

Leistungsreduzierung von Erzeugungsanlagen

Einspeisemanagement als dezentrale Lösung im Mittelspannungsnetz

Während der Umsetzung eines durch dezentrale Erzeugungsanlagen hervorgerufenen Netzausbaus ist im betroffenen Mittelspannungsstrang gemäß EEG in vielen Fällen ein dynamisches Einspeisemanagement durchzuführen. Bei der Westfalen-Weser-Ems Verteilnetz GmbH wurde dazu gemeinsam mit der applied technologies GmbH eine technische Lösung entwickelt, die die Kosten durch Verwendung vorhandener Techniken minimiert.

Der anhaltende Zubau dezentraler Erzeugungsanlagen führt vor allem in ländlichen Regionen mit langen Ausläuferleitungen zu Engpässen im Mittelspannungsnetz. Hierbei geraten die bisher auf Versorgung ausgelegten Netzstrukturen i. d. R. durch den Anschluss einzelner größerer Anlagen an ihre Grenzen bzw. überschreiten diese. Eine Umkehr der Leistungsrichtung führt dabei zu einer Anhebung der Spannung am Leitungsende. Selten werden auch thermische Grenzwerte erreicht. Wenn durch den Zubau die zulässigen Betriebsgrenzwerte überschritten werden, ist der Netzbetreiber gemäß EEG § 9 verpflichtet, einen Ausbau des Netzes vorzunehmen, damit alle Erzeugungsanlagen jederzeit mit ihrer Nennleistung einspeisen können. Bis zum Abschluss einer solchen Ausbaumaßnahme sind relevante Erzeugungsanlagen in ihrer Leistungsabgabe entsprechend zu reduzieren. Dabei ist eine Reduzierung gemäß EEG § 11 so vorzunehmen, dass jederzeit die größtmögliche Strommenge aus erneuerbaren Energien abgenommen wird. Speziell diese Anforderung lässt in vielen Fällen eine permanente statische Reduzierung einzelner Einspeiser in diesem Zeitraum nicht zu. Dies gilt vor allem dann, wenn innerhalb des betroffenen Strangs verschiedene Energiearten vorhanden sind, für die hinsichtlich ihrer Einspeisemaxima unterschiedliche Gleichzeitigkeitsannahmen zugrunde zu legen sind. Eine in der Leistung zu reduzierende Windenergieanlage kann z. B. dann mehr Leistung einspeisen, wenn eine im gleichen Strang angebundene PV-Anlage aufgrund der Wetterlage aktuell keinen

Beitrag leisten kann oder generell im Starklastfall mehr Energie im Strang verbraucht wird. Diese Dynamik ist bei der Ausgestaltung der Leistungsreduzierung zu berücksichtigen und führt zur Umsetzung eines dynamischen Einspeisemanagements.

Wichtigste Grundvoraussetzung für eine dynamische Anpassung der Leistungsreduzierung ist hierbei die Kenntnis über den aktuellen Auslastungsgrad innerhalb des Strangs. In der theoretischen Betrachtung unter Nutzung netzplanerischer Werkzeuge lassen sich bereits die kritischen Stellen im Strang ermitteln. In den meisten Fällen handelt es sich hierbei um einen Ort am Ende des Strangs, da sich hier die vorgelagerten Leitungsanteile bei Zubau einer Erzeugungsanlage stärker auswirken. Im Fall einer Grenzwertverletzung der Spannung, die erfahrungsgemäß in rd. 95 % aller Überschreitungen der Leistungsparameter auftritt, stellt somit die Spannung an diesem Ort das Kriterium zur Bemessung der dynamischen Leistungsreduzierung dar (*Bild 1*).

In einem zweiten Schritt sind die jeweils zu reduzierenden Erzeugungsanlagen zu ermitteln. Hierzu ist einerseits der Einfluss einzelner Anlagen anhand einer Sensitivitätsanalyse festzustellen, andererseits auch die gesetzlich vorgegebene Rangfolge für Reduzierungen zu beachten. Die Rangfolgevorgabe berücksichtigt dabei verschiedene Aspekte und stellt sicher, dass eine Reduzierung unter wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Kriterien stattfindet. Hierbei werden u. a. auch die unterschiedlichen Vergütungssätze für die einzelnen Energiearten berücksichtigt.

