

Netze stabilisieren, Lastspitzen kappen

Großbatteriespeicher für Netzbetreiber und Industriebetriebe

Übertragungsnetzbetreiber haben die oft nicht einfache Verpflichtung, bei Störungen ihre Stromnetze zu stabilisieren. Sie benötigen dafür unter anderem sogenannte Regelleistung, die sie aus konventionellen Reservekraftwerken, neuerdings aber auch aus großen Batteriespeichern beziehen können. Doch nicht nur für Netzbetreiber sind diese Speichersysteme interessant, sondern beispielsweise auch für Industriebetriebe zur Kappung oder Glättung von Leistungsspitzen.

Die folgenden Ausführungen sollen zunächst an einem Beispiel zeigen, wie ein Batteriespeicher für den MW-Bereich aufgebaut ist und wie er mit der Bereitstellung von primärer Regelleistung zur Netzstabilisierung beitragen kann. Das zweite Kapitel beschäftigt sich mit der Möglichkeit, Batteriespeicher zur Kappung von Lastspitzen (Peak Shaving) in Netzen von Gewerbe- und Industriebetrieben einzusetzen.

Batteriespeicher für die Netzstabilisierung

Mit der Energiewende erlebt das Stromnetz einen grundlegenden technischen und strukturellen Wandel. Auslöser ist die zahlenmäßige

Autor

Elektromeister Wilhelm Wilming, Ahaus, ist freier Fachautor und befasst sich schwerpunktmäßig mit erneuerbaren Energien.

Zunahme von Windkraft- und Photovoltaikanlagen, die ihren Strom aber nicht gleichmäßig, sondern zu unterschiedlichen Zeiten und in schwankendem Umfang (volatil) ins Stromnetz einspeisen. Diese Volatilität kann dazu führen, dass sowohl die Netzfrequenz als auch die Netzspannung den durch Normen vorgegebenen Toleranzrahmen verlassen und damit die Stabilität und letzten Endes die Sicherheit der Stromversorgung gefährden.

Regelleistung in drei Qualitätsstufen

Die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) haben unterschiedliche Möglichkeiten, Schwankungen im Netz auszugleichen und die Netzfrequenz immer möglichst nah am Sollwert von 50 Hz zu halten. Schon bei einer Abweichung von 0,01 Hz fordert die Systemführung eines ÜNBs von ihrem Stromlieferanten die vertraglich zugesicherte Lieferung primärer Regelleistung an, die dann innerhalb von 30 s zur Verfügung stehen muss (siehe Infokasten: „Die drei Stufen der Versorgung mit Regelenergie“).

Das Projekt einer Großspeicheranlage in Garching als Beispiel

Bisher waren es größtenteils Betreiber konventioneller Kraftwerke, die primäre Regelleistung am Markt anboten. Aktuell beteiligen sich mehr und mehr auch Großbatteriespeicher, wie beispielsweise eine Anlage mit einer Lade- und Entladeleistung von mehr als 1 MW, die Mitte des Jahres 2017 im oberbayerischen Garching bei München in Betrieb gegangen ist (Bild 1). Beteiligt am Projekt sind mehrere Unternehmen: die Smart Power GmbH & Co. KG aus Feldkirchen, die die Planung, den Bau und die Installation des Speichers übernommen hat, sowie als Partner der italienische Wechselrichterhersteller Bonfiglioli und der Speicherspezialist NEC Energy Solutions. Die Bayernwerk AG ist verantwortlich für die Einbindung des Regelenergiespeichers ins europäische Verbundnetz und für die Netzsteuerung der Anlage. Und nicht zuletzt sitzt die TU München mit im Boot. Das Projekt gebe den Forschern der Universität durch seine unmittelbare Nähe zum Campus die Möglichkeit, zeitnah theoretische Modelle und Simulationen durch Analysen am realen System zu überprüfen, begründet der stellvertretende Leiter des Lehrstuhls für elektrische Energiespeichertechnik, Dr. Holger Hesse, seine Motivation für die Zusammenarbeit mit Smart Power und dem Bayernwerk. Der technische Leiter des Generalunternehmens Smart Power, M. Eng. Ulrich Bürger, hebt in einem Gespräch die Vorteile „seiner“ Anlage hervor: „Unser Batteriespeicher kann Energie aufnehmen und abgeben; vor allem: er ist schnell. Wir können innerhalb von 20 ms von voller negativer Leistung auf volle positive Leistung umschalten. Er arbeitet nicht



