

Integration von erneuerbaren und konventionellen Energien

Intraday-Optimierung, Pooling und vorausschauende Zielsollwertführung

FLEXIBILITÄT | Die Kraftwerkeinsatzplanung erfolgt grundsätzlich am Vortag und bildet die Grundlage für die Day-Ahead-Optimierung. Am laufenden Tag werden Abweichungen in der Energiebilanz mit Regelenergie ausgeglichen. Die zunehmende Nutzung von fluktuierenden erneuerbaren Energien erhöht die Unsicherheit von Vorhersagedaten und erfordert somit eine flexiblere Anpassung der Stromproduktion von konventionellen Kraftwerken. Über die Nutzung von Regelenergie hinaus ergibt sich die Notwendigkeit, Fahrpläne innerhalb des laufenden Tages an neue Bedingungen anzupassen.

Autoren

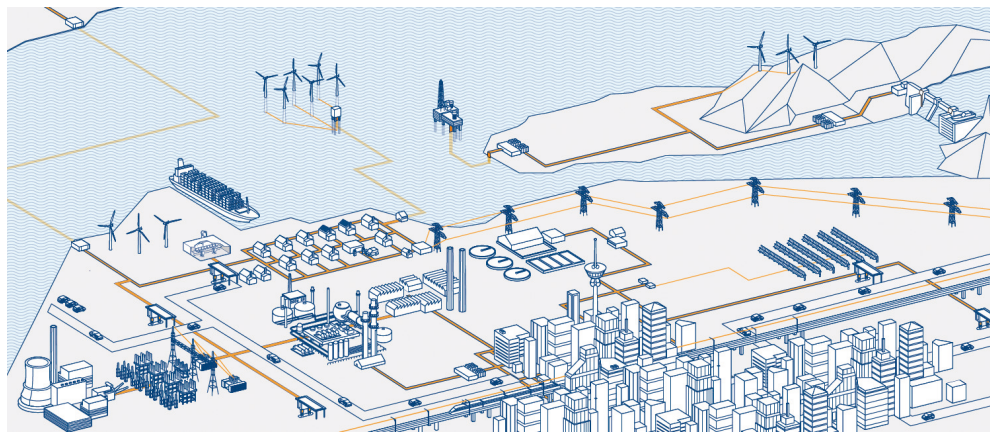
Dr.-Ing. **Rüdiger Franke**, Jahrgang 1968, Studium der Informatik und Automatisierungstechnik an der TU Ilmenau. Seit 2005 Gruppenleiter Optimierungstechnologie der ABB AG, Mannheim.

ruediger.franke@de.abb.com

Dipl.-Ing. (FH) **Stephan Kautsch**, Jahrgang 1970, Studium der elektrischen Energietechnik an der Hochschule Mannheim. Seit 2009 Projektleiter Geschäftsentwicklung Smart Grids der ABB AG, Mannheim.

B. Eng. **Marcel Blaumann**, Jahrgang 1986, Studium der Mechatronik an der DHBW Mannheim. Seit 2010 Projektingenieur Optimierungstechnologie der ABB AG, Mannheim.

Dipl.-Ing. (BA) **Lothar Vogelbacher**, Jahrgang 1958, Studium der Elektrotechnik an der BA Mannheim. Seit 2010 Oberingenieur Fortschrittliche Regelungen der ABB AG, Mannheim.



Die in diesem Beitrag beschriebene Intraday-Optimierung stellt ein Werkzeug zur Anpassung von Fahrplänen am laufenden Tag zur Verfügung. Dabei ist eine deutlich höhere Genauigkeit als bei der Day-Ahead-Optimierung möglich, da kurzfristig aktualisierte Vorhersagen mit weniger Unsicherheiten behaftet sind. Der Bedarf an Regelenergie wird reduziert.

Intraday-Optimierung birgt allerdings auch neue technische Herausforderungen. Aus der Sicht von Kraftwerken ändern sich die Fahrpläne häufig am aktuellen Tag. Dies erfordert eine verbesserte, möglichst automatische Kommunikation von Sollwerten in die Blockleittechniken. Der Handel in 15-Minuten-Scheiben führt zu häufigen Sprüngen im Fahrplan, die insbesondere in Großkraftwerken zu starker Belastung führen, wenn sie mit einer hohen, für Regelenergie optimierten Rampengeschwindigkeit nachgefahren werden.

Vorausschauende Zielsollwertführung betrachtet mehrere Fahrplansprünge im Voraus und ermittelt eine möglichst schonende Fahrweise zur Erfüllung des Fahrplans zu den geforderten Zeitpunkten. Die resultierende Rampengeschwindigkeit ergibt sich aus der durchschnittlichen Änderung des Fahrplans und ist somit deutlich kleiner als die für Regelenergie verwendete maximale Rampengeschwindigkeit.