Nach Durchführung der theoretischen Betrachtung ist nun die Umsetzung in ein technisches System zu lösen. Hierbei stellt der temporäre Charakter einer jeden Maßnahme ein wichtiges Kriterium dar. In Abhängigkeit des Umfangs der Baumaßnahme können Zeiträume bis zu zehn Monaten auftreten, in denen ein Einspeisemanagement durchgeführt werden muss. Oberstes Gebot in der Entwicklung einer Systemtechnik liegt daher in einer Minimierung der Kosten und des zeitlichen Aufwands für die jeweilige Installation eines Einsatzfalls und dessen Abbau nach Abschluss des Netzausbaus.

Dynamisches Einspeisemanagement

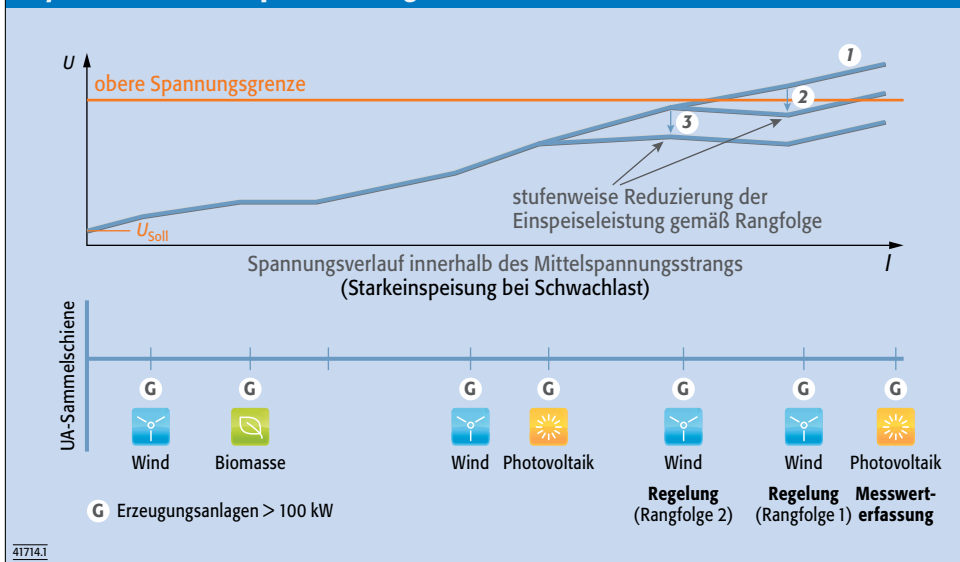


Bild 1. Spannungsverlauf eines MS-Strangs und Funktionsweise des dynamischen Einspeisemanagements

- 1 durch Zubau eines oder mehrerer Einspeiser wird bei Schwachlast und Starkeinspeisung die obere Spannungsgrenze im hinteren Bereich der Leitung überschritten
- 2 zunächst wird die Erzeugungsanlage der Rangfolge 1 in den Schritten 60, 30 und 0 % reduziert
- 3 reicht die Reduzierung nicht aus, um die Spannung am Messpunkt unter den Grenzwert zu bringen, wird die Erzeugungsanlage der Rangfolge 2 ebenfalls in den Schritten 60, 30 und 0 % reduziert

Es bietet sich daher an, bereits vorhandene Techniken zu verwenden, um einen kostenintensiven Montageeinsatz im Netz zu vermeiden. Als Ausgangspunkt der Wirkungskette werden zunächst Messwerte aus dem Strang benötigt, wobei hier i. d. R. ein Spannungsmesswert am Ende des Strangs ausreicht. Da in der heutigen zentralen Netzüberwachung keine Messwerte unterhalb des Leistungsschalterabgangsfelds einer Umspannanlage erfasst werden, müssen andere Quellen erschlossen werden. Der Einbau einer zusätzlichen Messwerterfassung in Ortsnetzstationen einschließlich Fernanbindung ist aus Aufwandsgründen nicht zielführend.

Eine Lösung des Problems bieten hier die seit einiger Zeit standardmäßig in Übergabestationen von Erzeugungsanlagen verwendeten Lastgangzähler des Typs SyM². Diese Zähler sind mittlerweile in der Lage, periodisch in kurzen Zeitabständen ihre aktuell erfassten Messwerte über die zur Zählerstandsfernabfrage vorhandene Mobilfunkanbindung zu übertragen. Es lassen sich dabei Zykluszeiten von unter einer Minute erreichen. Die Umparametrierung eines Zählers zur Aktivierung dieser Funktionalität ist ebenfalls per Fernzugriff möglich.

