

Dauerhaft stabile Spannung in Netzausläufern

Kostengünstige und zuverlässige Lösung mit Thyristorstrangreglern

von Hans Schmitt und Martin Haseneder

Dauerhaft stabile Spannung in Netzausläufern

Kostengünstige und zuverlässige Lösung mit Thyristorstrangreglern

Die Bayernwerk AG gehört zu den größten Netzbetreibern in Deutschland. Auf rund zwei Drittel der Fläche Bayerns erstreckt sich das Verteilungsnetz des Unternehmens, in das 240 000 Photovoltaikanlagen einspeisen. Die Verbraucher im Netzgebiet des Bayernwerks erwarten eine normgerechte Stromversorgung – selbst wenn an einem sonnigen Tag mit entsprechend hoher PV-Einspeisung eine Lastflussumkehr stattfindet. Das Risiko einer Spannungsanhebung über die maximal zulässigen 110 % muss auch in Ausläufern sicher und kostengünstig verhindert werden. Daher hat sich das Bayernwerk nach einer Testphase für den Einsatz von Thyrobox-VR-Strangreglern der AEG Power Solutions entschieden.

Stromnetze sind für eine sehr lange Nutzungsdauer ausgelegt. So sollen die eingesetzten Betriebsmittel mindestens 40 Jahre ihre Arbeit verrichten. Zuverlässigkeit ist dabei ein entscheidendes Kriterium. Daher muss sich jedes neue Betriebsmittel an diesen hohen Anforderungen messen lassen. Mangelnde Zuverlässigkeit war in der Vergangenheit der Grund dafür, elektronische Lösungen eher selten einzusetzen. Allerdings konnte nachgewiesen werden, dass es durchaus Lösungen zur Regelung von Spannung und Strom gibt, die dauerhaft hohe Zuverlässigkeit bieten – wie Leistungssteller mit Thyristortechnik.

Der Anteil regenerativer Energien im Netz des Bayernwerks liegt bereits bei über 50 %. Das bedeutet, dass dem Netz und seiner Regelung eine besondere Bedeutung zukommt, damit Erzeugung und Verbrauch ausgeglichen sind. An sonnigen Tagen kommt es unter anderem aufgrund der hohen Photovoltaikeinspeisung häufig zu einer Lastflussumkehr. In diesen Fällen speisen große PV-Anlagen auf dem Land hohe Leistungen in – gemessen am Verbrauch – eher knapp dimensionierte Netzausläufer ein. Die Folge sind mögliche Spannungsspitzen, die nicht mehr der Norm DIN EN 50160 entsprechen. Auf der Suche nach innovativen und kostenbewussten Lösungen zur Spannungsregelung stellte AEG Power Solutions eine elektronische Lösung vor, die nach einigen Tests überzeugte.

Spannungsspitzen einfach ausregeln

Leistungssteller mit Thyristortechnik sind seit Jahrzehnten eine sichere Grundlagentechnik in industriellen Prozessen, bei denen eine exakte Regelung von Spannung, Strom und Leistung gefordert wird. Vereinfacht könnten sie als Dim-

mer für hohe Ströme und Spannungen bezeichnet werden. Beispielhaft ist hier die Glasindustrie, wo elektrisch beheizte Schmelzen und Kühlöfen oft mit dieser Technik geregelt werden. Hier hat sie ihre

Leistungssteller mit Thyristortechnik sind seit Jahrzehnten eine sichere Grundlagentechnik in industriellen Prozessen.

Zuverlässigkeit bereits bewiesen. Eine ähnliche Anwendung ist der Einsatz als Strangregler in verzweigten Stromnetzen. AEG Power Solutions hat in Abstimmung

mit dem regionalen Netzbetreiber Stadtwerke Lippstadt eine Lösung entwickelt und verfeinert, die einen lokalen Netzausbau in vielen Fällen erspart.

