Die Optimierung des Nahwärmesystems im Stranddorf Augustenhof

Auf Vorschlag der Energiestiftung Schleswig-Holstein (heute: Innovationsstiftung S.-H.) wurde im Stranddorf zur Energieversorgung von 15 Ferienhäusern ein Nahwärmesystem gebaut, das ganz auf fossile Energieträger verzichtet. Ein solches System, das ohne Vorbild ist, kann Modell für die zukünftige Energieversorgung von kleinen Wohngebieten sein.

Auf dem Dach des Technikhauses, das die zentrale Anlage des Wärmesystems beherbergt, und dem Dach eines unmittelbar daran angebauten Ferienhauses wurden Solarkollektoren mit einer Fläche von 47 qm installiert. Im Technikhaus selbst stehen 4 Pufferspeicher von je 700 Liter Fassungsvermögen, ein Pelletofen mit einer Leistung von 32 kW und ein Sacksilo, dass 6,5 t Pellets aufnehmen kann.

Die Solarkollektoren erwärmen (wenn die Sonne scheint) über den Solarkreislauf das Wasser in 3 der 4 Pufferspeicher. Und wenn dieses Wasser wärmer als 40^0 ist, dann wird es über eine Fernwärmeleitung in die einzelnen Ferienhäuser gepumpt. Dort gibt es jeweils einen 150 Liter fassenden Warmwasserspeicher, der bei Bedarf von dem Wasser aus der Fernwärmeleitung durchflossen und auf Temperatur gebracht wird. Und in gleicher Weise wird ein Heizkörper im Wohnzimmer des Hauses von der Energie aus dem Technikhaus durchströmt, sobald das Haus nach Meinung des Raumfühlers zu kalt ist. Wenn die Sonne nicht genug Wärme ins Stranddorf liefert, dann ist der Pelletkessel gefordert. Über den 4. Pufferspeicher speist er seine Energie in das Fernwärmenetz ein und versorgt so bei Bedarf die 15 Ferienhäuser mit Energie.

Alternativen

Üblicherweise werden Ferienhäuser – zumal wenn sie einzeln stehen – elektrisch beheizt. Das spart Installationskosten und ein Energieverbrauch findet nur dann statt, wenn die Häuser auch vermietet sind d.h. wenn Einnahmen erzielt werden. Beides zusammen minimiert das geschäftliche Risiko. Und da der Stromverbrauch meist (wie auch im Stranddorf) gesondert mit den Mietern abgerechnet wird, fallen die höheren Energiekosten nicht bei den Vermietern an.

Die Energieversorgung unserer Ferienhäuser auf diese Weise zu lösen, stand von vorneherein für das Stranddorf nicht zur Debatte. In einer touristischen Einrichtung, die gerade zu Zeiten des höchsten solaren Energieertrags auch ihre höchste Auslastung hat, ist der Einsatz von Solarkollektoren schon aus ökologischen Gründen ein Muss. Zur Nachheizung allerdings wollten wir ursprünglich Elektrizität einsetzen und so die oben genannten ökonomischen Vorteile mit den ökologischen verbinden. Zumal diese Kombination hinreichend erprobt ist und kostengünstig auf dem Markt angeboten wird.

Unsere Entscheidung für die Variante Solar + Strom wurde von der Energiestiftung Schleswig-Holstein gekippt mit dem Angebot, die Mehrkosten für ein Nahwärmesystem auf rein regenerativer Basis zu 75% zu übernehmen. Uns war bewusst, dass wir damit ein doppeltes Risiko eingingen – ein finanzielles wie auch ein betriebstechnisches, denn mit einer neuer Technik sind natürlich auch Unsicherheiten verbunden. Doch da wir neben anderem „Innovation“ zum Markenzeichen unseres Stranddorfes machen wollten, gingen wir gern auf das Angebot ein und entschieden uns für die eingangs beschriebene dritte Variante.

Solar + Pellet - zwei ungleiche Schwestern

Für das Zusammenspiel von Solarkollektoren mit einem Pelletkessel gibt es ein klares Kriterium: Vorrang muss die von der Sonne gelieferte Energie haben und der Pelletbrenner soll nur einspringen, wenn die kostenlose Quelle nicht ausreicht. Was in der Theorie wie ein Selbstgänger klingt, erwies sich in der Praxis als diffiziles Problem. Der Grund: die Sonne ist als Energielieferant wechselhaft und nicht vorherberechenbar. Sie kann sich schon im nächsten Augenblick hinter einer Wolke verstecken und dann für Stunden oder sogar Tage verschwunden sein. Der Pelletkessel ist jederzeit einsatzbereit, aber sehr träge. Wenn er den Stab übernehmen soll, muss man den Bedarf rechtzeitig anmelden, da er allein 10 Minuten braucht, um in die Gänge zu kommen. Und wenn er dann brennt, dann will er auch eine zeitlang laufen, damit er nicht umsonst gestartet ist. Die Launenhaftigkeit der Sonne harmoniert nicht mit der Trägheit einer Pelletheizung. Die elektrische Energie, die punktgenau starten und jederzeit ihre Lieferung abbrechen kann, wäre als Ergänzung zur Solarenergie der ideale Partner. Aber die war aus den oben genannten Gründen nicht erwünscht.

Pufferspeicher lautet das Zauberwort, mit dem man zwei ungleiche Pferde ins gleiche Joch binden kann. Doch um die ungleiche Beweglichkeit der beiden gewählten Energiequellen auszugleichen, müsste bei 15 Häusern der Speicher sehr groß und auch sehr gut isoliert sein, damit er die Funktion einer Harmonisierungsinstanz ausfüllen könnte. Daher wurde versucht, über eine spezielle Steuerung die erwünschte Rangfolge der beiden Quellen zu ordnen.

Das ursprüngliche Konzept sah vor, dass die in den 3 Solarspeichern gesammelte Energie per Wärmetauscher in den unteren Teil des 4. Speichers eingespeist wird. Dieser 4. Behälter bildete die Kopfstation des Fernwärmekreislaufes. Und wenn das Wasser im unteren Teil nicht genug erwärmt wurde – so das Konzept -, dann gab der Fühler in der Mitte dieses Puffers dem Pelletkessel das Startsignal für seinen Einsatz.

Die Praxis im ersten Sommer zeigte, dass diese Konstruktion der gestellten Aufgabe nicht gerecht wurde. Der Energieübergang durch einen Wärmetauscher in den 4. Speicher erwies sich als Nadelöhr, durch das nur eine unzureichende Menge an Energie in den Fernwärmekreislauf übergeben werden konnte. Auch bei herrlichstem Sonnenschein wurde der Pelletkessel immer wieder zum Einsatz gerufen.

Abhilfe schaffte ein Drei-Wege-Ventil: Wenn die Temperatur in den Solarspeichern ausreichende 40^0 erreicht hat, dann wird jetzt das Speichermedium direkt auf die Reise zu den Ferienhäusern geschickt. Und erst wenn die Solarenergie verbraucht ist d.h. die

Temperatur unter die Messmarke gefallen ist, schaltet das Ventil wieder um auf den 4. Pufferspeicher, der so wieder seinen Rang als Kopfstation des Fernwärmenetzes von den 3 anderen Speichern übernimmt. Die Folge dieses Umbaus war, dass der Pelletkessel insbesondere im Sommer jetzt viel öfter Pause hat und im Jahresdurchschnitt 3 t weniger Pellets verbraucht.

Parallel zu dem 3-Wege-Ventil wurde ein Relais geschaltet, das beim Einsatz der Solarspeicher den Start des Pelletbrenners unterbindet. Ohne dieses Relais, das wir erst nach 3-jähriger Betriebszeit eingebaut haben, konnte es passieren, dass der Kessel auch beim Einsatz der Solarspeicher an den Start ging, weil sich die Temperatur im 4. Speicher abgekühlt hatte. Der ursprünglich eingebaute Wärmekreis, über den die Solarwärme aus den 3 ersten Puffern in den 4. Puffer umgespeichert wurde, blieb noch erhalten, so dass auch der 4. Puffer bei kräftig sprudelnder Solarenergie als zusätzlicher Speicher genutzt werden kann. Ob dieser Kreislauf den Energieeintrag spürbar erhöht, ist fraglich. Ein zusätzlicher Einbau wäre vermutlich nicht sinnvoll.

