

Praktischer Einsatz von Strahlpumpen in Heizungs- und Lüftungsanlagen

Beispiele für Energie- und Materialkosteneinsparungen bei den Investitionen und den laufenden Kosten in bestehenden Anlagen sowie Hinweise auf Anlagenfehler

Uwe Bälz

Die Faszination der geregelten Strahlpumpe, die schon seit über hundert Jahren im Einsatz ist, liegt einerseits in ihrem unkomplizierten technischen Aufbau und andererseits in den enormen Einsparpotenzialen bei den Investitionen für gebäudetechnische Anlagen. Dies wird an einem Beispiel (*Bild 1*) verdeutlicht: Brennwertechnik in Verbindung mit nachgeschalteter Strahlpumpe hat sich in hunderten von Anlagen bestens bewährt.

Das Prinzip der Strahlpumpe, auch als Injektorventil, Jetomat, Strahlventil sowie Dreiwegeinjektorventil bezeichnet, basiert auf dem physikalischen Gesetz, dass der Gesamtdruck in einem System an jeder Stelle gleich der Summe von statischem plus dynamischem Druck ist. Am besten wird das ersichtlich aus *Bild 2*.

Die regelbare Strahlpumpe ist ein Strahlapparat mit einem in der Düse verschiebbaren Kegel. In der Düse wird statische Druckenergie (Differenzdruck H) des Treibwassers „01“ in kinetische Energie umgewandelt. Der energiegeladene Treibstrahl schleppt das Beimischwasser „03 Mi“ aus dem Rücklauf in das Mischrohr. Im Mischrohr vermischen sich beide Ströme unter Impuls- und Energieaustausch. Die Temperatur des Gemisches „04“ liegt zwischen den Temperaturen des Treibwassers und des Beimischwassers. Die kinetische Energie des Gemisches wird im Diffusor weitgehend in statische Druckenergie umgesetzt. Die Regelung erfolgt über die Hubverstellung des Düsenkegels und die damit verbundene Veränderung im Düsenquerschnitt. Wird in den angeschlossenen Energieabgabekreisen beispielsweise eine höhere Heizleistung benötigt, öffnet der Stellmotor den Düsenkegel so weit, dass durch den nun größeren Treibwasservolumenstrom mit der entsprechend hohen Temperatur eine Vermischung mit dem Rücklauf erfolgt. Dies geschieht solange, bis die notwendige Vorlauftemperatur exakt erreicht ist. Gleiches gilt beim Kühlen von

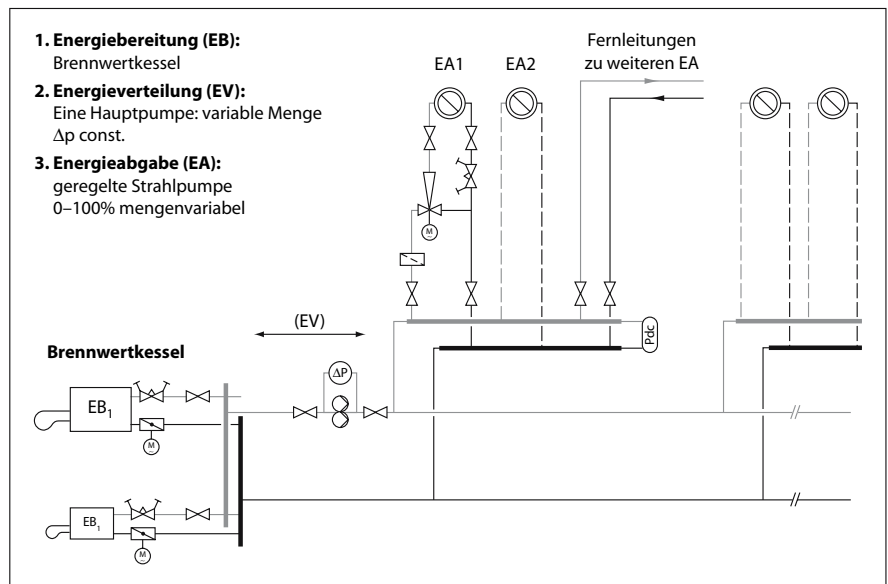


Bild 1. Brennwertkessel – Wärmeversorgungsanlagen mit geregelten Strahlpumpen.