Mittels Pooling werden mehrere technische Einheiten zu einem virtuellen Verbund zusammengefasst und gemein-

sam verwaltet. Damit reduziert sich der Aufwand für Kommunikation und Management. Technische Besonderheiten einzelner Einheiten, wie zum Beispiel temporäre Leistungseinschränkungen, können im Pool leichter berücksichtigt werden.

Modellbasierte, vorausschauende Optimierung

Sowohl Intraday-Optimierung als auch vorausschauende Zielsollwertführung können als gemischt diskret/kontinuierliche Optimalsteuerungsaufgabe behandelt und mit mathematischer Programmierung implementiert werden. Die Anwendung von mathematischer Programmierung bringt zwei entscheidende Vorteile: Erstens, verglichen mit konventioneller Programmierung, brauchen nicht alle möglichen Lösungen explizit ausformuliert zu werden. Anstatt dessen wird die Aufgabe mit Beschränkungen und Zielfunktion deklarativ beschrieben. Konkrete Lösungen, die alle Beschränkungen erfüllen und die Zielfunktion minimieren, findet der Compu-

Diese Arbeit wurde teilweise unterstützt durch das ITEA2-Projekt MODRIO (Model Driven Physical Systems Operation) mit Förderung durch das BMBF unter dem Förderkennzeichen ITEA 2 – 11004. Das Projekt „econnect Germany“ wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

ter. Dies ist insbesondere bei zunehmender Anzahl von betrachteten technischen Einheiten ein Vorteil, da die alternativ explizit zu programmierenden Lösungsmöglichkeiten kombinatorisch explodieren.

Der zweite große Vorteil ist die gegebene Standardisierung von mathematischen Programmen, zum Beispiel über ihre Einteilung in linear, nichtlinear oder gemischt-ganzzahlig. Für jede dieser Klassen gibt es mehrere numerische Löser, die je nach Bedarf leicht gegeneinander austauschbar sind. Wenn neue numerische Löser erscheinen, zum Beispiel zur besseren Ausnutzung von neuer Rechnerhardware wie Mehrkernsystemen, dann wird ein Leistungszuwachs erreicht, ohne die Aufgabe neu formulieren zu müssen.

Die Optimalsteuerungsaufgabe beinhaltet zeitdiskrete Anteile, die insbesondere aus der 15-minütigen Abtastung von Fahrplänen resultieren. Sie werden mit Differenzgleichungen der Form

$$x_d(k+1) = f_d[k, x_c(t_k), x_d(k), u(k)] \quad (1)$$

mit $x_d(0) = x_{d0}$
 $k = 0, 1, \dots, K$

beschrieben. Dabei sind $x_d(k)$ zeitdiskrete Systemzustände, wie die Fahrplannerfüllung zu vollen 15-Minuten-Intervallen k und den zugehörigen Abtastzeitpunkten $t_k, t_0 < t_1 < \dots < t_k$. Die Steuergrößen $u(k)$ sind zu optimierende Stellengriffe pro Zeitintervall, wie die Sollleistung von Kraftwerksblöcken. Die zeitkontinuierlichen Zustände $x_c(t)$ beschreiben die Verfahrenstechnik wie Dampfkessel oder Energiespeicher. Sie werden mittels zeitkontinuierlicher Differentialgleichungen der Form

$$\frac{dx_c(t)}{dt} = f_c[t, x_c(t), x_d(k(t)), u(t)] \quad (2)$$

mit $x_c(t_0) = x_{c0}$
 $t \in [t_0, t_k]$

definiert. Der Zeithorizont reicht von der aktuellen Zeit t_0 und bis zum Ende der Vorausschau t_k , zum Beispiel nach 24 Stunden. Die zeitkontinuierlichen Steuerungstrajektorien $u(t)$ werden mit den Steuergrößen $u(k)$ parametrisiert $\{u(t) = f_u[t, u(k(t))]\}$, wie zum Beispiel stückweise konstant oder stückweise linear.

