

ENERGIEMANAGEMENT VON VERBUNDHEIZUNGSANLAGEN

P. Stange

Hochschule Zittau
Fachbereich Elektrotechnik
Theodor Körner Allee 16, 02763 Zittau, Deutschland
pstange@hs-zigr.de

Abstract

Im vorliegenden Beitrag wird die Optimierung der Betriebsführung als eine Maßnahme zur effektiven Durchführung von Energiemanagement beschrieben. Dazu werden zunächst die Bedingungen für konventionelle Wärmeversorgungsanlagen erklärt. Anschließend wird die Komplexität der Optimierung von Verbundheizungsanlagen hervorgehoben. Diese steht im Zusammenhang mit der Anzahl zu beachtender Randbedingungen. Der Einsatz von Gebäudeleittechnik wird als Möglichkeit für die Umsetzung von Energiemanagement dargestellt.

1. Einleitung

Die Verknappung fossiler Primärenergieträger, sowie die daraus resultierende Energiepreisentwicklung erklären den Handlungsbedarf für umfassendes Energiemanagement mit Unterstützung automatisierungstechnischer Mittel und Methoden [1]. Darunter versteht man den Einsatz von Leittechnik für die selbsttätige Ausführung von Maßnahmen zur kostenoptimalen Energiebereitstellung, -verteilung und -abgabe. Die dafür zu beachtenden Aufgaben werden im Weiteren betrachtet.

Unterstützt werden alle betriebswirksamen Managementfunktionen zur effektiven Energienutzung. Diese betreffen sowohl operative, als auch strategisch wirkende Aufgaben. Strategisch umzusetzende Maßnahmen sind u.a. die Erneuerung der Heizungstechnik oder die Verbesserung der Wärmedämmung eines Gebäudes. Operativ werden Maßnahmen, wie die Optimierung der Betriebsführung oder marktgerechter Einkauf der Energie durchgeführt.

Die Erneuerung der Heizungstechnik oder der Wärmedämmung ist mit hohen Investitionskosten verbunden. Durch die Optimierung der Betriebsführung können zum Teil erhebliche Einspareffekte erreicht werden. Daher wird sich der vorliegende Artikel darauf beschränken.

Die Betriebsführung moderner Anlagen steht in unmittelbarem Zusammenhang mit nutzbaren leittechnischen Einrichtungen bzw. deren Funktionen und dient maßgeblich dazu, in reproduzierender Arbeitsweise für wiederkehrende Betriebsituationen, optimale Anlagenbedingungen zu sichern.

Die Optimierung der Betriebsführung erfordert im Rahmen des Energiemanagements Maßnahmen, wie die Anpassung der Wärmeleistung an die konkreten Nutzungsbedingungen des Gebäudes und die Erschließung von Einsparpotentialen bei der Energiebereitstellung [1]. Der Stand der Technik bietet effektive Regelungskonzepte wie z.B. Einzelraumregelungen oder Zonenregelung an [2]. Durch den gezielten Einsatz von Automatisierungstechnik ist es möglich, Nutzerprofile und Teillastverhalten zu berücksichtigen und damit eine bedarfsgerechte Betriebsweise der

Heizungsanlagen zu realisieren. Informationsmanagement, Betriebsführung und Anlagenmanagement werden durch den Einsatz zeitgemäßer Technologien unterstützt. Bei konventionellen Wärmeversorgungsanlagen (WVA), bei denen die Heizkreise direkt versorgt werden, existiert eine einfache Regelungszielstellung. Ein typisches Anlagenschema einer solchen Anlage ist in Abb. 1 dargestellt.

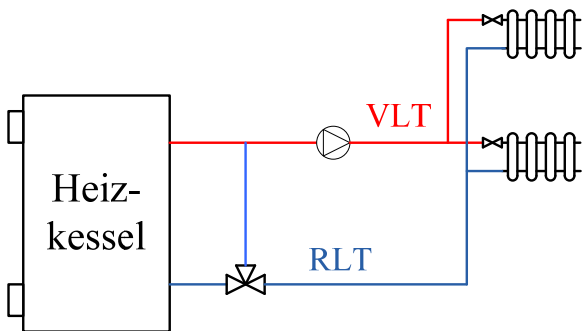


Abb. 1: Anlagenschema einer konventionellen WVA

Bei konventionellen Anlagen wird die Vorlauftemperatur der Heizkreise (VLT) durch ein Dreiwegeventil nach einem Sollwert geregelt, der durch die Heizkurve bestimmt wird. Bis heute wird der Vorlauftemperatur-Sollwert vorrangig durch eine Abhängigkeit von der Außenluft-Temperatur und dem Raumtemperatur-Sollwert bestimmt. Diese Methode berücksichtigt nicht die aus der Nutzung bestimmte tatsächliche Heizlast [3].