Für die Aussendung von Reduzierbefehlen an die gemäß Rangfolge

geverfahren ausgewählten Anlagen existiert bereits ein erschlossener Weg, der bisher für Maßnahmen des übergeordneten Netzsicherheitsmanagements verwendet wird. Über dieses Netzsicherheitsmanagement werden Netzengpässe im überlagerten Hochspannungsnetz sowie Aufrufe zur Leistungsreduzierung aus dem Transportnetz bearbeitet. Aktuell wird im Netz der WVE Verteilnetz GmbH das Verfahren der Europäischen Funkrundsteuerung GmbH (EFR) eingesetzt. Entsprechend sind alle Erzeugungsanlagen > 100 kW bereits standardmäßig mit Empfängern ausgestattet. Reduzierbefehle können in einzelnen Anlagen direkt verarbeitet werden (Bild 2).

Technische Umsetzung

Das System EEG-Einspeisemanagement wurde neben den genannten Anforderungen auch aufgrund der geforderten kurzen Realisierungsphase von der Applied Technologies GmbH auf Basis vorhandener Infrastruktur konzipiert und realisiert:

- Messwerterfassung durch push-fähige Leistungszähler (SyM²),
- Steuerung durch EFR-Telegramme,
- Schnittstellen- und Prozesssteuerung durch Microsoft-Biz-Talk-Server,
- Realisierung des Regelalgorithmus als Webservice,

- revisions sichere Datenspeicherung in einer Oracle-Datenbank,
- Webapplikation als Benutzerschnittstelle zur Statusübersicht und Konfiguration,
- modularer Aufbau, um es an andere Gegebenheiten anpassen zu können.

Das Einspeisemanagement ist so konzipiert, dass Messwerte sowohl auf der Mittel- als auch auf der Niederspannungsseite von Übergabetransformatoren erfasst werden können. Innerhalb des Systems findet eine Normierung auf Mittelspannung statt. Die für die Istleistungserfassung gemessenen Leistungsgrößen werden dabei zur Umrechnung der Spannungsebenen verwendet. Die SyM²-Lastgangzähler sind entsprechend parametrisiert und übermitteln ihre Daten aktuell in 4-min-Intervallen über das Mobilfunknetz im Push-Betrieb an das Zählwertmanagement.

Kern des Zählwertmanagements bildet das seit längerer Zeit im Einsatz befindliche Tainy Switching Center der Dr. Neuhaus Telekommunikation GmbH. Dort werden sämtliche Zählerwerte im Netzbereich gesammelt und archiviert. Zur weiteren Verarbeitung werden die Messwerte in Form von SML-Telegrammen an das Einspeisemanagement übertragen, wo die Nachrichten neben einer syntaktischen Prüfung normiert und einer inhaltlichen Plausibilisierung unterzogen werden.

Strangüberwachung

Die entlang eines Strangs einspeisenden Erzeugungsanlagen sorgen für eine kontinuierliche Spannungserhöhung zum Strangende hin. Nach vorheriger Berechnung in einem Netzplanungswerkzeug werden Spannungsschwellen definiert, die bei Über- bzw. Unterschreiten Leistungserhöhungen oder Leistungserhöhungen auslösen. Verändert sich der Spannungswert nicht in die gewünschte Richtung, wird weiter reduziert bzw. auf die definierten Maximalwerte erhöht. Dies sind i. d. R. 0 bzw. 100 %. Durch geeignete Wahl der Spannungsschwellen werden andauernde Schaltungen vermieden. Sind mehrere Anlagen in die Reduzierung mit einbezogen, können beliebige Schaltkombinationen über diese Anlagen als Reduzierstu-

