

Energetische Modernisierung einer Heizungsanlage mit Strahlpumpen in der HTBLVA Villach

Die Heizungsanlage in einem Schulgebäude der Höheren Technischen Bundes- Lehr- und Versuchsanstalt (HTBLVA) in Villach aus den Jahren 1975 - 1979 litt von Anfang an einerseits an der Unterversorgung einiger weiter entfernter Verbraucher und andererseits an einem besonders großen Pumpenenergieverbrauch, der durch später eingesetzte Zusatzpumpen zur Behebung des Versorgungsproblems noch verstärkt war. Im Zuge einer Sanierung dieser alten Heizungsanlage wollte man die Möglichkeit eines erheblichen Energieeinsparungspotenzials nutzen, von dem Schätzungen, beispielsweise der deutschen Energieeinsparverordnung (EnEV), besonders bei älteren Gebäuden ausgehen. Ziel war nicht nur der Austausch der alten Kessel, sondern vor allem eine energetische Modernisierung [1]. Eine Sicherstellung der Wärmeversorgung sämtlicher Verbraucher und eine deutlich verbesserte Wirtschaftlichkeit waren Bedingung. Mit der Umstellung der Wärmeverteilung auf Strahlpumpen (Bild 1), auch Jetomat oder Dreiwegeinjektorventil genannt, beabsichtigten die Verantwortlichen all diesen Punkten Rechnung zu tragen. Dazu kam die Vereinfachung und Optimierung der Regeltechnik, für eine deutlich verbesserte Effizienz der Wärmeversorgung.



Autorin
Dr. Renate
Kilpper.



Autor
Prof.
Dr. Uwe
Bälz.

Strahlpumpen haben den großen Vorteil, dass ihr Einbau sowohl bei den Investitionskosten als auch bei der Instandhaltung enormes Einsparungspotential hat. Die Leistung von Strahlpumpen (Bild 1) ist mit einem hubverstellbaren Düsenkegel innerhalb der Treibdüse veränderbar [2,3]. Der Stellantrieb für die Strahlpumpe kann pneumatisch oder, wie hier im Fall der HTBLVA, elektrisch sein. In der Düse zieht der energiegeladene Treibstrahl des Massenstroms das Beimischwasser aus dem Rücklauf in das Mischrohr, wo sich beide Ströme vermischen. Über die Hubverstellung des Düsenkegels und dem damit veränderbaren Düsenquerschnitt stellt sich dort die gewünschte Vorlauftemperatur exakt ein. Die Druckenergie des Treibstrahls wandelt sich um in kinetische Energie. Diese Energie genügt, um das Mischwasser im Heizkreis, ohne 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 % [4].

Ausgangssituation

Beim Bau eines Schulgebäudes der HTBLVA (1975-1979) mit einer Nutzfläche von 20.091 m² und einem Rauminhalt von

137.943 m³ installierte man eine Heizanlage bestehend aus drei Kesseln mit Heizöl leicht als Energieträger. Die Wärmeleistung der Heizanlage, die drei Gussgliederkessel umfasste, betrug pro Kessel 1.198 kW und der jährliche Heizenergieverbrauch umfasste 150 t leichtes Heizöl. Die Wärmeverteilung erfolgte über den Hauptverteiler mit Druckkonstanthaltung durch Druckdifferenzüberströmventil, differenzdrucklose Verteiler in den Unterstationen und Einspritzschaltungen durch Dreiwegeventile bei den Lüftungsanlagen. Überströmung und Einspritzschaltung bedeuteten eine riesige Energieverschwendung, da die Hauptpumpe ständig volle Leistung brachte und das Heizungswasser mit hoher Temperatur direkt in den Rücklauf strömte.

