

Planungssoftware hilft beim Energiesparen



Abb. 1: Optimierte Regelungsstrategien für Heizungsanlagen in größeren Gebäuden oder Liegenschaften sorgen für niedrige Errichtungs- und Betriebskosten.

Anlagen zur Heizung, Lüftung und Klimatisierung von Räumen (HLK) können in größeren Immobilien oder Liegenschaften relativ komplex werden.

Beispielsweise kommen zur Heizung verschiedene Wärmeerzeuger, wie Fernwärme-Übergabestationen, Blockheizkraftwerke, Kessel mit oder ohne Rückführung und Solaranlagen, zum Einsatz und müssen aufeinander und auf die Abnehmer der Wärmeenergie

abgestimmt werden. Oftmals ist dabei die Zusammenarbeit zwischen Hydrauliker, der die Hardware der Anlage auslegt, und Regelungstechniker, der für die Regeltechnik verantwortlich ist, nicht ideal.

Optimierte Regelungsstrategien, die bereits im Voraus in der Planungssoftware implementiert sind, können hier helfen, Energie- und damit Kosteneinsparungen zu realisieren.

Um das Gesamtsystem einer Heizungsanlage zu optimieren, müssen sowohl die Regelungen der Wärmeerzeuger als auch die Anpassung an den tatsächlichen Verbrauch aufeinander abgestimmt sein. Solche Regelschemata sind für verschiedene Szenarien beispielhaft entwickelt bzw. umgesetzt worden. Dabei werden in allen Regelungen lediglich Temperaturmessungen zur Regelung eingesetzt. Auf teure Volumenstrom- bzw. Wärmemengenmessungen kann verzichtet werden, was zu Kosteneinsparungen beim Bau der Anlage beiträgt (Abb.2). Zusätzlich sind die Regelungsstrategien auf eine möglichst hohe Energieeffizienz ausgelegt, was zu niedrigeren Betriebs-

kosten führt. Vorausgesetzt ist der Einsatz drehzahl geregelter Pumpen sowie stetig ansteuerbare Energieerzeuger.

UNTERSCHIEDLICHE WÄRMEERZEUGER

Als Wärmeerzeuger sind insgesamt fünf verschiedene Anlagen möglich (beispielhaft vorgestellt): mehrere Kessel mit und ohne Kesselrückführung, ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Speicher und Überlastkessel, ein BHKW mit Solaranlage und Speicher und Überlastkessel sowie eine Fernwärme-Übergabestation. Für alle Varianten sind optimale Regelungsstrategien vorhanden. Bei der Zweikesselanlage mit modulierenden Brennern

wird der Grundlastkessel zunächst je nach Bedarf bis auf 100 % Last betrieben. Wenn der erste Kessel bei 100 % Last angelangt ist, wird der zweite Kessel zugeschaltet, so dass beide Kessel im Parallelbetrieb mit jeweils 50 % Last arbeiten. Steigt der Bedarf weiter an, erhöht die Regelung die Erzeugung in beiden Kesseln parallel.

In der Regelung für ein BHKW ist als Speicher ein so genannter Schichtenspeicher vorgesehen¹⁾. Die Regelung arbeitet dabei so, dass der Speicher gefüllt wird, falls nicht die komplette vom BHKW bereitgestellte Wärmeenergie benötigt wird. Sollte mehr Wärme benötigt werden, als das BHKW liefern kann, wird der Spei-

1) Die Zufuhr des Heißwassers vom Erzeuger und des kalten Rücklaufwassers aus den Verbraucherkreisen sollte tangential in den Speicher erfolgen, um keine Verwirbelung in senkrechter Richtung im Speicher zu erhalten. Sonst ist keine saubere Grenzschicht zu erzielen.

cher wärmetechnisch zusätzlich entleert, bis die Grenzschicht zwischen warmem Zulaufwasser und kaltem Rücklaufwasser oben im Speicher angekommen ist. Wenn dann immer noch eine höhere Wärmeerzeugung besteht, als das BHKW liefern kann, geht der Überlastkessel in Betrieb. Durch diese Regelung wird eine kurzfristige Wärmeerzeugung abgedeckt, ohne dass der Überlastkessel in Betrieb genommen werden muss. Entscheidend ist aber, dass der Überlastkessel nicht den Speicher mit füllt. Sein Zulauf muss nach dem Entnahmepumpe des Speichers und seinen Temperaturmessungen erfolgen.

