

Heizungssanierung mit regelbaren Strahlpumpen

Mit der Nutzung physikalischer Gegebenheiten und der Einsparung an Material trug das Strahlpumpensystem bei der Heizungssanierung des Klinikums Mainkofen wesentlich zu einer technisch optimalen, wirtschaftlichen, und rationellen Energienutzung bei und sorgt damit auch für eine deutliche Reduzierung der CO₂-Belastung.



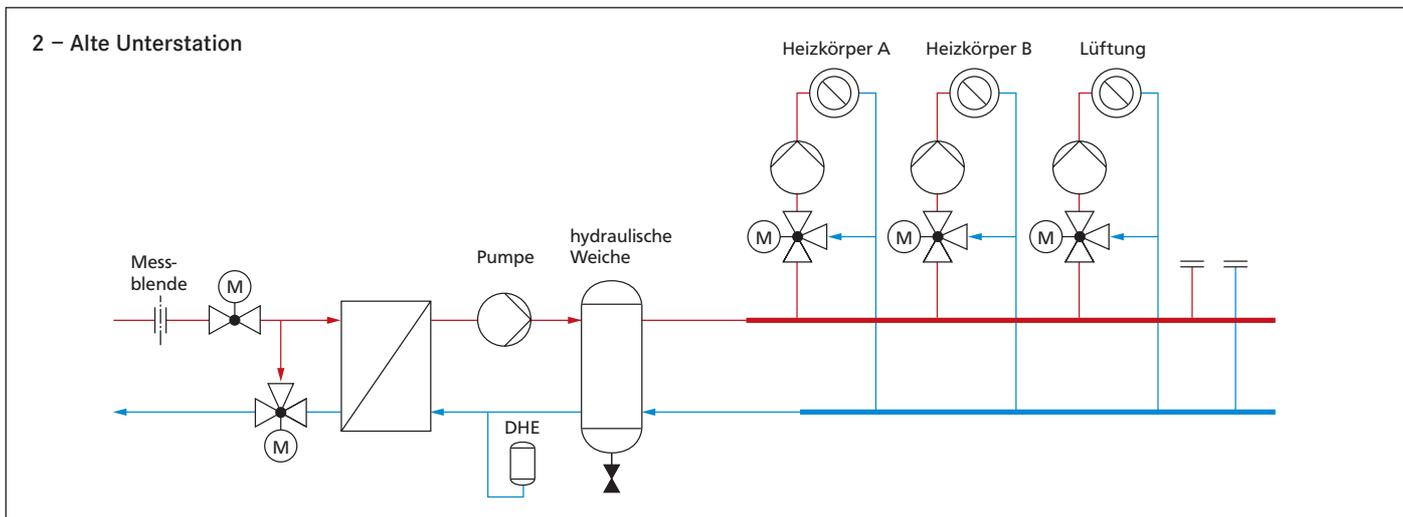
1 – Klinikum mit neuem Heizkraftwerk

lage mit neuem Heizkraftwerk (Bild 1) unumgänglich /2/. Ziel bei ihrer Konzeption war, eine über den gesamten Jahresverlauf technisch, wirtschaftlich und ökologisch optimale Wärmegewinnung zu gewährleisten.

