



Industrieanlagen stabilisieren Stromnetz

Potenzial von Regelleistung aus der Industrie | Die Bereitstellung von Regelleistung durch Industriebetriebe, Infrastrukturanlagen und Haushalte wurde in den letzten Jahren erforscht und in Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekten erprobt. Diese Arbeiten tragen nun Früchte: Zementproduzenten, Papierhersteller und selbst Spitäler stellen Regelleistung zur Stabilisierung des Stromnetzes bereit.

TEXT BENEDIKT VOGEL

Anlagen, die elektrischen Strom in grösseren Mengen erzeugen oder verbrauchen, können im Prinzip Regelleistung bereitstellen, also jene Form von Energie, welche die nationale Netzgesellschaft Swissgrid braucht, um das Stromnetz jederzeit im Gleichgewicht zu halten. Früher wurde Regelleistung meist von grossen Wasserkraftwerken zur Verfügung gestellt. Doch auch Industriebetriebe, Infrastrukturanlagen und selbst einzelne Haushalte können durch geeignete Vorkehrungen Regelleistung bereitstellen. Das Bundesamt für Energie (BFE) hat in den letzten Jahren mehrere Forschungsprojekte unterstützt, die darauf

abzielten, dieses Potenzial aufzudecken und zu nutzen. Dabei wurde die Bereitstellung von Regelleistung durch Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA), Kläranlagen, Biogasanlagen, Kühlhäuser, Wasserversorgungen oder Wärmepumpen untersucht. Im Mittelpunkt stand immer dieselbe Frage: Welche technischen und organisatorischen Massnahmen sind erforderlich, dass solche Anlagen eine elektrische Leistung mit kurzer Reaktionszeit ins Netz einspeisen oder aus dem Netz beziehen können, sobald Swissgrid Regelleistung benötigt. Dabei wurden Sicherheitsfragen und die Akzeptanz der Betreiber für Eingriffe in den Betrieb berücksichtigt.

Neue Akteure

Die Erkenntnisse aus diesen Projekten tragen nun Früchte: «Seit rund zwei Jahren treten mehrere Unternehmen am Markt auf, die die Regelleistung von verschiedenen Anbietern in einem Pool zusammenfassen und an Swissgrid offerieren», sagt Christoph Imboden, Professor für Produktinnovation und Leiter der Forschungsgruppe Energiewirtschaft an der Hochschule Luzern (HSLU), «da entsteht gerade ein breiterer Markt in der Schweizer Energieversorgung.» Rund ein Dutzend KVA stellen Regelleistung bereit, indem sie für kurze Zeit (Minuten oder Stunden) auf die Verstromung der

Wärme aus der Abfallverbrennung verzichten (negative Regelleistung). Die Zementindustrie (z.B. Jura-Cement-Fabriken AG) oder Papierfabriken (z.B. Perlen Papier AG) liefern Regelleistung, indem sie energieintensive Teilprozesse vorübergehend stoppen (positive Regelleistung).

So leisten Industrieanlagen einen Beitrag zur Stabilisierung des Stromnetzes. Dabei hat jede Anlage ihre Grenzen: Ein Zementwerk kann das Mahlwerk stoppen, nicht aber den Hauptprozess. Eine Biogasanlage kann die Stromproduktion einstellen – aber nur bis der Gasspeicher voll ist. Ein Stahlwerk wiederum ist für die Bereitstellung von Regelleistung gänzlich ungeeignet, wenn die Produktionsanlagen aus betrieblichen Gründen nicht flexibel gesteuert werden können.

Industrieanlagen schliessen sich zusammen

Wenn ein Pumpspeicherkraftwerk in den Alpen seine Stromproduktion erhöht oder drosselt, kann es Regelleistung von mehreren 100 MW bereitstellen. Weit geringer sind die Leistungen, die industrielle Anlagen beisteuern können. Deshalb werden mehrere Anlagen in einem Pool verbunden. Kann ein Pool mehr als 5 MW Regelleistung liefern, kann er an den Auktionen teilnehmen, über die Swissgrid Regelleistung beim günstigsten Anbieter einkauft.