Auch bei noch komplexeren Anlagen ist eine rein temperaturbasierte Regelung möglich. Kommt beispielsweise zum BHKW mit Speicher und Überlastkessel noch eine thermische Solarkollektoranlage hinzu, die ihre Wärme auch in den Schichtspeicher abgibt, dann ist in der Regelung dafür gesorgt, dass die Grenzschicht zwischen kaltem Rücklaufwasser von dem Verbraucher und warmem

Vorlaufwasser vom BHKW oberhalb des Wärmeübertragers der Solaranlage liegt. Dadurch wird erreicht, dass immer solare Wärme abgenommen wird, wenn das Rücklaufwasser des Verbrauchers kälter ist als das Vorlaufwasser der Solaranlage. Als zusätzliche Variante der Wärmeerzeugung wird ein Wärmeübertrager (WÜT) einer Fernwärmeversorgung betrachtet. Dieser kann nur über die Vorlauftemperatur in der Entnahmeleitung geregelt werden. Wichtig ist hierbei, dass diese Temperatur etwa 3°C bis 5°C unter der Fernwärmetemperatur liegen muss. Wenn nämlich weniger Wärme im Verbraucher abgenommen wird, würde durch den geringeren Rücklauf zum WÜT die Temperatur am Austritt des WÜT ansteigen und umgekehrt bei höherem Bedarf abfallen. Durch Drosselung in der Zuleitung der Fernwärme lässt sich dann die Erzeugerwärme exakt an den Bedarf anpassen. Durch diese Regelung werden Fehler in der Regelung der Fernwärme beispielsweise über eine Differenzdruckmessung an falschen Punkten vermieden.

DER BEDARF BESTIMMT DIE MENGE ERZEUGTER WÄRME

Bei der Anpassung des Wärmeerzeugers an den tatsächlichen Bedarf des Verbrauchers lassen sich drei Varianten unterscheiden: Die Verteilung der Wärme erfolgt über eine hydraulische Weiche, über einen druckarmen Verteiler oder über einen druckbehafteten Verteiler. Für jede Variante ergibt sich eine andere Regelungsstrategie (Abb.2). Wenn bereits der Planer diese unterschiedlichen Strategien kennt, kann er die optimale und einfachste Lösung über eine hydraulische Weiche in seine Planungen mit einbeziehen.

Wenn im Kesselhaus (Erzeuger) eine hydraulische Weiche vorliegt, so kann die entnommene Wärme durch vier Temperaturmessungen in der hydraulischen Weiche erfasst werden, und zwar im Vor- und Rücklauf zum Erzeuger und zum Verbraucher. Die Pumpen im Erzeugerkreis müssen so geregelt werden, dass in der hydraulischen Weiche weder eine Überströmung von heißem Erzeugerwas-