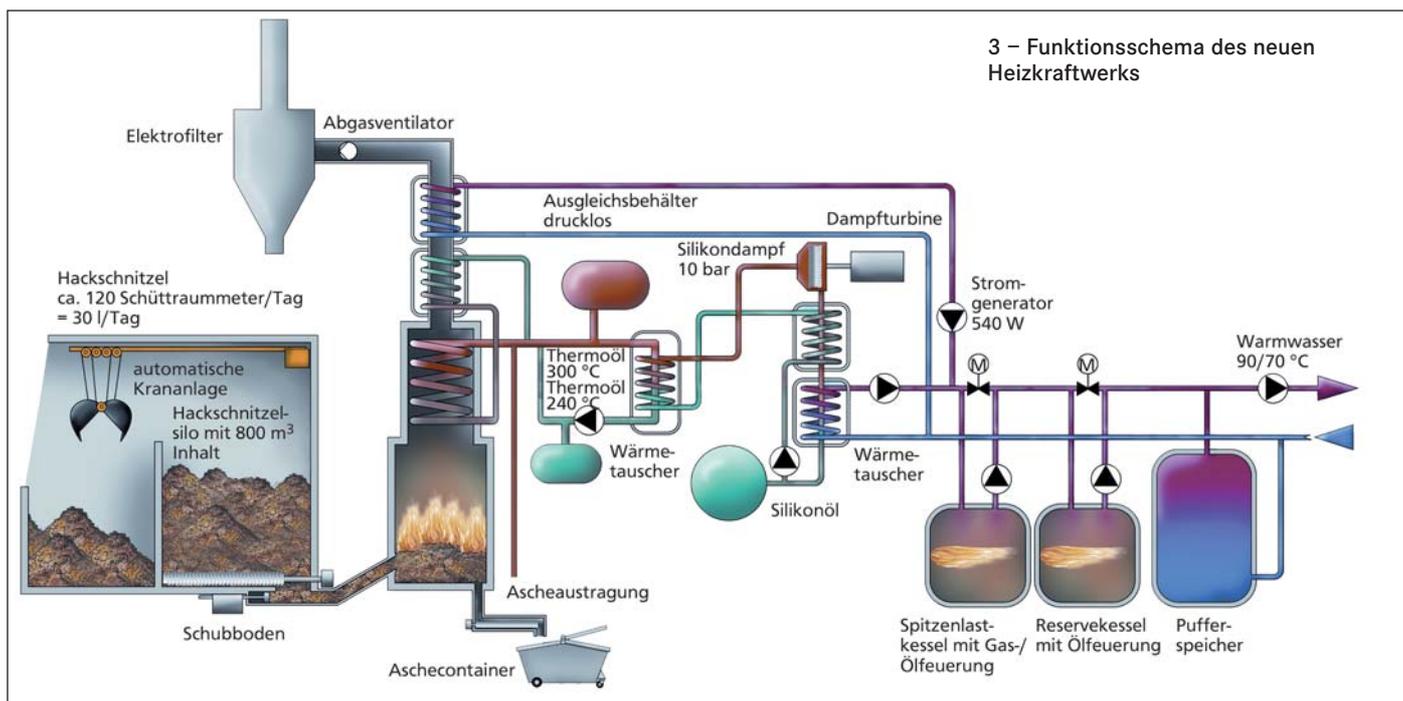
Ausgangssituation in der alten Heizungsanlage

Die alte Anlage produzierte sowohl Heizwärme als auch Warmwasser zentral im „Heizhaus“, im Laufe der Jahre nacheinander aus Kohle, schwerem Heizöl, Erdgas und leichtem Heizöl. Über begehbare Versorgungskanäle im insgesamt etwa 5 km langen Nahwärmeleitungsnetz gelangte sowohl das erwärmte Brauchwasser als auch das Heizungswasser mit Hilfe von mehreren Umwälzpumpen zu den einzelnen Gebäuden. Allein das 160 °C heiße Heizungswasser benötigte drei unregulierte zentrale Umwälzpumpen, um unter hohen Wärmeverlusten die Rohrbündelwärmeaustauscher der Gebäude mit indirekter Einspeisung zu erreichen. Die nötige Heißwassermenge vor Ort bereitzustellen, erforderte jeweils eine Messblende und ein Durchgangsventil. Ein Mischventil regelte darüber hinaus gleichzeitig die Durchflussmenge durch den Wärmetauscher, um die gewünschte Vorlauftemperatur zum Verbraucher zu erreichen. Eine elektrische Umwälzpumpe auf der Sekundärseite transportierte anschließend das Heizungswasser zur hydraulischen Weiche. An den einzelnen Heizsträngen des Gebäudes sorgte je eine zusätzliche elektrische Heizpumpe für die Versorgung der Heizkörper und den Transport zu den einzelnen Lüftungsanlagen. Jede Lüftungsanlage benötigte neben dem Regelventil für die Regelung der Lufttemperatur eine weitere elektrische Umwälzpumpe. Insgesamt zeigte sich eine enorme Umwälzpumpenansammlung wie sie in vielen alten, aber leider auch noch in neuen Anlagen anzutreffen ist.

An diesem Anlagenaufbau (Bild 2) zeigt sich der Sanierungsbedarf besonders deutlich. Einerseits war ein hoher Energieverlust evident und andererseits war die Instandhaltung äußerst aufwändig.



2 – Alte Unterstation



Nicht nur die korrodierten Leitungen auf den langen Wegen, sondern vor allem die hohe Zahl elektrischer Pumpen mit nur zehnjähriger Lebenserwartung nach VDI 2067 verursachten einen enormen Wartungsaufwand.