EEG-Einspeisemanagement

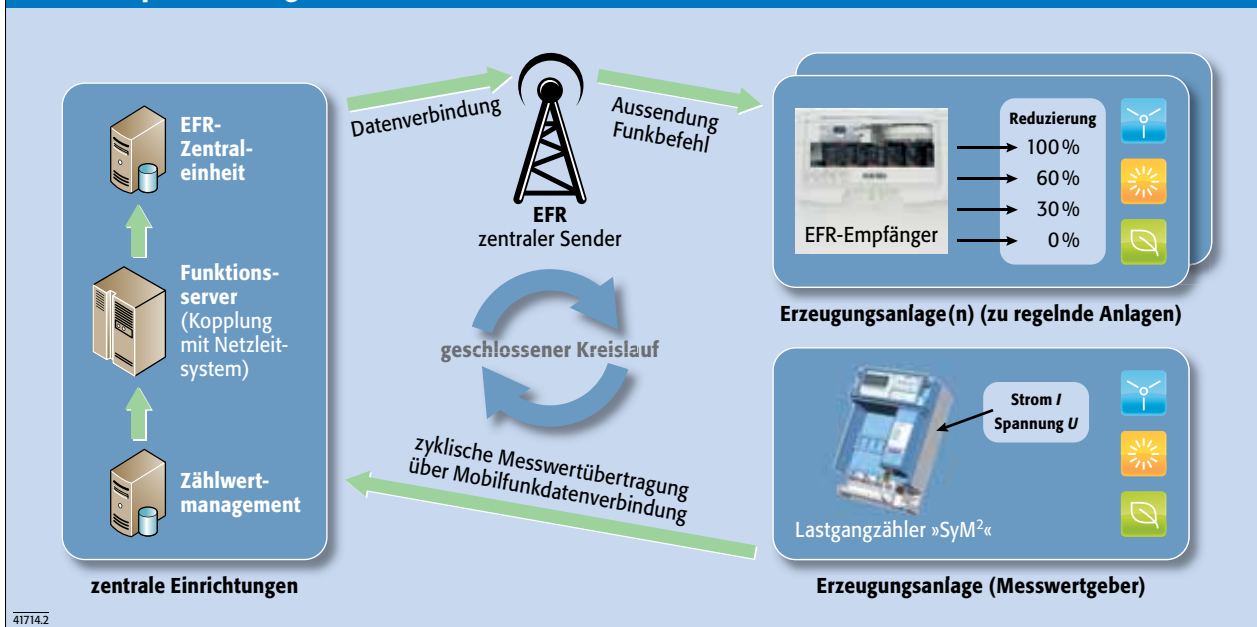


Bild 2. Funktionsprinzip des EEG-Einspeisemanagements

fen definiert werden. Die Steuerung der Einspeisungen ist über EFR-Telegramme realisiert. Zur Verarbeitung der Steuertelegramme des Einspeisemanagements wurde die vorhandene EFR-Anwenderbedienstation um eine Schnittstelle erweitert.

Leistungsreduzierung

Die eigentliche Leistungsreduzierung geschieht dezentral in der Steuerung der Erzeugungsanlage. Eine Quittierung der EFR-Befehle ist prinzipiell nicht möglich. Da es sich bei der Anordnung jedoch um einen geschlossenen Regelkreis handelt, der über die Strangspannung rückgekoppelt ist, findet eine zuverlässige Strangüberwachung statt.

Technische Beschreibung der Strangüberwachung

Die technische Umsetzung der Strangüberwachung lässt sich anhand der folgenden Komponenten beschreiben.

Zentraler Regelalgorithmus

Der zentrale Regelalgorithmus ist vollständig objektorientiert in C# auf Basis eines Datenbankobjektmodells zur persistenten Ablage des Gesamtzustands und der Konfiguration aufgebaut. Gesteuert und überwacht wird der Prozess mit der Workflow-Engine des Microsoft-Biz-Talk-Servers. Eine Triggerung des Regelalgorithmus geschieht durch eine eingehende Push-Messwertnachricht oder durch Ablauf eines Intervall-Timers, damit das

Ausbleiben eingehender Nachrichten bemerkt und gemeldet werden kann.

Persistenzspeicher

Der Persistenzspeicher wird durch eine Oracle-Datenbank gebildet. Alle wichtigen Objekte des Regelalgorithmus sind revisionssicher in Tabellen gespeichert. Konfigurationsänderungen werden mit einem Änderungszeitstempel gespeichert und können so wiederhergestellt bzw. nachvollzogen werden. Sämtliche eingehenden und ausgehenden Nachrichten werden ebenfalls mit Zeitstempel gesichert. Der Aufwand zur Sicherstellung dieser Revisionsfestigkeit ist aufgrund der Anforderung notwendig, aus den archivierten Daten die fälligen Entgelte zur Erstattung nicht eingespeister Energie zu bestimmen.

Schnittstellen

Neben der Workflow-Engine wird der Microsoft-Biz-Talk-Server zusätzlich als universelles Schnittstellenwerkzeug eingesetzt. Durch entsprechende Schemadefinitionen findet eine syntaktische Prüfung der eingehenden Nachrichten statt. Unabhängig vom Nachrichteninhalt kann das Übertragungsprotokoll ohne Implementierungsänderungen an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden.