Im konkreten Fall entschied sich das Bayernwerk zunächst zur Anschaffung einer Thyrobox VR, um in einem kleineren Netzgebiet auf dem Land eine Pilotinstallation vorzunehmen. Mehrere Kunden mit PV-Anlagen stellen dort 65 kW (peak) bereit. Um künftig an sonnigen Tagen Spannungsspitzen über 110 % des Nennwerts zu vermeiden, sollte diese Lösung auf ihre Nutzbarkeit überprüft werden. Sonst wäre die automatische Abschaltung der Wechselrichter der Anlagen und damit eine Trennung von der Einspeisung kaum vermeidbar. Normalerweise hätte das Bayernwerk bei einer Leitungslänge von rund 850 m mit einem Netzausbau reagieren



Bild 1. Die Thyrobox VR ist kaum größer als ein regulärer Kabelverteilschrank.

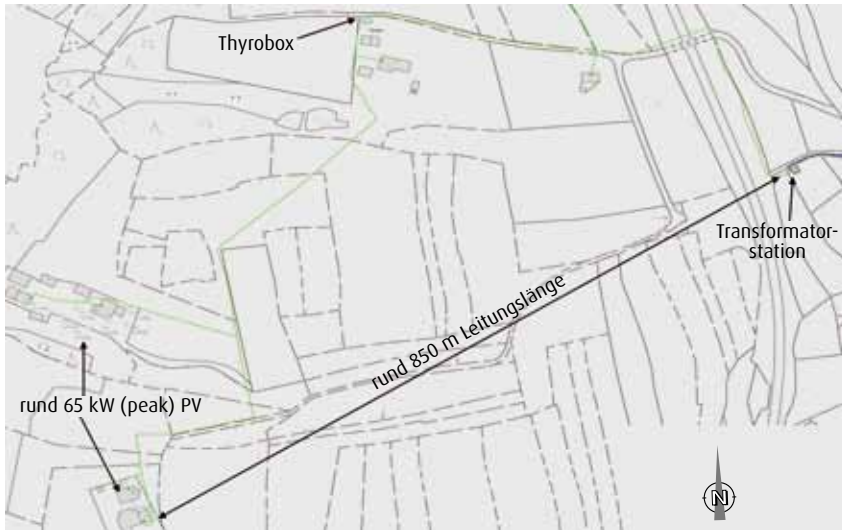


Bild 2. Die Thyrobox VR wurde etwa auf halbem Weg zwischen PV-Einspeisung und MS/NS-Transformatorstation installiert.

müssen. Ein regelbarer Ortsnetztransformator wäre in diesem Fall nicht geeignet gewesen, weil dieser die Spannung eines Stationsbereichs regelt und nicht nur den betroffenen Ausläufer. Gleichzeitig erfordert der Netzausbau neben den reinen Installationskosten auch einen hohen Zeitaufwand. Schließlich muss jeder Grundstückseigentümer darüber informiert werden, dass in seinem Boden ein neues Kabel verlegt werden soll.

Messen, Regeln, Automatisieren

Als Alternative wurde die erste Thyrobox VR im Juli 2013 in Betrieb genom-

men. Die Lösung hat einen geringen Platzbedarf, denn sie ist kaum größer als ein regulärer Kabelverteilerschrank. Zusätzlich ist ein Kabelverteiler mit Längstrennung als Bypass für die Thyrobox VR erforderlich. Weil es sich um eine Pilotinstallation handelte, wurden neben der Thyrobox VR temporär zwei weitere Verteilungsschränke aufgestellt, die Messtechnik enthielten (Bild 1). Das gesamte Projekt mit der Messung und Auswertung übernahm beim Bayernwerk der Student Sebastian Spindler. Aus diesem Projekt entstand seine Bachelorarbeit mit dem Schwerpunkt Spannungsregelung in Netzausläufern.