Maßnahmen der Sanierung

Für die Sanierung der alten Heizanlage waren zahlreiche Maßnahmen nötig. Ein im Vorfeld erstelltes Energiegutachten empfahl als wirtschaftlichste und besonders ökonomische Lösung ein Holzkraftwerk, bei dem Holz hackschnitzel Energieträger sind. Aus lokalen Gründen ist dieser regenerative Brennstoff in Mainkofen in großer Menge verfügbar und sehr preiswert. Es handelt sich also um einen erneuerbaren Energieträger aus dem regionalen Wirtschaftskreislauf.

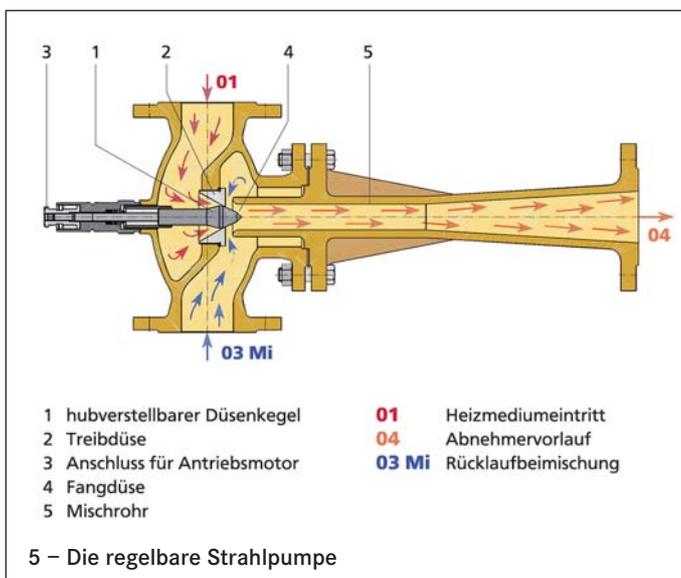
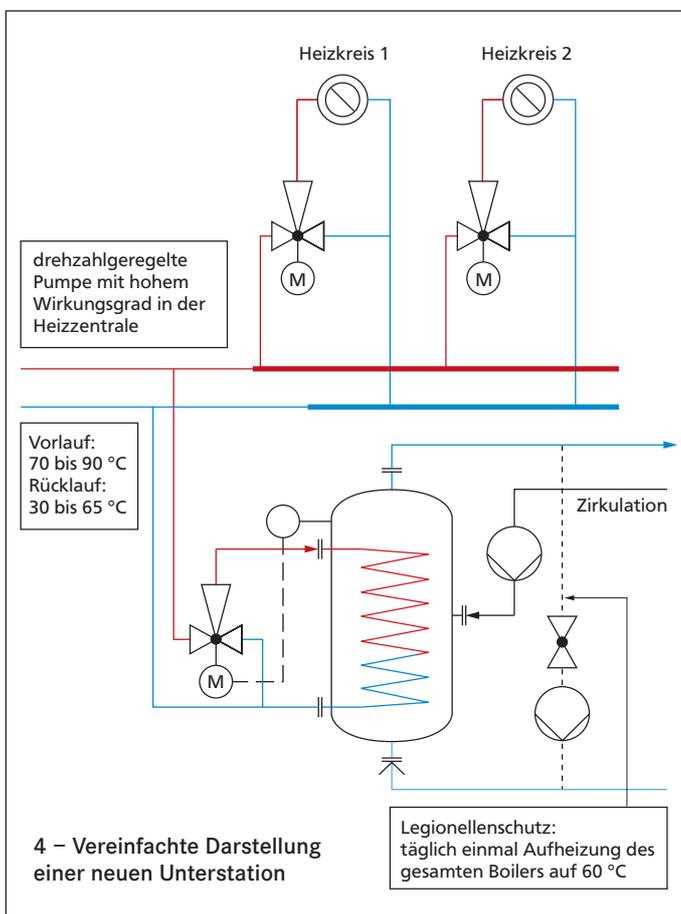
Im neuen Heizkraftwerk entstand eine komplett veränderte Heizungsversorgung (Bild 3). Die Wärmegrundlastdeckung erfolgt über einen Biomassekessel, der etwa 80 % des Jahreswärmeverbrauchs deckt. Eine nachgeschaltete Turbine erzeugt zusätzlich Strom aus Biomasse durch eine ORC-Anlage (Organic Rankine Cycle), der ins Netz eingespeist wird. Die Spitzenlastdeckung sichert ein Öl/Gas-befuerter Warmwasserkessel. Ein weiterer Öl-befuerter Warmwasserkessel garantiert die Wirtschaftswärmeverversorgung und dient der Redundanz /2/.

