

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 104 (2013)
Heft: 9

Artikel: Kühlhäuser als regulierbare Last
Autor: Mueller, Fabian L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856521>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 25.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Kühlhäuser als regulierbare Last

Optimierungspotenzial von thermischen Lasten

Die verstärkte Einbindung von Strom aus erneuerbaren Quellen im Stromnetz erfordert Smart-Grid-Ansätze, die eine eventuelle Über- bzw. Unterproduktion ausgleichen können. Im Rahmen des Pilotprojektes Flexlast untersuchen IBM, Migros, BKW, Swissgrid und das Bundesamt für Energie (BFE) die Möglichkeit zur Bereitstellung von Regelleistung durch die dynamische Steuerung einer Kühlanlage von Migros. Das Flexlast-Projekt soll die Entwicklung eines intelligenten Stromnetzes in der Schweiz fördern und das Potenzial von Smart-Grid-Technologien bei industriellen Grossverbrauchern untersuchen.

Fabian L. Mueller et al.

Die Erschliessung von Solar- oder Windenergiequellen stellt eine Herausforderung für die Energiewirtschaft dar. Wird heute die Erzeugung dem Verbrauch mittels Regelleistung angepasst, sprengt das benötigte Regelleistungsvolumen bei zukünftigen grossen Energiemengen aus erneuerbaren Quellen den ökonomisch vertretbaren Rahmen – es sei denn, ein Teil der Regelleistung kann durch flexible Lasten bereitgestellt werden.

Ansätze zur Lastregelung

Es ist deshalb von Interesse, nach neuen Wegen zur Bereitstellung von Regelleistung zu suchen, die sich, wenn möglich, auf bestehende Infrastruktur abstützen. Das dynamische Zu- und Abschalten von Lasten ist ein bereits untersuchter Lösungsweg.

Das GridWise-Projekt hat hier eine Vorbildfunktion: Anhand eines dynamischen Preismodells können sich Endverbraucher einem «Preissignal» anpassen. Folgt der Preis der erzeugten Energiemenge, wird der Verbrauch durch ökonomische, indirekte Kopplung reguliert. Die Projektzielgruppe bestand aus privaten Endverbrauchern mit Lasten in den Bereichen Heizen, Waschen und Trocknen. [1, 2]

Eine Flotte von Elektrofahrzeugen als Regelleistungsquelle wurde im dänischen Edison-Projekt untersucht. [3, 4] Der Grundgedanke ist die Nutzung von Elektrofahrzeugbatterien als Energiespeicher. In Zeiten erhöhter Energieerzeugung durch erneuerbare Quellen werden die Batterie-

rien gespeist; bei erhöhter Leistungsnachfrage sollen die Akkumulatoren Energie ins Netz zurückspeisen. Eine informationstechnische Infrastruktur ermöglicht die Messung des Fahrzeugverbrauchs sowie die Vorhersage des zukünftigen Energieverbrauchs und der Energieerzeugung. Somit lässt sich ein optimales Aufladen der Akkumulatoren planen und regeln.

Die Literatur berichtet über andere Projekte zum Thema Lastverwaltung zwecks Anpassung an stochastische Energiequellen. Heussen et al. [5] schlagen ein Modell für unregelmässig erzeugte, erneuerbare Energie und Energiespeicher in zukünftigen Stromnetzen vor.

Die spezifischen Möglichkeiten von Demand-Response für kalifornische Kühlhäuser ist Gegenstand des Berichts von Lekov et al. [6] Vallvé et al. untersuchen Möglichkeiten zur Abfederung stark schwankender fotovoltaischer Stromerzeugung. [7] Die Auswirkung von batteriebasierten Speichersystemen auf Kleinstnetze (Micro Grids) beschreiben Sortomme und El-Sharkawi. [8] Der optimale und stabile Betrieb eines Verteilnetzes mit verschiedenen Energiequellen ist von Tanabe et al. dokumentiert. [9] Demand-Response in deregulierten Elektrizitätsmärkten unter Verwendung von Preissignalen wird in [10] behandelt.

Kühlhaus als flexible Last

In dem von Oktober 2012 bis Ende 2013 laufenden Forschungsprojekt Flexlast der Firmen Migros-Verteilbetrieb Neuendorf, BKW Energie AG, IBM, Swissgrid und des Bundesamtes für Energie geht es um die informationstechnische Erschliessung einer grossen industriellen Kühlanlage (Bild 1 zeigt das Innere eines Tiefkühlagers, Bild 2 dessen Kühlanlage) zwecks Bereitstellung von Regelleistung. Die ursprüngliche Absicht war es, sekundäre Regelleistung zur Verfügung zu stellen: Grundsätzlich würden die Kühlaggregate bei Herunterregulierung (down-regulation) eingeschaltet und bei Hochregulierung (up-regulation) ausgeschaltet.