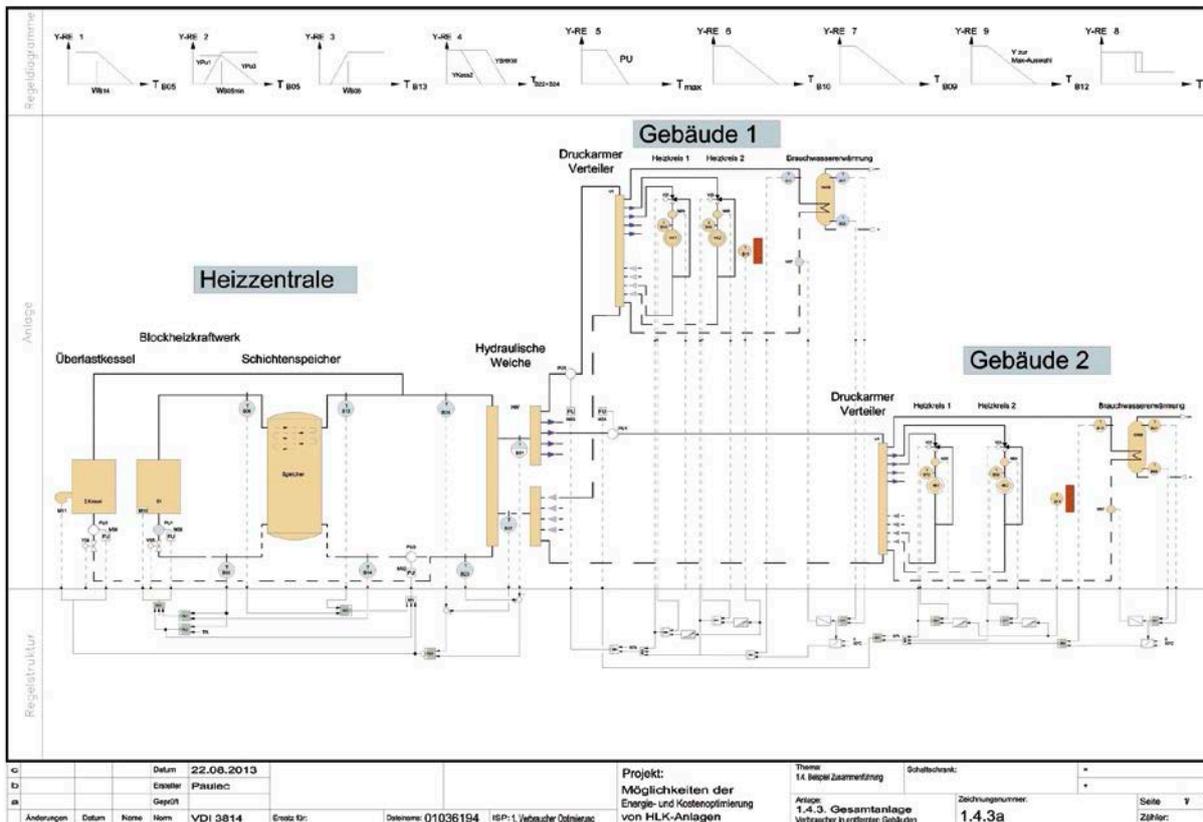


Abb.2: Die Regelungsstrategien beruhen ausschließlich auf der Erfassung von Temperaturen und ggf. Drücken. Aufwändige und teure Volumstrom- oder Wärmemengenmessungen sind nicht notwendig.

ser in den Rücklauf des Erzeugers noch eine Rückströmung von kaltem Rücklaufwasser vom Verbraucher in den Vorlauf des Verbrauchers gelangt. Die Regelung ist so konzipiert, dass in der Mitte der hydraulischen Weiche die Strömung Null herrscht. Um Schwingungen und Instabilitäten in den Verbraucherregelkreisen zu verhindern, ist es wichtig, dass alle Ventile – beispielsweise in der Vorlauf temperaturregelung – sich nur langsam verändern lassen. Auch wenn die Pumpe zur Brauchwassererwärmung eingeschaltet wird, sollte diese nur langsam anlaufen. Plötzliches Einschalten von Ventilen oder Pumpen macht sich stets negativ auf alle Regelkreise bemerkbar. Ein weiterer Vorteil dieser Regelungsstrategie liegt darin, dass auch ein Brennwertkessel (BWK) als Überlastkessel eingesetzt werden kann, da nie Vorlaufwasser in den Rücklauf vom Verbraucher beigemischt wird.