Die Warmwasserbereitung, die früher zentral im Heizhaus erfolgte und bei der auch das Brauchwasser über das kilometerlange Leitungsnetz zu den einzelnen Gebäuden gelangte, ist nun dezentralisiert und findet mittels Strahlpumpentechnik in jedem Gebäude statt.

Tabelle 1

Verbesserungen durch den Einsatz von Strahlpumpen

Alte Heizungsanlage	Regelung mit Strahlpumpen
Wärmetauscher und Umwälzpumpen in den 52 Unterstationen	Wärmetauscher und Umwälzpumpen entfielen in den Unterstationen durch Direkteinbindung
250 elektrodynamische Umwälzpumpen mit einem Stromverbrauch von 450 MWh/a ohne die elektrische Hauptpumpe	Entfall von 250 Umwälzpumpen bewirkt eine Stromersparnis von 450 MWh/a = CO ₂ -Emissionsminderung von ca. 272 t oder eine finanzielle Einsparung von 90.000 €
ca. 10-jährige Lebensdauer der Umwälzpumpen	ca. 20-jährige Lebensdauer der Strahlpumpen
große Zahl von Armaturen	Zahl von Armaturen stark reduziert, dadurch Einsparung an Material und Wartung
häufige Ausfälle der Heizungs- und Lüftungsanlage	höhere Verfügbarkeit der Heizungs- und Lüftungsanlage
Geräuschbildung an Radiatoren mit Thermostatventilen	Geräuschbildung an Radiatoren mit Thermostatventilen vermieden
sehr viele Datenpunkte	etwa 750 Datenpunkte weniger – dadurch wesentlich kleinerer Schaltschrank
intensive Wartung und Instandhaltung	erheblich geringerer Wartungsaufwand
Regelkreise beeinflussen sich gegenseitig durch falsch ausgelegte Umwälzpumpen	gesamthydraulische Stabilität
hoher Energieverbrauch	effektive, kostengünstigere Energieausnutzung



Die zentrale Brauchwassererwärmung entfiel dadurch komplett und so auch die langen Wege mit den großen Wärmeverlusten. Zur deutlichen Minderung der Wärmeverluste kam eine beträchtliche Materialeinsparung und in der Folge ein wesentlich geringerer Wartungsaufwand.

Wirtschaftliche Wasser-Wärme-Verteilung mit der Strahlpumpentechnologie

Die Wasser-Wärme-Verteilung in den Unterstationen änderte sich mit der neuen Anlage ebenfalls. Bei der Umgestaltung der Unterstationen (Bild 4) in den einzelnen Gebäuden stellt die direkte Anbindung der Wärmeverbraucher ohne Wärmetauscher und Umwälzpumpen – aber mit geregelten Strahlpumpen (Bild 5) – eine wesentliche Verbesserung dar. Diese schloss auch eine direkte hydraulische Einbindung ins gesamte Heizungssystem ein. Die sehr hohen Heizungswassertemperaturen von 160 °C im alten System

sind nun nicht mehr notwendig. Die Nahwärmeversorgung kann heute mit wesentlich niedrigerer Vorlauftemperatur betrieben werden, es genügen 80 bis 90 °C. Dank der Installierung von Strahlpumpen reduzieren sich darüber hinaus die Rücklauftemperaturen wesentlich auf nun nur noch 50 bis 55 °C (statt bisher 90 bis 110 °C). So spart man nochmals enorm Energie ein.

Die regelbare Strahlpumpe (Bild 5) trägt auch die Namen Injektorventil, Jetomat® oder Dreiwegeinjektorventil. Mit einem hubverstellbaren Düsenkegel innerhalb der Treibdüse ist die Wassermenge durch die Strahlpumpe veränderbar. Der Stellantrieb für die Strahlpumpe kann pneumatisch oder elektrisch sein. In der Düse zieht der energiegeladene Treibstrahl des Massestroms (01 in Bild 5) das Beimischungswasser aus dem Rücklauf (03 in Bild 5) in das Mischrohr. Dort vermischen sich beide Ströme. Über die Hubverstellung des Düsenkegels und dem damit veränderbaren Düsenquerschnitt stellt sich die gewünschte Vorlauftemperatur exakt ein. Die Druckenergie des Treibstrahls wandelt sich in kinetische Energie um. Diese Energie genügt, um das Mischwasser im Heizkreis (ohne eine zusätzliche Umwälzpumpe) zirkulieren zu lassen. Der Regelbereich, den eine Strahlpumpe zuverlässig abdeckt, ist außergewöhnlich groß. Er liegt in den meisten Fällen zwischen 100 und 0 % /3/.