Nahwärmesystem = eine große Heizanlage oder ein kleines Fernwärmenetz ?

Es gibt zwei unterschiedliche gedankliche Ansätze, wie man die zentral erzeugte Energie zu den einzelnen Ferienhäusern transportiert, die jeweils zu fünft hintereinander an einer Wärmeleitung hängen. Bei einem Fernwärmesystem holt sich jeder Abnehmer mit seiner eigene Pumpe die benötigte Energie aus dem vorbeifließenden Energiestrom. Anders ist – zumal bei einer oft kilometerlangen Leitung - eine gleichmäßige Belieferung der einzelnen Abnehmer gar nicht möglich. Bei einer Heizanlage auch in einem größeren Gebäude reicht in der Regel eine zentrale Pumpstation aus, um jeden Abnehmer mit Energie zu versorgen. Durch genau berechnete unterschiedliche Reduzierventile wird bewirkt, dass der Energiestrom mit nahezu gleichem Druck die unterschiedlichen Abnehmer erreicht.

Das Nahwärmesystem im Stranddorf Augustenhof wurde zunächst nach dem Vorbild eines Fernwärmesystems gebaut. Jeder Abnehmer d.h. jeder Warmwasserspeicher und jeder Heizkörper in den 15 Ferienhäusern – insgesamt also 30 Abnehmer – wurden mit einer Umwälzpumpe ausgerüstet, mit der sie sich bei Bedarf aus dem allgemeinen Angebot bedienen konnten. Über eine Steuerleitung, über die jedes Ferienhaus mit dem Technikhaus verbunden war, wurde zugleich mit dem Start der individuellen Pumpe auch ein Signal an die Zentrale gegeben, dass irgendwo im Dorf ein Energiebedarf bestand und daher wurde zusammen mit der individuellen Pumpe auch die zentrale Pumpe in Gang gesetzt – wenn sie nicht schon von einem Konkurrenten gestartet worden war. Anders ausgedrückt: Wenn – z. B. im Sommer zur Nachtzeit - alle Energieverbraucher zufrieden gestellt waren, standen auch die Pumpen im Technikhaus still. Sobald auch nur einer nach Energie verlangte, wurde aus der Zentrale warmes Wasser auf die Fernwärmeleitung gepumpt.

Diese Lösung hatte zwei klare Vorteile: Es war sichergestellt, dass alle Abnehmer ausreichend versorgt wurden. Und wenn kein Bedarf war, dann wurde der Umfluss eingestellt. Der Nachteil war, dass nicht nur 30 Umwälzpumpen zusätzlich eingebaut (höhere Investitionskosten) sondern auch täglich im Einsatz waren, was über das Jahr ca 2.000 kW/h an zusätzlichem Stromverbrauch auslöste. Daher die Frage: müssen die vielen Pumpen in den Ferienhäusern sein ?

