Lokales Lastmanagement

Autor(en): **Gutzwiller, Rolf / Koch, Stephan / Meier, Dominik**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **99 (2008)**

Heft 22-23

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-855907

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Lokales Lastmanagement

Stromverbrauch sinnvoll mit der Erzeugung koordinieren

Fluktuierende Stromproduktion aus Wind und Sonne leistet einen zunehmenden Beitrag zur Stromversorgung in Europa. Eine erfreuliche Entwicklung, die aber auch Nebenwirkungen zeigt: ein schwer zu regelndes Verbundnetz, erhöhter Speicherbedarf zum Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch und Engpässe im Übertragungsnetz. Den neuen Problemstellungen begegnet man mit neuen Lösungen, die nicht nur der Stromerzeugung aus Wind und Sonne nützen: Beim lokalen Lastmanagement wird der Verbrauch elektrischer Energie so weit wie möglich und sinnvoll der Produktion angepasst. Erhöhte Netzstabilität und Wirtschaftlichkeit sind das Ziel, vernetzte Verbraucher das Mittel.

Durch lokales Lastmanagement mit einer Vernetzung der Verbraucher und neuen Regelmechanismen können zugleich die Netzstabilität sowie die Wirtschaftlichkeit der Stromversorgung erhöht, die Abschaltung ganzer Teilnetze im Störfall vermieden und die fluktuierende Erzeugung aus Wind und Sonne besser genutzt werden. Die dezentrale Erzeugung kann dadurch einfacher eingebunden und nicht zuletzt auch der Komfort durch Gebäudeleittechnik erhöht werden.

Rolf Gutzwiller, Stephan Koch, Dominik Meier, Martin Wiederkehr

Ausgangslage

Über 100 Jahre ist die Versorgung mit elektrischer Energie in Europa zu einem zuverlässigen System gewachsen. Zu jedem Zeitpunkt besteht ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage. Die schwankende Nachfrage wird durch eine Kombination von Grundlastkraftwerken (Kern-, Kohle- und Flusskraftwerke) und Spitzenlastkraftwerken (Gasturbinen- und Speicherkraftwerke) gedeckt. Um die Schwankungen über den Tagesverlauf (Lastgang) klein zu halten und damit den Bedarf an teurer Spitzenenergie zu reduzieren, werden Verbraucher mit meist thermischen Speichern wie Brauchwasser, Elektroheizung/Wärmepumpe über Tarifanreize oder Verträge möglichst in den Nachtstunden betrieben. Zusätzlich nehmen Pumpspeicherwerke in der Nacht überschüssige Bandenergie auf. Die Netzleittechnik sorgt unter anderem dafür, dass das Übertragungsnetz auch bei Störungen sicher arbeitet.

Entwicklung im UCTE-Netz

Die fluktuierende Erzeugung, dezentrale Einspeisung sowie der steigende Verbrauch belasten zunehmend das Übertragungsnetz: Ein steigender Anteil elektrischer Energie wird fluktuierend erzeugt (Wind, Sonne) und ist zwar recht gut vorhersagbar, aber schlecht beeinflussbar. Sie ist weder eindeutig der Band- noch der Spitzenenergie im ursprünglichen Sinne zuzuordnen. In Deutschland beispielsweise beträgt die installierte Windenergieleistung bereits mehr als 22 GW, was knapp 19% der installierten Kraftwerksleistung ausmacht. Bis im Jahre 2020 sollen es 50 GW sein, womit in Schwachlastzeiten bei Starkwind der elektrische Energiebedarf zu gegen 100% durch Windenergie gedeckt wäre.

Die dezentrale Einspeisung aus Fotovoltaik, Windkraftwerken oder Wärmekraftkopplung etc. kann die Netzinfrastruktur entlasten, aber ebenso lokal die Spannung erhöhen, die Energieflussrichtung umkehren und zu Schutzproblemen im Niederspannungsnetz führen. Denn Windkraftwerke stehen bevorzugt an windreichen Standorten wie Küsten und Gebirgskuppen; die Verbraucher liegen grossteils nicht in diesen Gebieten, was zu Übertragungsengpässen führen kann.

Zudem nimmt der Verbrauch an elektrischer Energie weiter zu (Substitution, vor allem fossiler Brennstoffe). All diese Entwicklungen führen dazu, dass die bestehende Infrastruktur ihre Grenzen erreicht. Ohne Investitionen in die Übertragungsinfrastruktur und Anpassungen der Betriebstechnik wird damit das Netz aufgrund dieser zunehmenden Belastung anfälliger für Störungen (beispielsweise wie diejenige vom 4. November 2006 [1, 2]).