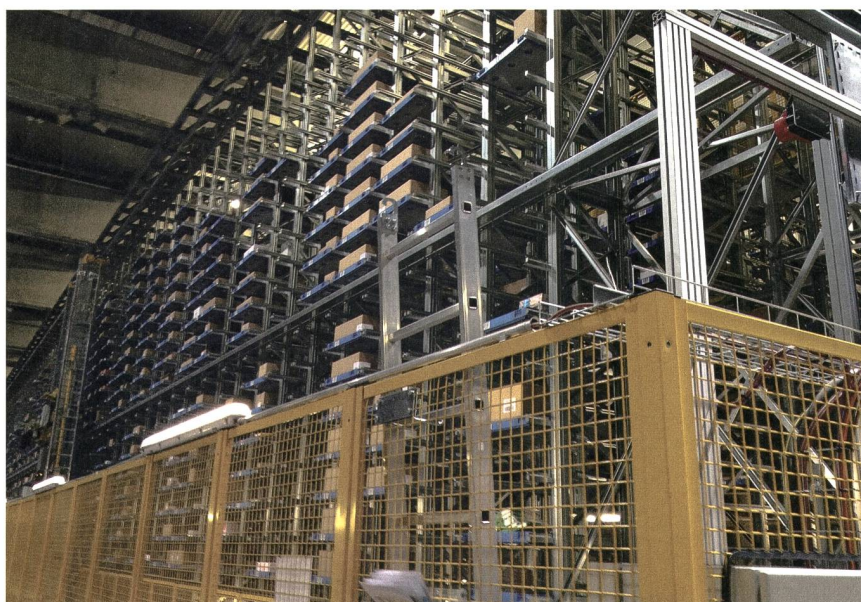


Bild 1 Tiefkühlager des Migros-Verteilbetriebs Neuendorf.



Bild 2 Kühlanlage eines Tiefkühlagers.

Thermische Systeme können als Energiespeicher verwendet werden. Bewegt sich die Ist-Temperatur innerhalb eines erlaubten Rahmens, kann durch die Zufuhr von elektrischer Energie thermische Energie zu- bzw. abgeführt werden. Im konkreten Fall der Kühllhäuser des Migros-Verteilzentrums Neuendorf (MVN) bewegt sich die Soll-Temperatur zwischen -30°C und $-26,5^{\circ}\text{C}$ (vom Betreiber gesetzt und veränderbar). Der Leistungsverbrauch eines einzelnen Tiefkühlagers mit mehreren Kompressoren liegt zwischen 0 kW und 850 kW.

Das Gesamtproblem wurde bei Flexlast wie folgt aufgeteilt:

Archivierung von Messdaten

Verschiedene Sensorwerte sowie Signale im Kontrollsystem werden ausgelesen und müssen effizient und zuverlässig verarbeitet und bewirtschaftet werden. Dazu werden die Daten in relationalen Datenbanken archiviert und mittels nachrichtenbasierter Kommunikationssysteme übertragen.

Systemidentifikation

Mit den gemessenen Daten werden thermische Zustandsraummodelle erstellt und identifiziert.[11] Die zentrale Zustandsgrösse ist dabei die Temperatur, welche von externen Faktoren wie Kühlleistung, Wetter und Wärmezufuhr in Form von «wärmeren» Waren beeinflusst wird.

Berechnung der Flexibilität

Für einen festgelegten Zeithorizont wird die maximal und minimal mögliche kumulative Zufuhr von Energie berech-

net. Dabei werden die betrieblichen Temperaturgrenzwerte, die minimal und maximal zulässigen Laufzeiten der Kühlaggregate, die gleichmässige Nutzung der Aggregate sowie die erwarteten Einflüsse von Warenaustausch und Wetter berücksichtigt. Typischerweise beträgt der betrachtete Zeithorizont für Tertiärregelung 1 Woche (wöchentliche Ausschreibung), mit einer Mindestabrufdauer von 15 Minuten und einer Laufdauer von bis zu 4 Stunden.[12]

Optimierung des Energiezuflusses

Basierend auf der errechneten Flexibilität des Systems wird der Leistungsfahr-

plan berechnet, der das grösstmögliche Potenzial an Hoch- oder Herunterregulierung bereithält.

Abbildung von Leistungswerten auf Schaltzustände

Die elektrische Leistung der einzelnen Kühlkompressoren wird gemessen und auf die Zustände (Ein/Aus) der einzelnen Kühlmodule abgebildet.

Liegt ein gewünschter Leistungsverbrauch über die Zeit vor, werden in einer Optimierung diejenigen Kühl-Kombinationen von verschiedenen Kühlmodulen ermittelt, deren totaler Verbrauch möglichst genau den Vorgaben entspricht.