Die Optimierung unterliegt verfahrenstechnischen und kommerziellen Beschränkungen, die als Ungleichungsnebenbedingungen

$$g[t, x_c(t), x_d(k(t)), u(t)] \geq 0 \quad (3)$$

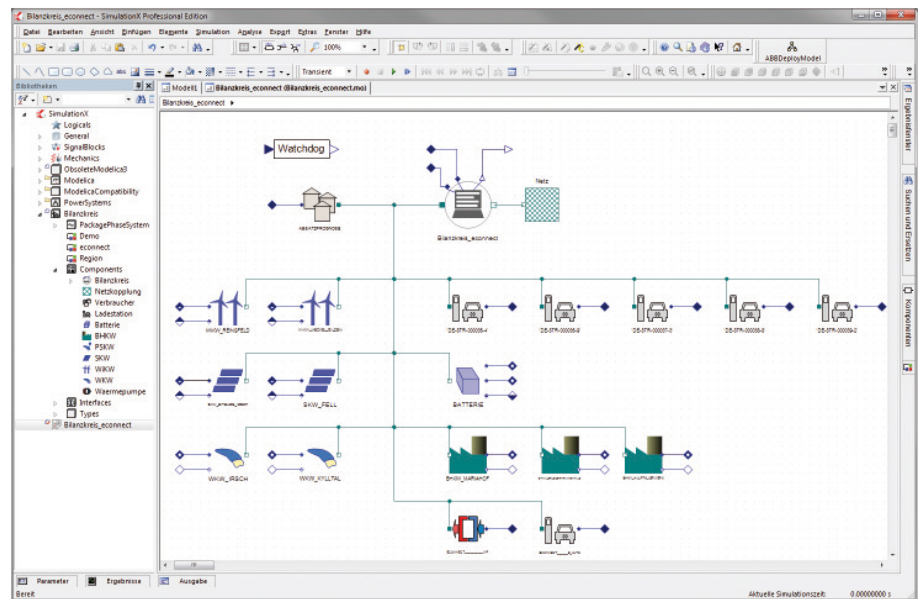


Bild 1

Graphischer Modelleditor für Intraday-Optimierung.

formuliert werden. Verbleibende Freiheitsgrade werden mit der Zielfunktion

$$J = \sum_{k=0}^K f_0[k, x_c(t_k), x_d(k), u(k)] \rightarrow \min_{u(k)} \quad (4)$$

abgedeckt, so dass ein in der Regel ökonomisches Kriterium minimiert wird, wie zum Beispiel Brennstoffkosten oder Kosten für Bilanzkreisabweichungen.

Die gemischt diskret/kontinuierliche Optimalsteuerungsaufgabe wird in ein hochdimensionales mathematisches Programm überführt und numerisch gelöst.

Graphische, objektorientierte Modellierung

Im praktischen Einsatz ist es kaum möglich, mathematische Programme auf Gleichungsebene zu formulieren und zu pflegen. Es werden Technologien benötigt, die grundlegendes Detailwissen und konkretes Anwendungs-Know-how voneinander trennen. Einmal getätigte Modellierungsarbeit sollte langfristig wiederverwendbar sein, ohne von einzelnen Softwareherstellern abhängig zu sein.

Modelica bietet einen herstellerübergreifenden Standard zur Strukturierung von mathematisch/physikalischen Gleichungen in Modellobjekten und Bibliotheken. Darüber hinaus umfasst Modelica die graphische Repräsentation, eingebettete HTML-Dokumentation und Versionierung.

Bild 1 zeigt den Screenshot eines Modelica-Tools. Auf der linken Seite sieht

man eine von ABB entwickelte Modellbibliothek für verschiedene Erzeugungsarten und Verbraucher. Unter Verwendung der Modellbibliothek wurde ein applikationsspezifisches Modell eines Bilanzkreises grafisch erstellt, das auf der rechten Seite zu sehen ist.

Ein fertig entwickeltes und getestetes Modell wird von Modelica in ausführbaren C-Code übersetzt und in die Laufzeitumgebung importiert.

Implementierung in der Leittechnik

Klassische Kraftwerksoptimierungen arbeiten weitgehend entkoppelt von Steuerungsvorgängen. Ihr Fokus liegt auf der nachgelagerten Diagnose oder der vorgelagerten Planung. Auch Optimax PowerFit war ursprünglich ein Offline-Planungstool, das hinter das Prozess-Informationen-Management-System (PIMS) platziert wurde und hauptsächlich der Kraftwerkseinsatzplanung diente.

Mit zunehmender Flexibilisierung verkürzen sich die Planungszyklen, zum Beispiel von Day-Ahead-Planung hin zu Intraday-Planung. Damit greift die Optimierung tiefer in die Produktionssteuerung ein, was durchaus einem allgemeinen Trend der Automatisierung entspricht [1]. Vorausschauende Zielsollwertführung beeinflusst sogar die Brennstoffsteuerung abhängig von der zeitlichen Aufeinanderfolge von Zeit-