Unter anderem stehen zur Verfügung:

- Dateitransfer über lokales oder Netzwerkdateisystem,
- (S)FTP,
- HTTP (Soap) sowie
- E-Mail.

Alle genannten Protokolle kommen zum Einsatz – E-Mail beispielsweise zur Benachrichtigung der Systembetreuer über irreguläre Zustände.

User Interface

Über die Benutzerschnittstelle können alle wichtigen Parameter eines Einsatzfalls (überwachter Strang) konfiguriert werden. Dazu gehören:

- die Schaltschwellen,
- die Messgeräte-ID, um die Messwertnachrichten dem Einsatzfall zuordnen zu können,
- die Reduzierstufen sowie
- die zugehörigen EFR-Adressen.

Ferner können der aktuelle Zustand des Einspeisemanagements, die Historie der eingehenden Nachrichten und die Historie der Schaltvorgänge dargestellt werden.

Die Benutzerschnittstelle ist als Webanwendung von Arbeitsplätzen im Intranet über einen Browser erreichbar. Durch den Einsatz modernster Techniken für Webapplikationen wird eine komfortable und intuitive Bedienung ermöglicht. Gleichzeitig werden die Forderungen an die IT-Sicherheit (ISMS) erfüllt (Bild 3).

Anbindung an das Netzleit-system

Werden im übergeordneten Netzleit-system Fehler in einem Strang erkannt oder es stehen Wartungsarbeiten an, kann die Applikation je Strang oder systemweit in einen Störungs- bzw. Wartungsmodus versetzt werden. Die Einspeisungen werden in diesem Fall solange auf den kleinsten konfigurierten Reduzierungswert gesetzt, bis der Modus wieder aufgehoben wird. Diese Kopplung wird durch eine Meldungsschnitt-