Quelle: Smart Power

1 Batteriecontainer (links) und Übergabestation mit Wechselrichter- und Mittelspannungsanlage

Auf einen Blick

Die drei Stufen der Versorgung mit Regelernergie

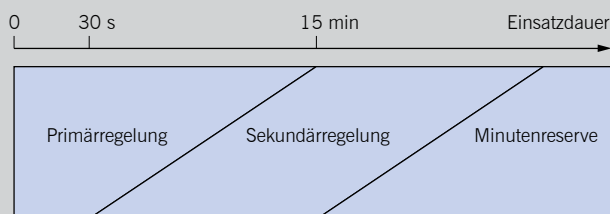
Zunächst deckt bei Leistungsausfall die sogenannte Momentanreserve aus konventionellen Kraftwerken die Versorgungslücke. Dabei wirkt die Trägheit der rotierenden Massen der Kraftwerksgeneratoren mit ihrer kinetischen Energie automatisch dem Leistungsungleichgewicht entgegen und stabilisiert so die Frequenz, allerdings nur kurzzeitig. Danach wird weitere Regelleistung erforderlich, die dreistufig zugeschaltet wird.

- Die Primärregelleistung sorgt für eine Anpassung der Erzeugungsleistung innerhalb von 30 s.
- Die Sekundärregelleistung tritt spätestens 15 min nach der Primärregelung zur Ablösung in Kraft und sorgt für die Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen Erzeugung und Verbrauch.
- Im darauffolgenden Schritt wird die Minutenreserve aktiviert, um länger andauernde Abweichungen zwischen Erzeugung und Verbrauch zu verhindern und

die vorher aktivierten Regelleistungen für eventuelle weitere Vorkommnisse zur Verfügung zu stellen.

Dabei ist zwischen positiver und negativer Regelung zu unterscheiden. Wenn die ins Netz eingespeiste Energie die zum selben Zeitpunkt entnommene Energie übersteigt, liegt ein Leistungsüberschuss im Netz vor, spricht man von negativer Regelernergie, die dem Netz kurzfristig entzogen werden muss. Bei erhöhter Stromnachfrage ist positive Regelernergie erforderlich.

Die Beschaffung von Regelernergie erfolgt über ein Auktionsverfahren. Dabei müssen die Anbieter in einem Präqualifikationsverfahren nachweisen, dass sie grundsätzlich in der Lage sind, Regelernergie am Markt bereitzustellen. Die Verantwortlichkeiten für einen sicheren und zuverlässigen Systembetrieb und die Rolle der Systemdienstleistungen regelt das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)



Dreistufiger Einsatz von Regelernergie

nur in der Netzstabilisierung effizienter als ein konventionelles Kraftwerk.“ Doch das sei noch nicht alles, wie Bürger betont. Smart-Power könne seinen Kunden weitere Funktionen nennen, die der Speicher beherrsche.“ So plane man jetzt Projekte für Stadtwerke, die Probleme mit der Blindleistungskompensation haben. Auch da könne man mit dem Großbatteriespeicher helfen. Ein weiteres Problem, zu dessen Lösung Bürger beitragen will: „Stadtwerke müssen ihrem vorgelagerten Netzbetreiber die Lastspitzen bezahlen. Unser Speicher kann solche teuren Maximalbelastungen kappen.“