Die Architektur des Gebäudes, eine geringe Höhe bei gleichzeitig großer Grundfläche, war der Grund für die Notwendigkeit langer horizontaler Leitungen mit mehreren Unterstationen für die Verteilung der Wärme. Mess- und Reguliereinheiten waren nicht installiert. So kam es schon gleich nach Inbetriebnahme der Anlage zur Wärmeunterversorgung einiger Verbraucher auf den weiten Wegen. Um deren Versorgung dennoch sicherzustellen, ersetzte man Umwälzpumpen

durch stärkere Modelle und installierte zusätzliche Pumpen, die in Serie oder, bei Doppelpumpen parallel geschaltet, arbeiteten. Als Folge dieser Maßnahmen stieg

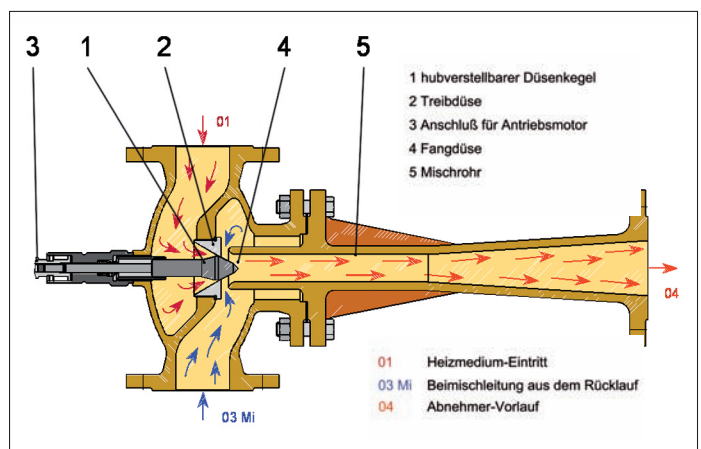


Bild 1: Fließschema der Strahlpumpe.

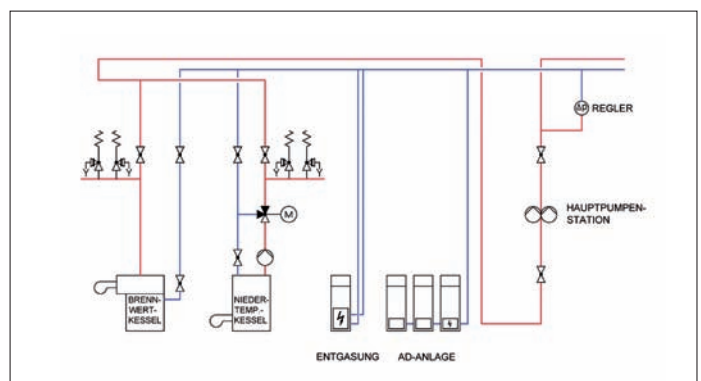


Bild 2: Energiebereitstellung und -verteilung der neuen Heizungsanlage.



Bild 3: Drehzahlgeregeltes Doppelpumpenaggregat für die Energieversorgung.

elektrodynamische Umwälzpumpen weg. Mit dem Ersatz dieser Stromfresser, der entsprechenden elektrischen Steuerungen, der Datenpunkte für jede Umwälzpumpe im Schaltschrank sowie diverser Armaturen wie z. B. Differenzdruckregler durch Strahlpumpen vereinfachte sich die Anlage deutlich. Es kam demzufolge nicht nur zu einer Einsparung an Material und damit an Investitionskosten [3,5], sondern vor allem zu einer gewaltigen Reduzierung des Pumpenstromverbrauchs für den Wärmeträgertransport (Bild 6). Dieser verringerte sich pro Heizperiode um 83 %, also um 39.586 kWh, oder um 5.542,- EUR auf der Basis eines Strompreises von 0,14 EUR pro kWh. Das entspricht einer CO₂-Emissionsminderung von ca. 23.9 t. Fairerweise muss man sagen, dass eine solch starke Verringerung der Stromkosten von über 80 % nur gegenüber alten, nicht einregulierten Anlagen mit mengenkonstanten Wasserverteilstromen möglich ist. Bei einregulierten Heizungsanlagen mit abgeglichenen Rohmetzen, drehzahlgeregelten Pumpen und

die Menge des zu transportierenden Heizungswassers um ein Vielfaches von dem an, was für die Beheizung des Objektes eigentlich nötig gewesen wäre. Das Resultat war eine geringe Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf im größten Teil des Verteilnetzes und ein extrem hoher Pumpenenergieverbrauch (Bild 6).