Abbildung des gewünschten Verbrauchs auf Stellgrössen

Die Flexlast-Software kann aus sicherheits- und verbindungstechnischen Gründen nicht direkt in den Regelkreis der Kühlaggregate eingreifen.

Die verfügbaren Stellgrössen reduzieren sich auf:

- Festlegen des Temperatursollwertes. Durch dessen Vorgabe können Kühlaggregate unter Berücksichtigung einer Temperaturhysterese ein- bzw. ausgeschaltet werden.
- Forciertes Kühlen. Die Temperaturhysterese kann übersteuert und das Kühlaggregate eingeschaltet werden.
- Forciertes Abtauen. Die normalen Abtauprozesse der Kühlanlage können übersteuert werden und beeinflussen den elektrischen Leistungsverbrauch signifikant.

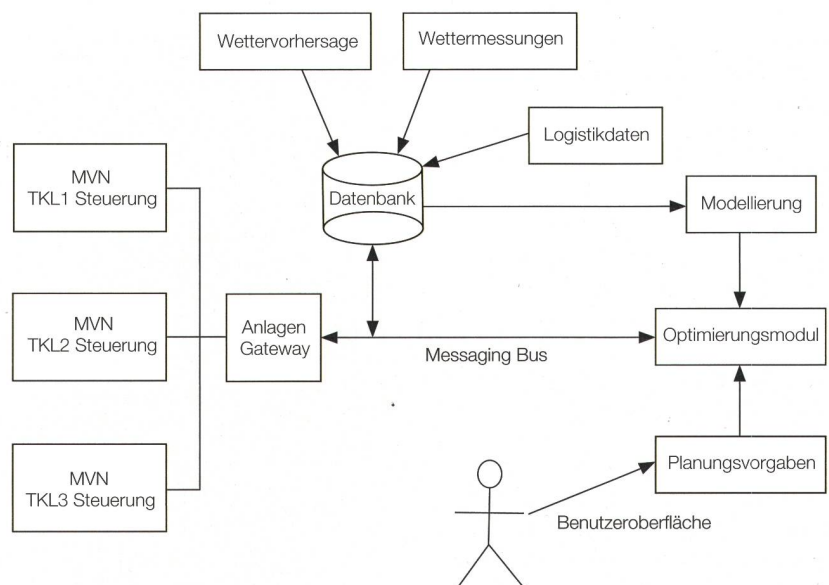


Bild 3 Informationstechnische Erschliessung der Kühllhäuser.

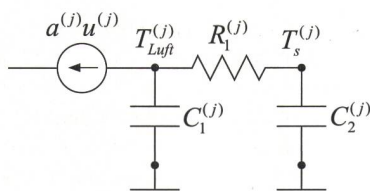


Bild 4 Thermisches Modell einer Kühlhalle, dargestellt in Form eines elektrischen Schaltkreises.

Übermittlung von Stellwerten

Die Steuerbefehle werden von der Planungs- und Optimierungseinheit an das auf Open Process Control (OPC) [13] basierende Steuerungssystem übermittelt, welches auch für das Auslesen von Sensorwerten verantwortlich ist.

IT-Architektur von Flexlast

Die Flexlast-Systemarchitektur wird in **Bild 3** gezeigt. Die Anbindung der Kühlaggregatsteuerung erfolgt über das Anlagen-Gateway, das Daten über ein Nachrichtenübermittlungssystem (messaging bus) sendet oder empfängt. Drei der vier MVN-Kühlhäuser sind erschlossen; jedes Kühlhaus hat mehrere Kühlaggregate.

Die gemessenen Sensorwerte werden periodisch abgetastet und in einer relationalen Datenbank gespeichert. Pro Kühlaggregat werden rund 80 Messgrößen erfasst; unter anderem die Lufttemperaturen, der Leistungsverbrauch der Kompressoren, der Zustand der Kühlhallen wie «Bereit», «Kühlen», «Abtauen» oder «Lüften», verbleibende Laufzeiten usw.

In die Datenbank fließen auch Daten einer 72-h-Wettervorhersage von Meteo-Suisse, Wettermesswerte wie Aussenlufttemperatur, rel. Luftfeuchtigkeit und Sonneneinstrahlung, sowie der Warenlogistik ein. Die Warenlogistikdaten enthalten Informationen über die Menge, das Gewicht und die Temperatur der angelieferten Waren. Diese sind für den thermischen Haushalt der Kühlhäuser von Bedeutung.