»Wir haben über einen Zeitraum von sechs Monaten eine sehr große Datenbasis aufgebaut, um zu lernen, zu welchem Zeitpunkt welche Spannungen geregelt werden müssen und welche Wirkung die autarke Thyrobox VR erzielte. Sie wurde etwa auf halbem Weg zwischen PV-Einspeisung und MS/NS-Transformatorstation installiert (Bild 2). Der Spannungsverlauf (Bild 3) zeigt, dass die Thyrobox VR die Spannung bei knapp 108 % des Normwerts auf den Sollwert herunterregelt und damit der gesamte Strang bis zum Ende selbst bei maximaler Einspeiseleistung mit rund 104 % sicher im Normbereich bleibt«, erklärt Spindler.

Im zweiten Messwertdiagramm (Bild 4) werden Spannungsverläufe vor und nach der Thyrobox VR überlagert. Es verdeutlicht die aktive Regelung der Thyrobox VR, sobald 10 % der Nennleistung als Einspeisung vorhanden sind. Die Netzspannung bleibt in allen Betriebszuständen im geforderten Bereich. Daneben wurden Flicker und Oberwellen erfasst und ausgewertet.

Auch sie bleiben seit dem Einsatz des Strangreglers konstant innerhalb der Normvorgaben. Durch die geringen Verluste ist es möglich, die Installation selbst im Hochsommer meist ohne aktive Kühlung zu betreiben. Damit ist die Anlage wartungsfrei, denn die Leistungselektronik kommt ohne mechanische Schaltelemente aus. Die Betriebssicherheit der Baugruppen ist bis 45 °C gewährleistet und damit für den Dauereinsatz im Freien geeignet. Die Thyrobox VR wird

