

Inselnetzbetrieb der Gemeinde Bordesholm mit einer Großbatterie

Eberhard Waffenschmidt*, Silvan Rummeny, Technische Hochschule Köln,
Frank Günther, Versorgungsbetriebe Bordesholm GmbH,
Felix Klenner, RES Deutschland GmbH,
Paul Robert Stankat, SMA Solar Technology AG

*Korrespondierender Autor, eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de

Bei einem wachsenden Anteil dezentraler erneuerbarer Stromerzeuger muss die Netzregelung in Zukunft ohne Großkraftwerke auskommen. Die Dezentralität ermöglicht grundsätzlich zusätzlich eine lokale Stromversorgung, die beispielsweise bei einem globalen Blackout nutzbar wäre. In allen diesen Fällen können Großbatterien die zentralen Elemente bilden.

Die innovative Gemeinde Bordesholm im Norden Deutschlands unterstützt ein solches Konzept. Der lokale Energieversorger, die Versorgungsbetriebe Bordesholm (VBB), hat kürzlich eine Großbatterie in Betrieb genommen. Die Großbatterie wurde von RES Deutschland GmbH (RES) realisiert und hat eine Gesamtkapazität von 15 MWh und eine maximale Leistung von 12,5 MW, wovon 10 MW im Regelbetrieb angemeldet sind. Sie besteht aus sieben gleichen unabhängigen Strängen mit jeweils einem Batterieblock, Wechselrichter und Netztransformator.

Im Normalbetrieb ist die Batterie für den Primärregelleistungsmarkt präqualifiziert. Die Wechselrichter und die Netzinfrastruktur sind jedoch auch darauf ausgelegt, die Gemeinde Bordesholm mit der Batterie als Inselnetz zu versorgen. In 2019 wurde dazu eine erste Voruntersuchung zum Inselnetzbetrieb auf der Konferenz „Zukünftige Stromnetze“ vorgestellt. Hier werden nun konkrete Messergebnisse zu Inselnetzversuchen mit der in Betrieb genommenen Batterie vorgestellt.

Die Großbatterie ist in der Lage, im Inselbetrieb als Netzbildner zu dienen und Spannung und insbesondere Netzfrequenz stabil zu halten. Damit können auch dezentrale Generatoren wie Photovoltaik (PV) – Anlagen (ca. 1,4 MW_{pk}) und die dort vorhandene Biomasseanlage (2,4 MW) weiter in Betrieb bleiben und Leistung einspeisen.

Die Zentralwechselrichter der Firma SMA werden im normalen Netzbetrieb laut Präqualifikation im stromgeregelten Modus betrieben. Um als Netzbildner im Inselbetrieb zu arbeiten, können sie in einen spannungsgeregelten Modus geschaltet werden. Im spannungsgeregelten Modus enthält die Regelung einen leichten Spannungs- und Frequenzdroop. Dieser ermöglicht den spannungsgeregelten Betrieb sowohl im Netzverbundbetrieb als auch im Inselbetrieb.

Zur neuen Netzinfrastruktur gehört auch ein Synchronkuppelschalter, mit der das Stromnetz der Gemeinde Bordesholm aus dem Inselbetrieb mit dem Verbundnetz synchron zugeschaltet werden kann. Neben der Überwachung der Netzsynchrität liefert die Einheit auch Messsignale zu Spannung, Frequenz und Phase der zu verbindenden Netzabschnitte an den Hybrid Controller der Firma SMA. Dieser ist dann in der Lage, Spannung, Netzfrequenz und Phasenlagen des Inselnetzes an die des Verbundnetzes anzupassen.

Zur Dokumentation des Inselnetzversuches sind an mehreren Punkten im Versorgungsnetz Messgeräte installiert, insbesondere in der Schaltstation mit dem Anschluss ans Verbundnetz und dem Synchronkuppelschalter. Diese können die Netzspannung und die Ströme von ausgewählten Abgängen hochaufgelöst mit 128 Messwerten pro Netzperiode messen.