Die Modellierungskomponente liest Daten zur Erstellung des im folgenden Abschnitt beschriebenen thermischen Modells aus der Datenbank aus. Dies erfolgt nicht in Echtzeit; das thermische Modell wird zurzeit statisch erzeugt, könnte aber dynamisch nachgeführt werden.

Die Planungsvorgaben werden über eine Benutzeroberfläche eingegeben und basieren auf den Anforderungen des Systemdienstleisters. Sie beinhalten Informationen über den gewünschten zeitlichen Verlauf des Leistungsverbrauchs, die für die Optimierung der Fahrplanberechnung eingesetzt werden.

Modelldaten, Planungsvorgaben sowie gemessene Werte und Vorhersagen fließen in die Optimierungskomponente ein. Dort werden die optimierten Leistungsfahrpläne erstellt, welche dann wiederum auf die möglichen Steuerbefehle abgebildet und zurück an die Steuerungskomponenten geschickt werden.

Modellierung der Kühlhäuser

Zur Berechnung der Vorhersage des Energiebedarfs bedarf es neben den verschiedenen Eingangsgrößen wie Wärmezufuhr- und -abfluss eines thermischen Modells. Auf physikalischen Grundlagen basierend wurde ein vereinfachtes dynamisches Modell erstellt (**Bild 4**). Es werden zwei Energiespeicher betrachtet: Einerseits die Luft, charakterisiert durch die Lufttemperatur $T_{Luft}^{(j)}$, andererseits die Gebäudehülle und die eingelagerten Waren, beschrieben durch eine Durchschnittstemperatur $T_s^{(j)}$. Energie kann zwischen diesen beiden Speichern hin- und herfließen oder aus dem Gesamtsystem über die Kühlanlage abgeführt werden.

Die Differenzialgleichungen des Wärmeaustauschs für dieses Modell sind:

$$\frac{d}{dt} T_{Luft}^{(j)}(t) = -\frac{T_{Luft}^{(j)}(t)}{C_1^{(j)} R_1^{(j)}} + \frac{T_s^{(j)}(t)}{C_1^{(j)} R_1^{(j)}} - a^{(j)} u^{(j)}(t) \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} T_s^{(j)}(t) = -\frac{T_{Luft}^{(j)}(t)}{C_2^{(j)} R_1^{(j)}} + \frac{T_s^{(j)}(t)}{C_2^{(j)} R_1^{(j)}} \quad (2)$$

wobei $j = 1, \dots, 4$ die einzelnen Lagerhallen identifiziert, $C_1^{(j)}$ und $R_1^{(j)}$ Modellparameter darstellen und $u^{(j)}$ den Zustand des Kühlsystems in Halle j beschreibt.

Die Gleichungen (1) und (2) stellen ein lineares, zeitinvariantes Zustandsraummodell dar, das den Energiehaushalt des Kühlhauses beschreibt. Sind die zukünftigen Kühlzustände bekannt, können anhand dieses Modells die entsprechenden Lufttemperaturen vorhergesagt werden.

In **Bild 5** werden die effektiv gemessenen Lufttemperaturen mit den Modellvorhersagen verglichen. Der durchschnittliche Temperaturverlauf stimmt überein; die beobachteten kurzzeitigen