Das Projekt sei sehr komplex gewesen, berichtet Ulrich Bürger. Man habe, bis man fündig geworden sei, viele Standorte prüfen und ebenso viele behördliche Bedingungen sowie Vorgaben der TU München erfüllen müssen. Und auch jetzt, wo die Anlage in Betrieb sei, könne man sich über Arbeitsmangel nicht beklagen. „Wir nehmen immer an der Auktion teil, die die vier deutschen

Übertragungsnetzbetreiber wöchentlich starten. Und nur, wenn wir den Zuschlag bekommen, wird unsere Leistung auch vergütet.“ Mit großen Gewinnen rechne man bei einem Umsatz von circa 140 000 Euro im Jahr nicht. Man hoffe, mit einer schwarzen Null heraus zu kommen. Es gehe in erster Linie um die Referenz der Firma und eben darum, die Forschung weiterzubringen.

Präqualifikation und Ausschreibungen von Regelleistung

Die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) – wie in diesem Falle Tennet – decken ihren Bedarf an Primär- und Sekundärregelleistung sowie Minutenreserve über regelmäßig stattfindende Ausschreibungen. Anbieter, die daran teilnehmen wollen, müssen zuvor in einem Präqualifikationsverfahren den Nachweis erbringen, dass sie die erforderlichen Anforderungen für die Erbringung einer oder mehrerer Arten von Regelleistung erfüllen können. Neben tech-



Mit BALS-CONNECT wird die permanente Überwachung von mobilen Einzelverbrauchern so einfach wie nie.

- Einbindung von Verteilersystemen in das IoT
- Erfassung der physikalischen Betriebsparameter
- Energie-Monitoring der angeschlossenen Verbraucher
- Problemerkennung bei Überlast oder Ausfall
- Verbrauchererkennung durch eingebautes RFID System
- Bals Cloud zur Sicherung der aufgezeichneten Daten
- Temperaturüberwachung der Kontakte
- Datenübertragung mittels SIM Karte über GSM oder LTE
- Visualisierung historischer und aktueller Verbrauchsdaten
- IoT Connectivity über MQTT Protokoll
- Datenexport als CSV-Datei oder mittels REST-API



Web-App

nischer Kompetenz müssen eine ordnungsgemäße Erbringung der Regelleistung unter betrieblichen Bedingungen und die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Anbieters gewährleistet sein. Nach dem Präqualifikationsverfahren schließt der zuständige ÜNB mit dem Anbieter je Regelleistungsart einen Rahmenvertrag ab, der Voraussetzung für die Teilnahme an den Ausschreibungsverfahren ist. Primär- und Sekundärregelleistungen werden wöchentlich ausgeschrieben, die Minutenreserve täglich. Für die Abwicklung der Ausschreibungen und weitere Informationen haben die deutschen Übertragungsnetzbetreiber eine gemeinsame IT-Plattform unter www.regelleistung.net eingerichtet.

Die Technik im Batteriecontainer und in der MS-Station

Das Batteriespeichersystem der Anlage ist in einem Outdoor-Container (links im Bild ①) untergebracht. Es besteht aus 16 Racks mit je 22 Li-Ionen-Batterien (Bild ②), die Gesamtspannung beträgt rund DC 700 V. Die Ausgänge gehen auf eine DC-Sammelschiene, an denen auch die bidirektional arbeitenden Wechselrichter aus der benachbarten Übergabestation angeschlossen sind. Man verwendet Li-Ionen-Batterien, weil sie laut Dipl.-Ing. Hans Urban den Vorteil besitzen, dass sie in ihrem Arbeitsbereich nur kleine Abweichungen von der Nennspannung haben. Man betreibe sie also fast immer bei der gleichen Spannung. Urban vertritt bei Smart Power die Abteilung Business Development.

Der Container ist mit einer Klimaanlage ausgerüstet. Sie sorgt dafür, dass bestimmte Temperaturvorgaben eingehalten werden. Das gilt sowohl für die Betriebs- als auch die Umgebungstemperatur. Ferner sollen bauliche Maßnahmen eine ausreichende Luftzufuhr und -zirkulation sicherstellen, sodass bei einem möglichen Ausfall des Klimasystems ein sicherer Betrieb weiterhin gewährleistet ist. Besonders wichtig ist die Einhaltung der Betriebstemperatur der Batteriezellen. Da bei einer nicht restlos auszuschließenden Überladung von Zellen Brandgefahr besteht, ist im Container eine Feuerlöschanlage installiert. Urban unterstreicht, wie sicher der Container insgesamt einzustufen ist: „Die Anlage besitzt ein automatisches Monitoring und wird damit lückenlos überwacht. Die Batterien, von denen im Fehlerfall als erstes eine Brandgefahr ausgehen könnte, stammen aus einer streng kontrollierten Produktion. Und was außerdem wichtig ist: Ein integriertes Batteriemanagementsystem überwacht alle Zellen einzeln und sorgt dafür, dass alle exakt die gleiche

Spannung haben und damit einen fehlerfreien Betrieb gewährleisten.“

Neben dem Batteriecontainer steht eine typische Übergabestation, in der ein Transformator die Spannung der 220-kV-Netzeinspeisung in eine Niederspannung von 360 V übersetzt. Dieses Transformationsverhältnis ist den Daten der sieben 200-kW-Wechselrichter angepasst, die in getrennten Feldern der Hauptverteilung untergebracht sind. „Damit können wir die Wechselrichter immer im optimalen Arbeitspunkt betreiben“, erklärt Urban. „Außerdem steuern wir die Anlage so, dass immer die Wechselrichter in Betrieb gehen, die die wenigsten Betriebsstunden aufzuweisen haben.“

Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Großbatteriespeicher können nicht nur positive und negative Primärregelenergie liefern. Sie lassen sich vielmehr für weitere Aufgaben einsetzen, wie die folgende stichwortartige Aufstellung zeigt:

- **Netzdienstleistungen:** Frequenzregelung, Sekundärregelleistung, Blindleistungskompensation, Fahrplannerfüllung, Energiehandel
- **Autarkie-Services:** Inselbetrieb, Quartierspeicher, Eigenverbrauch
- **Industriedienstleistungen:** Peak Shaving, Anschlussleistungsbegrenzung, Ersatz-/Notstrombetrieb, Energiemanagement, Primärregelleistung
- **Infrastrukturdienstleistungen:** Spannungsstabilisierung, Power Boosting (Schwarzstart, Bereitstellung hoher Leistung in schwach ausgebauten Netzen), Netzaus-

bauvermeidung, Unterstützung dezentrale Energieversorgung, Quartierspeicher.

Vor allem Peak Shaving stellt für Großbatteriespeicher ein interessantes Einsatzgebiet dar, versichert Urban und erläutert die Funktion: „Kunden mit einem hohen Stromverbrauch haben dem Netzbetreiber neben dem Arbeitspreis zusätzlich einen Leistungspreis zu bezahlen. Die Höhe richtet sich nach der in einer Viertelstunde maximal bezogenen Energie, der Betrachtungszeitraum erstreckt sich in der Regel über ein Jahr. Das bedeutet, dass der Leistungspreis eines Unternehmens von der Jahreshöchstlast abhängig ist. Dieser bewegt sich regional unterschiedlich in Größenordnungen von 80 bis über 200 €/kW.“ Um nun außerplanmäßig auftretende und oft nur kurz andauernde höhere Leistungsspitzen so weit wie möglich zu vermeiden, hat das Unternehmen im Grunde mindestens zwei Optionen: Es kann mit Lastabwurf reagieren (Demand Site Management), was die wohl häufigste Reaktion ist, aber die Produktion einschränken kann; oder es greift auf einen eigenen Stromerzeuger zurück – oder eben auf einen Großbatteriespeicher.