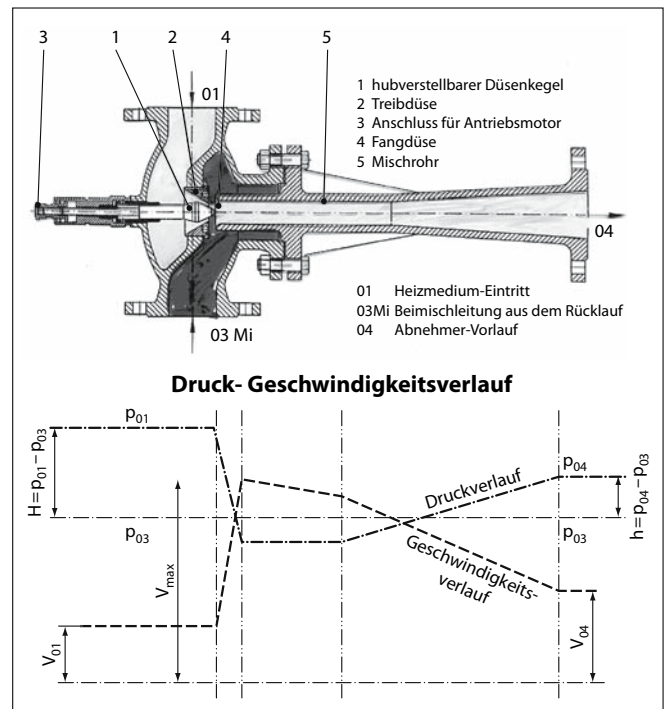


Bild 2. Aufbau und Arbeitsweise einer geregelten Strahlpumpe [1].

Tabelle 1. Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – VDI 2067.

Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungsdauer [in Jahren]	Aufwand Instandsetzung [in % Invest.]	Aufwand Wartung [in % Invest.]	Aufwand Bedienung [in Std./ Jahr]
Thermostatventile	10	1	0	0
Umwälzpumpen	10	2	0	0
geregelt Strahlpumpen	20	1,5	0	0

beispielsweise exothermen Reaktionen. Dabei wird die Kühlmittelmenge ebenso über das Strahlventil gesteuert.

Die hohe Regelungsgüte der Strahlpumpen in Bezug auf die Zufuhr des notwendigen Volumenstroms für die jeweils benötigte Temperierleistung ist daran zu erkennen, dass die projektierte Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf über fast den gesamten Hubbereich unabhängig von äußeren Einflüssen konstant ist. Auch der Regelbereich, max. Menge zu min. Menge, der von einer Strahlpumpe zuverlässig abgedeckt wird, ist außergewöhnlich groß – er liegt in den meisten Fällen zwischen 100 und 1%!

Die geregelte Strahlpumpe übernimmt neben der lastabhängigen, mengenvariablen Förderung auch die Beimischung sowie die Umwälzung des Temperierstroms im Energieabgabekreis. Sie sichert eine Volumenstrombegrenzung und sorgt für eine zuverlässige Druckreduzierung. Im direkten Vergleich zu Temperierkreisläufen mit drehzahlgeregelten Umwälzpumpen können in Strahlpumpenanlagen folgende Komponenten je Temperierkreis ersatzlos entfallen:

- Drehzahlgeregelte Umwälzpumpe
- Eventuelle Reservepumpe
- Regelventil mit Antrieb
- Rückschlagventil
- Druckdifferenzabgleicharmatur
- Verkabelung für den Pumpenantrieb
- Schaltschrankkosten anteilig
- Datenpunkte für die übergeordnete GLT

Unverständlich ist in heutiger Zeit, dass große hydraulische Anlagen z.B. in Krankenhäusern und öffentlichen Gebäuden mit Dutzenden, zum Teil sogar über 100 Umwälzpumpen (Pumpeninflation), geplant und gebaut werden! Dem Autor sind hydraulische Anlagen bekannt, in denen nach der Hauptpumpe zahlreiche Verteiler eingebaut werden mit jeweils

- eigener Zubringerpumpe für die Lüftungsanlage, anschließendem Dreiwegeventil und Umwälzpumpe
- eigener Heizungspumpe sowie
- Umwälzpumpe von Verteiler zu Verteiler.