Brachte bereits der Umbau der Heizzentrale eine gewaltige Energieeinsparung, so stellt die direkte Anbindung der Wärmeverbraucher über Strahlpumpen eine weitere wesentliche energetische Verbesserung dar.

Insgesamt kamen ca. 250 wartungsarme, langlebige Strahlpumpen, deren Lebensdauer nach VDI 2067 ca. 20 Jahre beträgt, für Warmwasserbereitung, Heizung und Lüftung zum Einsatz. Pro Strahlpumpe entfielen gleichzeitig u. a. /4/

- ein Dreiwegeventil
- eine elektrische Umwälzpumpe
- die entsprechende Steuerung im Schaltschrank, was zu einer erheblichen Verringerung der Schaltschrankgröße führte
- die Leitung zur elektrischen Umwälzpumpe und ihre Verdrahtung
- drei Datenpunkte für die übergeordnete Gebäudeleittechnik
- diverse Armaturen wie Rückschlagventil, Messblenden, Differenzdruckregler.

Auch die hydraulische Weiche war nicht mehr nötig, denn die hydraulische Stabilität ist einerseits bereits durch die Strahlpumpentechnologie gegeben und andererseits ist die Strahlpumpe neben einem Misch- auch ein Regelorgan in Form eines Differenzdruckreglers. Mit dem Wegfall von ca. 250 wartungsintensiven Umwälzpumpen und dem Einsatz der Strahlpumpentechnologie ergibt sich eine wesentlich höhere Zuverlässigkeit der Anlage /5/. In der alten Anlage reduzierten Differenzdruckregler die ganzen Jahre über den hohen und zusätzlich durch unterschiedliche Lasten der Abnehmer variablen Differenzdruck an den Verteilern. Daran anschließend sorgte ein Dreiwegeventil für eine weitere Druckvernichtung. Eine nachgeschaltete unregelmäßige Umwälzpumpe baute den Druck zur Umwälzung des Heizungswassers anschließend wieder auf. Es handelt sich hier um eine elektrodynamische Wasserwärmeverteilung.

Die Erfahrung zeigt, dass falsch ausgelegte oder zu groß gewählte Umwälzpumpen generell dazu führen, dass sich die Regelkreise gegenseitig beeinflussen. So kommt es, dass sie häufig von Hand eingestellt werden müssen. Das war auch im Klinikum Mainkofen der Fall.

Die Strahlpumpentechnologie dagegen nutzt den in einem verzweigten hydraulischen System immer vorhandenen variablen Differenzdruck aus. Mit diesem geforderten minimalen und ausreichend vorhandenen Differenzdruck bringt die Strahlpumpe

das Heizungswasser mit der gewünschten Temperatur und ohne Umwälzpumpe an den jeweiligen Verbraucher. Hier handelt es sich nun um eine hydrodynamische Wasser-Wärmeverteilung /4/.

Vorteile durch die Sanierungsmaßnahmen

Der Umbau der hydraulischen Gesamtanlage führte zu keiner Vergrößerung der zentralen Hauptpumpe. Ihre Leistung ist absolut ausreichend. Der Wirkungsgrad einer großen elektrischen Hauptpumpe ist energetisch gesehen immer wirtschaftlicher als 250 kleine Umwälzpumpen.

Allein für die Wasser-Wärme-Verteilung ergab sich durch die Sanierung unter Einsatz der Strahlpumpentechnologie eine Reduzierung des Stromverbrauchs um ca. 90 %. Der Wegfall von 250 Umwälzpumpen mit einem durchschnittlichen Stromverbrauch von 300 Wh je Pumpe und einer angenommenen Laufzeit von 6.000 h/a ergibt eine jährliche Stromersparung von 450 MWh. Unter Annahme eines durchschnittlichen Strompreises von 20 ct/kWh ist das ein eingesparter Betrag von rund 90.000 € in jedem Jahr. Bei einem angenommenen Strommix für Deutschland, bei dem pro kWh 604 g CO₂ entstehen, entspricht das einem verminderten CO₂-Ausstoß von 272 t. Eine wesentlich effektivere Nutzung der Energie ist somit gewährleistet.

