

Kostenoptimierung bei Erdsondenanlagen durch hocheffiziente Pumpen



Dipl.-Ing. (FH) Siegbert Scheihing, WILO SE – Vertrieb Deutschland.

Einige Jahre nach Etablierung der Hocheffizienzpumpen mit elektronisch kommutiertem Dauermagnetmotor ist diese Technologie für viele Planungsingenieure und Anlagenbauer schon alltägliches Geschäft. Die Vorteile dieser geregelten und hocheffizienten Nassläuferpumpen liegen in der integrierten Regelung und dem hohen Motorwirkungsgrad begründet. Geräuscharme Anlagen, Energieeinsparung und kurze Amortisationszeiten der investierten Summe sind der Nutzen für den Verbraucher.

Bei Neubau oder der Sanierung von Heizungs- und Kühlanlagen mit volumstromkonstanter Verteilung, wie zum Beispiel bei Einrohrheizungen, Kesselkreisen bei hydraulischen Weichen, Kühlwasserkreisen, etc. stellt sich die Frage, ob es zweckmäßig ist, Hocheffizienzpumpen mit integrierter Regelung einzusetzen, da die Regelbarkeit der Pumpe nicht benötigt wird. Insbesondere bei einem Austausch von schadhafte Pumpen werden meist die vorhandenen – in der Regel veralteten – Typen beibehalten, ohne zu

prüfen, ob durch den Einsatz von moderner Technik die laufenden Betriebskosten gesenkt werden können.

Mit vermehrter Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Sole/ Wasser – Wärmepumpen erschließt sich ein weiterer Einsatzbereich. Der Solekreis von Erdwärmanlagen ist ebenfalls ein volumenstromkonstanter, immer gleichmäßig durchströmter Kreislauf, bei dem bisher vorzugsweise unregelmäßige Pumpen eingesetzt werden.

Die Leistungsaufnahme der Pumpe im Primärkreis zur Förderung der Sole hat, wie auch die verbraucherseitigen Umwälzpumpen, direkten Einfluss auf die Jahresarbeitszahl, die das Verhältnis von aufgenommener zu abgegebener Energiemenge aufzeigt. Somit schlägt sich der Wirkungsgrad der eingesetzten Aggregate bei

den laufenden Kosten direkt nieder. Somit kann ein hocheffizienter Pumpentyp die Energiebilanz der Gesamtanlage deutlich verbessern.

Für die finanzielle Unterstützung und Förderung durch das BAFA oder für die Vergabe von vergünstigten Darlehen der KfW-Förderbank müssen energieeffiziente Lösungen dokumentiert werden. Hier ist die Verringerung des Primärenergiebedarfs durch Einsatz moderner Techniken angezeigt.

Der Einsatz einer Pumpe mit integrierter Regelung in hydraulischen Kreisläufen mit konstantem Durchfluss erscheint fragwürdig, da die Regelbarkeit der Pumpe nicht benötigt wird. Bisher lag der geregelten Energiesparpumpe und der unregelmäßigen Standardpumpe das gleiche Motorprinzip des Asynchronmotors zugrunde.

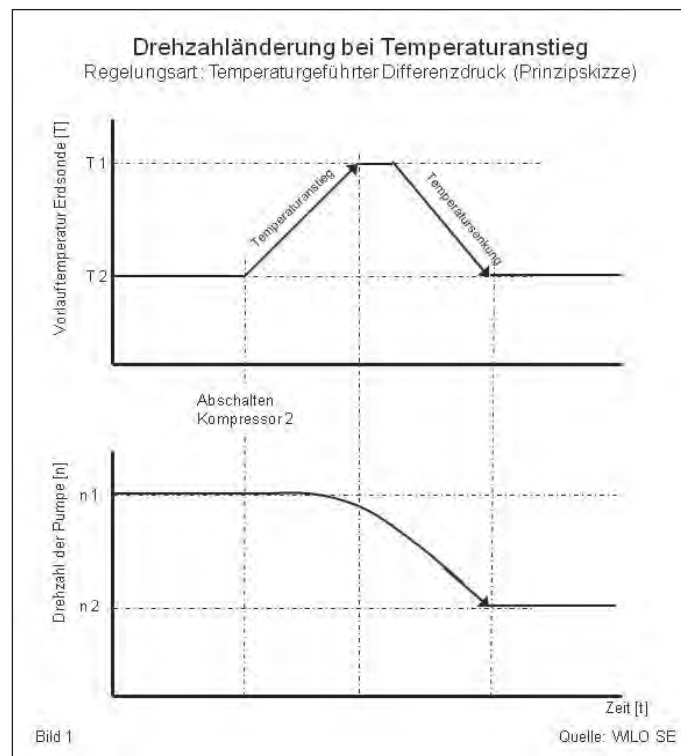
Daher waren die Motorwirkungsgrade nahezu identisch. Die höheren Kosten der Elektronik konnten nur in der Funktion der Drehzahlreduzierung und der damit verbundenen Stromeinsparung bei wechselnden Lastzuständen begründet werden.

