*: Infrastruktur von Windenergieanlagen – optimierte Standardlösungen. *etz Elektrotechnik + Automation* 123 (2002) H. 17, S. 16-21 (ISSN 0948-7387)
- [2] Schneider Electric Energy GmbH, Frankfurt am Main: www.schneider-electric.com
- [3] DIN EN 62271-202 (VDE 0671-202):2007-08: Hochspannungsschaltgeräte und – Schaltanlagen; Teil 202: Fabrikfertige Stationen für Hochspannung/Niederspannung. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [4] Maschinenfabrik Reinhausen GmbH, Regensburg: www.reinhausen.com
- [5] DIN EN 50160:2011-02 Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen. Berlin: Beuth