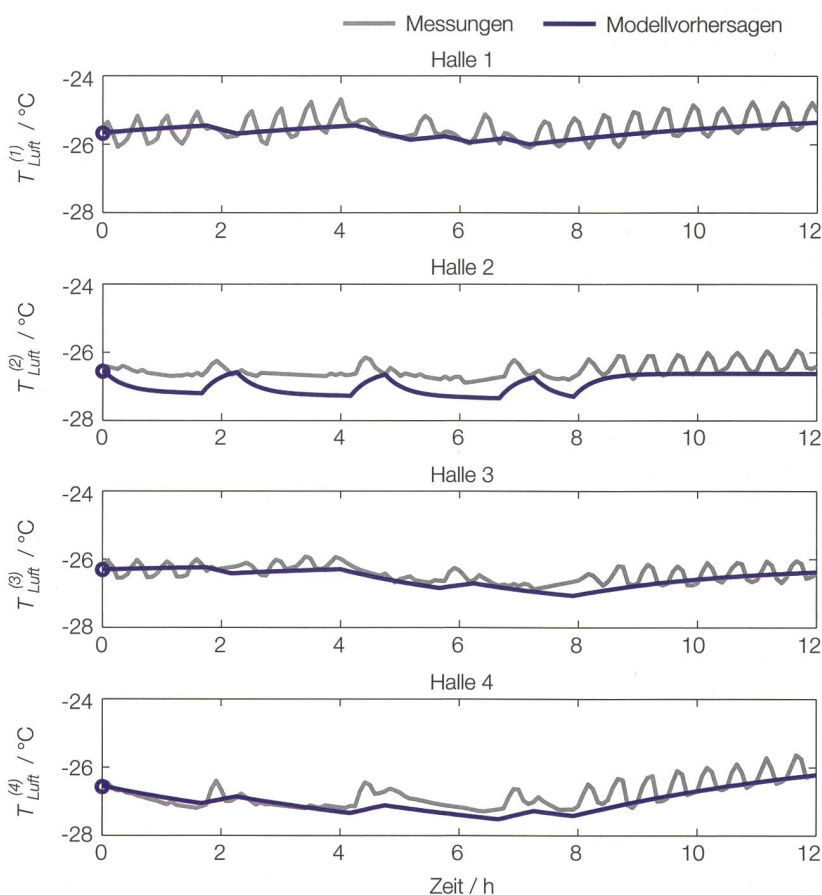


Bild 5 Der Verlauf der Lufttemperaturen in den Kühlhäusern und die vom Modell vorhergesagten Lufttemperaturen für die Zeitdauer des Tests.

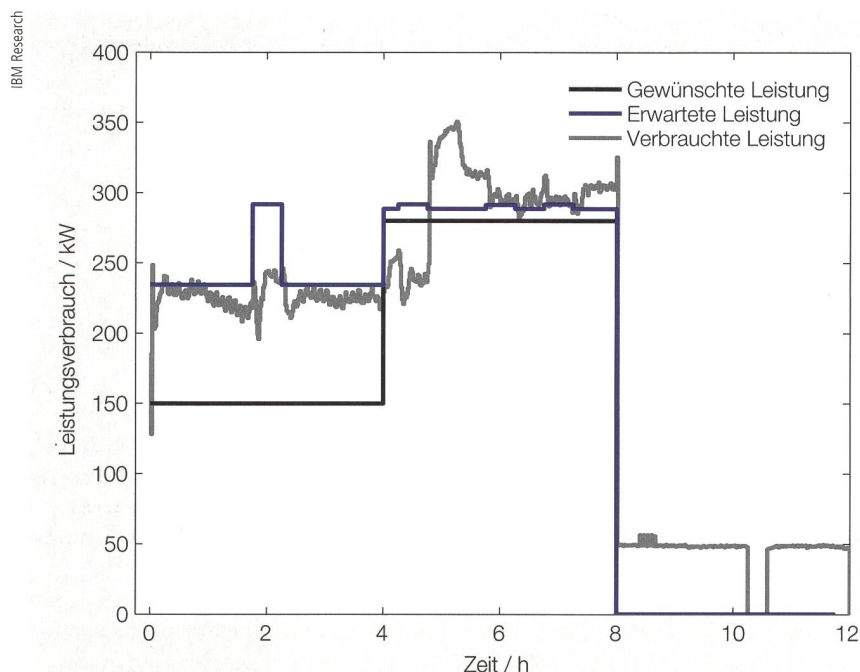


Bild 6 Vergleich zwischen gewünschtem, erwartetem und realisiertem Leistungsverbrauch.

Schwankungen in den gemessenen Werten rühren vom Einfluss der internen Lüftung her, die in unserem vereinfachten Modell nicht berücksichtigt wurde.

Erste Ergebnisse

In den bisherigen Testläufen ging es in einem ersten Schritt um die Anbindung der Kühlaggregate an das Optimierungsmodul. In einem zweiten Schritt bestand das Ziel darin, einem vorgegebenen Leistungsfahrplan über die Zeit möglichst genau zu folgen.

Bild 6 zeigt den gewünschten sowie den bestmöglichen erwarteten Leistungsverbrauch über den 12-stündigen Zeithorizont. Zudem ist der tatsächliche Leistungsverbrauch eingezeichnet, der mit dem erwarteten Verbrauch möglichst genau übereinstimmen sollte.

Bild 7 zeigt für 4 Kühllhallen die berechneten optimalen Kühlfahrpläne, die dem in **Bild 6** ersichtlichen, bestmöglichen erwarteten Leistungsverbrauch entsprechen. Die Abweichung von 50 kW in den letzten 4 Stunden des Versuchs rührt von der Laderampenkühlung her. Diese ist für die Eingangskühlung der angelieferten, im Vergleich zur Zieltemperatur «wärmeren», Waren zuständig und lässt sich nicht durch die verwendeten Algorithmen ansprechen. Ansonsten stimmen die Verläufe der verbrauchten Leistung mit der erwarteten Leistung gut überein – trotz des vereinfachten thermischen Modells ohne Berücksichtigung der Warenlogistik.

Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem gewählten Systemansatz konnte die Möglichkeit eines optimierten Energiezuflusses zum Betrieb einer industriellen Kühlanlage aufgezeigt werden. Ausgehend von einem vorgegebenen erwünschten Leistungsfahrplan wird der bestmögliche Leistungsverbrauch berechnet. Dieser wiederum wird in entsprechende Kühlzustände für die verschiedenen Kühllhallen abgebildet.