Mit der Einführung des EC-Motors (elektronisch kommutierten Motors) im Bereich der Nassläufer-Pumpentechnik durch die Firma WILO SE muss diese Betrachtungsweise überdacht werden. Die Hocheffizienzpumpe hat aufgrund der Bauart des Motors und des optimierten Strömungsgehäuses einen ungefähr doppelt so guten Wirkungsgrad wie die herkömmliche Pumpentechnik – unabhängig ob eine Regelung benötigt wird oder nicht.

In hydraulischen Systemen mit wechselnden Volumenströmen, wie zum Beispiel bei klassischen Zweirohr-Heizungen, können durch den Einsatz der Hocheffizienzpumpe nachgewiesenermaßen bis zu 80% der Antriebsenergie eingespart werden. In Systemen mit gleichmäßiger Durchströmung, wie der Solekreis einer Erdwärmanlage, liegt die tatsächliche Einsparung aufgrund des besseren Motorwirkungsgrades bei ca. 40%. Zusätzlich kann durch die Möglichkeit der genauen Einstellung des Betriebspunktes mit der Elektronik der Energieverbrauch – auch für konstante Durchströmung – nochmals optimiert werden.

Regelungsart „temperaturgeführte Differenzdruckregelung“

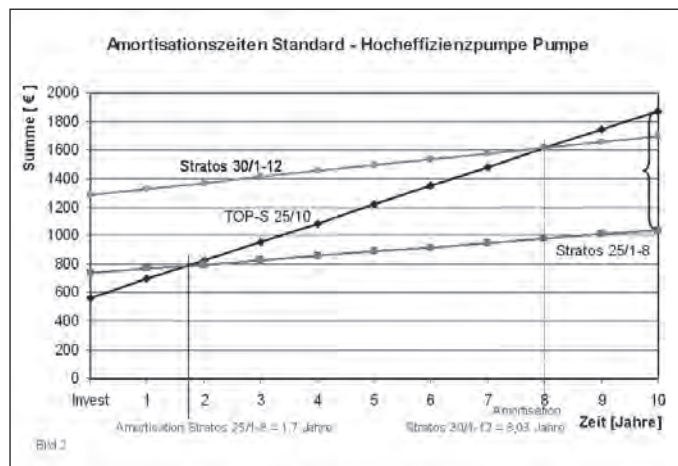
Neben dem deutlich besseren Wirkungsgrad und der damit verbundenen Energie-



einsparung bieten die Hoch-effizienzpumpen zugleich die Vorteile der automatischen Leistungsanpassung. Neben der genauen Einstellbarkeit der gewünschten Förderhöhe oder der Drehzahl an der Pumpe um diese an die Anlagenhydraulik optimal anzupassen, kann unter anderem auch eine temperaturgeführte Regelungsart realisiert werden.

Bei der Leistungsregelung mit externer Sensorik und separatem Schaltgerät ist die Erfassung einer Temperatur als Führungsgröße und die Regelung der Pumpendrehzahl in deren Abhängigkeit nur mit hohem finanziellen Einsatz möglich. Die in der nachfolgend betrachteten Erdwärmanlage eingesetzten Pumpen des Typs Wilo-Stratos besitzen einen in der Pumpe integrierten Temperaturfühler, mit dem die Medientemperatur gemessen werden kann. So besteht die Möglichkeit, die Pumpe ohne ein teures Schaltgerät in Abhängigkeit der Medientemperatur zu regeln.