Nach intensiven Beobachtungen und Diskussionen (Wir haben natürlich öfter auch mal Leute vom Fach als Gast) haben wir uns entschlossen, die 30 Pumpen auszubauen. Jetzt steuert nur ein Magnetventil den individuellen Hunger der einzelnen Abnehmer. Bewegung in das System bringen nur noch die zwei Pumpen im Technikhaus. Das Ergebnis: keiner unserer Gäste muss frieren oder kalt duschen. Der Umfluss wurde erheblich verlangsamt – statt durchschnittlich 400 l/h fließen jetzt oft nur noch 100 l/h durch die Häuser. Was auf der anderen Seite dazu führt, dass die Temperaturdifferenz zwischen dem Vorlauf und dem Rücklauf statt durchschnittlich 5^0 jetzt 10^0 oder sogar 15^0 beträgt. Das Druckgefälle zwischen den nahen und den entfernteren Häusern versuchen wir u.a. durch Zeitschaltuhren auszugleichen: die zur Nacht ausgeschalteten Warmwasserspeicher werden im Halbstundenrhythmus wieder zugeschaltet, so dass die entfernteren Häuser jeweils eine halbe Stunde Vorsprung vom dem Nachbarn haben d.h. sie sind schon zufrieden gestellt, wenn die dichter am Technikhaus liegenden Häuser ihr Magnetventil öffnen. Und da jeder individuelle Abnehmer nur für eine begrenzte Zeit sich seinen Teil vom großen Strom abzweigt, kommen die am Ende liegenden Häuser auch tags über nicht zu kurz. Falls im Winter diese Gefahr bestehen sollte, können wir noch den Pumpendruck erhöhen, so dass wir auch bei großem Energiebedarf keine Probleme erwarten.

Ladung der Warmwasserspeicher in den Ferienhäusern

Alle Komponenten unseres Nahwärmesystems wurden – schon aus Kostengründen – „zweckentfremdet“ aus anderen Systemen genommen. Die Warmwasserspeicher in den Ferienhäuser sollen eigentlich als Solarspeicher in Ost- oder Südeuropa eingesetzt werden. Dort kommt man wegen der häufiger scheinenden Sonne mit einem Puffer von 150 Liter aus (In Deutschland sind zur Überbrückung von mehreren Regentagen 300 Liter üblich). Serienmäßig eingebaut sind zum einen eine elektrische Nachheizung, die wir zwar– wie oben begründet - nicht einsetzen, die aber für den Fall der Fälle eingeschaltet werden kann. Und zum zweiten eine übliche Solarsteuerung.

Diese Platine bietet zwei Schaltmöglichkeiten: die eigentliche Solarsteuerung, bei der die Temperatur des Solarfühlers mit der Temperatur des Speicherfühlers verglichen wird. Und wenn die Solarkollektoren merklich wärmer sind als der Speicher, gibt die Steuerung das Signal, mit dem Umfluss zu starten. Wenn sich die Speichertemperatur der Temperatur in den Solarkollektoren angeglichen hat oder gar unterschreitet, wird der Wärmestrom wieder unterbunden.

Zusätzlich gibt es in jedem Solarspeicher noch einen Höchsttemperaturbegrenzer, damit das Wasser im Speicher nicht zu heiß werden kann (Verbrühungsgefahr). Nach dem ursprünglichen Konzept wurde nur dieser Schaltkreis genutzt: Er wurde so eingestellt, dass er den Strom aus der Fernwärmeleitung unterbindet, sobald die Speichertemperatur 41^0 übersteigt. Wenn sich der Speicher um $2{,}5^0$ abgekühlt hatte, wurde er wieder von warmem Wasser durchflossen. Das bedeutet: der Ladestrom wurde allein über den Höchsttemperaturbegrenzer gesteuert. Die eigentliche Solarsteuerung war nach dem ursprünglichen Konzept außer Funktion.

Diese Konzeption setzte voraus, dass das Medium in der Fernwärmeleitung mindestens 40^0 hatte, so dass es wärmer war, als das Wasser in den Speichern.
Und solange zusammen mit der Wärmeanforderung auch die Pumpe in dem Haus gestartet wurde, musste diese Forderung dauerhaft erfüllt sein, weil andernfalls die Pumpe solange lief, bis der Speicher wieder die eingestellten 41^0 erreicht hatte. Das engte den Spielraum für Modulationen bei der Wärmeerzeugung erheblich ein. Eine Nachtabsenkung der Vorlauftemperatur im Technikhaus oder z.B. eine Ausnutzung einer Speichertemperatur von weniger als 40^0 nur zur Heizung der Häuser war bei dieser Einstellung nicht möglich.

Deshalb entschlossen wir uns, in allen Häusern Schaltuhren einzubauen, mit denen wir die Anforderung des Warmwasserspeichers auf bestimmte Zeiten eingrenzen konnten. Dadurch war es möglich, z.B. in der Nacht die Temperatur in der Fernwärmeleitung abzusenken. Diese Schaltuhren eröffneten uns auch die Möglichkeit, die Speichersteuerung für eine kurze Zeit am Vormittag unmittelbar bevor die Wärmeproduktion der Solarkollektoren ihre Arbeit aufnahmen, zu sperren, um auf diese Weise einen vielleicht vermeidbaren Start des Pelletkessels zu verhindern. Letztere „Optimierung“ erwies sich als problematisch. Wir hörten hin und wieder Klagen über zu kaltes Duschwasser, so dass wir diese Sperre wieder zurücknehmen mussten.

Ein Gast regte an, die 15 Warmwasserspeicher besser zu nutzen, indem wir die Ladung über die Solarsteuerung regeln. Jetzt fordern die Speicher in den Häusern immer dann Wärme an, wenn die Temperatur in der Fernwärmeleitung höher ist als die Temperatur in den Speichern. Dadurch können sie auch wärmer als 40^0 werden und damit mehr Energie aufnehmen. Dass bei Sonnenschein mehr Wärme gleich in die Häuser abgeleitet wird, führt zu einer höheren solaren Ausbeute. Ein Unterschreiten der 40^0 Grenze in der Fernwärmeleitung ist jetzt nicht mehr problematisch, so dass wir einen größeren Spielraum für die Modulation der Temperatur haben. Wir können die Nachtabsenkung nutzen und problemlos auch den Umfluss ganz abschalten.

Der Umbau auf die Solarsteuerung verlief nicht ohne Probleme. Die „Solarfühler“, die die Temperatur in der Fernwärmeleitung messen, müssen im Technikhaus installiert werden. Da wir keine neue Steuerleitung von den Ferienhäuser zum Technikhaus legen wollten, nutzten wir die schon vorhandene Leitung, mit der bislang das Signal zum Starten den Pumpen übermittelt wurde. Zwar ließ das 5-adrige Kabel beide Signale nebeneinander zu, aber durch Induktion wurde das als Widerstandsmessung funktionierende Temperatursignal verfälscht, so dass es beim Abschalten zu einem dauerhaften Takten kam. Daher haben wir auf das Pumpenstartsignal verzichtet und schalten die Umwälzpumpe im Technikhaus jetzt (im Sommer) nur über eine Zeitschaltuhr in der Nachtzeit ab.

Die neue Steuerung hat zur Folge, dass es vorkommen kann, dass die Speicher in den Häusern kurzfristig entladen werden, wenn zwar die Temperatur im Technikhaus höher, aber in der Leitung unmittelbar bei dem Haus noch niedriger ist als im Speicher, weil sie sich mangels Zirkulation abgekühlt hat – ein Fehler, den wir aber in Kauf nehmen, weil sich über kurz oder lang der Abfluss wieder in einen Zufluss umkehrt..

Zweifelsfrei steigert die neue Schaltung den Energieertrag. Unklar aber ist noch, ob der höhere Ertrag auch den Pelletverbrauch senkt. Denn die höhere Temperatur in den

Speichern kann zu einem höheren Wärmeverlust und auch zu einem höheren Energieverbrauch führen, weil die Gäste jetzt wärmer duschen.

Schlussbemerkung:
Mit den drei Optimierungsschritten: Drei-Wege-Ventil, Verzicht auf die Einzelpumpen in den Häusern und die Nutzung der Solarsteuerung für die Ladung der Warmwasserspeicher hat das Nahwärmesystem im Stranddorf Augustenhof aus unserer Sicht jetzt seine Praxisreife erhalten. Wir können es als Energielösung für mehrere, nah bei einander liegende Häuser sehr empfehlen. Die Kombination von Solarkollektoren mit einer Pelletheizung bei nur einem Abnehmer macht weniger Sinn, da ein gut isoliertes Einfamilienhaus nur wenig Energie verbraucht und somit die erhöhten Installationskosten in keinem Verhältnis zu der Solarnutzung stehen.