In solchen Anlagen gibt es fast immer Schwierigkeiten mit der Hydraulik, sodass dann unterversorgte Regelkreise durch Einsatz von stärkeren Umwälzpumpen „saniert“ werden, wodurch wiederum neue Problembereiche entstehen. Das geht sogar so weit, dass bei niedrigen Außentemperaturen Stränge, bei denen die Heizwasser-Zirkulation komplett unterbrochen ist, durch Zuschalten von Reservepumpen von Hand wieder mit Heizungsenergie versorgt werden.

Tatsache ist, dass die elektrodynamische Wasser-Wärmeverteilung über Dreiwegeventil und Umwälzpumpe heute

in verstärktem Maße durch die hydraulische Wasser-Wärmeverteilung mittels der Strahlpumpe ersetzt wird. Damit wird die unsinnige und unwirtschaftliche Umwälzpumpeninflation in den Großanlagen vermieden.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass eine Anlage umso verfügbarer ist, je weniger Geräte eingebaut sind. Jedes zusätzlich eingebaute Gerät kann und wird früher oder später eine Störquelle sein.

In Regelwerken und Normen hält die Strahlpumpe zunehmend Einzug. So beweist die Aufnahme der Strahlpumpe in die VDI 2067-Richtlinie die Erkenntnis der Wirtschaftlichkeit von gebäudetechnischen Anlagen mit Strahlpumpen (Tab. 1).

In der VOB wie auch in der Energieeinsparverordnung EnEV werden allgemein Forderungen an die Wirtschaftlichkeit bzw. die Hydraulik gestellt. Diese neuen Vorgaben der EnEV zur

- CO₂-Reduzierung (Kyoto-Protokoll)
- Senkung der Betriebskosten

– Senkung des allgemeinen Ressourcenverbrauchs sind in der neuesten Broschüre des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltung – kurz AMEV aufgelegt [2]. Darin wird unter anderem auch aus wirtschaftlichen Gründen speziell auf die Strahlpumpe z.B. in der Fernwärme oder der HLK hingewiesen.

Zur Umsetzung der EnEV liegt auch das VDMA-Einheitsblatt 24199 „Regelungstechnische Anforderungen an die Hydraulik bei Planung und Ausführung von Heizungs-, Kälte-, Trinkwasser- und Raumlufttechnischen Anlagen“ vor. Dabei sind verschiedene hydraulische Schaltungen mit der Strahlpumpe enthalten [3].

In der Literatur: [4–7] u.a.m. werden bei Anwendung der Strahlpumpentechnologie schon bei kleinen – ab 4 Regelkreisen, mittleren, aber besonders bei großen Heizungs- und Lüftungsanlagen beträchtliche Einsparungen an Investitions-, Strom- und Wartungskosten angegeben.

Um zu einer objektiven Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu kommen, sollten bei ein und demselben Projekt immer beide Varianten, einerseits

- die konventionelle elektrodynamische Ausführung (mit Dreiwegeventil und Umwälzpumpen) und andererseits
- die hydrodynamische Ausführung (mit Strahlpumpe) miteinander verglichen werden.

So wird auf Einsparpotenziale [6] bei den Investitionskosten in zwei Anlagen mit Strahlpumpen auf 36% (44 Strahlpumpen) sowie auf 42% (32 Strahlpumpen) hingewiesen. In den letzten Jahren sind hunderte von Strahlpumpenanlagen installiert worden mit ähnlichem Einsparpotenzial, s. Tab. 2, Bild 3.