Die Sollwerte der Regelungsart „Temperaturführung“ können frei programmiert werden. Einer Erhöhung der Temperatur kann also eine Steigerung oder Senkung der Drehzahl zugeordnet werden. Diese Optionen ermöglichen die Energieoptimierung der Pumpen bei unterschiedlichen Anwendungsfällen. Beispielsweise kann bei einer Fernwärmeübergabestation die Rücklauf-temperatur konstant gehalten werden, indem die Pumpe bei Erhöhung des Temperaturmesswertes die Drehzahl verringert, um so die Auskühlzeit im Wärmetauscher zu erhöhen. Gleiches gilt für die Nutzung in Brennwertgeräten. Im betrachteten Fall kann eine weitere Energieeinsparung erzielt werden, indem bei Abschaltung des zweiten Kompressors der Wärmepumpe und dem damit verbundenen



Temperaturanstieg im Vorlauf des Solekreises die Drehzahl der Pumpe gesenkt wird. Die Durchströmung der Wärmetauscher verringert sich, das Temperaturniveau bleibt konstant (Bild 1). Es wird weniger Leistung durch die Pumpe verbraucht.

Zusätzlich bietet die Elektronik das Mittel die gespeicherten Betriebsdaten der Pumpe und somit der versorgten Anlage in einem Diagramm abzurufen. Durch diese Funktion kann im laufenden Betrieb die Hydraulik weiter optimiert werden. Optional ist der Anschluss an die Gebäudeleittechnik einfach zu realisieren, sodass auch auf diesem Wege Daten abgefragt und Veränderungen vorgenommen werden können.

Für den Einsatz von Pumpen in Solekreisen ist die Konzentration des zugesetzten Glykols und die daraus resultierende Viskosität (Zähigkeit) der Soleflüssigkeit wichtig. Eine größere Menge an Glykol senkt den Gefrierpunkt des Mediums, bewirkt aber eine Erhöhung der Viskosität und damit des Strömungswiderstandes. Bei einer unnötig hohen Zudosierung des Frostschutzmittels sinkt die hydraulische Leistung der Pumpe. Dieses kann sich bei Differenzen zwischen ursprünglich geplantem und tatsächlich vorhandenem Anteil des Glykols und damit

einer höheren Zähigkeit des Solemediums in erhöhtem Stromverbrauch oder sogar in fehlender Fördermenge des Systems zeigen.

Zu Betrachten sind für jeden Fall die individuellen Konstellationen der Anlagentechnik, der daraus resultierende Leistungsbedarf der jeweiligen Pumpe, wie auch das Verbrauchsverhalten des Nutzers, die vorab geschätzte Laufzeit und die kostenrelevanten Bedingungen, wie der jeweilige Strompreis.

Praxisbeispiel – Kostenoptimierung einer Wärmepumpenanlage

Als Beispiel dient die Ausrüstung eines älteren Gebäudes mit einer Erdsondenwärmepumpe. Das ehemalige Bauernhaus wurde über mehrere Jahre hinweg saniert und umfassend ausgebaut. Das Gebäude wird als Zweifamilienhaus genutzt.

Die bestehende Heizungsanlage mit Ölkessel wird um eine zweistufige Sole/Wasser-Wärmepumpe mit ca. 17 kW thermischer Leistung ergänzt. Der Ölkessel dient übergangsweise als Spitzenlastkessel und soll, nachdem das noch verfügbare Öl verbraucht ist, außer Betrieb genommen werden. Zusätzlich kann über einen Kachelofen mit Wassertaschen die Zentralheizung unterstützt werden bzw. zur Heizwassererwärmung beige-

tragen. Alle Wärmeerzeuger sind über einen Pufferspeicher mit einem Volumen von 1000 Litern in die Zentralheizung eingebunden.

Da die Wärmepumpe neben der Beheizung des Gebäudes auch der Vorerwärmung des Trinkwassers dient, ergeben sich für diese hohe Laufzeiten. Die Primärpumpe im Solekreis weist ebenfalls diese Betriebszeit auf.

Eine andere, ältere Wärmepumpe dient zusätzlich zur Erwärmung des Trinkwassers. Bei notwendiger Kühlung des Hauses im Sommer entzieht sie dem Gebäude über in den Wänden verlegte, wasserführende Leitungen Energie und führt diese dem Warmwasserbereiter zu. Sie sorgt damit in den Sommermonaten für eine Kühlung der Wohnräume im Dachgeschoss und der Speisekammer.

Betriebskosten des Erdsondenkreises

Im Folgenden wird anhand des Praxisbeispiels der Einsatz einer geregelten Hoch-effizienzpumpe in einem volumenstromkonstanten Kreis betrachtet. Das entscheidende Kriterium für oder gegen den Einsatz der Hocheffizienzpumpe ist die Amortisation der durch das teurere Produkt entstehenden Mehrkosten.