Das Ziel der Bereitstellung von sekundärer Regelleistung lässt sich unter Verwendung der relativ trägen Kühlaggregate nicht zufriedenstellend erreichen. Für Sekundärregelleistung gibt Swissgrid Totzeiten von 10 s («negativ») bzw. 20 s («positiv») vor. Die im Flexlast-Projekt erreichte Schaltreaktionszeit liegt jedoch in der Grössenordnung von Minuten.

Zudem ist die Anzahl der Schaltvorgänge bei Verwendung weniger Kühlaggregate (in den Versuchen standen nicht mehr als acht Aggregate zur Verfügung) beschränkt, da Minimallaufzeiten eingehalten werden müssen. Aus mechanischen und thermodynamischen Gründen ist eine schnellere Dynamik nur schwer zu erreichen oder prohibitiv teuer.

Möglicherweise können tertiäre Regelleistungen oder Regelleistungen in einem zeitlichen Bereich zwischen sekundärer und tertiärer Regelleistung erreicht werden. Dort besteht die Herausforderung darin, längerfristige Planungshorizonte für wöchentliche Ausschreibungen mit genügender Sicherheit zu erfassen, damit zugesagte Lieferkapazitäten und erforderliche Dauer (bis zu 4 h) tatsächlich eingehalten werden können. Eine verlängerte Testphase, möglicherweise unter Einbeziehung zusätzlicher thermischer Energiespeicher, könnte dies überprüfen.

Die Informatikanbindung der Anlagen ist mit heutiger Systeminfrastruktur keine grosse Herausforderung. Die Datenmenge und deren Erzeugungsrate

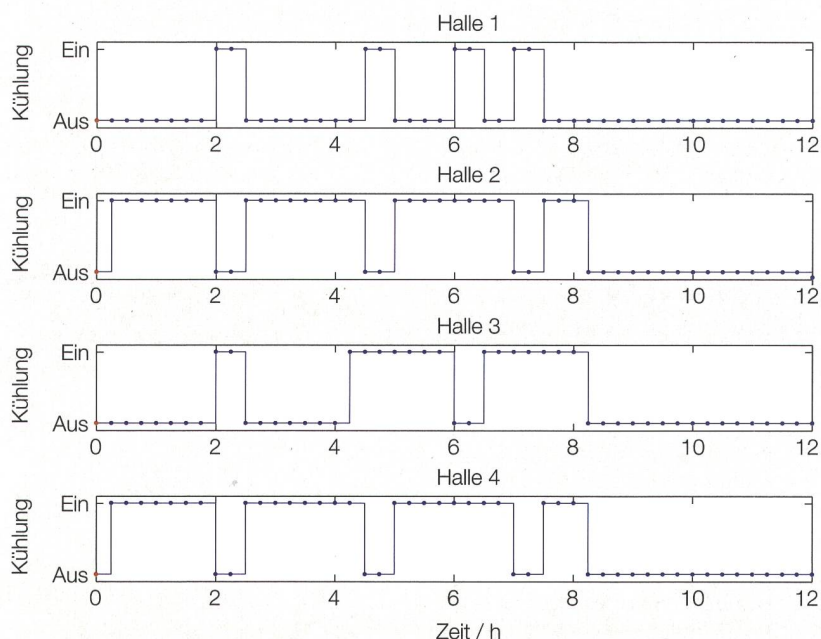


Bild 7 Optimaler Kühlfahrplan für 4 Kühllhallen.

sind, auch aufgrund der eher trägen Systemdynamik, überschaubar. Eine starr normierte Anschlusslösung ist nicht möglich, da Regelsysteme wie die hier beschriebenen Kühlenanlagen meistens massgeschneidert sind und sich bei Sensorik und Stellgrössen nicht vollumfänglich gleichen. Jedoch sind normierte Schnittstellen zu Datenspeichern und Verbindungskanälen sehr vorteilhaft.

Weitere Arbeiten werden die Verwendung der erfassten Logistikdaten beinhalten mit dem Ziel, genauere Modelle des Systemverhaltens erstellen zu können. Mit Blick auf das Stromnetz der Zukunft und einer stärkeren Einbindung erneuerbarer Energiequellen lohnt es sich, die Erschliessung weiterer, auch andersartiger Energiepuffersysteme und neuer Regelleistungsprodukte – die etwa zwischen heutigen sekundären und tertiären Regelleistungsprodukten angesiedelt sind – in Betracht zu ziehen.

Referenzen

- [1] D. J. Hammerstrom et al., «Pacific Northwest Grid-Wise Testbed Demonstration Projects: Part I. Olympic Peninsula Project», Pacific Northwest National Laboratory, Tech. Rep. PNNL-17167, October 2007.
- [2] —, «Pacific Northwest Grid-Wise Testbed Demonstration Projects: Part II. Gridfriendly Appliances Project», Pacific Northwest National Laboratory, Tech. Rep. PNNL-17079, October 2007.
- [3] B. Jansen, C. Binding, D. Gantenbein, and O. Sundström, «Architecture and communication of an electric vehicle virtual power plant», in Proc. 1st IEEE Intl Conf. on Smart Grid Communications, «IEEE SmartGridComm 2010», Gaithersburg, MD (IEEE, October 2010), pp. 149-154.
- [4] O. Sundström and C. Binding, «Planning electric-drive vehicle charging under constrained grid conditions», in Proc. of the CSEE/IEEE International Conference on Power System Technology, Hangzhou, China, November 2010 (DOI: 10.1109/POWERCON.2010.5666620).
- [5] K. Heussen, S. Koch, A. Ulbig, and G. Andersson, «Unified system-level modeling of intermittent renewable energy and energy storage for future power system operation», IEEE Systems Journal, vol. 6, no 1, pp. 140–151, 2011.
- [6] A. Lekov, L. Thompson, A. McKane, A. Rockoff, and M. A. Piette, «Opportunities for energy efficiency and automated demand response in industrial refrigerated warehouses in California», Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Tech. Rep. LBNL-1991E, May 2009.

Résumé

Les entrepôts frigorifiques en tant que charges commutables

Le potentiel d'optimisation des charges thermiques

L'exploitation des sources d'énergie solaires et éoliennes constitue un défi pour le secteur de l'énergie. Si la production est actuellement adaptée à la consommation par le biais de puissance de réglage, le volume de cette dernière nécessaire aux futures importantes quantités d'énergie issues des sources renouvelables risque quant à lui de sortir d'un cadre économiquement acceptable. Le projet courant d'octobre 2012 à fin 2013 s'était fixé comme objectif initial de mettre à disposition une puissance de réglage secondaire. La consommation flexible d'un seul entrepôt frigorifique est comprise entre 0 kW et 850 kW.

D'après les faits constatés, les groupes frigorifiques relativement inertes ne permettent pas de réaliser l'objectif de fourniture d'une réserve de puissance secondaire. D'une part, la capacité de réaction (en minutes) des groupes frigorifiques analysés est nettement inférieure à celle nécessaire à la puissance de réglage secondaire. De l'autre, les durées minimales de fonctionnement à respecter pour les groupes frigorifiques limitent le nombre de cycles de commutation par unité de temps. Pour diverses raisons mécaniques et thermodynamiques, une dynamique des systèmes plus rapide est très difficilement réalisable et ne serait guère justifiable d'un point de vue économique. Toutefois, il est possible d'obtenir des puissances de réglage tertiaires ou comprises dans une période de temps située entre la puissance de réglage secondaire et tertiaire.

No

- [7] X. Vallvé, A. Graillot, S. Gual, and H. Colin, «Micro storage and demand side management in distributed PV grid-connected installations», in Proceedings of 9th International Conference on Electrical Power Quality and Utilization, Barcelona, Spain, October 2007.
- [8] E. Sortomme and M. A. El-Sharkawi, «Optimal power flow for a system of microgrids with controllable loads and battery storage», in Proceedings of Power System Conference and Exposition, Seattle, WA, March 2009.
- [9] T. Tanabae, Y. Udea, S. Suzuki, N. Sasaki, T. Tanaka, T. Funabashi, and R. Yokoyama, «Optimized operation and stabilization of microgrids with multiple energy resources», in Proceedings of the 7th International Conference on Power Electronics, Daegu, Korea, October 2007.
- [10] M. Albadi and E. El-Saadany, «A summary of demand response in electricity markets», Electric Power Systems Research, vol. 78, no. 11, pp. 1989–1996, 2008. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378779608001272>
- [11] L. Ljung, System Identification: Theory for the User – Second Edition. Upper Saddle River, NJ 07458: Prentice Hall PTR, 1999.
- [12] F. L. Müller, O. Sundström, C. Binding, and D. Dykeman, «Power reference tracking of a large scale industrial freezer system for ancillary service delivery», in Proceedings of IEEE ISGT Europe 2013. IEEE Power & Energy Society, October 2013, to be published.
- [13] OPC XML-DA Specification, OPC Foundation, Scottsdale, AZ, July 2003.
- [14] Grundlagen Systemdienstleistungsprodukte: Produktbeschreibung, Version 6, Swissgrid AG, Dammstrasse 3, 5070 Frick/AG, Juli 2013.

[15] Test zur Sekundärregelbarkeit, Version 2.0, Swissgrid AG, Dammstrasse 3, 5070 Frick/AG, Februar 2012.

Angaben zu den Autoren

Fabian L. Mueller, MSc. RSC ETHZ, arbeitet als Research Staff Member im IBM Forschungslabor Rüschlikon mit Schwerpunkt auf Systemmodellierung und Identifikation sowie Anwendung von Regelungstechnik auf intelligente Energiesysteme.

IBM Research – Zürich, 8803 Rüschlikon
fmu@zurich.ibm.com

Olle Sundström, PhD. Mech. Ing. ETHZ, beschäftigt sich als Research Staff Member im IBM Forschungslabor Rüschlikon mit Theorien und Anwendungen von Regel- und Optimierungsalgorithmen in zukünftigen Energiesystemen.

osu@zurich.ibm.com

Carl Binding, PhD, CS University of Washington, beschäftigt sich mit der IT-Anbindung von Regel- und Optimierungsmodulen intelligenter neuartiger Energiesysteme.

cbd@zurich.ibm.com

Alexandru Caracas, PhD, CS ETHZ, war verantwortlich für die Anbindung der Wettermessdatensorik und ist Research Staff Member im IBM Forschungslabor Rüschlikon.

xan@zurich.ibm.com

Doug Dykeman, PhD, CS University Waterloo, fungierte in Rahmen von Flexlast als Projektleiter seitens des IBM Forschungslabors Rüschlikon.

ddy@zurich.ibm.com

Anzeige

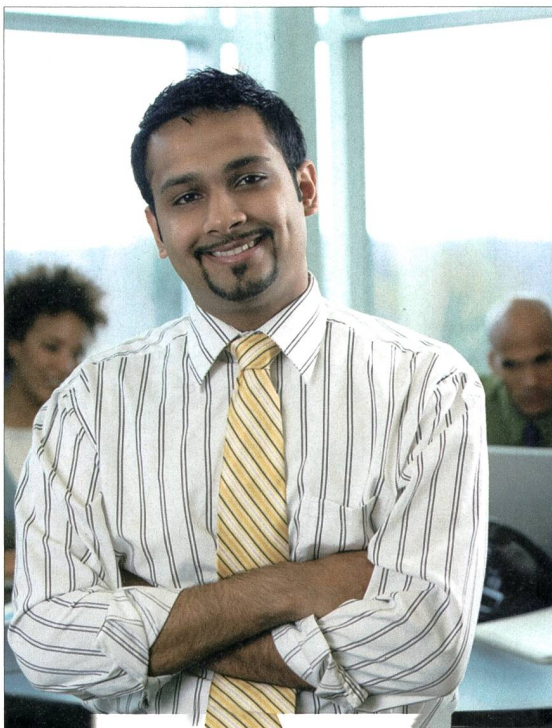
... richten Sie Ihre

Fragen an:



www.technik-forum.ch

powered by electrosuisse >>



Massgeschneiderte Weiterbildung: Brugg Cables Academy.

- | | |
|---|----------------|
| ▪ HS-Polymerkabelsysteme | 04./05.11.2013 |
| ▪ HS-Zubehör für Polymerkabel | 06./07.11.2013 |
| ▪ Teilentladungsmess- und Monitoringtechnik | 11.11.2013 |
| ▪ Ölkabelsysteme | 12.11.2013 |
| ▪ Massgeschneiderte Kurse in deutsch & englisch | |

Anmeldung und weitere Informationen:
www.bruggcables.com/Academy_de

Brugg Kabel AG, 5201 Brugg
Telefon +41 (0)56 460 33 33
www.bruggcables.com/Academy_de

BRUGG CABLES
Well connected.

ePORTAL FÜR EVU



Das SWiBi ePortal ist bereits in der 2. Version verfügbar und wird weiter ausgebaut. Gerne halten wir Sie auf dem Laufenden, senden Sie uns dazu ein Mail mit dem Betreff «SWiBi ePortal» an unseren Kundenberater Martin Lang martin.lang@swibi.ch

Nutzen Sie das Internet für den Kundendialog und geben Sie Ihren Kunden die Möglichkeit zur Self-Service Kundenadministration. Mit dem neu entwickelten ePortal von SWiBi kann der Endkunde online auf seine Rechnungen zugreifen, seine Stammdaten mutieren, seine Verbrauchskurve einsehen und seinen Energiemix anpassen.



Dank der Eigenentwicklung SWiBi-Cube können bestehende EVU-Anwendungen wie IS-E oder SAP mit dem SWiBi ePortal verbunden werden. Dies erlaubt eine rasche Implementation und hält die Investitionsaufwände angenehm tief.