Wenn das Kesselhaus statt mit einer hydraulischen Weiche mit einem druckarmen Verteiler ausgestattet ist, muss eine andere Strategie verwendet werden, um die entnommen Wärme an den Erzeuger anzupassen. In dieser Konfiguration kann nicht so einfach entschieden werden, ob Rücklauf- oder Vorlaufwasser zugemischt wird, da mehrere Abnehmer an den Verteiler angeschlossen sind und bei unterschiedlichen Volumenströmen der einzelnen Abnehmer nicht einfach eine Temperaturmittlung durchgeführt werden kann. Die Regelungsstrategie sorgt hier dafür, dass die Ventilstellungen der einzelnen Vorlauf temperaturregelungen erfasst werden. Hierbei ist es wichtig, die Ventile sorgfältig auszulegen. Ideal ist es, dass genügend Wärme zur Verfügung gestellt wird, wenn ein Ventil zu 80 % oder 90 % geöffnet ist. Öffnet das Ventil über 80 % (bzw. 90 %) so muss mehr Wärme zur Verfügung gestellt werden. Da aber mehrere Verbraucherkreise am druckarmen Verteiler angeschlossen sind, muss über eine

Maximalauswahl der Ventilstellungen dasjenige Ventil ausgesucht werden, das am weitesten geöffnet ist. Dieses Signal geht auf einen Regler, der die Pumpen im Erzeugerkreis in ihrer Drehzahl so verändert, dass das Maximalventil im Ab-

ein BWK eingesetzt werden kann, ist durch die Regelungsstrategien bei der hydraulischen Weiche und beim druckarmen Verteiler aufgehoben. Das heißt auch bei diesen Verteilern kann somit ein Brennwertkessel (BWK) wegen der be-

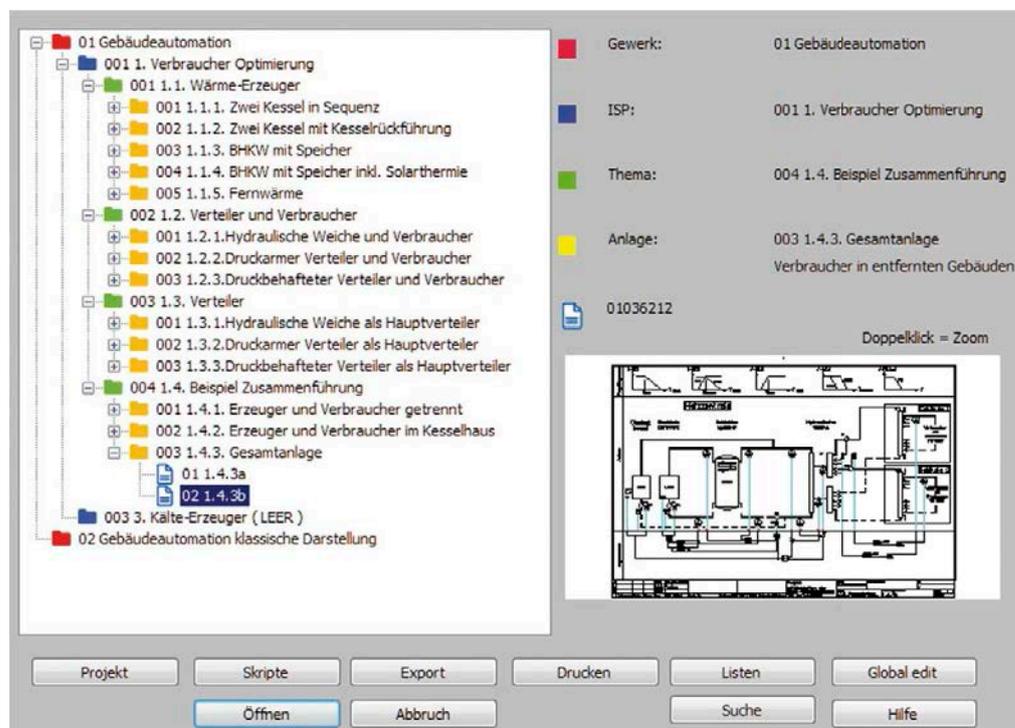


Abb.3: Die MSR-Planungssoftware TRIC DB basiert auf der .dwg-basierten CAD-Software BricsCAD®.