Das Strahlpumpensystem spart jedoch nicht nur Strom ein. Ohne die zahlreichen Umwälzpumpen ist die Heizung für den Anwender im täglichen Leben angenehmer, da eine Geräuschbildung an Radiatoren mit Thermostatventil ausbleibt.

Dadurch, dass die Lebensdauer einer Strahlpumpe 20 Jahre beträgt, ist sie doppelt so langlebig wie eine Umwälzpumpe, bei der die Lebensdauer nach VDI 2067 nur zehn Jahre beträgt. Das trägt ebenso wie die Verringerung der Anzahl von Armaturen zu einer deutlichen Verringerung des Instandhaltungsaufwands und damit wiederum zu einer höheren Verfügbarkeit der Heizungsanlage bei /6/. Für die Wärmeverteilung gilt das genauso wie für die dezentrale Brauchwassererwärmung, bei der die entfallenen 10 km Rohrleitungen nicht nur zu einer wesentlichen Reduzierung von Wärmeverlusten führten, sondern auch zum Ausbleiben von Korrosionsschäden und einem weiteren Entfall von Umwälzpumpen.

Ein wichtiger Zusatzeffekt betrifft die Hygiene des Brauchwassers. Das Aufheizen des Boilers am Ort des Verbrauchs (einmal am Tag auf 60 °C, eine so genannte Legionellenschutzschaltung) ist eine wichtige keimtötende Maßnahme im Sinne einer guten Wasserqualität.

Fazit

Die Heizungssanierung im Klinikum Mainkofen hat die angestrebten Ziele in vollem Umfang erreicht: eine effiziente, Kosten sparende Energienutzung, Betriebskostensenkung, Betriebssicherheit, Vermeidung von Geräuschbildung an Radiatoren, verbesserte Brauchwasserhygiene und die Reduzierung der klimarelevanten CO₂-Emission. Bei all diesen Punkten spielt der Einsatz der Strahlpumpentechnologie (Tabelle 1) eine wichtige Rolle. Sie trägt zu einer deutlich gesteigerten Nachhaltigkeit bei.

Die Minderung an CO₂-Emission betrug durch das neue Heizsystem insgesamt etwa 4.800 t/a, allein 272 t davon durch die Strahlpumpentechnik. Bei einer 20-jährigen Lebensdauer von Strahlpumpen kann man hier demnach mit einer CO₂-Emissionsreduzierung von ca. 5.500 t über die totale Laufzeit rechnen. Ökologische Effektivität ist durch den Einsatz des erneuerbaren Energieträgers Holzhackschnitzel gewährleistet und der Bezug des Brennstoffs aus dem Nahbereich fördert gleichzeitig die heimische Wirtschaft.

Der wichtigste Weg zur Energieproblemlösung in Deutschland und weltweit ist die rationelle Nutzung der Energie, der zweitwichtigste ist die vermehrte Nutzung von erneuerbaren Energien. Auch im Klinikum Mainkofen spielt die Energieverbrauchsreduzierung eine wesentliche Rolle, da erneuerbare Energien alleine weder einen bedeutenden Anteil an fossilen Brennstoffen noch an Kernenergie ersetzen können.



Literatur

- /1/ Kilpper, R.: Geregelte Strahlpumpen in der Gebäudetechnik. In: Moderne Gebäudetechnik (2010) 1-2, S. 26-28
- /2/ Hartl, J.: Sparkonzept mit Ökobrille. In: Krankenhaus Technik und Management (2006) 6
- /3/ Hesselbacher, H.: Umwälzpumpe ade. In: Chemie Technik (2000), S. 188-189
- /4/ Bälz, U.: Praktischer Einsatz von Heizungs- und Lüftungsanlagen. In: Gesundheits-Ingenieur – Haustechnik – Bauphysik – Umwelttechnik (2006) 1
- /5/ Gebauer, M.: Anlagen mit geregelten Strahlpumpen. Energie 2.0 – Kompendium 2010
- /6/ Gebauer, M.: Geregelte Strahlpumpen in der Haustechnik. In: Heizung Lüftung Klimatechnik (2006)

Die Autoren
 Prof. Dr. Uwe Bälz,
 Berater für Mess-, Regel- und Wärmetechnik
 Fa. W. Bälz & Sohn GmbH & Co., Heilbronn;
 Dr. Renate Kilpper,
 Fachjournalistin



W. Bälz & Sohn GmbH & Co.

Koepffstraße 5 · 74076 Heilbronn

Tel. + 49 7131 1500-0

Fax + 49 7131 1500-21

E-Mail: mail@baelz.de

Internet: www.baelz.de