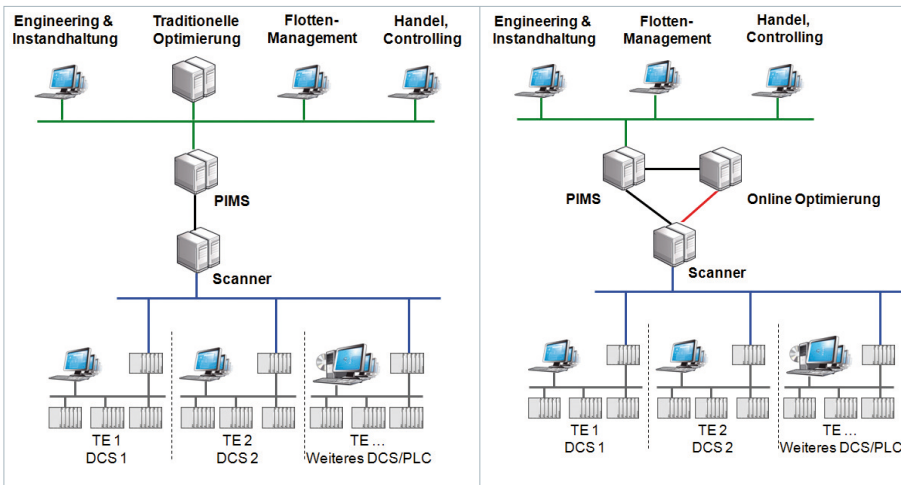


Bild 2

Gegenüberstellung traditionelle Optimierung (links im Bild) und Online-Optimierung (rechts).

scheiben der Planung. Zur Erfüllung neuer Anforderungen bezüglich Echtzeitfähigkeit, Robustheit, Redundanz und Skalierbarkeit wurde Optimax PowerFit grundlegend neu gestaltet. Der Fokus liegt nunmehr auf Echtzeit- und Intraday-Optimierung. Die verwendete Optimierungssoftware wurde durch ABB Dynamic Optimization ersetzt, die bisher in modellbasierten prädiktiven Regelungen zum Einsatz kam [2; 3].

Bild 2 stellt das klassische Systemlayout dem neuen Systemlayout gegenüber. Im neuen Systemlayout wird die Optimierung direkt über den Automatisierungs- bzw. Fernwirkbus mit den technischen Einheiten (TE) gekoppelt. Damit werden die erreichbaren Zykluszeiten deutlich verkürzt, und die Robustheit wird erhöht. Das PIMS stellt lediglich für die Echtzeitsteuerung unkritische Informationen zur Verfügung, wie

Fahrpläne und Auktionsergebnisse.

Optimax PowerFit kann je nach Anwendungsfall sowohl in die Kraftwerkstechnik als auch in die Netzleittechnik integriert werden oder auch eigenständig laufen. Eine offene Systemarchitektur ermöglicht die flexible Verteilung auf einen oder mehrere Rechnerknoten in einer verteilten, redundanten Service-Architektur. Die Einbindung von Echtzeitdaten erfolgt über OPC bzw. Fernwirkprotokolle und die von Planungsdaten über Dateitransfer bzw. SQL.

Anwendung zur Intraday-Optimierung

Die Erstellung von Fahrplänen beruht auf Prognosen für Wetter, Verbrauch und Handelspreisen. Wenn die tatsächlichen Gegebenheiten von den Prognosen abweichen, dann muss die Strompro-

duktion entsprechend angepasst werden. Mit zunehmender Nutzung von erneuerbaren Energien kommt dabei die klassische Leistungs-Frequenz-Regelung an ihre Grenzen. Damit gewinnt die Anpassung von Fahrplänen über Intraday-Optimierung zunehmend an Bedeutung.

Die in Bild 1 gezeigte Anwendung betrachtet einen kommunalen Bilanzkreis. Ursprünglich wurde der Verbrauch über Blockheizkraftwerke, Laufwasserkraftwerke und Handel abgedeckt. In den letzten Jahren kamen auf der Erzeugungsseite mehrere Solar- und Windparks hinzu. Auf der Verbraucherseite kommen zunehmend Wärmepumpen zur Gebäudeheizung zum Einsatz. Darüber hinaus sollen Auswirkungen von der erwarteten Zunahme von Elektromobilität berücksichtigt werden.

Das gezeigte Beispiel stammt vom Projekt „econnect Germany“, in dem die Projektpartner Stadtwerke Trier, Hochschule und Universität Trier, sowie ABB ein optimal auf die Region Trier abgestimmtes virtuelles Energieverbundsystem erarbeiten. Dabei finden die Belange der Elektromobilität und ihre Ausnutzung zur Herstellung eines Gleichgewichts zwischen Stromerzeugung und Stromverbrauch besondere Berücksichtigung.