Typisch im Zusammenhang mit dem Einsatz von Strahlpumpen ist die Tatsache, dass bei Auftreten von Fehlern

Tabelle 2. Fachhochschule der Polizei.

	HAST konventionell			HAST mit Strahlpumpe		
	Investition	Wartung/a	Instandhaltung/a	Strahlpumpe Investition	Wartung/a	Instandhaltung/a
Alle Stationen	104 484,00 €	1 044,84 €	2 089,68 €	60 886,00 €	608,86 €	1 217,72 €
Einsparungen mit Strahlpumpen				43 598,00 €	435,98 €	871,96 €

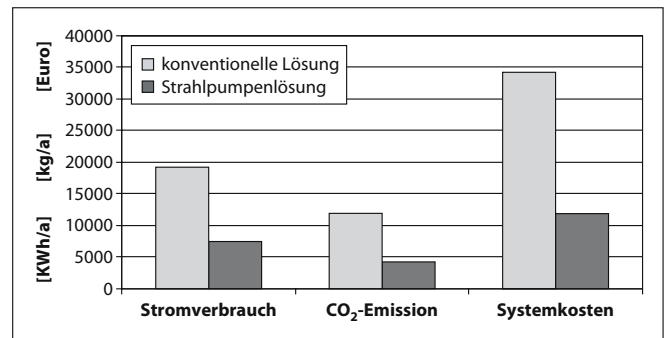
(keine ausreichende Wärmeversorgung u.a.m.) zuerst die Ursache bei der Strahlpumpe gesucht wird. Man ist dann umso erstaunter, wenn festgestellt wird, dass der Grund für die unzureichende bzw. ganz fehlende Wärmeversorgung in der Hydraulik zu finden ist u.a.:

- Kein ausreichender Differenzdruck vor der Strahlpumpe (abgebaut durch Überströmungen, Kurzschlüsse oder falsche Auslegung der Hauptpumpe)
- Zu hoher Anlagewiderstand (z.B. durch nicht gereinigte Schmutzfänger)
- Luft in der Anlage.

Man kann sagen, dass die Fehler fast zu 100% im hydraulischen Anlagenaufbau zu finden sind, jedoch weder beim Regler noch beim Fühler oder beim Stellventil, z.B. der Strahlpumpe.

Die Anwendung der Strahlpumpentechnologie allein in Heizungsanlagen ermöglicht Einsparungen insbesondere an elektrischer Energie in Größenordnungen, die es rechtfertigen, sämtliche technischen Energiekreisläufe, auch die in der industriellen Prozesstechnik, mit Strahlpumpen zu betreiben.

Der Nutzen daraus wäre alsbald für die Volkswirtschaft und den Umweltschutz messbar, zumal im Winterhalbjahr der kalorisch erzeugte elektrische Strom einen relativ hohen Anteil am Gesamtstromverbrauch hat.

**Bild 3.** Beispiel für Energieeinsparung mit Strahlpumpen.

Literatur

- [1] AGFW-Regelwerk: Hinweis FW 517, August 2003.
- [2] Hinweise zum Planen und Bauen von Wärmeversorgungsanlagen für öffentliche Gebäude (Heizungsanlagenbau 2005: AMEV-Berlin 2005).
- [3] VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer e.V. Frankfurt; VDMA-Einheitsblatt 24199/April 2005.
- [4] Handelsblatt: Die Wirtschaftlichkeit von Strahlpumpen in Heizungsanlagen. Haustechnische Rundschau (1976) Nr. 5/6.
- [5] Ehrhardt, G.: Die Strahlpumpe als Beimischarmatur. Haus der Technik Vortragsveröffentlichung 526, Dez. 1987.
- [6] Hesselbacher, H.: Chemie Technik, 29 (2000), Nr. 5.
- [7] W. Bälz & Sohn GmbH & Co: ABC der Strahlpumpen. Broschüre 1998.