Sanierung

Eine Generalsanierung von Wärmeerzeugung und -verteilung war somit erforderlich. Die Erneuerung der Anlage (Bild 2) umfasste einen Brennwertkessel mit 780 kW und einen Nieder-temperaturkessel mit 520 kW zur Spitzenlastabdeckung. Strahlpumpen für alle Regelgruppen übernahmen nun die hydrodynamische Wärmeverteilung und ersetzten ca. 40 elektrodynamische Umwälzpumpen. Das drehzahlgeregelte Doppelpumpenaggregat (Bild 3) im Heizraum sichert die Wärmeversorgung für die gesamte Anlage.

Beim Umbau der Unterstationen stellt die direkte Anbindung der einzelnen Wärmeverbraucher ohne Wärmetauscher und Umwälzpumpen, aber mit geregelten Strahlpumpen eine wesentliche

Verbesserung dar. In den Bildern 4 und 5 sind zwei Unterstationen exemplarisch dargestellt.

Der Einbau der Strahlpumpen bzw. Injektorventile sorgte für eine hydraulische Stabilität der Gesamtanlage und für eine hohe Temperaturspreizung zwischen Vorlauf und Rücklauf. Da der hydrodynamische Abgleich einer Anlage immer äußerst wichtig ist [2], sowohl für die Funktion als auch für die effiziente Energieausnutzung, baute man Abgleichventile der Firma Tour & Andersson ein. Die Aussage „es wird ja warm“ kann in den meisten Fällen nur eine momentane, äußerst unökonomische Ansicht bedeuten, da das eigentliche Übel die viel zu kleine Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf ist.

Resultat der Sanierung

Nach der Sanierung konnte man schon beim Heizenergieverbrauch, der nur noch 135.000 m³ Erdgas statt vorher 150 t Heizöl betrug, eine Einsparung von etwa 17 % feststellen. Zur energetischen Gesamteinsparung trug außer dem Brennwertkessel vor allem die hydrodynamische Wärmeverteilung mit Strahlpumpen (Bild 7) bei. Durch sie fielen 40

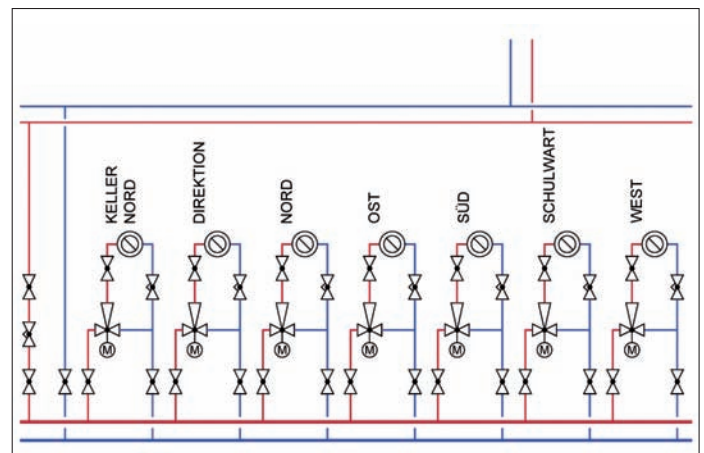


Bild 4: Energieabgabe im Verteiler Radiatoren Heizraum nach der Sanierung.