Für welche Industriebetriebe ist es rentabel, sich einem solchen Pool anzuschliessen? Dies hat Christoph Imboden mit einem Team der HSLU untersucht. Die Forscher machten jene Industriebetriebe aus, die ihre Prozesse so flexibel organisieren können, dass sie Regelleistung von mindestens 300 kW tage- oder wochenweise wirtschaftlich vorhalten können. Die Forscher identifizierten neun Branchen, in denen insgesamt ein Regelleistungspotenzial von mindestens 740 MW (positive Regelleistung) bzw. 270 MW (negative Regelleistung) schlummert (**Bild 1**). «Wird dieses Potenzial ausgeschöpft, ist die Industrie in der Lage, einen erheblichen Teil des Schweizer Regelleistungs-Bedarfs zu decken», sagt Imboden.

Die Forscher führen in ihrer Studie jene Industrieanlagen auf, die Chancen haben, am Regelleistungsmarkt profitabel zu agieren. Nicht berücksichtigt wurden Anlagen mit Leistungen bis zu

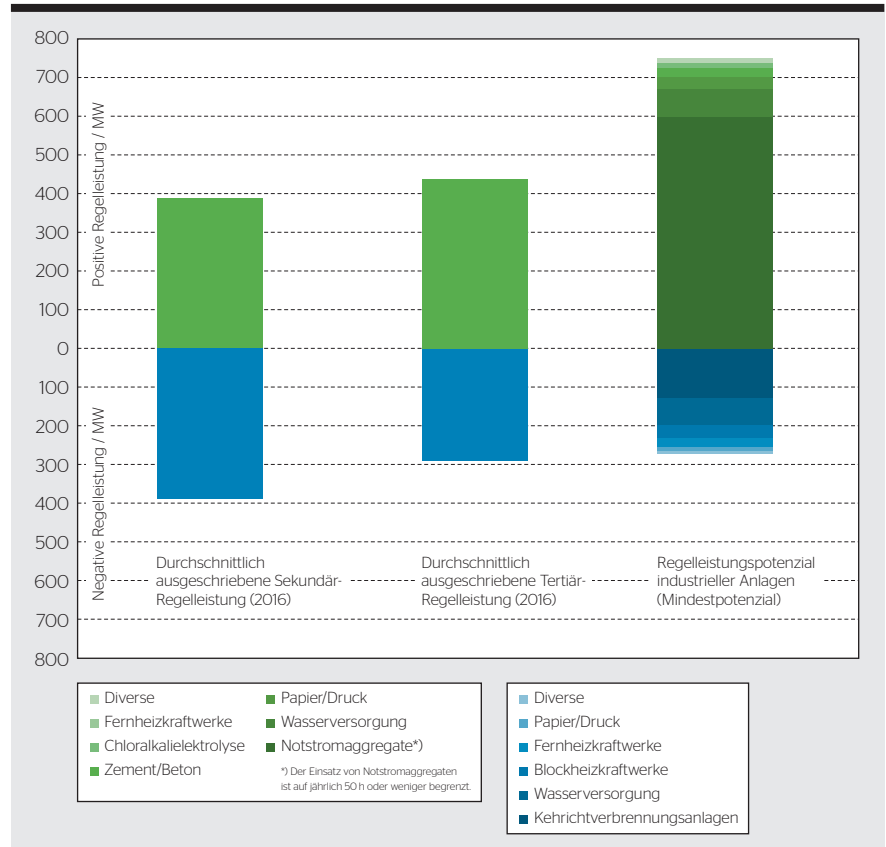


Bild 1 Kommerziell nutzbares Potenzial von Regelleistung aus Industrieanlagen (Säule rechts) gemäss der HSLU-Studie.