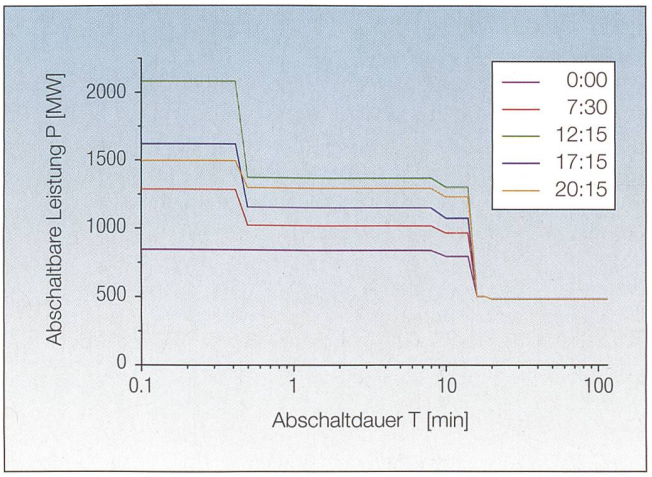


Bild 1 Abschaltbare Leistung von Haushaltsgeräten in der Schweiz bei Komfortstufe A.

Kochen und Backen	9%
Kühlschrank*)	11%
Gefrieren*)	8%
Geschirrspüler	4%
Waschmaschine	6%
Trocknen	5%
Beleuchtung	14%
TV, DVD, Video, Audio	6%
PC und Drucker	4%
Elektroheizer*)	2%
Luftbefeuchter*)	1%
Kleingeräte	3%
Warmwasser*)	17%
Heizung*)	4%
Klima*)	1%
Pflege	4%
Kaffeemaschine	2%

*) träge Geräte

Tabelle I Aufteilung des Haushaltstrombezugs gemäss [3].

Die geschilderte Problematik kann mit dem Ansatz, die Last der Erzeugung anzupassen, entschärft werden. In den Haushalten stehen eine Vielzahl von Geräten wie Waschmaschinen, Boiler und Kühlgeräte, die während einer gerätespezifischen Zeitperiode ohne Komforteinbusse ausgeschaltet werden können und in ihrer Gesamtheit einen beachtlichen Teil des elektrischen Energieverbrauchs ausmachen. Der Ansatz, mit diesen grossflächig verteilten, meist thermischen Speichern gezielt den Verbrauch zu beeinflussen, allgemein Demand Side Management (DSM) genannt, ist somit naheliegend.

Demand Side Management im Haushalt

Vom elektrischen Endenergieverbrauch der Schweiz im Jahr 2007 (57 432 GWh, 24% des Gesamtendenergieverbrauchs) wurden 30% für die Haushalte benötigt. Von diesem Anteil werden etwa 75% für Geräte verwendet, die kühlen oder heizen (Tabelle I). Da diese Verbraucher durch ihre thermische Trägheit relativ grosse Zeitkonstanten haben, können sie oftmals für längere Zeit ohne Komfortverlust ausgeschaltet werden. Wie lange ein Gerät abgeschaltet werden darf, hängt stark von dessen Verwendung ab. So kann eine Gefriertruhe normalerweise unbemerkt über eine Stunde abgeschaltet werden, während dies ein Backofen sicher nicht erlaubt.

Aufgrund einer Analyse des elektrischen Energieverbrauchs der schweizerischen Haushalte wurde – in Abhängigkeit der Tageszeit – die abschaltbare Leistung in Funktion der zulässigen Abschaltzeit abgeschätzt. Dabei wurden drei Komfortstufen definiert: In der Stufe A wird die Abschaltung nicht bemerkt (Bild 1). Dies betrifft beispielsweise den Warmwasserboiler (2 h), den Kühlschrank (15 min) oder den Kochherd (15 s). Das Licht wird nicht abgeschaltet. Bei der Stufe B wirkt die Abschaltung etwas störend, hier wird der Kühlschrank 45 min und der Kochherd 1 min abgeschaltet. Das Licht bleibt aber weiterhin an. In der Stufe C wirkt die Abschaltung störend: Waschmaschine 2 h, Kochherd 10 min, und das Licht wird reduziert.

Aus Bild 1 geht hervor, dass umso mehr abschaltbare Leistung zur Verfügung steht, je kürzer die erforderliche Abschaltzeit ist. Um 12.15 Uhr beispielsweise sind über 2 GW für einige Sekunden abschaltbar, ohne dass der Konsument dies als störend empfindet; sollen hingegen die Lasten über 15 min abgeschaltet werden, stehen zur gleichen Tageszeit 500 MW zur Verfügung.

Das Resultat der Analyse lässt sich wie folgt zusammenfassen: Zu jeder Tageszeit können ohne Komfortverlust 20% der Leistung für 20 s abgeschaltet werden, 10% für 10 min und 5% für mehrere Stunden.

Bisher war nur von Abschaltungen die Rede, aber auch eine gesteuerte Erhöhung des Verbrauchs kann sinnvoll sein. Besteht die Möglichkeit, die Geräte durch ein Signal von aussen nicht nur aus-, sondern auch einzuschalten, lässt sich deren Verbrauch innerhalb gewisser Grenzen forcieren. So kann zum Beispiel bei Starkwind überschüssige Energie in zusätzliche Wärme/Kälte umgewandelt werden, anstatt die Windkraftanlagen abzuregeln und die verfügbare umweltfreundliche Energie ungenutzt zu lassen.

Beim DSM wird, typischerweise über Rundsteuersignale, eine Gruppe von Verbrauchern blockiert oder freigegeben. Diese Steuerung wird mit dem lokalen Lastmanagement (LLM) wesentlich verfeinert: Geräte schalten sich, basierend auf externen Anreizen, unter Berücksichtigung ihres eigenen Zustands an oder aus. Dabei werden auch lokale Erzeuger einbezogen, ebenso können Methoden für einen selektiven Lastabwurf bei Unterfrequenz sowie für einen strukturierten Netzwiederaufbau (Softstart) implementiert werden.

Das Potenzial von DSM lässt sich noch weiter steigern, wenn es auch im Gewerbe zum Einsatz kommt. Insbesondere grosse Kühlanlagen mit hoher Wärmekapazität eignen sich für eine zeitlich flexible Aufnahme der benötigten Leistung.

Prinzip des Lastmanagements

Bild 2 zeigt die Elemente des LLM im Haushalt. Das LLM-Prinzip wird momentan in einem Musterhaushalt getestet: Pro Haushalt wird ein Lastmanager «Haus» (LMH) installiert, der mit einer Netzleitzentrale Informationen austauscht. Der LMH ist die Schnittstelle zur Aussenwelt. Er übernimmt die Protokollkonversion und koordiniert den Energieverbrauch im Haus mit der lokalen Erzeugung. Weiterhin kann er den Zustand gewisser Geräte überwachen, sodass defekte Geräte erkannt werden können. Er enthält ebenfalls ein Benutzerinterface, um auf die Parameter des Systems einzugreifen. Es ist vorgesehen, den LMH direkt in den Stromzähler zu integrieren.

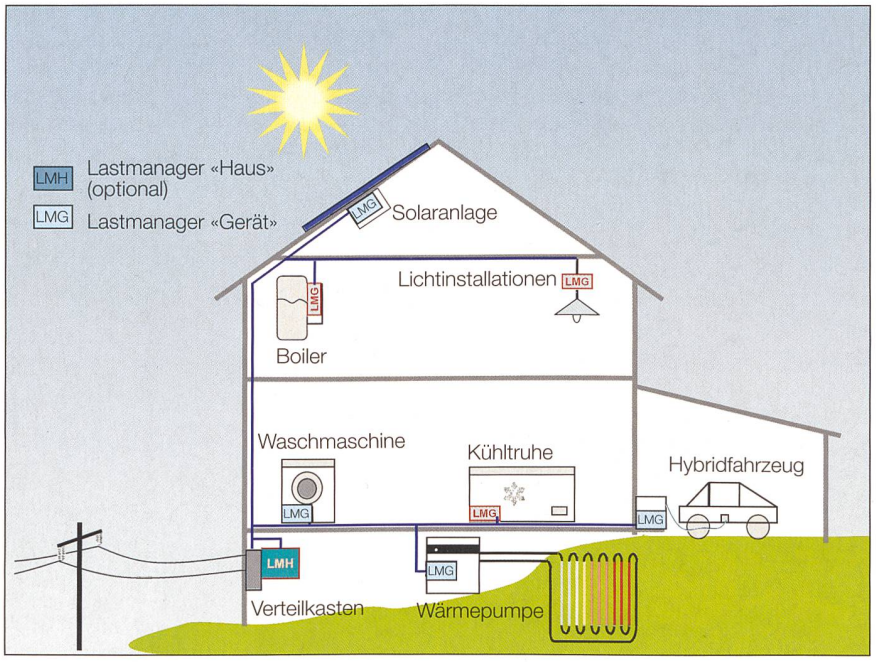


Bild 2 Die Elemente im Haushalt (rot = im Musterhaushalt realisiert).

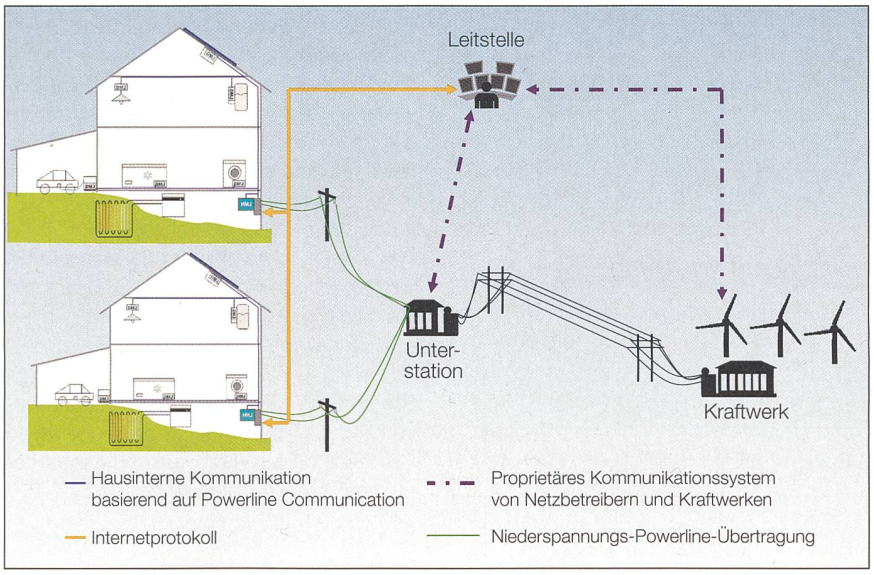


Bild 3 Kommunikationsstruktur.

Im Haus wird jeder ausschaltbare Verbraucher mit einem Lastmanager «Gerät» (LMG) ausgerüstet: eine kleine, möglichst kostengünstige Schnittstelle des Geräts, die mit dem LMH kommuniziert. Der LMG ermöglicht ein strompreis- oder codeabhängiges Ein-/Ausschalten des Geräts unter Berücksichtigung von dessen Zustand. In den LMG soll auch die Möglichkeit für einen gezielten Geräteabwurf sowie einen nach Gerätekategorie spezifischen Softstart nach einem Blackout implementiert werden.

Kommunikationsstruktur

Wie in Bild 3 dargestellt, sind die LMGs im Haushalt mit dem LMH über ein hausinternes Kommunikationssystem verbunden. In den bisherigen praktischen Versuchen wurde eine Inhouse Powerline Communication nach KNX-Standard PL132 [4] getestet.

Der LMH kann mittels Niederspannungs-Powerline-Übertragung nach IEC-Norm 61334-5-1, die bereits bei diversen Firmen zur Online-Zählerauslesung verwendet wird, mit der nächsten Unterstation kommunizieren. Für den Kommunikationspfad von der Unterstation zu einer übergeordneten Leitstelle wird ein proprietäres Kommunikationssystem genutzt. In einer ersten Testphase mit einem Musterhaushalt wird die Leitstelle simuliert (Server): Sie kommuniziert mit dem LMH einfachheitshalber via Internetprotokoll.

Anwendungsfälle

Ist die Kommunikation zwischen einer Vielzahl von Haushaltsgeräten und der übergeordneten Netzleitzentrale sichergestellt, stellt sich die Frage, für welche Anwendungen die neu gewonnene Flexibilität auf der Lastseite genutzt werden kann. Hier sind innerhalb des LLM-Projekts 4 Anwendungsfälle auf verschiedenen Zeitskalen identifiziert worden, die in Bild 4 dargestellt sind. Ein Vergleich mit Bild 1 zeigt hier, dass für die unterschiedlichen Anwendungen auch unterschiedlich grosse Potenziale zur Verfügung stehen. Für kurzfristige Unterbrechungen im Sekunden- und Minutenbereich finden sich natürlich deutlich mehr geeignete Geräte als für die Verlagerung des Strombezugs über mehrere Stunden.

Intelligente Koordination der Haushaltsgeräte

Für die beschriebenen Anwendungsfälle 1–3 des lokalen Lastmanagements (Bild 4) muss die summierte Leistungsaufnahme einer grossen Anzahl von Haushaltsgeräten sicher beeinflussbar sein, ohne dass dabei Komfortverluste auftreten. Deshalb sind für diese Anwendungen nur Kühl- und Heizgeräte mit thermischem Speicherpotenzial relevant, deren Strombezug in gewissen Grenzen flexibel koordiniert werden kann. Allerdings ist die überwiegende Zahl dieser Geräte nicht kontinuierlich regelbar, sondern wird über einen Schaltregler an- oder ausgeschaltet, sodass ihre Innentemperatur zwischen einer oberen und unteren Schalttemperatur pendelt. Dies macht eine aktive Koordination dieser Geräte zu einer recht anspruchsvollen Aufgabe, besonders da die Nennleistung, die Zyklusdauer und das Speicherpotenzial der Geräte innerhalb einer grossen Gruppe stark unterschiedlich sind.

Im Folgenden wird eine Koordinationsstrategie für eine Gruppe unterschiedlicher Geräte beschrieben. Diese ermöglicht den Betrieb der Geräte als eine Art verteilter virtueller Speicher, der in der Lage ist, sich über eine bestimmte Zeitdauer zu laden oder zu entladen. Dabei können Haushaltsgeräte natürlich keine Energie ins Netz zurückspeisen, sondern nur zeitweilig ihre aufgenommene Summenleistung im Vergleich zu ihrer durchschnittlichen Leistungsaufnahme erhöhen oder verringern. Die oberen und unteren Temperaturschaltschwellen der Geräte sollen nicht verletzt werden, um Komfortverluste für die Benutzer (lauwarmes Wasser, angetaute Gefrierschränke) zu vermeiden. Somit besteht die hauptsächliche Eingriffsmöglichkeit im Rahmen des Lastmanagements in einem forcierten Ein- oder Ausschalten des Geräts «früher als notwendig», nicht aber «später als notwendig». Dabei gilt es, die zusätzlich erforderlichen Schaltvorgänge pro Gerät möglichst gering zu halten und insgesamt nicht signifikant mehr Energie als im unkoordinierten Betrieb zu verbrauchen.

Unter diesen Randbedingungen soll ein Konzept entwickelt werden, welches das

Stufe	*Frequenz [Hz]*	*Aktion*	*Kumulierter Lastabwurf*	*Aktivierungsart*
1	49,8	Aktivierung von Leistungsreserven		Manuell/Automatisch
2	49,5	Abwurf von Speicherpumpen		Automatisch
3	49,0	Lastabwurf 10–15%	10–15%	Automatisch
4	48,7	Lastabwurf 10–15%	20–30%	Automatisch
5	48,4	Lastabwurf 15–20%	35–50%	Automatisch
6	48,1	Lastabwurf 15–20%	50–70%	Automatisch
7	47,5	Trennung der Kraftwerke vom Netz		Automatisch

Tabelle II Lastabwurf gemäss UCTE-Richtlinien.

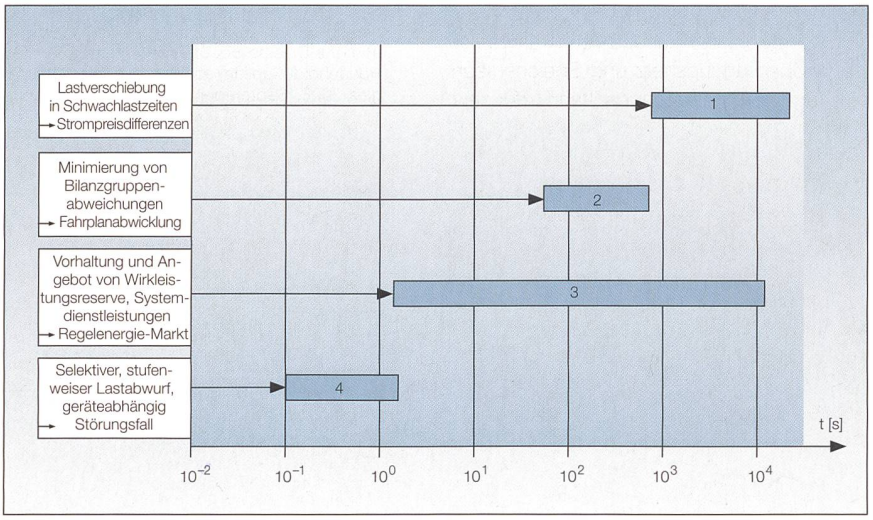


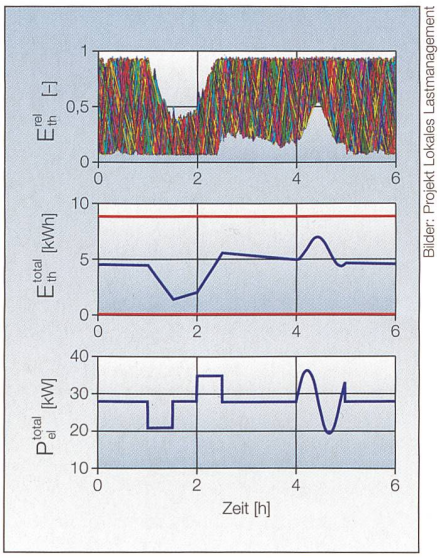
Bild 4 Anwendungsfälle: Zeitskalen.

skizzierte Koordinationsproblem löst. Dies erfordert zunächst eine geeignete Modellstruktur, die den Leistungsbezug verschiedener Kühl- und Heizgeräte über ein Zeitintervall mit hinreichender Genauigkeit beschreiben kann und gleichzeitig eine gewisse Allgemeinheit und Unabhängigkeit vom konkreten Gerät aufweist. Realistisch parametriert, kann so eine grosse Gruppe von Geräten simuliert und die Leistungsfähigkeit verschiedener Koordinationsalgorithmen getestet werden.

Eine vielversprechende Strategie ist: Der Lastmanager «Gerät» erhält Echtzeitinformationen über die Innentemperatur des Geräts, die für die Auslösung eines Schaltvorgangs relevant ist. Ebenso sind die Werte der Schaltschwellen bekannt. Diese können lokal verarbeitet oder periodisch an den Lastmanager «Haus» übertragen werden. Aufgrund der Zustandsinformationen und des beobachtbaren zeitlichen Zusammenspiels zwischen den Schaltvorgängen des Geräts und der Innentemperatur kann der nächste zu erwartende («autonome») Schaltzeitpunkt mit relativ hoher Genauigkeit durch Schätzalgorithmen vorhergesagt werden. Aufgrund dieser Prädiktion wird lokal ein momentaner Preis berechnet, für den sich das Gerät «schon jetzt» schalten liesse, d.h. bevor der selbstständige Schaltzeitpunkt erreicht ist.

Arbeitet eine Vielzahl von Geräten nach diesem Prinzip und übermitteln diese Geräte ihre «Angebote» an eine zentrale Leitstelle, hat diese zu jedem Zeitpunkt recht genaue Informationen über die jeweils nächsten Schaltzeitpunkte sowie die entstehenden Kosten, wenn bestimmte Geräte bereits früher geschaltet werden sollen. Natürlich können und müssen diese Informationen nicht kontinuierlich übermittelt werden – vielmehr kann eine einfache (z.B. lineare) Preisfunktion zusammen mit dem nächsten Schaltzeitpunkt nach jedem Schaltvorgang übermittelt werden. So kann die Übermittlung einer unnötigen Datenflut vermieden werden. In einer zentralen Leitstelle können die forciert zu schaltenden Geräte durch einen Optimierungsalgorithmus ausgewählt und mittels eines Schaltimpulses geschaltet werden.

Bild 5 zeigt am Beispiel von 500 simulierten Kühlschränken, wie die Koordinierung der Geräte aussehen kann. Zu sehen ist im unteren Teil der Abbildung eine gesteuerte Absenkung der summierten Leistungsaufnahme um 25% für eine halbe Stunde (ab Stunde 1) und eine darauf folgende Erhöhung um 25% (ab Stunde 2). Im oberen Fenster ist der relative thermische Energieinhalt der einzelnen Geräte (bezogen auf ihre Schaltschwellen und normiert auf das Intervall [0,1]) dargestellt. Hier lässt sich das veränderte Schaltverhalten der Geräte während der Regeleingriffe erkennen, wobei die Temperaturschwellen stets beachtet werden. Der mittlere Teil der Abbildung zeigt den kumulierten Energieinhalt des verteilten «Speichers», der durch die Absenkung und Erhöhung der Leistungsaufnahme entladen und beladen wird. Um die Flexibilität der Koordination zu demonstrieren, wird ab Stunde 4 ein Teil einer Sinusschwingung mit der summierten Leistungsaufnahme nachgefahren. Es zeigt sich, dass so beliebige Leistungskurven (z.B. auch in Form des Prognosefehlers einer Gruppe von Windkraftanlagen o.ä.) innerhalb der Grenzen der verfügbaren Gerätegruppe nachgefahren werden können.



Bilder: Projekt Lokales Lastmanagement

Bild 5 Simulation des koordinierten Betriebs von 500 Kühlgeräten.

Beitrag bei Netzstörungen

Anders als die oben beschriebene koordinierte Regelung bezieht sich der Anwendungsfall 4 (Bild 4) auf Störungssituationen im elektrischen Netz. Eine vergleichsweise häufig auftretende Störung ist der Einbruch der Netzfrequenz infolge eines momentanen Mangels an erzeugter Leistung, z.B. durch gleichzeitige Ausfälle von Kraftwerken und/oder Übertragungsleitungen, die von der vorhandenen Regelreserve nicht kompensiert werden können. Als Sofortmassnahme muss in einem solchen Fall die Systemlast reduziert werden. Die UCTE[1)] gibt hierfür Richtwerte heraus, die in Tabelle II zusammengefasst sind. Für die notwendige Lastreduktion werden heute bestimmte Verteilnetzbereiche in den Unterwerken abgetrennt, wodurch es zu einem kompletten Stromausfall in den betroffenen Regionen kommt. Sind verteilte Erzeuger wie Fotovoltaikanlagen, Blockheizkraftwerke oder kleinere Windkraftanlagen in diesen Netzteilen installiert, schalten diese sich ebenfalls automatisch ab, um einen ungewollten Inselbetrieb zu verhindern. Dieser zusätzliche Verlust von Erzeugung führt somit dazu, dass mehr Stromkunden vom Stromausfall betroffen sind als in derselben Störungssituation ohne verteilte Erzeugung.

Die LLM-Infrastruktur bietet bei einem hohen Verbreitungsgrad die Möglichkeit, die offensichtlichen Nachteile des konventionellen Lastabwurfs zu vermeiden. So kann prinzipiell eine schnelle Reduktion der Last auch über eine frequenzabhängige Abschaltung einer Vielzahl von einzelnen Geräten hergestellt werden. Hier kann – im Gegensatz zur koordinierten Regelung für den normalen Netzbetrieb – auch die Abschaltung von Geräten sinnvoll sein, die vom Benutzer bemerkt und als störend empfunden wird. Da in Abhängigkeit von der Schwere der Störung zunächst die Ge-

Folgende Partner arbeiten am Projekt «Lokales Lastmanagement»
- Fachhochschule Nordwestschweiz (Institut IAST)
- ETH Zürich (EEH – Power Systems Laboratory)
- Atel Netz AG
- Landis + Gyr AG
- Swisselectric Research (finanzielle Unterstützung)

räte abgeschaltet werden können, die geringen Komfortverlust nach sich ziehen, ist insgesamt ein deutlich positiver Effekt für den Stromkunden zu erwarten. Die Abschaltung von ganzen Teilnetzen würde vermieden, was die weitere Versorgung wichtiger Geräte ermöglicht und auch den Weiterbetrieb dezentraler Erzeugungsanlagen sicherstellt. Dies setzt natürlich voraus, dass genügend Geräte in einer Regelzone in das lokale Lastmanagement einbezogen sind, um den konventionellen Unterfrequenz-Lastabwurf zu ersetzen.

Zusammenfassung

Das Potenzial des lokalen Lastmanagements im Haushaltsbereich ist für die Schweiz mit ermutigendem Ergebnis abgeklärt worden. In anderen europäischen Ländern ist von einem ähnlichen Potenzial auszugehen, in Gegenden mit hoher Marktdurchdringung von Klimaanlagen oder Elektroheizungen sogar von einem höheren. Lokales Lastmanagement erfordert Intelligenz beim Verbraucher (Lastmanager «Gerät», Lastmanager «Haus») und die entsprechende Kommunikationsstruktur. Zusammen mit der passenden Regelung seitens des Netzes kann das Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage an elektrischer Energie wirtschaftlich sinnvoll gestützt werden, der Ausbau von Kraftwerkspark, Übertragungsnetz und Speicherseen für Tagesspitzenleistungen kann reduziert werden, die Einbindung fluktuierender Erzeugung wird gestützt. Im Störfall werden die geeigneten Verbraucher ohne Komfortverlust abgeschaltet. Zusatznutzen wie die Möglichkeit der Vernetzung von Verbrauchern im Haushalt (Gebäudeleittechnik) steigert die Attraktivität und fördert die rasche Einführung.

Referenzen

[1] Martin Schmieg: Intelligente Lösungen für die Netzintegration erneuerbarer Energien, Februar 2007, www.offshore-wind.de.

[2] Union for the Coordination of Transmission of Electricity (UCTE): Final Report – System Disturbance on 4 November 2006, Januar 2007, www.ucte.org/_library/otherreports/Final-Report-20070130.pdf.

[3] Alois Huser und Kurt Wiederkehr: Geräteausstattung und Stromverbrauch von Schweizer Haushalten. Bulletin SEV/VSE 4/2006.

[4] EN 50065-1: Signalübertragung auf elektrischen Niederspannungsnetzen im Frequenzbereich 3 kHz bis 148 kHz, Juliy 1993, Cenelec, Genf.

[5] Stephan Koch, Marek Zima und Göran Andersson; Local Load Management: Coordination of a Diverse Set of Thermostat-Controlled Household Appliances. Smart Energy Strategies 2008, September 2008. VDF Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Angaben zu den Autoren

Prof. Dr. ***Rolf Gutzwiller*** ist als Dozent für Leistungselektronik und Antriebstechnik sowie allgemeine Elektrotechnik an der FHNW in Windisch tätig und Inhaber der Firma EduRail in Liestal.
Fachhochschule Nordwestschweiz,
5210 Windisch, rolf.gutzwiller@fhnw.ch

Stephan Koch ist seit 2007 wissenschaftlicher Assistent am Power Systems Laboratory der ETH Zürich.
ETH Zürich, 8092 Zürich, koch@eeh.ee.ethz.ch