nehmerkreis genau 80 % (bzw. 90 %) geöffnet hat. Damit wird insbesondere bei Schwachlast eine hohe Rückströmung im druckarmen Verteiler erreicht und die Erzeuger-Rücklauf temperaturregelung erforderlich ist, so wird auch dessen Vorlauf temperaturregelung mit in die Maximalauswahl einbezogen. Wenn weder eine hydraulische Weiche noch ein druckarmer Verteiler sondern ein druckbehafteter Verteiler vorhanden ist, was allerdings heute nicht mehr „Stand der Technik“ ist, muss über eine Druckregelung der Bedarf ermittelt werden. Zwischen Vorlaufverteiler und Rücklaufsammler sollte ein Druck von beispielsweise 0,1 bar über einen Regler eingehalten werden, der auf die Erzeugerpumpen einwirkt. Wird mehr Wärme entnommen, so würde der Druck abfallen und umgekehrt. Der Vorteil des druckarmen Verteilers, dass kein Vorlaufwasser in den Rücklauf gelangt und damit

beschriebenen Regelungsstrategien eingesetzt werden.

GROSSE ENTFERNUNG ZUM ABNEHMER

Konfigurationen, bei denen die Abnehmer der Wärmeenergie weit von der Erzeugung entfernt sind, bedürfen einer gesonderten Betrachtung. Ein typischer Fall ist eine Liegenschaft, bei der eine Heizzentrale mehrere Gebäude versorgt. In diesem Fall sind immer zwei Verteiler vorhanden. Ein Verteiler befindet sich im Kesselhaus und versorgt mehrere Unterverteiler, die beispielsweise in den verschiedenen Gebäuden installiert sind. Mit den oben betrachteten drei Varianten der Verteiler (hydraulische Weiche, druckarmer und druckbehafteter Verteiler) sind dann insgesamt neun Kombinationen möglich. Wenn im Kesselhaus eine hydraulische Weiche vorhanden ist, so spielt es keine Rolle, ob beim Verbraucher eine hydraulische Weiche, ein druckarmer Verteiler oder ein druckbe-

hafteter Verteiler vorliegt. Die hydraulische Weiche in der Heizzentrale erfasst ja die entnommene Wärmemenge über die Regelung der Nullströmung in der Mitte der hydraulischen Weiche. Die Verteiler in den verschiedenen entfernt liegenden Gebäuden können jetzt eine hydraulische Weiche, ein druckarmer Verteiler oder ein druckbehafteter Verteiler sein. Der jeweilige Verteiler mit seiner oben beschriebenen Regelungsstrategie wirkt jetzt allerdings nicht auf die Pumpen im Kesselhaus sondern auf die Pumpe zwischen Kesselhaus und entferntem Gebäude.

Diese Regelung sorgt dafür, dass nur so viel Wasser in das entfernte Gebäude transportiert wird, wie dort auch abgenommen wird. Da der Energieverbrauch der Pumpe mit der dritten Potenz der Drehzahl abnimmt, bedeutet dies, dass bei halber Drehzahl nur $\frac{1}{8}$ der Pumpenenergiekosten anfallen, was eine sehr hohe Einsparung über das Jahr bedeutet. Beispielhaft erzeugt eine 10-kW-Pumpe bei 8.600 Betriebsstunden und einem Energiepreis von 0,25 €/kWh Betriebskosten von 2.150 €. Wenn die gleiche Pumpe im Jahresmittel nur den halben Volumenstrom fördern muss, so sinken die Kosten auf rund 260 €, also eine Einsparung allein in dieser Pumpe von 1.890 €. Wenn in der Heizzentrale ein druckarmer Verteiler vorliegt, so lässt sich die abgenommene Wärmeenergie nicht wie oben beschrieben über eine Maximalauswahl der Ventilstellungen erfassen, da zwischen Heizzentrale und Gebäude keine Ventile installiert sind, sondern hier muss wieder eine andere Strategie eingesetzt werden:

Die maximal von den Abnehmern im druckarmen Verteiler im Kesselhaus gemessenen Temperatur muss auf 3 °C bis 5 °C unter der von den Kesseln gelieferten Temperatur geregelt werden. Das gilt auch für den Fall, dass ein druckbehafteter Verteiler im entfernten Verbraucher installiert ist.

Aber auch hier gilt die hohe Energieeinsparung an der Versorgungspumpe zwischen Kesselhaus und Verbraucher. Wenn im Kesselhaus ein druckbehafteter Verteiler installiert ist, so wird die abgenommene Wärme bzw. die angeforderte Wärme durch die Regelung der Druck-

differenz am druckbehafteten Verteiler, wie oben beschrieben, erfasst. Dabei ist es gleich, welcher Verteilertyp im Verbraucherkreis vorhanden ist.

Auch hier gilt die hohe Energieeinsparung an der Versorgungspumpe zwischen Kesselhaus und Verbraucher.

IMPLEMENTIERUNG IN DER PLANUNGS SOFTWARE

Die optimierten Regelungsstrategien sind als fertige Automations schemata in der MSR-Planungssoftware TRIC DB des Wiesbadener Softwarespezialisten MERViSOFT implementiert. Der Planer kann nach Bedarf aus der Bibliothek mit den Automations schemata die passende Konfiguration auswählen und in seine Planung übernehmen.

Die Software, die auf der dwg-basierenden CAD-Software BricsCAD® basiert, bietet alle Funktionen eines modernen CAD-Programms, so dass sich sehr einfach entsprechende Automations schemata für verschiedene Gewerke erzeugen und verwalten lassen (Abb.3). Innerhalb des Programms wird aus dem Automations schema auf Knopfdruck eine Funktionsliste gemäß VDI 3814 erzeugt. Dies hat den großen Vorteil, dass Änderungen, die der Planer im Automations schema vornimmt, automatisch in die Funktionsliste übernommen werden. Neben den Regelungsstrategien sind noch verschiedene andere Automations schemata in der Bibliothek enthalten.

So zum Beispiel alle 370 Anlagen des aktuellen Siemens MSR-Planungshandbuchs, die Anlagenhandbücher DTS von Siemens sowie das GA-Handbuch der Bundeswehr 3.0.

Autoren:
Prof. Dr. Siegfried Baumgarth,
Vereidigter Sachverständiger für
Mess- und Regeltechnik für die
Gebäudeautomation
s.baumgarth@t-online.de

Uwe Redmer Geschäftsführer
Mervisoft, Wiesbaden
Fotos/Grafiken: Mervisoft
www.mervisoft-gmbh.de

SYSTEMTECHNIK FÜR ALLE ANFORDERUNGEN

// Neuheiten

// Pegelwandler PWxC für die Hutschiene für 25, 50 oder 75 M-Bus Zähler

// Kabelgebundenes M-Bus Modul für Q3X/T3X Zähler

// Wireless M-Bus Modul für Q3D Zähler

// Wireless M-Bus Modul für Modularis Wasserzähler



Nordwestdeutsche Zählerrevision
 Ing. Aug. Knemeyer GmbH & Co. KG
 Heideweg 33 | 49196 Bad Laer
 Telefon +49 (0)5424 2928-0
 Fax +49 (0)5424 2928-77
 E-Mail info@nzr.de