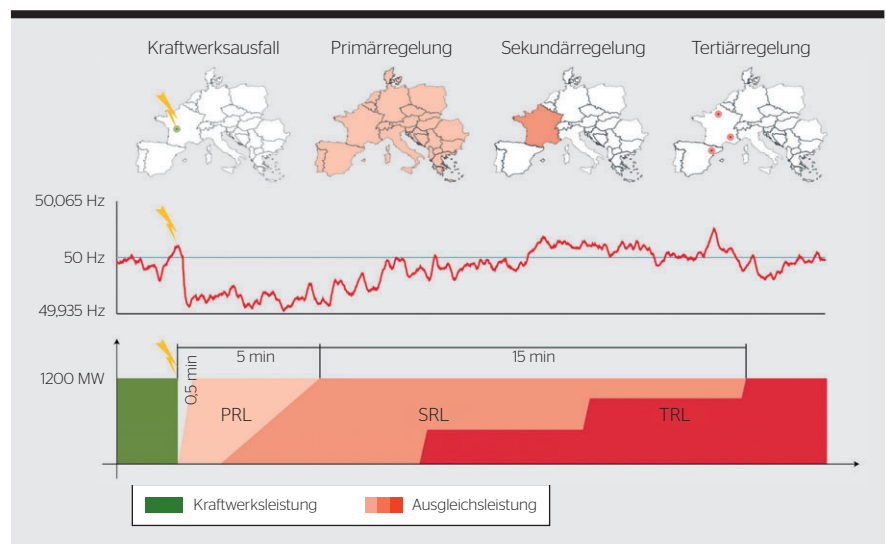


Bild 2 Beim Ausfall eines Kraftwerks wird der ausgefallene Strom durch Regelleistung ausgeglichen. Beispiel: Ausfall eines französischen KKW (1,2 GW).

100 kW. Hier sind die Forscher skeptisch in der Beurteilung der aktuellen Marktaussichten: «Bei Anlagen mit geringer Leistung wird es zunehmend schwierig, mit heutigen Marktpreisen einen für den Anlagenbetreiber sinnvollen business case zu erreichen», sagt Imboden.

Kläranlagen

Bereits 2013 hatte eine vom BFE mitfinanzierte Studie des Vereins Infracore ein Expertennetzwerk für die Energienutzung aus Infrastrukturanlagen, bei KVA, Kläranlagen und Wasserversorgungen ein grosses Potenzial für Regelleistung aufgedeckt: Für negative



Bild 3 Die Dispatcher von Swissgrid überwachen das Schweizer Stromnetz permanent und halten es durch ein präventives Engpassmanagement stabil.



Bild 4 Das Blockheizkraftwerk der ARA Morgental in Steinach (SG) produziert aus Klärgas elektrische Energie. Die ARA nimmt am Alpiq-Regelleistungspool teil.

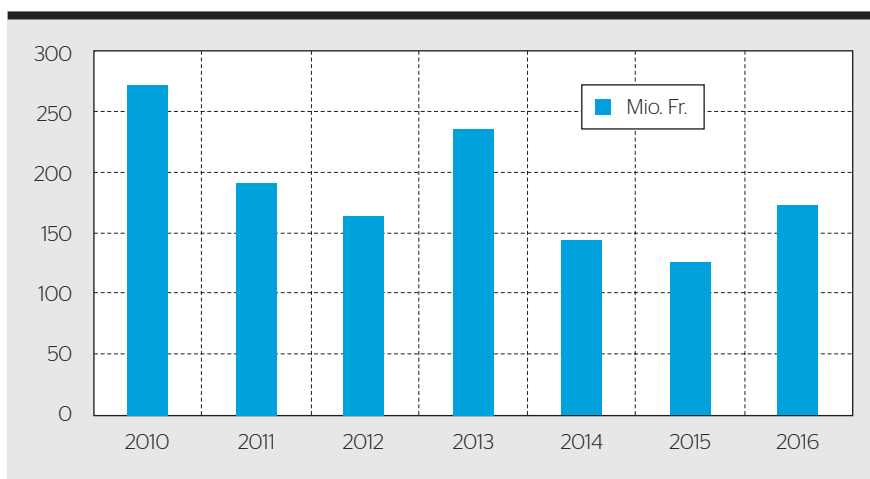


Bild 5 Aufwand von Swissgrid für die Vorhaltung von Regelleistung.

Regelleistung während einer Stunde liegt es heute bei 233 MW und im Jahr 2050 sogar bei 290 MW, für positive Regelleistung bei 140 MW (heute) bzw. 198 MW (2050). Bei Infrastrukturanlagen gilt es zu berücksichtigen, dass die Versorgungssicherheit bei den Wasserversorgungen und die Einhaltung der Gewässerschutzvorschriften bei den ARA erste Priorität geniessen.

Aufbauend auf der Potenzialstudie hat Infracatt 2014 das BFE-Leuchtturmprojekt «Regelpooling mit Infrastrukturanlagen (Wasserversorgungen und Abwasserreinigungsanlagen)» lanciert, um die Nutzungsmöglichkeiten genauer zu untersuchen. Beteiligt waren neben Infracatt die Ryser Ingenieure AG (Spezialistin Siedlungswasserwirtschaft) und die Energieversorgerin Alpiq AG (als Regelpoolbetreiber). Aus dem Projekt, das 2017 abgeschlossen wurde, ging eine Gruppe von vier Kläranlagen hervor, die mit Blockheizkraftwerken (BHKW) Klärgas verstromen und zusammen rund 1 MW negative Regelleistung bereitstellen können. Die BHKW werden bei Bedarf gedrosselt und das Netz so entlastet. Die Gruppe aus Kläranlagen ist insofern bemerkenswert, als sie nicht tertiäre Regelleistung anbietet (wie manche anderen Industrieanlagen), sondern sekundäre Regelleistung, mit der sich deutlich bessere Erlöse erzielen lassen.