Die Intraday-Optimierung reagiert auf Prognoseabweichungen mit der Neuplanung von steuerbaren Einheiten. Im Fall

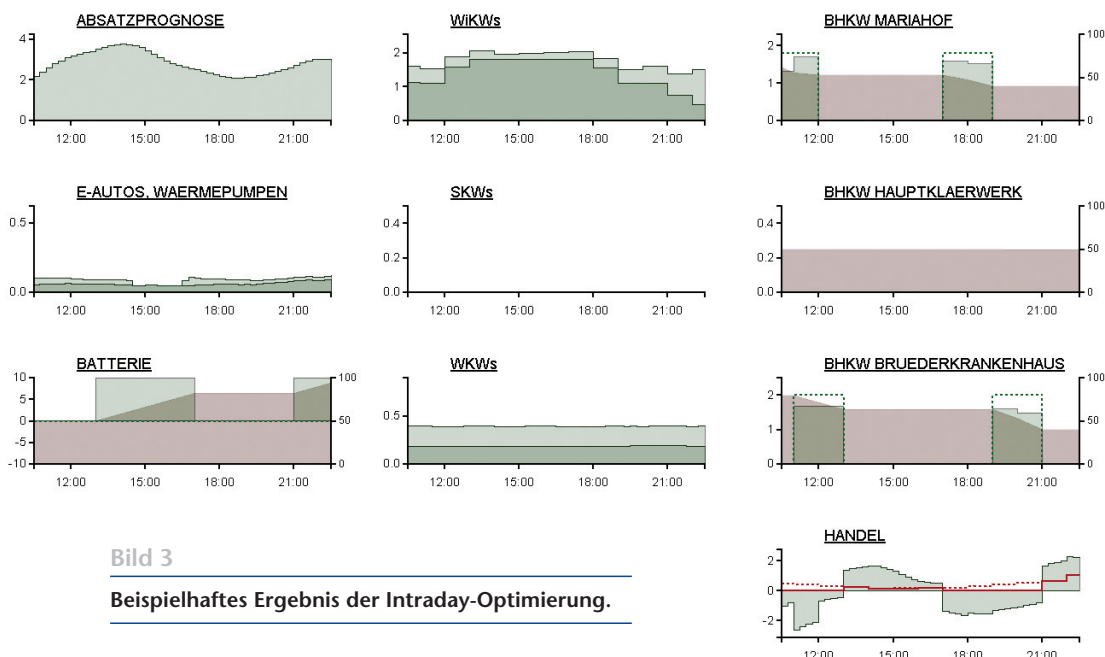


Bild 3

Beispielhaftes Ergebnis der Intraday-Optimierung.

von kombinierter Strom- und Wärmeproduktion bedeutet dies eine Umstellung von wärmegeführter Fahrweise auf stromgeführte Fahrweise, wobei der Füllstand des Wärmespeichers als Beschränkung einget.

Bild 3 zeigt ein beispielhaftes Ergebnis der Intraday-Optimierung. Die Windeinspeisung übertrifft die ursprüngliche Prognose. Die gepunktete rote Linie unter Handel zeigt die daraus resultierende Bi-

Bild 4

Beispielhaftes Abfahren eines Fahrplans mit fester Rampengeschwindigkeit.

lanzkreisabweichung. Diese kann durch Abregeln der Blockheizkraftwerke ausgeglichen werden (grüne Flächen, verglichen mit gepunkteten grünen Linien). Die Regelfähigkeit der Blockheizkraftwerke ist durch den Füllstand der Wärmespeicher begrenzt (rote Flächen). Die Abregelung führt zu einer Reduktion des Speicherstandes – bei einem späteren Bilanzkreisdefizit könnten die Speicher wieder gefüllt werden. Die zur Ladung von Elektroautos in einem Parkhaus installierte Batterie wird zu Zeiten von Bilanzkreisüberschüssen gefüllt. Auch wenn die verfügbare Speicherkapazität aus heutiger Sicht noch klein ist, so ist bei zukünftiger Zunahme von Elektromobilität doch ein signifikanter Beitrag möglich.

Solar- und Windeinheiten sind technisch ebenfalls steuerbar und können bei geeigneter Vermarktung mit zum Ausgleich des Bilanzkreises herangezogen werden. Wärmepumpen und Elektroautos sind grundsätzlich steuerbare Verbraucher mit jeweils spezifischen Beschränkungen wie Raumtemperatur oder Zielzeitpunkten für Ladevorgänge.