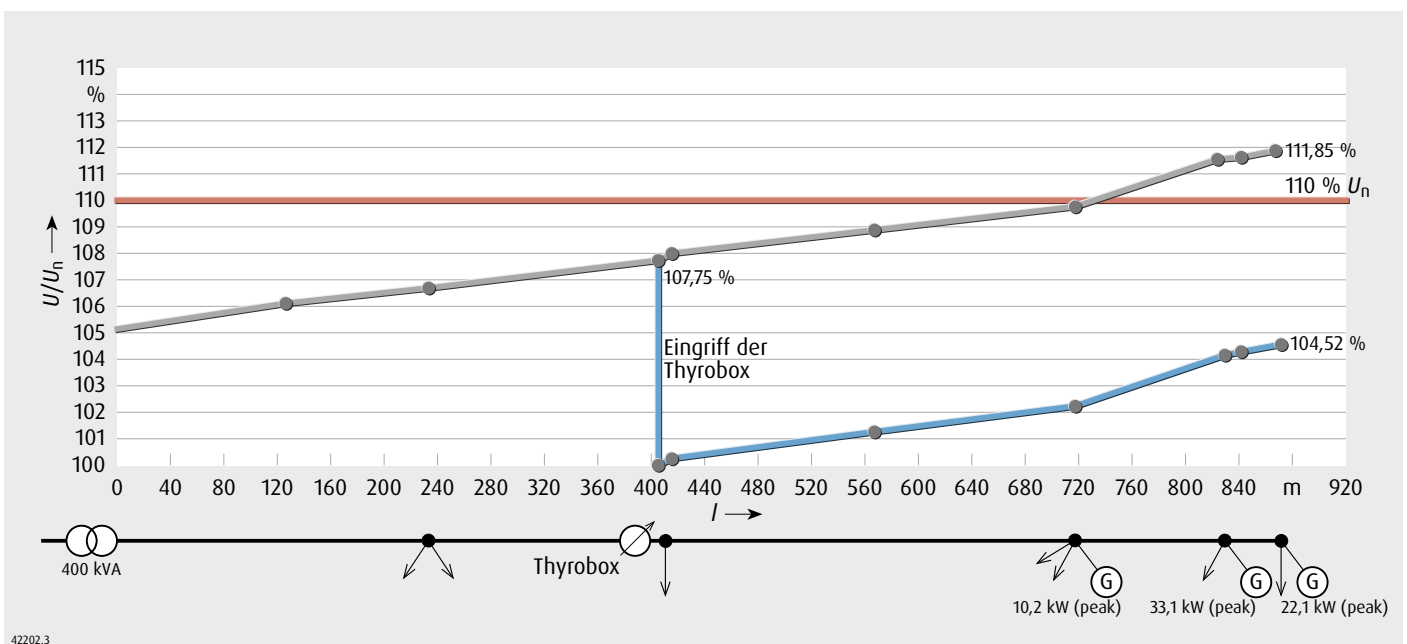


Bild 3. Der Spannungsverlauf zeigt, dass die Thyrobox VR die Spannung bei rund 108 % des Normwerts auf den Sollwert herunterregelt. Damit bleibt der gesamte Strang selbst bei maximaler Einspeiseleistung im Normbereich.