Geschäft mit sekundärer Regelleistung

Wer am Markt mit sekundärer Regelleistung teilnehmen will, muss positive und negative Regelleistung im gleichen Umfang anbieten können. Dazu werden die Kläranlagen in einem Pool mit Wasserkraftwerken von Alpiq kombiniert. «In dieser Konstellation erreichen wir zusammen mit den von Swissgrid geforderten 5 MW Leistung, und wir können negative und positive Regelleistung in gleichem Umfang bereitstellen», sagt Andreas Hurni, Leiter Fachbereich Energie bei Ryser Ingenieure AG. «Wir haben mit diesem Pool im November 2016 die Präqualifikation bei Swissgrid geschafft und damit den Beweis erbracht, dass er technisch funktioniert. Mit dem Pool beteiligen wir uns seit Frühjahr 2017 an den Swissgrid-Auktionen.»

Am Alpiq-Pool haben die Kläranlagen bisher einen relativ geringen Anteil. Doch das könnte sich künftig ändern:

Alle BHKW auf Schweizer Kläranlagen könnten gemeinsam nämlich eine Regelleistung (negativ) von etwa 13 bis 15 MW bereitstellen. Wie viele Kläranlagen am Ende zusammenspannen, bleibt abzuwarten. Für die einzelne Anlage – in Frage kommen Anlagen ab etwa 100 kW verfügbarer Flexibilität – sind die Erträge aus der Bereitstellung von Regelleistung mit einigen 1000 Fr. bis einigen 10 000 Fr. nämlich relativ gering. Zudem ziehen es grössere Kläranlagen vor, ihr Klärgas als Biogas zu verkaufen, statt es in BHKW zu verstromen. Bestehende BHKW in Kläranlagen könnten aber unter Umständen trotzdem für die Bereitstellung von Tertiärregelleistung eingesetzt werden und seien damit als Partner eines Regelleistungs-Pools geeignet, betont Hurni. Als Beispiel verweist er auf die ARA Werdhölzli in Zürich: Obwohl die Kläranlage den Grossteil ihres Klärgases aufbereitet und ins Erdgasnetz einspeist, werde ein Teil des Klärgases weiterhin im BHKW verstromt. In naher Zukunft werde das BHKW auch Tertiärregelleistung bereitstellen.

Ökostromanlagen

Im Jahr 2009, bei der Gründung von Swissgrid, stammte die Regelleistung von sieben Anbietern, allesamt angestammte Schweizer Stromkonzerne. Unterdessen hat sich ein Markt mit rund 20 Anbietern etabliert. Unter den neuen Akteuren sind Regelleistungs-Pools, die industrielle Anlagen und Wasserkraftwerke umfassen und von traditionellen Energieversorgern (EVUs) betrieben werden. Daneben haben sich spezialisierte Pools etabliert, die unabhängig von EVUs arbeiten. Einer von ihnen gehört der 2015 gegründeten Fleco Power AG mit Sitz in Gachnang (TG), einer Tochtergesellschaft der Genossenschaft Ökostrom Schweiz und des Photovoltaik-Dienstleisters MBR Solar AG. Fleco Power betreibt den schweizweit ersten Pool, der ausschliesslich mit neuen Erneuerbaren Energien arbeitet. Beteiligt sind aktuell rund 100 Kleinkraftwerke; zu gleichen Teilen landwirtschaftliche Biogasanlagen, PV-Anlagen und Kleinwasserkraftwerke. Hervorgegangen ist der Verbund aus einem Demonstrationsprojekt, bei dem das BFE Vernetzung sowie Einbindung und Optimierung der Software finanziert hatte. Mit dem Pool bietet Fleco Power nun terti-

äre Regelleistung (negativ) im unteren zweistelligen MW-Bereich an.