Die Steuerung von technischen Einheiten kann grundsätzlich auf zwei Weisen erfolgen: entweder direkt über Sollwertvorgaben oder indirekt über Strompreise. Die direkte Steuerung ist insbesondere für große konventionelle Erzeuger oder für Pools von Kleinerzeu-

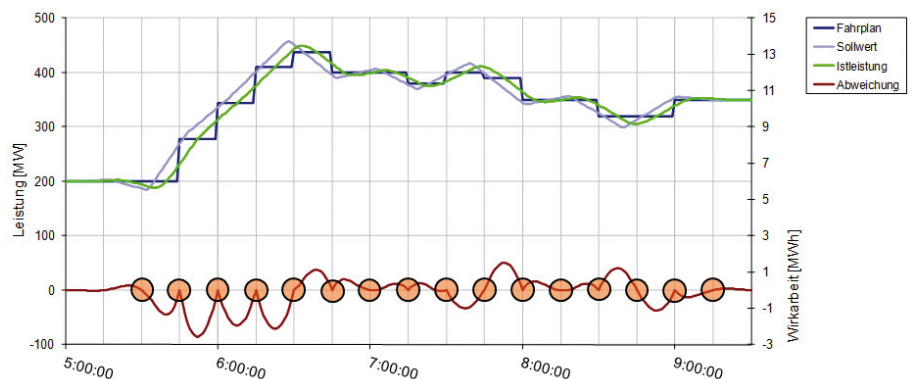
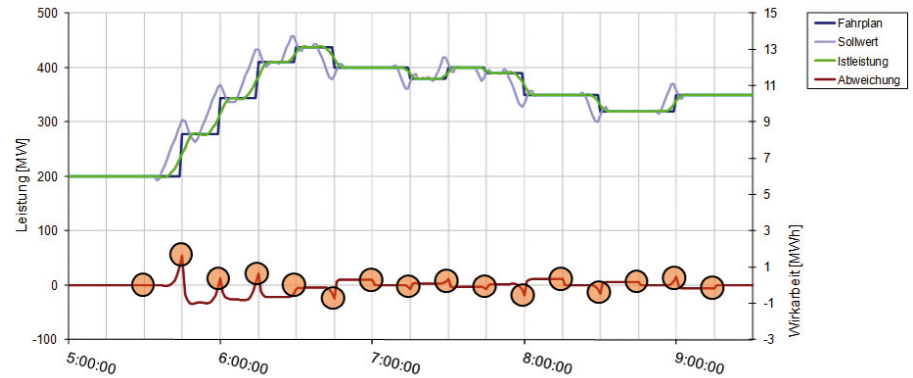


Bild 5

Prinzip der vorausschauenden Zielsollwertführung. Die Abrechnungszeitpunkte sind orange markiert.

gern sinnvoll, die einen eigenen vorgelagerten Handel haben. Die Preismethode erscheint hingegen für kleine, eigenständig agierende Erzeuger und Verbraucher attraktiv.

Anwendung zum Pooling

Mit immer kürzeren Planungszyklen nimmt der Aufwand für Kommunikation und Produktionsmanagement zu. Immer kleinere technische Einheiten mit vielfältigen Spezifika, wie Kraft-Wärme-Kopplung oder Ladezeitpunkten erhöhen die Komplexität weiter.

Mittels Pooling werden mehrere technische Einheiten gemeinsam verwaltet. Die somit eingeführte Hierarchie reduziert die Komplexität. Insbesondere wenn Spezifika wie temporäre Leistungseinschränkungen untergeordnet im Pool gelöst werden können, führt dies zu einer Entlastung des übergeordneten Managementsystems.

Pooling ist für die Direktvermarktung von erneuerbaren Energien notwendig, wenn einzelne technische Einheiten zu klein für den Stromhandel sind. Pooling ist aber auch für Großkraftwerke interessant, um zum Beispiel mehrere Blöcke eines Standortes gemeinsam zu verwalten. In [4] werden Beispiele für beide Anwendungsfälle aufgeführt.

Für Pooling-Anwendungen ist die hohe Skalierbarkeit von Optimax PowerFit

von besonderer Bedeutung. Anwendungsfälle reichen von einem Einrechnersystem bis hin zu einer verteilten, redundanten Mehrknotenarchitektur.

Anwendung zur vorausschauenden Zielsollwertführung

Konventionelle Erzeuger müssen die Schwankungen ausgleichen, die aus der zunehmenden Nutzung von erneuerbaren Energien resultieren. Es ergeben sich neue Anforderungen für die Flexibilität bezüglich Mindestlast, Lastgradienten und Anfahrzeiten [5].