Der Stand der Technik bietet aber die Möglichkeit, den Vorlauftemperatur-Sollwert so vorzugeben, dass weitere Einflüsse berücksichtigt werden und damit eine lastabhängige Betriebsweise realisiert wird [2]. Durch die Verwendung einer bedarfsgeführten Vorlauftemperaturregelung kann die optimale Betriebsführung der konventionellen Wärmeversorgungsanlage unterstützt werden.

2. Energiemanagement bei Verbundanlagen

Aus ökologischen Gründen kommen zunehmend regenerative Wärmequellen zum Einsatz. Diese können die Versorgungssicherheit nicht immer gewährleisten. Daher werden sie meist mit einer Anlage kombiniert, welche auch eine konventionelle Wärmequelle nutzt, sowie mit einem Wärmespeicher [4] [5]. In Abb. 2 ist ein Beispiel für eine solche Verbundanlage dargestellt.

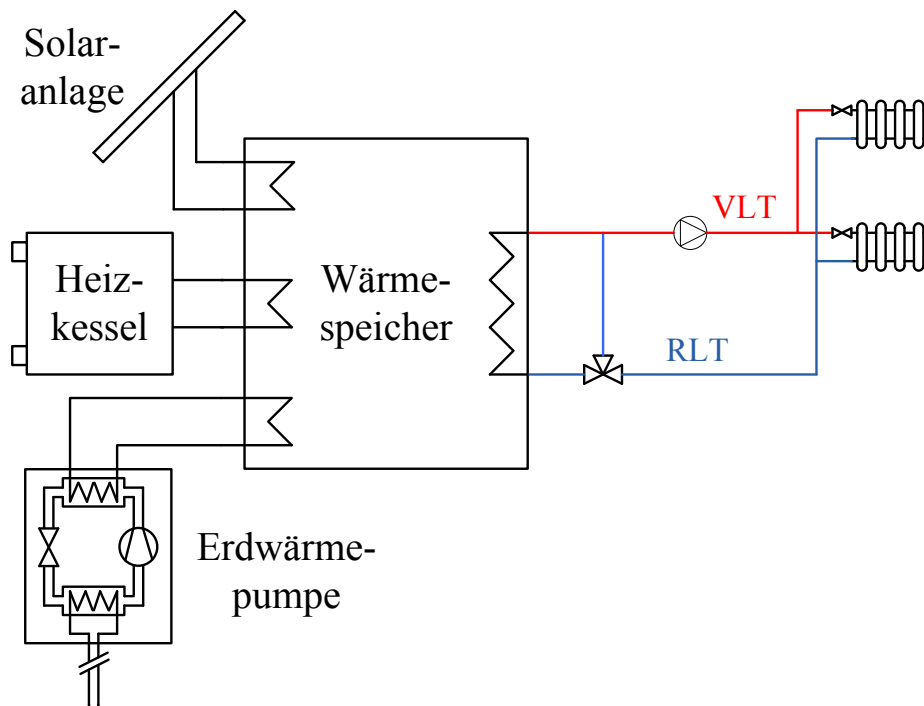


Abb. 2: Anlagenschema einer Verbundanlage

Der Wärmespeicher hat die Aufgabe, die Energie zu speichern und entsprechend den Nutzeranforderungen bereitzustellen [6]. Die Temperatur wird über das Zuschalten der einzelnen Wärmeerzeugeranlagen indirekt geregelt.

Das besondere Augenmerk für die Durchführung von Energiemanagement bei Verbundheizungsanlagen liegt auf einer koordinierenden Temperaturführung des Wärmespeichers. Dabei müssen die Anforderungen an die Versorgungssicherheit für den Nutzer, Verursachung geringer Betriebskosten und der Sicherheit des selbsttätigen Betriebs unbedingt eingehalten werden. Manuelles Energiemanagement ist aufgrund der Wechselwirkungen der Anforderungen nicht praktikabel. Die Optimierung der Betriebsführung wird durch den gezielten Einsatz automatischer Informationsverarbeitungssysteme, d.h. durch Gebäudeautomatisierungstechnik bzw. -leittechnik ermöglicht. Intelligente Steuer- und Regelungsfunktionen setzen die Nutzeranforderungen um und gewährleisten damit die Versorgungssicherheit. Die eingesetzte Leittechnik verringert den Einsatz von Bedien- und Überwachungspersonal vor Ort und erfüllt den Anspruch an die Verursachung geringer Betriebskosten. Sicherheitsfunktionen werden berücksichtigt, wobei die Steuer- und Stelleingriffe automatisch durchgeführt werden. Die Sicherheit des selbsttätigen Betriebs ist gewährleistet. Effizientes Energiemanagement hat unmittelbar mit dem zielgerichteten, auf die Optimierung der Betriebsführung ausgelegten Einsatz von Gebäudeautomation zu tun.