Dominik Meier ist seit 2007 wissenschaftlicher Assistent im Bereich Sensorik und Energietechnik an der FHNW.
Fachhochschule Nordwestschweiz,
5210 Windisch, dominik.meier@fhnw.ch

Prof. ***Martin Wiederkehr*** ist seit 1997 als Dozent für Elektrische Energietechnik an der Hochschule für Technik der FHNW in Windisch.
Fachhochschule Nordwestschweiz,
5210 Windisch, martin.wiederkehr@fhnw.ch

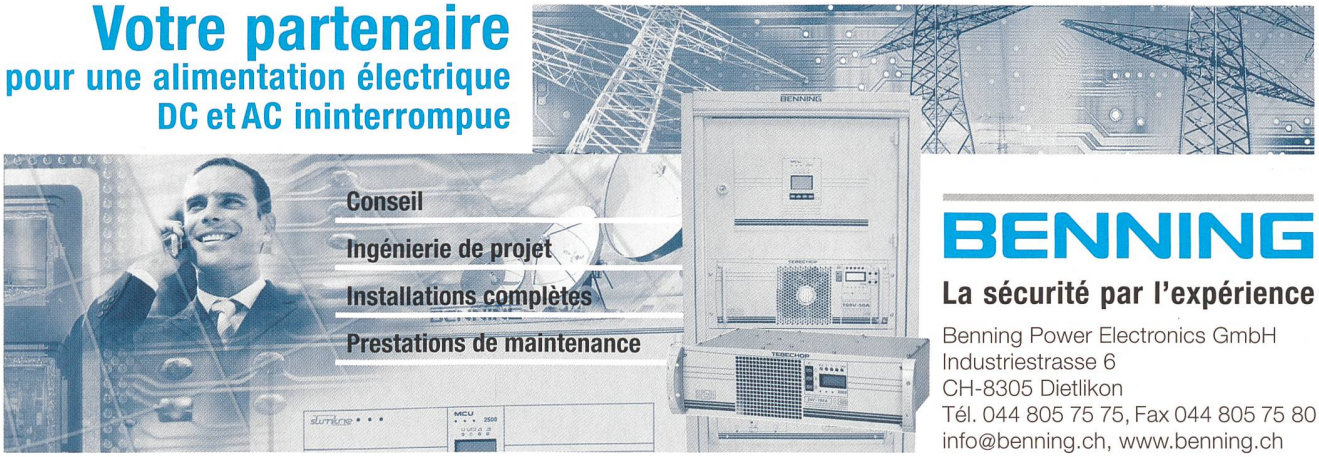
[1] Union for the Coordination of Transmission of Electricity.

Résumé

Gestion locale de la charge

Coordination judicieuse de la consommation avec la production. La production fluctuante de courant éolien et solaire apporte en Europe une contribution croissante à l'approvisionnement en électricité. C'est là une évolution réjouissante qui a cependant aussi des effets secondaires: réseau interconnecté difficile à régler, besoin d'accumulation plus important pour la compensation entre la production et la consommation et goulets d'étranglement sur le réseau de distribution. On cherche à apporter aux nouveaux problèmes des solutions qui ne profitent pas qu'à la production éolienne et solaire: la gestion locale de la charge adapte la consommation d'énergie électrique à la production dans toute la mesure du possible. L'amélioration de la stabilité du réseau et de la rentabilité sont l'objectif, l'interconnexion des consommateurs le moyen devant permettre d'y parvenir.

Votre partenaire
pour une alimentation électrique DC et AC ininterrompue



BENNING
La sécurité par l'expérience
Benning Power Electronics GmbH
Industriestrasse 6
CH-8305 Dietlikon
Tél. 044 805 75 75, Fax 044 805 75 80
info@benning.ch, www.benning.ch

Mit Systemlösungen von Kamstrup erhalten Sie über 40 Jahre Erfahrung

Kamstrup A/S ist einer der führenden Hersteller von Systemlösungen für Energiemessung in der Welt. Wir haben eine starke internationale Position und sind in mehr als 40 Ländern vertreten.

Unsere Kundenbeziehungen basieren auf Glaubwürdigkeit, Verantwortungsbewusstsein und hoher Qualität. Für unsere Mitarbeiter gehören Kundenorientierung und Tatkraft zur Grundlage ihres Handelns. Über 600 Angestellte befolgen täglich diese Werte und machen Kamstrup A/S zu einem innovativen und globalen Partner für Sie und Ihr Unternehmen.

Gerne beraten wir Sie auch persönlich.

Kamstrup

Kamstrup A/S, Schweiz · Steinackerstrasse 10 · 8902 Urdorf · TEL: 043 455 70 50 · FAX: 043 455 70 51 · info@kamstrup.ch · www.kamstrup.ch