Da der Stromhandel in Zeitscheiben von 15 Minuten erfolgt, bedeutet dies im schlechtesten Fall einen Sollwertsprung alle 15 Minuten. Allein schon wegen der häufigen Änderungen wird eine automatische oder automatisierte Kommunikation von Fahrplanänderungen in die Blockleittechnik benötigt. Darüber hinaus führt das Abfahren eines Sollwertsprungs mit hoher Rampengeschwindigkeit zu Übersteuerungen in der Brennstoffführung, was viel Unruhe in den Kraftwerksprozess bringt und letztlich zu erhöhtem Verschleiß führt. **Bild 4** zeigt einen beispielhaften Verlauf

Literatur

[1] Sand, G.; Terwiesch, P.: Closing the loops: An industrial perspective on the present and future impact of control. *European Journal of Control* 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcon.2013.05.020>.
 [2] Nagy, Z.K.; Mahn, B.; Franke, R.; Allgöwer, F.: Evaluation study of an efficient output feedback nonlinear model predictive control for temperature tracking in an industrial batch reactor. *Control Engineering Practice* 15 (2007), Nr. 7.
 [3] Franke, R.; Weidmann, B.: Betriebserfahrungen mit der Anfahrptimierung von Dampfkesseln in den E.on Kraftwerken Staudinger, Heyden, Ingolstadt und Zolling. *VGB PowerTech* 87 (2007), Nr. 7.
 [4] Franke, R.; Schönung, H.; Blaumann, M.; Frick, A.; Kautsch, S.: Real-time and intraday optimization of multiple power generation units. *PowerGen Europe*, Vienna 2013.
 [5] John, M.; Frick, A.; Schwing, U.; Stamatiopoulos, G.-N.: Anforderungen hinsichtlich der Flexibilisierung an konventionelle Kraftwerke. *Internationaler ETG-Kongress* 2011, Würzburg. www.vde-verlag.de/proceedings-de/453376113.html.

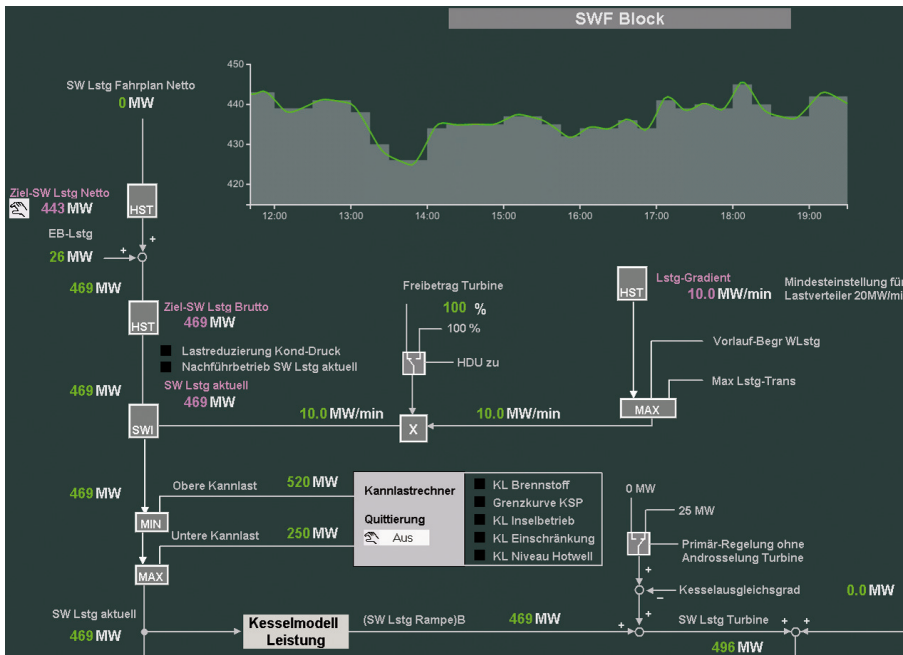


Bild 6

Beispielhafte Integration von vorausschauender Zielsollwertführung mit der Blockleittechnik als Vorausschautrend.

des Brennstoffsollwertes (blau) zum Abfahren eines Fahrplans (schwarz) mit fester Rampengeschwindigkeit und symmetrischer Platzierung der Rampe um die Fahrplanänderung (grün). Die braune Kurve zeigt das Integral der Differenz aus Wirkleistung und Fahrplan. Die orange markierten Abrechnungszeitpunkte zeigen, dass der Fahrplan trotz der scharfen Fahrweise nicht eingehalten wird.

Es stellt sich die Frage, ob geplante Fahrplanänderungen mit der gleichen hohen Geschwindigkeit wie die Erbringung von Regelenergie abgefahren werden müssen. Die vorausschauende Zielsollwertführung ermöglicht eine möglichst ruhige Fahrweise zur Erfüllung eines sich fortwährend ändernden Fahrplans. Dabei wird ausgenutzt, dass die Erfüllung des Fahrplans zeitdiskret alle 15 Minuten abgerechnet wird. Zwischen diesen Zeitpunkten hat der kontinuierliche Kraftwerksprozess einige Freiheitsgrade.