Das Informationsverarbeitungssystem einer Verbundheizungsanlage muss auf einer Strategie beruhen, welche die Koordination der optimalen Leistungs-Sollwerte der Wärmeerzeugeranlagen übernimmt. Die leittechnische Umsetzung wird daher als Koordinator oder Energiemanager bezeichnet.

Die Strategie basiert auf einer mathematischen Methode, die unter Beachtung der Einflussfaktoren und der gegenseitigen Beeinflussung der Teilanlagen untereinander, die kostenoptimalen Leistungs-Sollwerte der Wärmeerzeugeranlagen berechnet.

Diese werden in Form von Teilzielfunktionen dargestellt. Dabei stellt jede Teilzielfunktion ein Modell der Kostenfunktion der Wärmeerzeugeranlage in Abhängigkeit der Einflussfaktoren dar. Dies können z.B. Außenluft-Temperatur, Mindestlaufzeiten oder Sperrzeiten sein [7]. Einflussfaktoren werden als Restriktionen in Form von Gleichungs- und Ungleichungsbedingungen in das Modell implementiert. Die Gesamt-Zielfunktion setzt sich aus den Teilzielfunktionen der Wärmeerzeugeranlagen zusammen und bildet die Kostenfunktion für die Betriebsführung einer Verbundanlage ab. In Abb. 3 sind die Wirkungen verschiedener Einflussgrößen auf die Zielfunktion dargestellt.

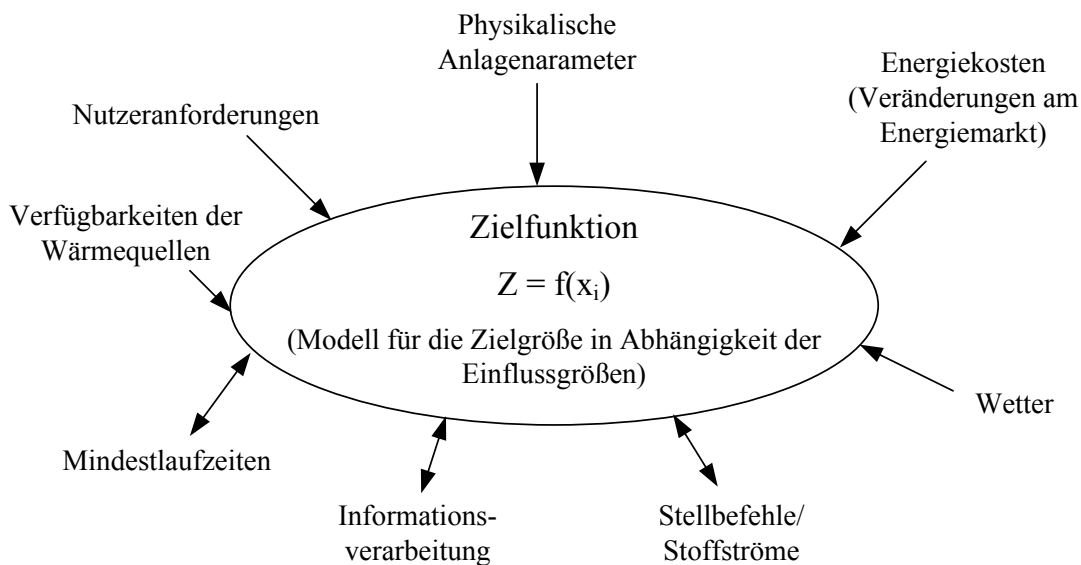


Abb. 3: Wirkungen der Einflussgrößen auf die Zielfunktion

Es muss eine Methodik zur Lösung der Zielfunktion gefunden werden, die sich nach der mathematischen Struktur von Zielfunktion und Restriktionen richtet. Die Optimierung der Betriebsführung einer Verbundanlage wird nach der benutzten Methode als mehrstufiger Entscheidungsprozess betrachtet. Daher ist die Nutzung der Methode der dynamischen Programmierung prädestiniert für die vorliegende Aufgabe [8]. Diese wurde insbesondere zur Optimierung zeitabhängiger Prozesse entwickelt und nutzt einen sequentiellen Lösungsansatz [9]. Für die Nutzung dieser Methode erfolgt eine zeitliche Zerlegung des Prozesses in Stufen. In jeder Stufe wird nach zulässigen Lösungen gesucht, wobei die Suche in den folgenden Stufen die bereits gefundenen optimalen Teillösungen berücksichtigt [10]. Die Restriktionen werden einbezogen. Die Lösung über den gesamten Optimierungszeitraum setzt sich aus den gefundenen optimalen Teillösungen zusammen.

Abschließend kann gesagt werden, dass durch die Vielzahl und Variabilität der Einflussfaktoren die permanent wirkende optimale Betriebsführung einer Verbundheizungsanlage nur unter Zuhilfenahme geeigneter Leittechnik und Informationsverarbeitung zu realisieren ist. Das Informationsverarbeitungssystem basiert auf einer neuartigen Strategie, welche die bestehenden Anforderungen erfüllt, diese für den Betreiber im Dialog darstellt und die Berechnung des kostenoptimalen Wärmeerzeugereinsatzes erreicht.

Durch die Anwendung der dynamischen Programmierung werden die Leistungs-Sollwerte der Wärmeerzeuger kostenoptimal koordiniert und gleichzeitig die Berücksichtigung eines großen

Einflusssspektrums zugelassen. Die Anforderungen an einen sicheren und selbsttätigen Betrieb lassen sich damit weitgehend erfüllen.

Ziel der folgenden Untersuchungen ist es, eine derartige Methodik zu entwickeln. Diese wird die Grundlage für den Einsatz in Leitgeräten bilden, um die Optimierung der Betriebsführung durchzuführen. Die Untersuchungen dazu erfolgen in enger Zusammenarbeit und Unterstützung durch ein führendes Unternehmen der Gebäudeautomation.

Literatur

- [1] Gröger, Achim: Energiemanagement mit Gebäudeautomationssystemen, 1. Auflage, Renningen: expert Verlag, 2004
- [2] Kraft, Armin: Einsparpotenziale bei der Energieversorgung von Wohngebäuden durch Informationstechnologien, Forschungszentrum Jülich, Reihe Energietechnik, 2002
- [3] Knabe, Gottfried: Gebäudeautomation, 1. Auflage, Berlin: Verlag für Bauwesen, 1992
- [4] Schmidt, Manfred: Regenerative Energien in der Praxis, 1. Auflage, Berlin: Verlag Bauwesen, 2002
- [5] Quaschnig, Volker: Regenerative Energiesysteme, 4. Aufl., München: Hanser Verlag, 2006
- [6] BINE Informationsdienst: Wärmespeicher, Köln: Verlag TÜV Rheinland GmbH, 1991
- [7] Recknagel; Sprenger; Schramek: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, 72. Aufl. München: Oldenbourg Verlag, 2005
- [8] Nehmhauser, George L.: Einführung in die Praxis der dynamischen Programmierung, 1. Auflage, München, Wien: R. Oldenbourg Verlag, 1969
- [9] Zimmermann; Stache: Operations Research, 10. Auflage, München, Wien: R. Oldenbourg Verlag, 2001
- [10] Papageorgiou, Markos: Optimierung, 2. Auflage, München, Wien: R. Oldenbourg Verlag, 1996

Doručeno redakci: 31. 3. 2009

Recenzováno: 10. 6. 2009

Schváleno k publikování: 23. 6. 2009

ZARZĄDZANIE ENERGIĄ Z WYKORZYSTANIEM KOMPLEKSOWYCH INSTALACJI CIEPŁOWNICZYCH

W niniejszym artykule opisano optymalizację zarządzania procesami jako działania na rzecz efektywnego zarządzania energią przy wykorzystaniu kompleksowych instalacji ciepłowniczych.

W tym celu najpierw wyjaśniono warunki dotyczące optymalizacji konwencjonalnych instalacji ciepłowniczych, następnie podkreślono złożoność procesu optymalizacji kompleksowych instalacji ciepłowniczych. To związane jest z ilością występujących ograniczeń. Zastosowanie opracowanego rozwiązania przedstawiono jako sposób wdrożenia zaprezentowanego zarządzania energią.

ENERGETICKÝ MANAGEMENT KOMPLEXNÍCH ZAŘÍZENÍ PRO ZÁSBOVÁNÍ TEPEM

V následujícím příspěvku je popsána optimalizace řízení provozu jako opatření k efektivnímu provedení energetického managementu komplexních zařízení pro zásobování teplem.

Nejdříve jsou vysvětleny podmínky pro optimalizaci konvenčních zařízení pro zásobování teplem. Pak jsou zvýrazněny složitosti optimalizace komplexních zařízení pro zásobování teplem. To souvisí s počtem hraničních omezení. Použití automatizační techniky jako cesty k provádění energetického managementu je detailně prezentováno

ENERGY MANAGEMENT WITH COMPLEX HEATING SYSTEMS

In the following article the optimization of operating control is described as a method for the effective realization of energy management with complex heating systems.

Firstly, the conditions for the optimization of conventional heating systems will be explained. Then the complexity of the optimization of complex heating systems is highlighted. This is related to the number of border limitations. The use of automation control is presented as a way for the implementation of energy management