Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 82 (1991)

Heft: 19

Artikel: Von der Rundsteuerung zum modernen Energiemanagement

Autor: Burkhard, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903021

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: 09.08.2025

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

Von der Rundsteuerung zum modernen Energiemanagement

Hans Burkhard

Mit dem Ausbau seiner Rundsteueranlage zu einem Energiemanagementsystem kann ein Elektrizitätswerk die Energie bedarfsgerechter verteilen. Damit können die Energiekosten gesenkt und Investitionen im Verteilnetz aufgeschoben werden.

En transformant sa télécommande centralisée en un système de gestion de l'énergie, une entreprise d'éléctricité peut distribuer l'énergie de manière mieux adaptée aux besoins. Cela permet de réduire les frais d'énergie et d'ajourner les investissements dans le réseau de distribution.

Ausgangslage

In den letzten Jahren sind die Anforderungen an die Elektrizitätswerke (EW) laufend gewachsen. Neben der primären Aufgabe der sicheren und preisgünstigen Energieversorgung ihrer Endabnehmer (Abonnenten) müssen sie auch vermehrt auf die Umwelt und die Resourcenschonung Rücksicht nehmen. Die Netzplanung ist ebenfalls komplexer geworden, da das Wirtschaftswachstum und der Energieverbrauch nicht mehr parallel verlaufen.

Ein EW bezieht die elektrische Energie üblicherweise als Wiederverkäufer von einem Kraftwerkbetreiber. Die Kraftwerkbetreiber sind daran interessiert, dass die Energieabgabe an die EW planbar ist und allzu grosse Leistungsschwankungen vermieden werden können.

Das EW möchte seine Verteilanlagen optimal auslasten und Investitionen erst tätigen, wenn diese absolut notwendig sind. Da die Arbeitskosten (Kosten für bezogene kWh), die dem Kraftwerkbetreiber zu bezahlen sind, kaum beeinflusst werden können, muss das EW versuchen, die Leistungskosten (Kosten für erreichte kW) möglichst tief zu halten.

Mit Tarifsystemen kann das EW indirekt die Netzlast beeinflussen, indem es Anreize dafür schafft, dass sich die Abonnenten entsprechend verhalten. Ergänzt wird die indirekte Lastbeeinflussung mit fixen Sperrzeiten für spezielle Verbraucher. Aber genau diese fixen Sperrzeiten verursachen bei den Abonnenten eine Komforteinbusse, die nicht immer notwendig ist.

Die Tarifumschaltungen und Sperrungen werden bei den meisten EW mit einer Rundsteueranlage durchgeführt. Damit sind aber die Möglichkeiten einer Rundsteueranlage noch nicht voll ausgenützt. Mit einer bedarfsgerechten Laststeuerung können die Anforderungen des Kraftwerkbetreibers, des EW und der Abonnenten besser berücksichtigt werden. Aus diesem Grund ist in der letzten Zeit der Wunsch nach flexibleren Steuerungsmöglichkeiten stark gewachsen.

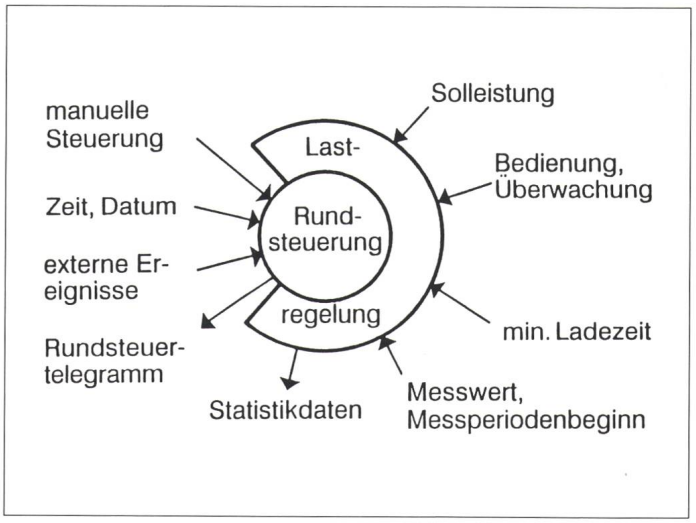


Bild 1
Ein- und Ausgänge eines Energiemanagementsystems

Adresse des Autors
Hans Burkhard, El.-Ing. HTL, Zellweger Uster AG, 8610 Uster.

Anforderungen an ein Energiemanagementsystem für Elektrizitätswerke

Mit einem Energiemanagementsystem sollen die Anforderungen der Kraftwerkbetreiber, des EW und seiner Abonnenten erfüllt werden. Ein solches muss deshalb mindestens die folgenden Leistungsmerkmale aufweisen (siehe auch Bild 1):

Steuerungsteil: Nach den Kriterien Zeit, Wochentag, Datum, externe Ereignisse usw. müssen Ein- und Ausschaltungen bei den Abonnenten durchgeführt werden können (entspricht der klassischen Rundsteuerung).

Lastreglerteil: Der Lastreglerteil soll folgende Leistungen erbringen:
- Es muss ein zeit- und datumgesteuerter Soll-Leistungsverlauf vorgegeben werden können.
- Der Lastregler muss den Soll-Leistungsverlauf möglichst exakt einhalten. Dabei sollen die vertraglich zugesicherten Ladezeiten eingehalten werden, und die Komforteinbusse für die Abonnenten soll möglichst klein sein.
- Alle wichtigen Leistungsdaten des laufenden Tages müssen einfach abgerufen werden können (siehe z.B. Bild 2).

Steuerungs- und Lastreglerteil: Für zukünftige Sollwerteinstellungen und statistische Auswertungen müssen alle relevanten Daten auf einem elektronisch lesbaren Datenträger (z.B. Diskette) archiviert werden.

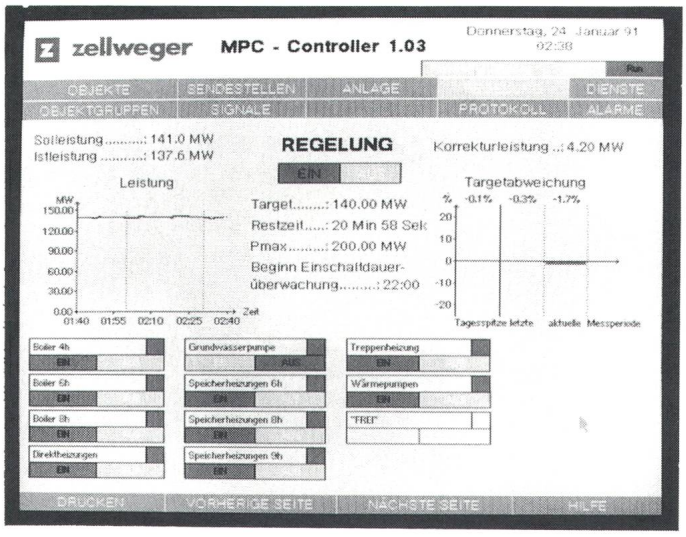


Bild 2 Realisierung eines Energiemanagementsystems für EW
Alle wichtigen Daten der Regelung sind auf einer Bildschirmseite dargestellt

Beschreibung einer Lastregleranlage

Das Umfeld des Lastreglers

Ein Lastregler, der in einem EW eingesetzt werden soll, müsste drei Forderungen gleichzeitig erfüllen:

- den vorgegebenen Soll-Leistungswert einhalten
- die vorgegebenen Energielieferungsverträge mit den Abonnenten einhalten
- den Abonnentenkomfort nicht durch Lieferunterbrüche beeinträchtigen

Es ist aber rasch einsehbar, dass der Soll-Leistungswert nicht eingehalten werden kann, wenn die Leistung zu hoch ist und wegen der Energielieferungsverträge die Lastgruppen nicht ausgeschaltet werden dürfen. Weitere Gegebenheiten, die ein Regler antrifft, sind in Bild 3 aufgeführt.

Konsequenz: Es können selten alle Forderungen gleichzeitig vollständig erfüllt werden; es muss somit ein Kompromiss gesucht werden. Als veränderbare Grössen stehen dabei die Soll-Leistungs-Vorgabe und der Abonnentenkomfort im Vordergrund. Die Aufgabe des Lastreglers ist demzufolge, immer den günstigsten Kompromiss zwischen Sollwerteinhaltung und Abonnentenkomfort zu finden.

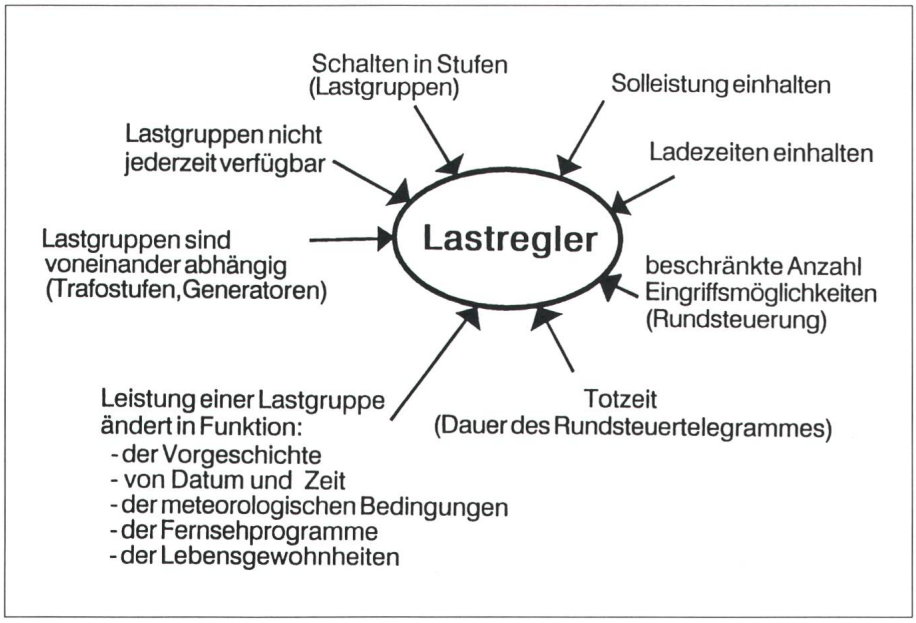


Bild 3 Das Umfeld eines Energiemanagementsystems

Realisierung eines Lastreglers

Für die Laststeuerung eignen sich Lasten, die ohne grosse Beeinträchtigung des Abonnenten für eine bestimmte Zeitdauer ausgeschaltet werden können:

Boiler und Speicherheizungen: Bei Boilern und Speicherheizungen ist meistens die Aufladedauer kürzer als die Freigabedauer (Niedertarifzeit). Diese Zeitdifferenz kann zur Netzlastbeeinflussung benutzt werden, indem die Aufladedauer in mehrere Zeitabschnitte aufgeteilt wird. Reicht diese Zeitdifferenz nicht aus, so ist es oft günstiger, die Niedertarifzeit bei den betroffenen Abonnenten zu verlängern (obwohl dem Kraftwerkbetreiber bereits Hochtarif bezahlt werden muss), um eine Sollwertüberschreitung zu vermeiden. – Wird die Zeitdifferenz durch lokale Steuerungen bei den Speicherheizungen bereits ausgenutzt, so wirkt sich dies störend auf den Regelprozess aus.

Direktheizungen, Klimaanlagen, Treppenheizungen usw.: Solche Anlagen können nur wenige Minuten ausgeschaltet werden. Sie werden deshalb in Teillastgruppen aufgeteilt, die zy-

klisch ein- und ausgeschaltet werden, wobei der Regler diesen Zyklus steuert.

Wasserpumpen, Lüftungen, Heubelüftungen, Waschmaschinen, Eigenerzeugungsanlagen usw. Diese können entsprechend ihren Möglichkeiten in den Regelprozess miteinbezogen werden. Beispielsweise können bei drohender Sollwertüberschreitung die Waschmaschinen über den Mittag ausgeschaltet (gesperrt) werden.

Wärmepumpen: Bei Wärmepumpenanlagen (Luft oder Wasser) können die vertraglich vereinbarten Sperrzeiten zur Lastregelung ausgenutzt werden.

Es ist offensichtlich, dass diese verschiedenen Lastarten unterschiedlich, das heisst ihren Bedürfnissen entsprechend, vom Lastregler gesteuert werden müssen. In einem Lastregler kann dies erreicht werden, indem jede Lastgruppe nach folgenden *Kriterien* modelliert wird:

- die Komforteinbusse der Abonnenten als Folge von Ausschaltungen
- das Leistungsverhalten der Lastgruppe als Folge von Ein- und Ausschaltungen
- die Auswirkungen von häufigen und seltenen Ein- und Ausschaltungen auf die Lastgruppen
- Rahmenbedingungen wie Niedertarifzeiten, minimale Ladedauer, Verhalten bei Nichterreichen der minimalen Ladedauer, minimaler Schaltabstand, Abhängigkeiten der Lastgruppen untereinander usw.

Ergänzt werden die Lastgruppenmodelle durch eine *Leistungsangabe,* die entweder

- laufend aktualisiert wird, indem bei jeder Ein- oder Ausschaltung die Schaltleistung gemessen wird (siehe Bild 4). Da der Lastregler durch die Wahl des Modells auch das Leistungsverhalten als Folge früherer Ein- und Ausschaltungen kennt, kann er die gemessene Schaltleistung richtig einordnen. Damit können die wetterabhängigen Leistungsänderungen und der Netzausbau automatisch mitberücksichtigt werden
- oder als fixer Leistungswert eingegeben werden.

Werden diese Lastgruppenmodelle noch durch ein Netzmodell (maximal zulässige Netzleistung) und Verhalten des Lastreglers bei Sollwert-Über- und -Unterschreitungen vervollständigt, so ist die ganze Anlage im Lastregler abgebildet. Anhand dieser Modelle werden reglerinterne Kennzahlen errechnet, die den momentanen Zustand der Anlage charakterisieren.

Im Lastregler können anhand dieser Modelle die unterschiedlichsten Ein- und Ausschaltungen auf ihre Auswirkungen durchgerechnet werden. Dabei berücksichtigt der Regler die Soll-Leistungs-Abweichung, die Komforteinbusse bei den Abonnenten und die Rahmenbedingungen. Die momentane Leistung jeder Lastgruppe kann der Regler aus den Lastgruppenkennzahlen bestimmen. Werden bei diesen Berechnungen mehrere gleich gute Lösungen gefunden, so wählt der Regler die Schaltvariante aus, mit der eine gleichmässige Verteilung der Komforteinbusse bei den Abonnenten erreicht wird. Diese optimale Schaltvariante wird ausgeführt und die Wirkung analysiert.

Der oben beschriebene Lastregler realisiert das *Prinzip des optimalen dynamischen Reglers.* Dabei werden

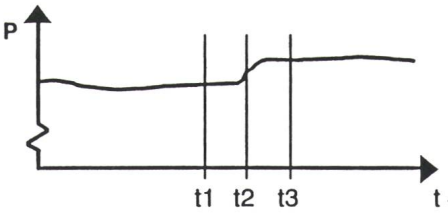


Bild 4 Messung der momentanen Lastgruppenleistung
P Netzleistung
t Zeit
t1 Messung 1
t2 Schaltzeitpunkt der Empfänger
t3 Messung 2
Schaltleistung = Messung 2 – Messung 1

durch die ständig durchgeführten Analysen der momentanen Netzleistung die aktuell gültigen Kennzahlen für den Regler abgeleitet. Dieses adaptive Verhalten garantiert die automatische Anpassung des Gesamtmodells an die momentan gültigen Zustände der Lastgruppen.

Optimaler Einsatz eines Lastreglers

Die meisten EW arbeiten heute mit einer Laststeuerung. Dabei werden Lastgruppen zeitgesteuert ein- und ausgeschaltet, um einen bestimmten Leistungswert nicht zu überschreiten. Bei der Bestimmung der Ein- und Ausschaltzeitpunkte stützen sich die EW auf ihre Erfahrung ab.

Bei einer Lastregelung muss, nachdem die Modelle und die Freigabezeiten programmiert sind, als operationelle Eingabe nur noch der Soll-Leistungswert eingestellt werden. Die Schaltzeitpunkte werden vom Regler bestimmt und erfolgen dadurch bedarfsgerecht.

Bei der Installation eines Energiemanagementsystems bei einem EW hat sich herausgestellt, dass das folgende Vorgehen vorteilhaft ist:

- Es müssen die zur Lastregelung geeigneten Lastgruppen gesucht werden. Dazu gehören Lastgruppen mit Speichereigenschaften oder Lastgruppen, bei denen die Einschaltzeiten verschoben werden können.
- Die Lastgruppeneigenschaften sind zu beschaffen und der Lastregler entsprechend zu programmieren (Ladedauer, Entladedauer, Freigabezeiten, minimale Ladedauer, minimale Dauer zwischen zwei Schaltungen usw.).
- Mit Simulationen
  - können die Soll-Leistungswerte festgelegt und damit auch der finanzielle Erfolg der Lastregelung abgeschätzt werden;
  - kann die Parametrierung des Lastreglers optimiert werden;
  - kann überprüft werden, ob die Lastgruppeneinteilung nicht noch verbessert werden kann. Vorteilhaft ist, wenn sich in einer Lastgruppe nur Verbraucher mit identischer Ladedauer befinden (z.B. nur Boiler).
- Die zur Lastregelung benötigten Signale (momentane Leistung und Beginn einer Messperiode) sind vom EW zur Verfügung zu stellen.

Ausblick

Die wirtschaftlichen Vorteile des Energiemanagements liegen in der Senkung der Leistungskosten und bei der besseren Auslastung der Verteilanlagen. Gewinner sind natürlich auch die Abonnenten, die von den Einsparungen des EW profitieren können. Energiemanagementsysteme, die Lastgruppen mit den verschiedensten Rahmenbedingungen einsetzen können, sind auf dem Markt erhältlich und bereits seit mehreren Jahren erfolgreich im Einsatz.

Inserieren Sie im

Bulletin SEV/VSE

86% der Leser sind Elektroingenieure ETH/HTL

91% der Leser haben Einkaufsentscheide zu treffen

Sie treffen ihr Zielpublikum

Wir beraten Sie kompetent
Tel. 01/207 86 32

Der Leser ist's

der Ihre Werbung honoriert!

86% der Bulletin-SEV/VSE-Leser sind Elektroingenieure.

91% der Leser haben Einkaufsentscheide zu treffen.

Bulletin SEV/VSE – Werbung auf fruchtbarem Boden. Tel. 01/207 86 32

500

Elektrizitätswerke der Schweiz

werden mit dem Bulletin SEV/VSE bedient (das dort intern zirkuliert).

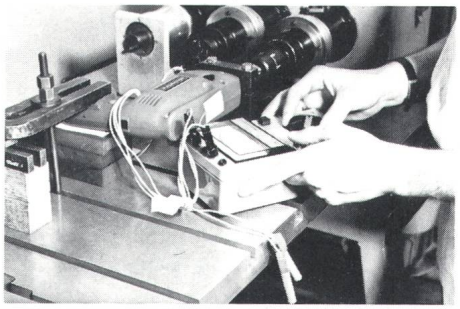
Ihre Werbung am richtigen Platz:
Im Bulletin SEV/VSE.

Wir beraten Sie gerne. Tel. 01/207 86 32

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
Association Suisse des Electriciens
Associazione Svizzera degli Elettrotecnici
Swiss Electrotechnical Association

SEV ASE

SWISS TESTING



Die SEV-Prüfstelle Zürich

- **prüft** die Sicherheit elektrischer Niederspannungserzeugnisse
- **kalibriert** die Genauigkeit von elektrischen Messinstrumenten (Kalibrierdienst)
- **führt** Abnahmen, Expertisen und Beratungen durch

Unsere Fachspezialisten stehen zu Ihrer Verfügung. **Rufen Sie uns an!**

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Prüfstelle Zürich
Seefeldstrasse 301, Postfach, 8034 Zürich
Telefon 01 / 384 91 11 – Telex 817431 – Telefax 01 / 55 14 26