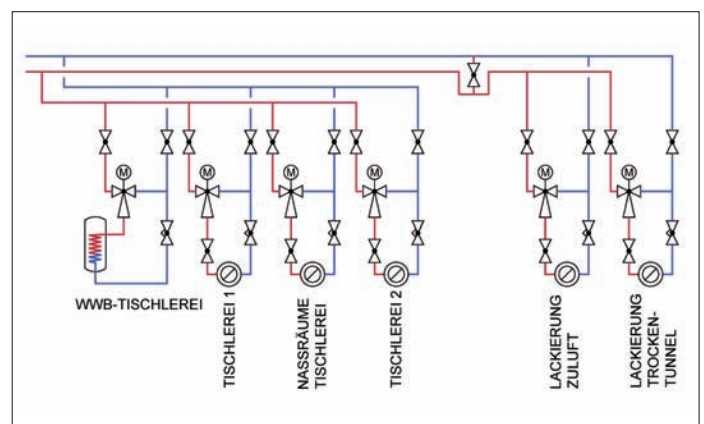


Bild 5: Energieabgabe in der Unterstation Tischlerei.

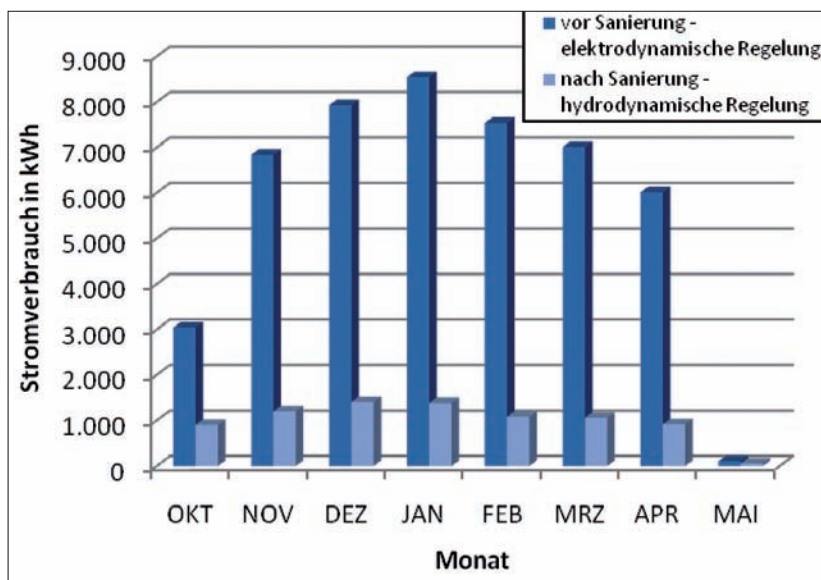


Bild 6:
Monatlicher Durchschnittsstromverbrauch für die Wärmeverteilung vor und nach der Sanierung.

mengenvariablen Schaltungen können sich die Kosten für die Pumpenergie aber immer noch um ca. 10-30 % gegenüber denen von elektrodynamischen Systemen reduzieren.

Mit dem Wegfall der wartungsintensiven und nicht sehr langlebigen Umwälzpumpen und von Armaturen sank der Wartungs- und Instandhaltungsaufwand stark. Auch die Regelung vereinfachte und verbilligte sich deutlich, da mit jeder Umwälzpumpe mehrere Datenpunkte wegfielen und somit ein wesentlich kleinerer Schaltschrank ausreichte. Die Einregulierung der gesamten Wärmeverteilung erfolgte an verschiedenen Punkten durch Strangregulierventile (s.o.) und voreinstellbare Heizkörperventile.

Für eine genaue Aussage über den Pumpenstromverbrauch benötigte man Stromzähler an allen Pumpen der Unterstationen im Heizhaus. An den so ausgestatteten Pumpen war der Stromverbrauch für die Wärmeverteilung genau abzulesen. Vor der Sanierung im Winter 98/99, von Oktober bis Mai, waren das 47.577 kWh. Im Vergleich dazu, nach Sanierung und nach Wegfall der vielen Umwälzpumpen in den Unterstationen, war nur noch der Stromverbrauch des drehzahlregulierten Doppelpumpenaggregats (Bild 3) im Heizraum zu messen. Der Durchschnittswert liegt jetzt bei 7.991 kWh. Er resultiert aus Aufzeichnungen über mehrere Jahre, ebenfalls jeweils von Oktober bis Mai.