Häufig werden im Solekreis einer durch einen Hersteller vorkonfektionierten Wärmepumpe – ohne Betrachtung der Antriebsleistung – Standardpumpen mit herkömmlichem Asynchronmotor eingesetzt. Diese sind preisgünstiger als geregelte Hocheffizienzpumpen, haben aber nicht deren beschriebene Vorzüge.

Für die in der Planungsphase durchgeführte Abschätzung der Lebenszykluskosten ist eine hydraulische Leistung von 3,5 m³/h bei einem Strömungswiderstand von 60 kPa und einer Glykolkonzentration von 30% veranschlagt. Die Laufzeit der Wärmepumpe be-

trägt bei der Betrachtung 3000 Stunden pro Jahr. Der Strompreis liegt bei 0,17 €/kWh.

Da die Einbaukosten für eine Standardpumpe wie für die Hocheffizienzpumpe gleich sind, beide nahezu keine Wartung benötigen und auch die weiteren Kosten identisch sind, müssen diese im gegenseitigen Vergleich nicht berücksichtigt werden.

Die passenden Pumpentypen, die hierfür zu investierende Summe und die jährlichen Betriebskosten lassen sich mit Hilfe der vom Hersteller gelieferten Software Wilo-Select leicht ermitteln. Für die Standardpumpe WILO-TOP-S 25/10 beträgt der Listenpreis – zum Zeitpunkt der Anlagenerstellung – 564,- Euro. Die jährlichen Stromkosten betragen mit den oben genannten, zur Betriebskostenermittlung angenommenen Werten, ungefähr 131,- Euro pro Jahr.

Die Hocheffizienzpumpe WILO – Stratos 25/1-8 schlägt zum Zeitpunkt der Planung mit einem Listenpreis von 739,- Euro zu Buche, die Stromkosten belaufen sich auf ca. 30,- Euro pro Jahr.

Die prognostizierte Kostenentwicklung beider Pumpen im Vergleich lässt sich aus Bild 2 ersehen. Der Mehrpreis der WILO-Stratos amortisiert sich demnach nach knapp zwei Jahren. Bei einem Betrachtungszeitraum von 10 Jahren lassen sich 835,- Euro einsparen. Zusätzlich ist bei der Hocheffizienzpumpe die Möglichkeit der Betriebsdatenspeicherung, deren Erfassung und Auslesung gegeben.

Da die Amortisationszeit naturgemäß in starkem Maße von der Investition abhängt, wird in der Planung eine weitere Hocheffizienzpumpe mit größerer Leistung betrachtet. Dieses ist damit begründet, dass die in der Auslegung gewählte Pumpe des Typs Stratos 25/1-8 knapp bemessen ist und der Bauherr Sorge hat, bei Vollauslastung der Anlage

nicht genug Fördermenge zur Verfügung zu haben, beziehungsweise eine schlechtere Arbeitszahl zu erreichen.

Für eine größere Pumpe des Typs Stratos 30/1-12, die mit einem deutlich stärkeren Motor ausgerüstet ist, ist der Listenpreis, mit dem 1,7-fachen, fast doppelt so hoch wie der der Hocheffizienzpumpe Stratos 25/1-8. Zusätzlich ergibt sich aus der starken Reduzierung der Drehzahl im errechneten Betriebspunkt ein schlechterer Motorwirkungsgrad. Die Stromkosten sind aus diesem Grund etwas höher und betragen circa 41,- Euro pro Jahr. Für den Einsatz dieser stärkeren Pumpe spricht der Sicherheitsgedanke. Leider verschlechtert sich die Amortisationszeit erheblich. Mit einer Rückzahlungsdauer von fast genau 8 Jahren liegt der Zeitraum aber deutlich unterhalb der Lebensdauer einer Pumpe und wäre somit noch lohnend (Bild 2).

Im benannten Fall wird vom Bauherrn doch die leistungsschwächere aber deutlich günstigere Pumpe gewählt.

Wärmepumpe zur Raumkühlung/ Warmwasserbereitung

Die Primärkreispumpe der zweiten Wärmepumpe, die die Raumwärme im Sommer zur Unterstützung der Warmwasserbereitung nutzt, wird ebenfalls betrachtet.