«Wir sind mit dem bisherigen Geschäftsverlauf absolut zufrieden», sagt Fleco-Power-Vertriebschef Patrick Neuenschwander. Die Erlöse stammen hauptsächlich aus der Vorhaltung der Regelleistung, zu einem geringeren Teil aus der Abgeltung für Energielieferungen. Da der Fleco-Power-Verbund aus vielen dezentralen Erzeugungseinheiten besteht, ist an jedem Energieabruf eine grosse Zahl von Anlagen involviert: Bis zu 70 Anlagen werden unter Verwendung eines ausgeklügelten Leitsystems nach ihrer jeweiligen Verfügbarkeit eingesetzt. «Die Bereitstellung von Regelleistung sehen wir als ein Puzzelstück auf dem Weg zu einer umfassenden Vermarktung aller Potenziale einer Anlage, deshalb bietet Fleco Power in Ergänzung zur Regelleistung auch Dienstleistungen im Bereich der Vermarktung der Energie sowie des ökologischen und regionalen Mehrwerts an», sagt Neuenschwander.

Notstromaggregate einsetzen?

Auch wenn der Regelleistungs-Markt heute noch von den traditionellen EVUs dominiert wird, profitieren die Stromkonsumenten von sinkenden Preisen. «Bezahlt der Stromkunde 2017 noch 0,4 Rappen für allgemeine Systemdienstleistungen, werden es 2018 noch 0,32 Rappen sein. Der sinkende Tarif ist u.a. auf tiefere Kosten für die Regelleistungsvorhaltung zurückzuführen. Das hat Swissgrid erreicht, indem sie die Produkte stets weiterentwickelt hat und auch die Anzahl der Anbieter im In- und Ausland und damit den Wettbewerb im Regelleistungsmarkt erhöht wurde», sagt Serge Wiselmann, Leiter TSO Markets Planning & Procurement bei Swissgrid.

Der Regelleistungs-Markt könnte in Zukunft weiter wachsen. Das grösste Potenzial für sekundäre und tertiäre Regelleistung, das die erwähnte Studie der Hochschule Luzern bei Industrieanlagen ausgemacht hat, wird bisher nämlich noch nicht genutzt: Notstromaggregate, wie sie Spitäler für den Fall von Stromausfällen bereithalten und die mitunter über Leistungen im MW-Bereich verfügen. Die Dieselegeneratoren eignen sich für die Vorhaltung von Regelleistung, aber nur bedingt für deren Abruf, da sie gemäss Luftreinhalte-Verordnung in den meis-

ten Kantonen nicht länger als 50 Stunden pro Jahr laufen dürfen. Notstromaggregate können daher in Pools eingebunden werden, in denen bevorzugt konventionelle Kraftwerke den Strom produzieren, falls die vorgehaltene Energie von Swissgrid abgerufen wird. In diesem Fall sind die Notstromaggregate für den Betreiber finanziell interessant, leisten aber keinen direkten Beitrag zu einem stabilen Netz. Denkbar ist auch, Testläufe mit dem Abruf zu kombinieren.

Regelleistung exportieren

Gegenwärtig wächst das Angebot von Regelleistung schneller als die Nachfrage, stellt HSLU-Forscher Christoph Imboden fest: «Kurzfristig dürften die Erlöse, die Anbieter von Regelleistung erzielen, weiter sinken. Längerfristig dürfte es wegen des Ausbaus der erneuerbaren Energien aber mehr Regelleistung brauchen, und damit wird auch der Wert von Regelleistung wieder steigen.» Schweizer Anbieter von Regelleistung können dabei auch auf eine Nachfrage aus Deutschland hoffen, das seine Erneuerbaren weiter ausbaut. Heute stammt die Regelleistung in Deutschland zu einem grossen Teil aus Gaskraftwerken, aber diese Quelle könnte in Zukunft nicht mehr ausreichen. In Teilbereichen ist der Markt mit Regelleistung heute schon grenzüberschreitend. Ob sich dieser Trend fortsetzt, hängt von der künftigen Organisation des Energiemarktes ab.

Literatur

Diverse Links zu Dokumentationen und dem Schlussbericht zum BFE-Demoprojekt finden Sie in der Online-Version dieses Beitrags auf www.bulletin.ch.

Autor

Dr. **Benedikt Vogel**, Wissenschaftsjournalist, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE).

→ Dr. Vogel Kommunikation, DE-10437 Berlin

→ vogel@vogel-komm.ch

Weitere Auskünfte zu den Projekten erteilt Dr. Michael Moser (michael.moser@bfe.admin.ch), Leiter des BFE-Forschungsprogramms Netze.

Unterstützung

Das BFE fördert Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte mit 40 % der anrechenbaren Kosten. Gesuche können jederzeit eingereicht werden.

www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration