



Dezentrale Heizpumpen

Abb 1



- ▶ **Einsparung beim Heizenergieverbrauch**
- ▶ **Automatischer hydraulischer Abgleich**
- ▶ **Zusätzlicher Komfort durch Schnellaufheizung und Regelung**
- ▶ **Zusätzliche Funktionalitäten in Gebäudeleitsystemen**

Dezentrale Heizpumpe

Eine zentrale Heizung erfordert eine zentrale Umwälzpumpe - logisch. Es geht aber auch anders: mit extrem kleinen Pumpen, die im Schnitt nur ein Watt Leistung benötigen, kann jeder Heizkörper einzeln versorgt werden. Dies zeigen Ergebnisse eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Forschungsvorhabens, das der Pumpenhersteller WILO gemeinsam mit verschiedenen Forschungseinrichtungen vorgestellt hat. Was auf den ersten Blick nach Mehraufwand aussieht, könnte sich für viele Gebäude als eine energiesparende und wirtschaftliche Lösung mit interessanten neuen Einsatzmöglichkeiten herausstellen. Heute werden die verschiedenen Stränge einer Heizungsanlage in der Regel durch eine zentrale Pumpe versorgt. Dabei sorgen Drosselventile für die gleichmäßige Durchströmung der Heizkörper und Thermostatventile regeln die bedarfsgerechte Wärmezufuhr. Ohne die hydraulischen Verluste dieser Komponenten würde meist nur rund die Hälfte der Pumpenleistung benötigt. Mit einer dezentralen Umwälz-

pumpe an jedem Heizkörper sollen diese Verluste vermieden werden. Zentrales Element des Konzeptes ist eine neue Generation sehr sparsamer kleiner Pumpen, die nahezu geräuschlos auch in Wohn- und Schlafräumen betrieben werden können. Sie laufen nur, wenn im entsprechenden Raum Wärme benötigt wird. Neben erheblichen Einsparungen für den Pumpenstrom versprechen sich die Forscher auch beträchtliche Heizkostensparnisse. Das Regelverhalten soll zudem den Bewohnern einen höheren Komfort bieten. Neue Funktionalitäten in Verbindung mit Gebäudeleittechnik unterstützen Gebäudebetreiber und Hausbesitzer etwa durch Fernbedienbarkeit. Für den Fachhandwerker ergibt sich darüber hinaus die Möglichkeit einer Ferndiagnose und gezielten Vorbereitung anstehender Wartungsarbeiten. Inwieweit diese Erwartungen bei einem Wechsel von einer „Angebotsheizung“ mit zentraler Heizpumpe zur „Bedarfsheizung“ zutreffen, wurde an einem typischen Einfamilienhaus aus dem Gebäudebestand getestet.

► Zentrale Pumpen: Hydraulischer Abgleich u. Thermostatventile

Bei einer zentralen Pumpe sorgt der hydraulische Abgleich dafür, dass alle Heizkörper des Gebäudes gleichmäßig durchströmt werden. Hierzu stellt der Heizungsmonteur ein Drosselventil an jedem Heizkörper so ein, dass der Strömungswiderstand für alle Heizkörperkreisläufe in etwa gleich groß ist. Erkauft wird dies durch einen insgesamt

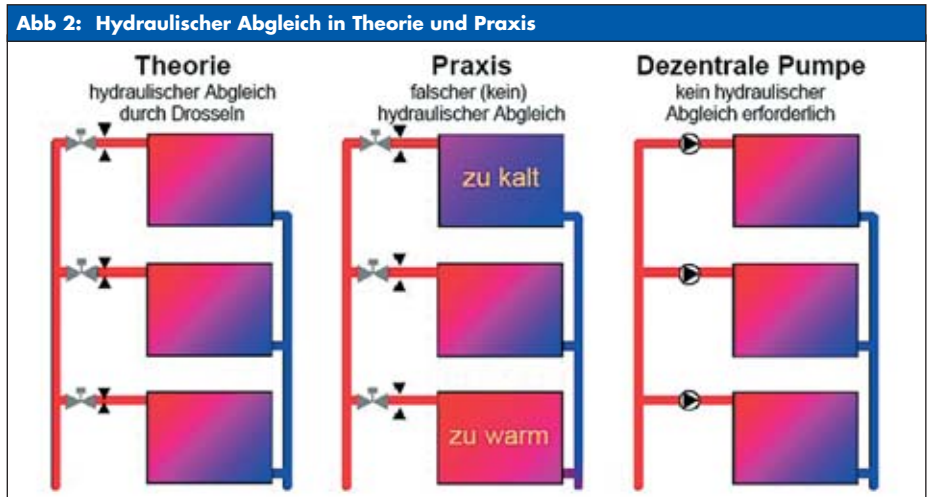
höheren Strömungswiderstand, der durch eine entsprechende Pumpenleistung überwunden werden muss. Ohne die hydraulischen Verluste dieser Komponenten würde meist nur rund die Hälfte der Pumpenleistung benötigt.

Vielfach findet der hydraulische Abgleich nicht oder nur unzureichend statt. Insbe-

sondere im Gebäudebestand mit dürftigen Planungsunterlagen wird ein mangelnder Abgleich oft durch größer dimensionierte Heizungspumpen ausgeglichen. Dies führt nicht nur zu unnötigem Stromverbrauch, auch die Wärmeverluste steigen, da die Rücklauftemperaturen höher liegen als notwendig.

► Dezentrale Heizungspumpe

Eine Pumpe in Nassläufertechnologie mit elektronisch kommutiertem Synchronmotor (siehe BINE-Projekt-Info 13/01) ist das Herzstück der neuen Technologie. In Größe und Form entspricht es einem Thermostatventil. Mit dezentralen Umwälzpumpen an jedem Heizkörper entfallen die Verluste durch den hydraulischen Abgleich und das Thermostatventil. Entsprechend gering ist der Leistungsbedarf. Im Betrieb benötigt die Pumpe durchschnittlich nur ein Watt. Zudem ist die Laufzeit im Vergleich zur zentralen Heizungspumpe wesentlich geringer. Denn nur bei konkretem Wärmebedarf im Raum startet an dem Heizkörper die Pumpe. Den Kosten für die Miniaturpumpen stehen die vermiedenen Kosten für Thermostatventile und Drosselventile gegenüber.



► Messungen am Versuchsgebäude

Welche Auswirkungen hat der Wechsel zu einem dezentralen Pumpensystem in der Praxis? Was kann erreicht werden in Bezug auf

- Pumpenstromersparnis
- Heizkostensparnis
- Komfortgewinn
- Neue Funktionalitäten

Diese Fragen sollten mit Messungen in einem Versuchsgebäude beantwortet werden.

Versuchsgebäude und Messtechnik

Als Versuchsgebäude diente ein typischer Einfamilienhaus-Altbau in massiver Bauweise. Das Gebäude aus den zwanziger Jahren ist unterkellert und besitzt zwei Vollgeschosse. Das Gebäude wurde mittels Thermografie, Luftdichtigkeits- und Luftwechsellmessungen gezielt auf Wärmebrücken und Leckagen untersucht. Dabei konnten keine besonderen Auffälligkeiten festgestellt werden. Mit einem n50-Wert von 5 entspricht die Luft-

dichtigkeit des Versuchsgebäudes typischen Verhältnissen im Gebäudebestand.

Für die Versuche wurde ein moderner NT-Heizkessel mit einer Nennwärmeleistung von 18 kW installiert. Er versorgt eine Zweirohr-Heizungsanlage mit Plattenheizkörpern. Der ursprünglich unbeheizte Dachraum wurde nachgerüstet. Die Messungen erfolgten mit Temperaturfühlern, Durchfluss- und Differenzdruckmessgeräten, die in den Anschlussleitungen der örtlichen Heizflächen installiert wurden.

Ein neues Verfahren zur Witterungsbereinigung ermöglichte es, den Jahresbrennstoffverbrauch auf der Grundlage kurzer Messzeiträume abzuschätzen. Damit konnten vergleichende Untersuchungen innerhalb einer Heizperiode mit einer bisher nicht gegebenen Präzision durchgeführt werden. Die dem Verfahren zugrunde liegenden Vereinfachungen führen dazu, dass die mess-

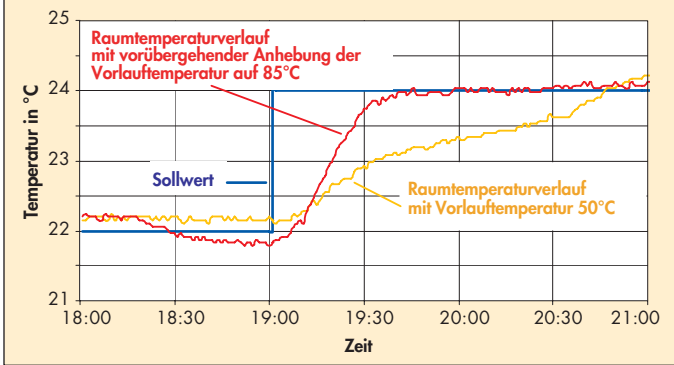
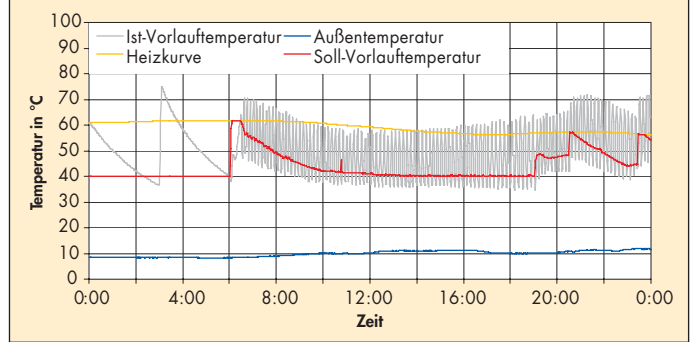
technisch ermittelte Brennstoffeinsparung mit bedarfsgeführt geregelten dezentralen Pumpen eher zu niedrig bewertet wird.

Um vergleichbare Messergebnisse zu gewährleisten, war das Gebäude unbewohnt. Das Nutzerverhalten wurde durch innere Wärmequellen und Solltemperaturprofile realitätsnah nachgebildet. Hingegen konnten Nutzereinflüsse wie das „Ablüften“ bei hohen Raumtemperaturen, erhöhter Luftwechsel durch Öffnen von Türen oder Fenstern oder Sollwertverstellungen als Reaktionen auf zu hohe oder zu niedrige Raumtemperaturen nicht erfasst werden. Diese Einflüsse dürften aber den Energieverbrauch bei Anlagen mit Thermostatregulventilen stärker steigen lassen als bei Anlagen mit dezentralen Pumpen.

Schnellaufheizung

Moderne Gebäude mit hohem Wärmeschutz benötigen vergleichsweise kleine Heizflächen, da diese für stationäre Verhältnisse ausgelegt werden. Im Aufheizbetrieb führen diese Heizflächen zu Aufheizzeiten, die vom Nutzer nicht mehr toleriert werden. Die neue Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 sieht deshalb optional eine Wiederaufheizreserve vor. Kritisch sind solche Aufheizvorgänge insbesondere bei Räumen mit Wechselnutzung, wie beispielsweise Kinderzimmer mit nächtlicher Lüftung.

Das untersuchte Regelsystem mit dezentralen Pumpen erlaubt die raumweise Schnellaufheizung, bei der vom Regler im Bedarfsfall selbständig eine Anhebung der Vorlauftemperatur erfolgt (Abb 3). Hierfür ist meist eine hinreichende Leistungsreserve vorhanden, da der Wärmeerzeuger für den Heizbetrieb häufig überdimensioniert ist und ein Aufheizbetrieb oft nur für ausgewählte Räume benötigt wird.

Abb 3: Schnellaufheizung**Abb 4: Tagesgang einer bedarfsabhängig geregelten Vorlauftemperatur**

► Vorlauftemperaturregelung

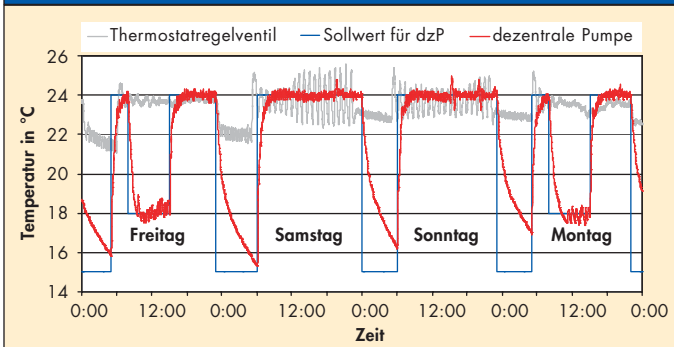
In konventionellen Heizsystemen wird die Vorlauftemperatur meist in Abhängigkeit der Außentemperatur geregelt (Abb 4). Den Zusammenhang zwischen Vorlauf- und Außentemperatur beschreibt die Heizkurve. Damit auch bei niedrigen Wärmegewinnen (z.B. Personen, Geräte, Solarstrahlung) behagliche Raumtemperaturen erreicht werden, ist die Vorlauftemperatur oft zu hoch eingestellt. Eine Alternative ist die Regelung nach einer Referenzraumtemperatur. Dazu müssen die Ventile des Referenzraumes vollständig ge-

öffnet bleiben und Nutzereingriffe ausgeschlossen werden. Die Festlegung eines Referenzraumes ist schwierig, wenn mitunter verschiedene Räume eine höhere Vorlauftemperatur benötigen. Mögliche Probleme sind:

- zu hohe Vorlauftemperaturen durch Abdrosseln der Regelventile im Referenzraum oder durch längeres Lüften
- zu niedrige Vorlauftemperaturen durch erhöhte Wärmegewinne im Referenzraum oder durch erhöhte Wärmeverluste in anderen Räumen (z.B. unbeheizte Nachbarräume)

■ unzureichende Raumtemperaturregelung im Referenzraum durch träge Regelung (z.B. lange Fließzeit des Heizmediums vom Wärmeerzeuger zum Heizkörper) Bei dem untersuchten Regelsystem mit dezentralen Pumpen wird die Vorlauftemperatur nach dem momentanen Bedarf geregelt. Eine obere Begrenzung durch die Heizkurve vermeidet übermäßig hohe Vorlauftemperaturen. Eine untere Begrenzung war durch die Mindestvorlauftemperatur des Wärmeerzeugers gegeben.

► Raumtemperaturregelung

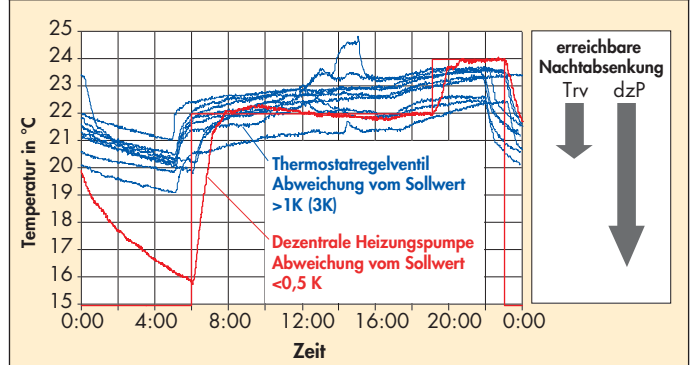
Abb 5: Raumtemperatur bei Regelung mit dezentraler Pumpe (rot) und mit Thermostatventil bei großer Heizleistungsreserve (grau)

Bei großen Heizleistungsreserven – etwa durch hohe Wärmegewinne, eine hohe Vorlauftemperatur oder durch große Heizflächen – neigt das Thermostatventil zu einem instabilen Regelverhalten verbunden mit großen Temperaturschwankungen. In der Praxis verstärken oft Nutzereingriffe diese Tendenz. Abb 5 zeigt das Regelverhalten an mehreren aufeinander folgenden Tagen ohne Nutzereingriff. Die Raumtemperaturschwankungen erreichen oft eine Größe, die die thermische Behaglichkeit deutlich beeinträchtigt. Das Regelverhalten lässt auch die Nutzung von Wärmegewinnen nur eingeschränkt zu. Demgegenüber werden mit einer dezentralen Pumpe eine hohe Regelgüte, das heißt relativ kurze Ausregelzeiten sowie eine hohe Regelstabilität und -genauigkeit erreicht. Dadurch können Wärmegewinne optimal ge-

nutzt werden. Als Raumtemperaturregler wird ein Proportional-Integral-Regler verwendet, der den besonderen Anforderungen der Regelung dezentraler Pumpen und großer Heizleistungsreserven bei optimaler thermischer Behaglichkeit und guter Ausnutzung von Wärmegewinnen angepasst wurde. Die Versuche zeigen, dass eine Regelung der Raumtemperatur mit hoher Genauigkeit und geringen Verzögerungen auch bei stark wechselnden Lastverhältnissen möglich ist.

Nachtabstimmung

Im Versuchshaus führte Nachtabstimmung in einigen Räumen zu sehr niedrigen Temperaturen, so dass für den Versuchsbetrieb stattdessen ein Stützbetrieb (Nachtabstimmung) realisiert wurde. Dabei zeigte sich, dass in den Nachtstunden die Thermostat-

Abb 6: Nachtabstimmung und Wiederaufheizung

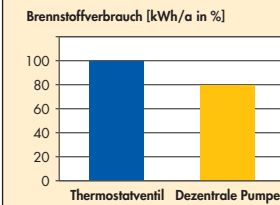
ventile aufgrund der sinkenden Raumtemperatur öffnen. Die abgesenkte Vorlauftemperatur wird durch das Ansteigen der Heizkörpermassenströme teilweise kompensiert. Dies hat zur Folge, dass die gewünschte Raumtemperaturabsenkung nur teilweise realisiert werden kann. Bei dem Regelsystem mit dezentralen Pumpen wird dagegen bis auf die gewünschte Raumtemperatur abgesenkt. Diese wird dann bis zum Ende der Absenkezeit gehalten. Eine entsprechende Ansteuerung ermöglicht das Abschalten des Wärmeerzeugers während der Zeitdauer des Auskühlens der Räume. Abb 6 zeigt den Verlauf der Raumtemperatur bei Regelung mit dezentraler Pumpe im Vergleich zu den Verläufen der Raumtemperatur an neun aufeinander folgenden Tagen bei Regelung mit Thermostatventil.

► Heizenergieeinsparung

Die Energieeinsparung beruht im Wesentlichen auf der Regelgüte, auf minimierten Verlusten bei Erzeugung und Verteilung der Heizwärme sowie der bedarfsgerechten Verteilung der Heizwärme (zum Beispiel Nachtabsenkung).

Abb 7 zeigt eine Hochrechnung der Versuchsergebnisse auf den Brennstoffverbrauch einer Heizperiode. Die Verbrauchswerte des Systems mit dezentralen Pumpen liegen in beiden Messperioden deutlich unter den mit Thermostatregelventilen ermittelten Verbrauchswerten. Mit den Messungen wurde nachgewiesen, dass mit dem System dezentrale Pumpe unter den Randbedingungen des Versuchshauses eine Verringerung der jährlichen Brennstoffkosten um nahezu 400 Euro möglich ist. Bezogen auf den Verbrauch der mit Thermostatventilen geregelten Anlage entspricht das einer Reduzierung der Brennstoffkosten um 20 Prozent.

Abb 7: Hochgerechneter Verbrauch im Versuchshaus für eine Heizperiode



► Fazit

Der Wechsel von einer „Angebotsheizung“ zur „Bedarfsheizung“ mit dezentralen Heizungspumpen wurde an einem typischen Einfamilienhaus aus dem Gebäudebestand getestet. Die Messergebnisse sind vielversprechend: Der Strombedarf für die Pumpen ist deutlich geringer als bei konventionellen Systemen – im Extremfall gegenüber einer unregulierten zentralen Pumpe um bis zu 90 Prozent. Für die Heizenergie wurde ein Einsparpotenzial von etwa 20 Prozent gemessen. Ersten Berechnungen zufolge sind die relativen Einsparungen im Niedrigenergiehaus beziehungsweise im 3-Liter-Haus noch höher. Sie liegen beim 3-Liter-Haus voraussichtlich zwischen 25 und 30 Prozent.

Insbesondere in Niedrigenergiehäusern sorgt das System für eine gesteigerte Behaglichkeit. Dazu trägt zum einen die Schnellaufheizfunktion bei, mit der das Gebäude oder einzelne Räume in kurzer Zeit temperiert werden können. Zum anderen führt die präzise Wärmezufuhr zu einer schnellen Anpassung an die Wunschtemperatur sowie einer hohen Temperaturstabilität. Die dezentralen Heizungspumpen bieten einen hohen Bedienkomfort. Gleichzeitig minimieren sich die Geräusche in der Heizungsanlage.

Dem Fachhandwerker erleichtert das dezentrale Pumpensystem die Inbetriebnahme einer Heizungsanlage, weil sie prinzipbedingt automatisch zu jedem Zeitpunkt hydraulisch abgeglichen ist.

In Verbindung mit einer Informationsvernetzung sowie innovativen Regel- und Steuerungsmechanismen werden funktionale Vorteile erreicht, die besonders in Mehrfamilienhäusern und Zweckbauten zum Tragen kommen: in einem – möglicherweise schon vorhandenen – Gebäudeleitsystem liefert die Pumpe Daten für die Fehlererkennung und Fehlerdiagnose sowie für die Heizkostenverteilung. Die Fernbedienbarkeit ermöglicht es, nutzerorientierte Heizprofile anzulegen und aktuelle Daten z.B. für ein Energie-monitoring/-management zur Energieverbrauchsauswertung abzurufen.

Um das System zur Marktreife zu bringen, müssen noch einige Fragen, die das gesamte Heizungssystem betreffen, beantwortet werden. Auch der Einsatz dezentraler Pumpen in anderen Anwendungsgebieten ist ein spannendes Thema für die Zukunft.

► PROJEKTADRESSEN

WILO AG
Susanne Kreft
Nortkirchenstraße 100
44263 Dortmund

Projektpartner

- TU Dresden
- TU München
- FhG Duisburg

► ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

Links

- www.wilo.de

Service

- Ergänzende Informationen sind bei BINE im Internet unter www.bine.info (Service/Infoplus) abrufbar

Literatur

- Fattah, A. A. (Bearb.); Kremonke, A. (Bearb.): Dezentrale Pumpen. Ergebnisse messtechnischer Untersuchungen im Versuchshaus WILO. Technische Universität Dresden. Fakultät für Maschinenwesen. Institut für Thermodynamik und Technische Gebäudeausrüstung (Hrsg.). Dez. 2004. V, 55 S.

Abbildungsnachweis

- WILO AG, Dortmund

PROJEKTORGANISATION

■ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
11019 Berlin

Projekträger Jülich (PTJ) des BMWi und BMU
Forschungszentrum Jülich GmbH
Jürgen Gehrmann
52425 Jülich

■ Förderkennzeichen
0327294A - F

IMPRESSUM

■ ISSN
0937 – 8367

■ Herausgeber
FIZ Karlsruhe GmbH
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

■ Nachdruck
Nachdruck des Textes nur zulässig bei vollständiger Quellenangabe und gegen Zusendung eines Belegexemplares; Nachdruck der Abbildungen nur mit Zustimmung der jeweils Berechtigten.

■ Autor
Dr. Franz Meyer

BINE Informationsdienst Kompetenz in Energie

BINE informiert zu Energieeffizienztechnologien und erneuerbaren Energien:

In kostenfreien Broschüren, unter www.bine.info und per Newsletter zeigt BINE, wie sich gute Forschungsideen in der Praxis bewähren.

BINE ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderter Informationsdienst der Fachinformationszentrum (FIZ) Karlsruhe GmbH.

Kontakt

Fragen zu diesem **projektinfo**?
Wir helfen Ihnen weiter:

Tel.: 0228 92379-44



BINE
Informationsdienst

FIZ Karlsruhe GmbH, Büro Bonn
Kaiserstraße 185 – 197
53113 Bonn

Tel.: 0228 92379-0
Fax: 0228 92379-29

E-Mail: bine@fiz-karlsruhe.de
Internet: www.bine.info