Fazit

Die Möglichkeiten einer energetischen Verbesserung bei anstehenden Modernisierungsarbeiten konnte man bei der Renovierung der Heizungsanlage der HTBLVA mit Brennwertkessel, Strahlpumpen und hydrodynamischer Wärmeverteilung sowie genauer Einregulierung optimal nutzen. Die Richtlinie Energieeffizienz und Energiedienstleistungen der EU-Kommission vom März 2006 (RL 2006/32/EG), die Österreich unterstützt und mit der ein Energiesparwert von 9 % angestrebt wird, ist hier bereits übererfüllt.

Die hydrodynamische Wärmeverteilung ist besonders für weit

verzweigte Netze und bei einer Vielzahl von Regelgruppen interessant. Sie ist aufgrund der hohen Temperaturspreizung und tiefen Rücklauftemperaturen für Brennwertanlagen und Fernwärmeheizungsanlagen sehr geeignet. Die Einsparung von Umwälzpumpen und Armaturen verringert auch Investitions-, Wartungs- und Instandhaltungskosten wesentlich [5].

Der Anteil am Gesamtenergieverbrauch für den Wassertransport bei der Wärmeversorgung verringerte sich durch den Einsatz von Strahlpumpen im Schulgebäude der HTBLV durchschnittlich von 2,7 auf 0,6 %. Das reduziert die CO₂-Emission entsprechend

und steigert die Nachhaltigkeit. Gegenüber dem elektrodynamischen System beträgt die Einsparung in der Anlage allein durch den verringerten Stromverbrauch auf der Basis heutiger Strompreise 5.542,- EUR jährlich. Das Ergebnis der Sanierung bei der HTBLV beweist, ebenso wie das bei vielen anderen Anlagen mit Strahlpumpen der Fall ist [6], den überaus positiven Effekt, den der Einsatz der Strahlpumpentechnik auf die Energieeinsparung hat. Das betrifft jedoch nicht nur Sanierungen sondern auch Neuerrichtungen von Heizungsanlagen.

*Dr. Renate Kilpper
Prof. Dr. Uwe Bälz*

Literatur

1. Hans Hesselbacher: Strahlpumpe bietet großes Einsparpotential, SBZ Sanitär-, Heizungs-, Klima- und Klempnertechnik 12/2000 S. 100-103
2. Hans Hesselbacher: Die Wirtschaftlichkeit von Strahlpumpen in Heizungsanlagen, Haustechnische Rundschau, Heft 5/6 1976 S. 226-231
3. Uwe Bälz: Praktischer Einsatz von Heizungs- und Lüftungsanlagen, Gesundheits-Ingenieur - Haustechnik - Bauphysik - Umwelttechnik 127 (2006) Nr.2
4. Hans Hesselbacher: Umwälzpumpe ade, Chemie Technik 29 (2000) S. 188-189
5. Dr. Renate Kilpper, Prof. Dr. Uwe Bälz: Geregelte Strahlpumpen in der Gebäudetechnik, Moderne Gebäudetechnik, 1-2/ 2010 S. 26-28
6. Prof. Dr. Uwe Bälz, Dr. Renate Kilpper: Heizungssanierung mit regelbaren Strahlpumpen, Moderne Gebäudetechnik, 7-8/2010



Bild 7:
Moderne Wärmeverteilung mit Strahlpumpen.

Energie sparen.

Mit geregelten Strahlpumpen von Bälz.