Als Voruntersuchung für einen Versuch mit der Gemeinde Bordesholm wurde ein Experiment mit einer künstlichen Last unternommen. Dabei wurde nur das Batteriesystem über den Synchronkuppelschalter mit dem Verbundnetz verbunden. Sodann wurden drei der sieben Batteriewechselrichter im stromgeführten Betrieb als Lasten von insgesamt 4 MW geschaltet. Dies entspricht etwa der höchsten Jahresleistung der Gemeinde Bordesholm. Die übrigen vier Batteriewechselrichter versorgten dann im spannungsgeregelten Betrieb als Großbatterie die „virtuelle Gemeinde Bordesholm“. Im Folgenden wurden verschiedene Experimente zum Übergang in den Inselbetrieb, zur Re-Synchronisierung sowie verschiedene Lastwechsel durchgeführt. In diesem Abstract werden zwei Experimente zum Übergang in den Inselbetrieb präsentiert, welche besonders aussagekräftig für die noch zu erfolgende Demonstration mit der realen Gemeinde Bordesholm sind.

In allen Fällen wurden die vier Batteriewechselrichter für den Batteriebetrieb am Verbundnetz in den spannungsgeregelten Betrieb umgeschaltet. Im ersten Versuch wurde sodann die Residuallast am Synchronkuppelschalter auf nahezu Null reduziert. Sodann wurde der Schalter geöffnet und die Anordnung ist automatisch, d.h. ohne Unterbrechung in den Inselnetzbetrieb übergegangen. Die Messungen der Spannung an der Batterie und der Strom durch den Kuppelschalter sind in Bild 1 als Zeitverlauf dargestellt. Der Schaltzeitpunkt ist daran zu erkennen, dass der Strom von einem geringen, verrauschten Strom ganz zu Null

wird. Im Spannungsverlauf ist zu diesem Zeitpunkt überhaupt keine Besonderheit zu erkennen. Dies zeigt, dass die vier Wechselrichter im netzbildenden Modus ohne jegliche Regelschwankungen in den Inselnetzbetrieb übergehen können.

In einem weiteren ähnlichen Versuch wurde die Residuallast am Synchronkuppelschalter vorher nicht zu Null gesetzt. Vielmehr wurden die Lasten mit der vollen Leistung von 4 MW aus dem Verbundnetz gespeist. In dieser Situation wurde der Synchronkuppelschalter erneut geöffnet. Dabei mussten die vier Wechselrichter der Batterie unmittelbar die volle Leistung von 4 MW übernehmen und gleichzeitig dabei in den Inselnetzbetrieb übergehen. Die entsprechenden Verläufe für Strom und Spannung sind in Bild 2 dargestellt. Auch hier erkennt man den Schaltzeitpunkt an der Abnahme des Stroms. Die Spannung zeigt nach dem Schaltzeitpunkt einige transiente Ausgleichsvorgänge. Sie bricht jedoch keinesfalls zusammen und der Verlauf enthält lediglich einige zusätzliche Schwingungen. Diese sind jedoch spätestens nach einer Netzperiode abgeklungen, so dass auch hier ein unterbrechungsfreier Übergang in den Inselnetzbetrieb gezeigt werden konnte.

Diese Messungen stimmen zuversichtlich, dass mit einem geplanten Schalten ein Inselnetzversuch mit der Gemeinde Bordesholm als Verbraucher ohne Beeinträchtigung der Stromversorgung durchgeführt werden könnte. Eine solche Demonstration des Inselnetzbetriebs ist inzwischen fest für das zweite Halbjahr 2019 geplant. Über die Ergebnisse wird im endgültigen Konferenzbeitrag berichtet werden.