Prozessablauf

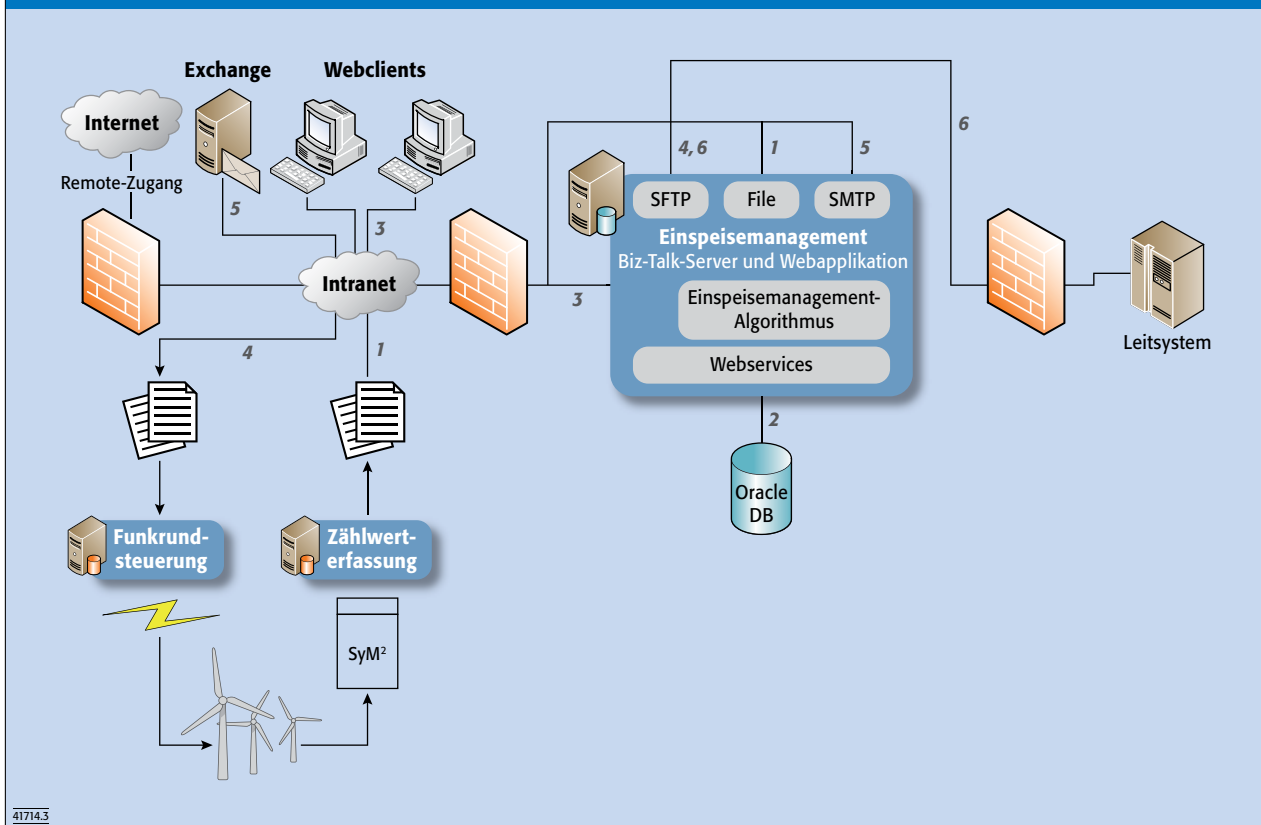


Bild 3. Struktur der Komponenten, Datenwege und des Prozessablaufs

- 1 Messwerte werden empfangen und mit Biz-Talk-Server validiert
- 2 die Daten werden persistiert und dem Regelalgorithmus übergeben
- 3 der Regelalgorithmus aktualisiert den Gesamtzustand und errechnet die Schaltzustände
- 4 aus den Schaltzuständen generiert Biz-Talk EFR-Telegramme
- 5 aus den Schaltzuständen werden, falls nötig, E-Mails (Störungsmeldungen) erzeugt
- 6 das übergeordnete Leitsystem beeinflusst mit Steuerungsmeldungen den Gesamtzustand

stelle der Applikation realisiert. Zur Koordination mit dem übergeordneten Netzsicherheitsmanagement kann die Schnittstelle entsprechend erweitert werden.

Systemüberwachung

Besonderes Augenmerk wurde auf die Systemüberwachung gelegt. Sie ist so konzipiert, dass immer das im Prozess folgende System die vorgeschalteten Systeme überwacht und Störungen an den entsprechenden Systembetreuer meldet. Das Einspeisemanagement überwacht die Messwerte auf dauerhafte Grenzwertverletzungen bei vollständiger Leistungsreduzierung sowie bei ausbleibenden Messwerten. Die EFR-Anwenderbedienstation überwacht wiederum die eingehenden EFR-Telegramme.

Betriebserfahrungen

Die beschriebene Systemtechnik ist bei der WVE Verteilnetz seit Dezember 2011 erfolgreich im Einsatz. Eine große Herausforderung des Projekts bestand in der Anforderung, heterogene und bisher nicht miteinander verbundene Systemtechniken

zusammen zu führen und dabei organisatorisch getrennte Bereiche einzubeziehen. Dies ist erfolgreich gelungen. Die Verfügbarkeit des Gesamtsystems ist sehr hoch, einzig im Bereich der Mobilfunkverbindung treten zurzeit noch regelmäßige, hauptsächlich kurze Ausfälle auf. Die Zykluszeit der eingehenden Messwerte hat sich als ausreichend für den Anwendungsfall herausgestellt.

Der organisatorische Aufwand zur Einrichtung und Überwachung eines Einsatzfalls ist durch die Möglichkeit einer Fernparametrierung sehr gering. Einsatzfälle werden im Rahmen der Antragsbearbeitung neuer Erzeugungsanlagen identifiziert und zentral vorbereitet. Bei Inbetriebnahme der Erzeugungsanlage wird das System aus der Ferne aktiviert und nach Abschluss der Ausbaumaßnahme auf gleichem Weg wieder deaktiviert.

Aufgrund der positiven Projekterfahrung prüft applied technologies derzeit, das dynamische Einspeisemanagement im Rahmen ihrer Smart-Grid-Aktivitäten auch als Dienstleistung anzubieten.

Ausblick

Viele Netzausbaumaßnahmen werden heute aufgrund der gesetzlichen Anforderung bereits durchgeführt, wenn eine Überschreitung von Betriebsgrenzwerten nur in den sehr seltenen Fällen eines gleichzeitig auftretenden Einspeisemaximums aller vorhandenen Energiearten und eines Lastminimums zu erwarten ist. Hier ist ein dauerhafter Einsatz eines dynamischen lokalen Einspeisemanagements ohne Durchführung eines Netzausbaus in diesem Strang denkbar, wenn die Kosten des Netzausbaus die zu erstattenden nicht eingespeisten Energiemengen deutlich überschreiten. Hierzu müssen jedoch zunächst die gesetzlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden.

(41714)

jgantenberg@appliedtechnologies.de

torsten.porath@rwe.com

www.appliedtechnologies.de

www.rwe.com