REGELVENTILE



REGELKREISTECHNIK



WÄRMEÜBERTRAGER



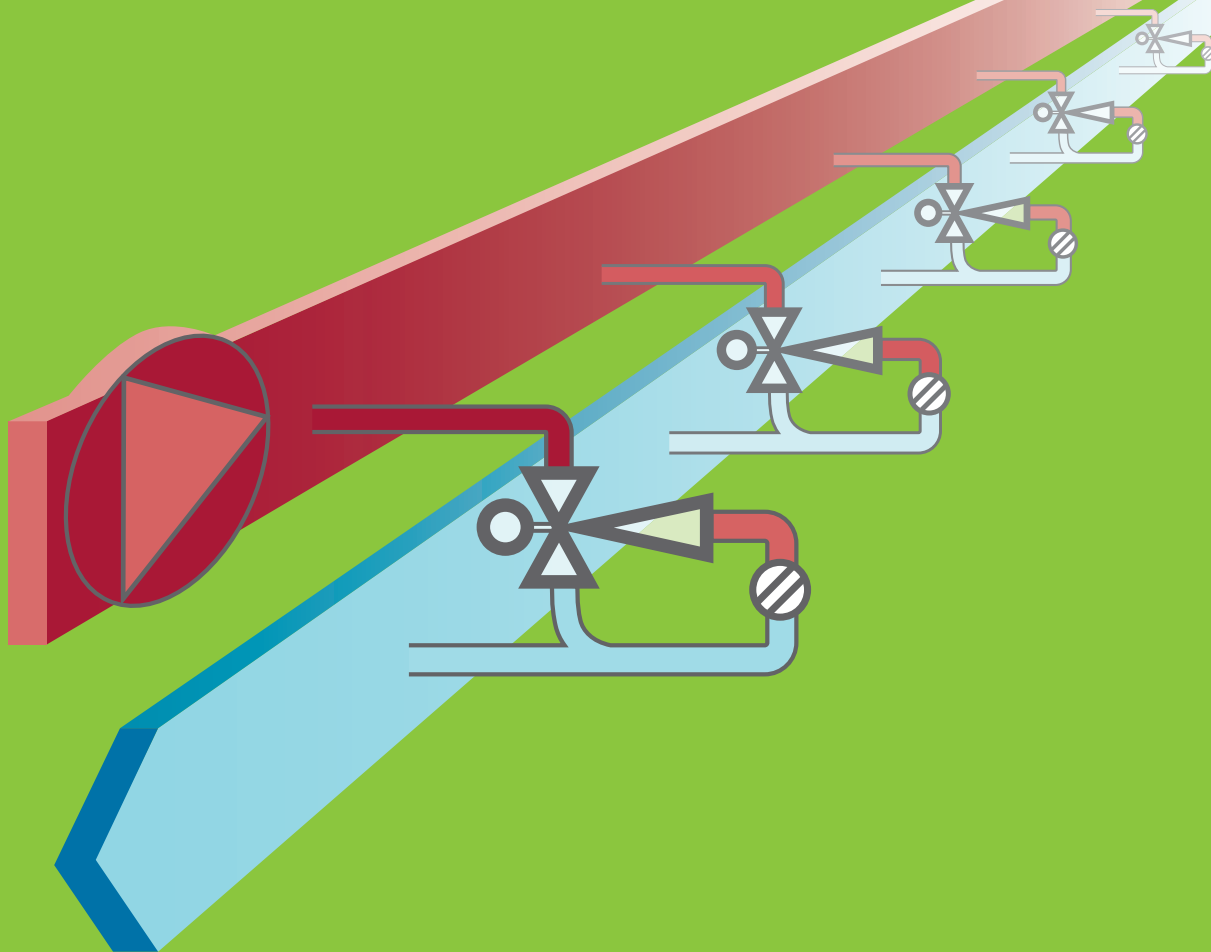
GEREGELTE STRAHLPUMPEN



SYSTEMLÖSUNGEN



LEITTECHNIK



Energie sparen. Durch radikale Pumpenreduzierung.

Die **Wirtschaftlichkeit** der Strahlpumpentechnik resultiert aus:

Einsparung an Investitionskosten:

- Entfall von elektrischen Pumpen und Heizungsarmaturen
- Entfall der gesamten Elektroversorgung und Leittechnik für die elektrischen Pumpen

Einsparung an Stromkosten, da

- der Gesamt-Antrieb des Systems zentral erfolgt
- durch die mengenvariable Regelung keine unnötigen Massenströme transportiert werden

Entfall der Instandhaltungskosten von nicht vorhandenen Komponenten