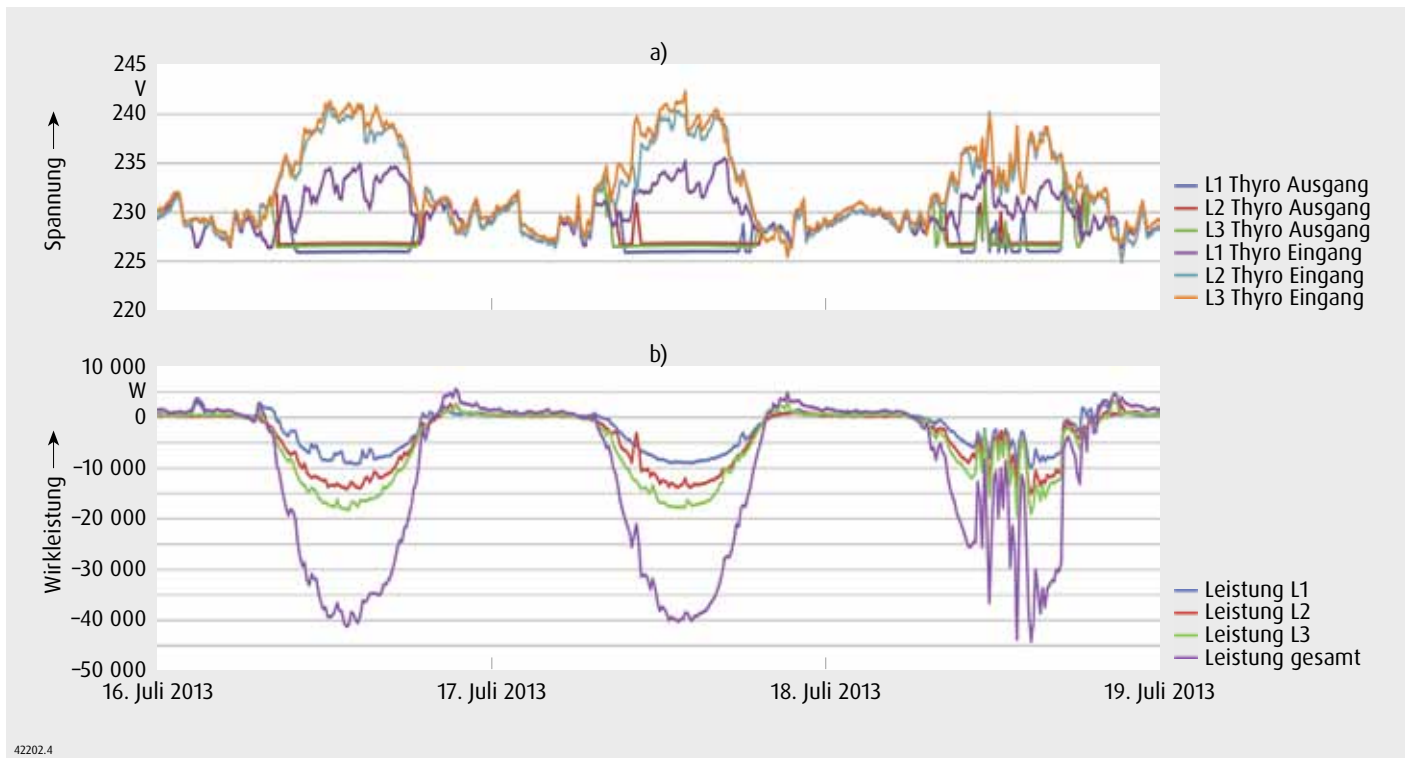


Bild 4. Messwertdiagramm

a) Spannungsverlauf vor und nach der Thyrobox: Die Spannungen nach der Thyrobox (PV-Seite) sind dunkelblau (L1), rot (L2) und grün (L3) dargestellt. Die Spannungen vor der Thyrobox (Transformatorseite) sind lila (L1) hellblau (L2) und orange (L3) dargestellt. Die aktive Regelung während der PV-Einspeisung ist deutlich zu erkennen.

b) Wirkleistungsverlauf durch die Thyrobox: Kunde bezieht Leistung (positiv), Kunde speist Leistung ins Netz zurück (negativ).

künftig in die normalen Wartungszyklen einbezogen, die eine Überprüfung nur mit größeren Abständen vorsieht. Sie kann überall dort installiert werden, wo die Spannungsschwankungen am kritischsten sind.

Besonderheiten der Thyrobox VR

Die Besonderheit der Thyrobox VR liegt in der kontinuierlichen Spannungsregelung ohne Schaltvorgänge mit Thyristortechnik. Sobald sich der Leistungsfluss im Netzabschnitt umkehrt, regelt der digitale Power Controller AEG Thyro-P als zentrales Element der Thyrobox VR die Spannung dreiphasig in einem Bereich von 0 bis -8 % herunter. Der Controller verarbeitet 45 Mio. Kommandos sowie 1,5 Mio. Messwerte je Sekunde. So entsteht mit der thyristorbasierten Voltage-Sequence-Control-Technologie eine kontinuierliche, flickerfreie Spannungsregelung. Der Wirkungsgrad von > 99,5 % sorgt für geringe Eigenerwärmung sowie niedrige Betriebskosten.

Das Gerät wurde eigenfehlersicher konstruiert. In einem sehr unwahrscheinlichen Fehlerfall wird der Thyro-P automatisch vom Regulationssystem getrennt

und alles funktioniert, als wäre das Stellglied nicht vorhanden. Damit ist die Versorgungssicherheit stets gewährleistet.

Die Thyrobox VR kann vom Anwender mit wenigen Handgriffen auch zur Spannungserhöhung umkonfiguriert werden. Die Bayernwerk-Schwester Edis AG hat bereits ein Gerät in dieser Betriebsart installiert.

Fazit

Die Verantwortlichen beim Bayernwerk haben sich für die Thyrobox VR als Strangregler entschieden. Nach Abschluss des Pilotprojekts wurden weitere Geräte bestellt, um bei künftigen Anforderungen zur Regelung von Netzausläufern schnell reagieren zu können. Da die Lösung einfacher, schneller und günstiger als ein Netzausbau ist, werden die Regler künftig häufiger im Netz des Bayernwerks eingesetzt. Letztlich bringen die geringeren Kosten – verglichen mit einem Netzausbau – auch Vorteile für die Endkunden. Denn mit den Netzentgelten zahlt jeder Kunde auch einen Anteil für Betrieb und Erhaltung der Netze.

Das Assetmanagement des Bayernwerks entwickelt nun Vorgaben und Richtlinien,

um den Mitarbeitern in den Netzcentern die Entscheidung für den Einsatz der Thyrobox VR zu erleichtern.



Hans Schmitt,
Senior Sales Manager,
AEG Power Solutions GmbH,
Warstein-Belecke



Martin Haseneder,
Assetmanagement
Grundsatzaufgaben,
Bayernwerk AG, Regensburg

- >> hans.schmitt@aegps.com
martin.haseneder@bayernwerk.de
- >> www.aegps.de
www.bayernwerk.de