Die Voraussetzungen, eine neue Pumpe durch die Strom-einsparung zu refinanzieren sind bei dieser Anlage ungünstiger als bei der Erdsondenanlage. Die Betriebsdauer dieser Wärmepumpe ist auf die heißesten Tage des Jahres beschränkt, wenn im Gebäude eine Kühlung benötigt wird. Vorhanden ist eine ältere Umwälzpumpe für den Primärkreis. Der umzuwälzende Volumenstrom ist so gering, dass die zum Planungszeitraum zur Verfügung stehenden Pumpentypen zu groß sind. Trotzdem wird auf Wunsch

des Bauherrn eine Betrachtung der Kosten durchgeführt.

Für die Planung der Pumpe ist eine hydraulische Leistung von 1,5 m³/h bei einem Strömungswiderstand von 30 kPa vorgegeben. Das Medium für den Wärmetransport ist reines Wasser. Die Laufzeit der Wärmepumpe ist mit 400 Stunden pro Jahr angesetzt. Der Strompreis beträgt 0,17 €/kWh.

Eine Amortisation der Neupumpe ergibt sich hier nicht. Die jährlichen Stromkosten liegen für das betrachtete alte Aggregat bei ca. 10,- Euro, für die Neupumpe bei 2,50 Euro pro Jahr. Eine Einsparung der Kosten in Höhe des Preises einer Neupumpe sind nur nach zu langer Dauer erreichbar. Unter diesen Umständen ist der Austausch der alten eingebauten Pumpe erst nach einem Ausfall sinnvoll.

Fazit

Bisher wurden Hocheffizienzpumpen in hydraulischen Systemen mit konstanten Volumenströmen – wie zum Beispiel in der beschriebenen Erdwärmeanlage – nicht berücksichtigt. Die jahrelange Erfahrung der Anlagenbauer und der Planer widerspricht diesem Ansatz. War bisher die Nutzung einer Regelpumpe in Anlagen mit konstantem Volumenstrom unnötig teuer, so ergibt sich seit der Entwicklung der Hocheffizienzpumpe eine Möglichkeit, ohne großen Mehraufwand Kosten und Energie zu sparen und unnötige CO₂-Emissionen zu vermeiden.

Da vom Endverbraucher oder dem Heizungsbauer die Lebenszykluskosten der Anlage zu oft nicht berücksichtigt werden, müssen sich die Hersteller von Erdsondenanlagen dem ausschließlichen Preisdruck eines Wettbewerbs stellen. Werden hier unterschiedliche Techniken, wie Hocheffizienz- mit Standardpumpe verglichen, fallen leider oftmals die technisch

besseren Lösungen weg, auch wenn sich die Zusatzinvestition nach kurzer Zeit rechnet.

Die jährliche Betriebsdauer und die technischen Rahmenbedingungen wie Fördermenge und Differenzdruck der Umwälzpumpe haben Einfluss auf die Amortisation. Der bessere Wirkungsgrad der modernen Hocheffizienzpumpe macht sich mit zunehmender Fördermenge immer deutlicher bemerkbar, sodass bei großen Anlagen, wie zum Beispiel bei Erdsondenanlagen für Mehrfamilienhäuser, Nahwärmenetzen usw., in jedem Falle der Hocheffizienzpumpe der Vorzug gegeben werden sollte.

Bei der Planung von neuen Kälte- oder Heizungssystemen oder dem Austausch von defekten Umwälzpumpen ist es sinnvoll, sich über die Amortisationszeit der neuen Pumpe Gedanken zu machen. Auch für eine gewissenhafte Energieberatung ist es unumgänglich, den Leistungsbedarf an Antriebsenergie in den verschiedenen hydraulischen Kreisen zu berücksichtigen und zu betrachten. ◀

ISH Weltleitmesse
Gebäude-, Energie-, Klimatechnik
Erneuerbare Energien

Frankfurt am Main, 15. – 19. 3. 2011

Aircontec – Klima, Kälte, Lüftung

Moderne Klimatisierungskonzepte berücksichtigen gleichermaßen Architektur, Technik, Energieeffizienz und erneuerbare Energien mit Fokus auf Wärmepumpentechnik. Auf der Aircontec – jetzt noch übersichtlicher in der neuen Halle 11 – bietet die Industrie einen einzigartigen Überblick über die Lösungen für die optimale Klimatisierung von Gebäuden.

Verpassen Sie nicht die ISH 2011 –
seit über 50 Jahren die Leistungsschau der Branche.

www.ish.messefrankfurt.com