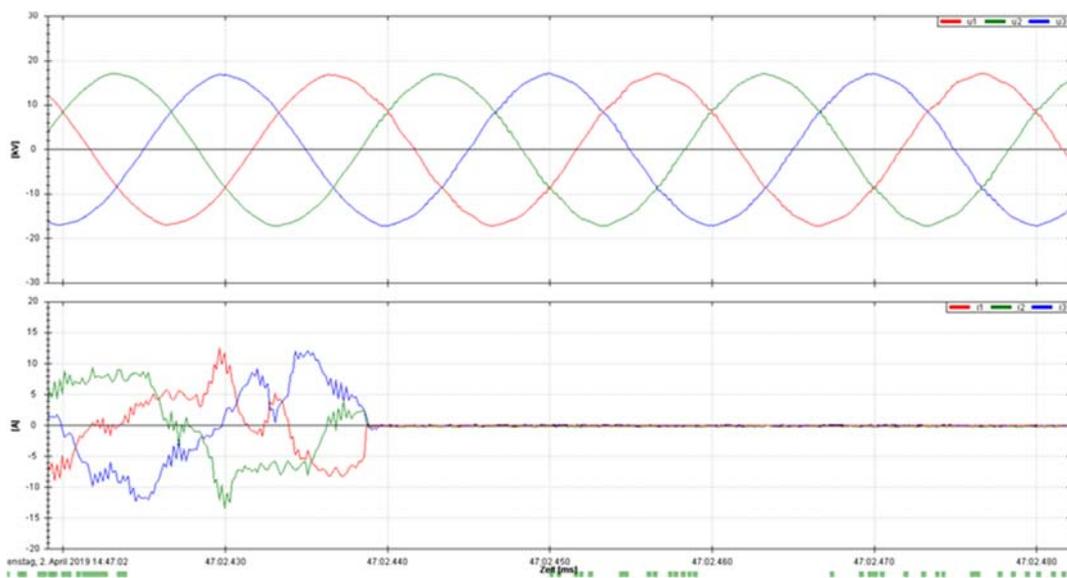


Bild 1: Messergebnisse beim Vorversuch mit Batteriewechselrichtern als Last: Spannung und Strom am Netzanschlusspunkt beim Übergang zum Inselnetz ohne Residuallast.

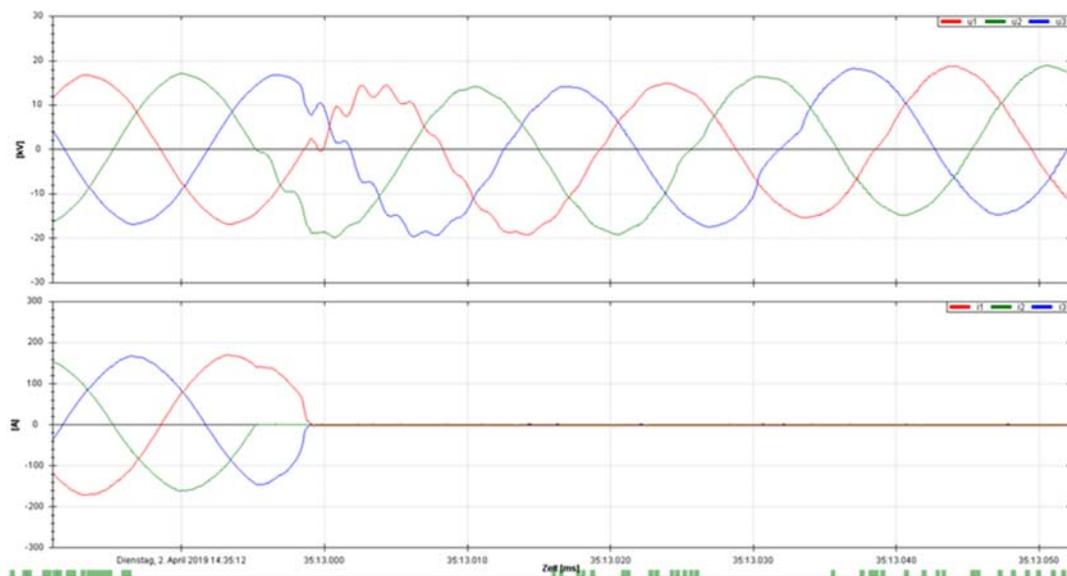


Bild 2: Messergebnisse beim Vorversuch mit Batteriewechselrichtern als Last: Spannung und Strom am Netzanschlusspunkt beim Übergang zum Inselnetz mit Residuallast.