Die Vermeidung von Lastspitzen durch den Einsatz von Großbatteriespeichern sei aber nicht nur für Stromverbraucher, sondern auch für Stromversorger ökonomisch interessant, so Urban. Es könne sich für Stadtwerke durchaus lohnen, Lastspitzen im eigenen Netz zu vermeiden, da diese ihrerseits zu Peaks aus dem vorgelagerten Netz führen, die ebenfalls mit einem Leistungspreis belastet sind. Es könnten durch Peak Shaving unter Umständen sogar Netzausbaumaßnahmen und damit Investitionskosten vermieden werden, die sonst bei völliger Auslastung fällig würden.



② Li-Ionen-Batterien im Container, ferner im Bild M. Eng. Ulrich Bürger, Technischer Leiter von Smart Power

Quelle: Smart Power

Hintergrund

Smart Power – Speichersysteme in industriellem Maßstab

Die Firma Smart Power wurde 2014 als Tochterfirma des oberbayerischen Solarprojektierers MaxSolar am Innovationszentrum Gate der TU München gegründet. Mit einem Team an hochqualifizierten Ingenieuren beschäftigt sich das Unternehmen mit der Projektierung, dem Bau und der schlüsselfertigen Inbetriebnahme von kompletten Speichersystemen im industriellen Maßstab. Eine eigene Simulationssoftware ermöglicht die genaue Wirtschaftlichkeitsprognose von Speichersystemen anhand der Lastgangdaten der jeweiligen Kunden und Energieversorger. Im April 2017 erfolgte der Umzug in größere Büroräume in Feldkirchen bei München.

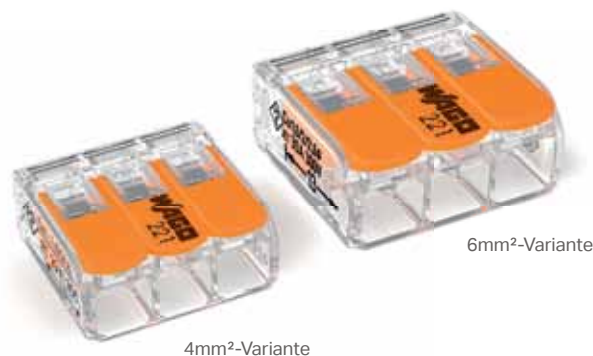
Kopplung verschiedener Betriebsfälle

Da sich Großbatteriespeicher für die Lieferung von Primärregelenergie allein kaum lohnen, ist es notwendig, deren Wirtschaftlichkeit durch die Kopplung verschiedener Betriebsfälle zu erhöhen (Multi-Use-Ansatz). So ist es beispielsweise möglich, die Kappung von Lastspitzen (Peak Shaving) und die Bereitstellung von Regelleistung zu kombinieren. Als weiteres Beispiel für einen Einsatz von Batteriespeichern mit mehrfachem Nutzen seien hier Speicher in PV-Anlagen genannt. Mit ihnen lässt sich zum einen der Anteil an Eigenstromversorgung erhöhen. Zum anderen können sie mit anderen Speichern vernetzt werden, wodurch ein Speicherverbund mit mehreren Megawatt Leistung entsteht, der Regelleistung liefern kann.

Zusammenfassung

Aktuell ist eine starke Zunahme von Batteriespeichern zu beobachten. Vor allem Systeme der MWh-Klasse für Mittelspannungsnetze sind, von der netzdienlichen Seite her gesehen, eine attraktive Möglichkeit, positive und negative Primärregelenergie bereitzustellen. Die betriebswirtschaftliche Seite hingegen lässt zu wünschen übrig. Zwar sind Konstruktion, Installation und Betrieb für die Lieferanten und Betreiber bekanntes Terrain und Stand der Technik. Doch die Suche nach einem geeigneten Standort, der Aufwand für die Präqualifikation und die wöchentlichen Ausschreibungen können einen beträchtlichen Umfang annehmen. Es ist für Investoren deshalb angebracht zu versuchen, die Wirtschaftlichkeit von Speichersystemen durch einen Einsatz mit mehrfachem Nutzen (Multi-Use-Ansatz) zu erhöhen. ■

NEU 6mm²-
Variante



Einfacher?
Geht's nicht!

So verbindet man heute!

www.wago.com/221