Bild 5 verdeutlicht das Prinzip der vorausschauenden Zielsollwertführung. Mit einem gemischt diskret/kontinuierlichen Modell wird der Brennstoffsollwert so ermittelt, dass der Fahrplan alle 15 Minuten eingehalten wird. Die braune Kurve zeigt die Abweichung der integrierten Istleistung vom Fahrplan. Verbleibende Freiheitsgrade werden in eine möglichst ruhige Fahrweise gesteckt. Es ist zu erkennen, dass die Istleistung sich über mehrere Fahrplanänderungen kontinuierlich ändert. Insbesondere wird die Rampengeschwindigkeit an die geforderten durchschnittlichen Laständerungen angepasst. Trotz der ruhigeren Fahrwei-

se verbessert sich die Fahrplanerfüllung (orange markierte Abrechnungszeitpunkte). Der aus der Blockdynamik resultierende Brennstoffsollwert (grün) wird alle 60 Sekunden an die Blockleittechnik übertragen.

Bild 6 zeigt eine beispielhafte Visualisierung als Vorausschautrend in der regulären Blockleittechnik mit dem Fahrplan grau ausgefüllt und dem Verlauf des Istleistungsollwertes in grün.

Zusammenfassung

Mit zunehmendem Anteil erneuerbarer Energien kommen die klassische Day-Ahead-Optimierung und der Ausgleich von Vorhersagefehlern mit Regelenergie an ihre Grenzen. Mittels Intraday-Optimierung werden Fahrpläne am laufenden Tag aktualisiert. Für konventionelle Kraftwerke resultiert dies in häufigen Fahrplanänderungen und Lastwechseln alle 15 Minuten.

Mittels Pooling wird die Komplexität im Gesamtsystem reduziert, indem mehrere technische Einheiten untergeordnet optimiert werden und im übergeordneten System wie ein einziges virtuelles Kraftwerk erscheinen. Pooling ist sowohl für die Direktvermarktung von erneuerbaren Energien als auch für das Management von konventionellen Kraftwerken interessant.

Vorausschauende Zielsollwertführung ermittelt unter Berücksichtigung von mehreren aufeinanderfolgenden Fahrplanänderungen eine möglichst ruhige Fahrweise zur Einhaltung des Fahrplans an gegebenen diskreten Zeitpunkten, zum Beispiel alle 15 Minuten. Damit

greift die Optimierung tief in die Kraftwerkssteuerung ein.

ABB's Optimax PowerFit wurde grundlegend neu gestaltet, um den neuen Anforderungen gerecht zu werden. Insbesondere wurden Echtzeitfähigkeit, Robustheit, Redundanz und Skalierbarkeit erhöht. Die Optimierung wird nun direkt mit dem Automatisierungs- bzw. Fernwirkbus gekoppelt. Die verwendete Optimierungssoftware wurde durch ABB Dynamic Optimization ersetzt, das bisher für modellbasierte prädiktive Regelungen wie die Anfahrtoptimierung BoilerMax zum Einsatz kam [3].

Die Optimierungsaufgabe wird als mathematisches Programm formuliert. Dabei finden sowohl zeitdiskrete Anteile wie Fahrpläne als auch zeitkontinuierliche Anteile wie die Dynamik von Kraftwerksblöcken Berücksichtigung. Die thematische Programmierung bringt den entscheidenden Vorteil der Trennung des deklarativen Programms von der verwendeten algorithmischen Lösungssoftware. Damit ist eine hohe Investitionssicherheit gegeben, da sich die Abhängigkeit von speziellen Betriebssystem- oder Softwareversionen reduziert.

Die Komplexität der mathematischen Programmierung wird durch die Verwendung der graphischen Modelica-Technologie praktisch beherrschbar. Insbesondere werden mathematische Details in vordefinierten Komponentensbibliotheken hinterlegt, aus denen konkrete Anwendungen grafisch erstellt werden. Die Offenheit des Modellierungsansatzes ermöglicht die flexible Erweiterung, zum Beispiel zur Berücksichtigung von aufkommender Elektromobilität.

Optimax PowerFit kann je nach Anwendungsfall sowohl in die Kraftwerksleittechnik als auch in die Netzleittechnik integriert werden, oder auch eigenständig laufen. Eine offene Systemarchitektur ermöglicht die flexible Verteilung auf einen oder mehrere Rechner, die Einbindung von Echtzeitdaten über OPC bzw. Fernwirkprotokolle und von Planungsdaten über Dateitransfer bzw. SQL.

Die diskutierten Beispiele beziehen sich auf aktuell ausgeführte Projekte.