Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 102 (1984)
Heft: 12

Artikel: Zentrale Heizanlage: Dimensionierung und Wirkungsgrade
Autor: Brunner, Conrad U.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75430

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

trockners individuell mit umstellbaren Stromzählern bezahlt werden.

Der Elektrizitätsverbrauch in den einzelnen Wohnungen schwankt bei der Siedlung Limmatstrasse in einem überraschend grossen Bereich, selbst wenn der Vergleich bei Wohnungen mit gleicher Zimmerzahl und gleicher elektrischer Grundausrüstung (bei Kühlschrank, Kochherd und bedingt auch bei der Beleuchtung) angestellt wird (Bild 2). Diese Beobachtungen lassen darauf schliessen, dass neben der elektrischen Ausrüstung und der Wahl von sparsamen elektrischen Produkten auch der Benutzer einen sehr grossen Einfluss auf den Elektrizitätsverbrauch hat. In einer laufenden Studie des Schweizerischen Nationalfonds [6, 7] wird zurzeit untersucht, ob und wie das Benutzerverhalten beim Elektrizitätsverbrauch verändert werden kann.

Literatur

[1] *Müller, E.A.*: «Energiekennzahlen an 7056 Wohnungen in Siedlungen der Stadt Zürich». Schweizer Ingenieur und Architekt, 43/83, Zürich 1983

[2] Test, Zeitschrift der Stiftung Warentest Januar 1983: «Stromverbrauch von Haushaltgeräten». Stuttgart 1983

[3] Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE): «Haushalt-Stromtarife klipp und klar». Zürich (ohne Datum)

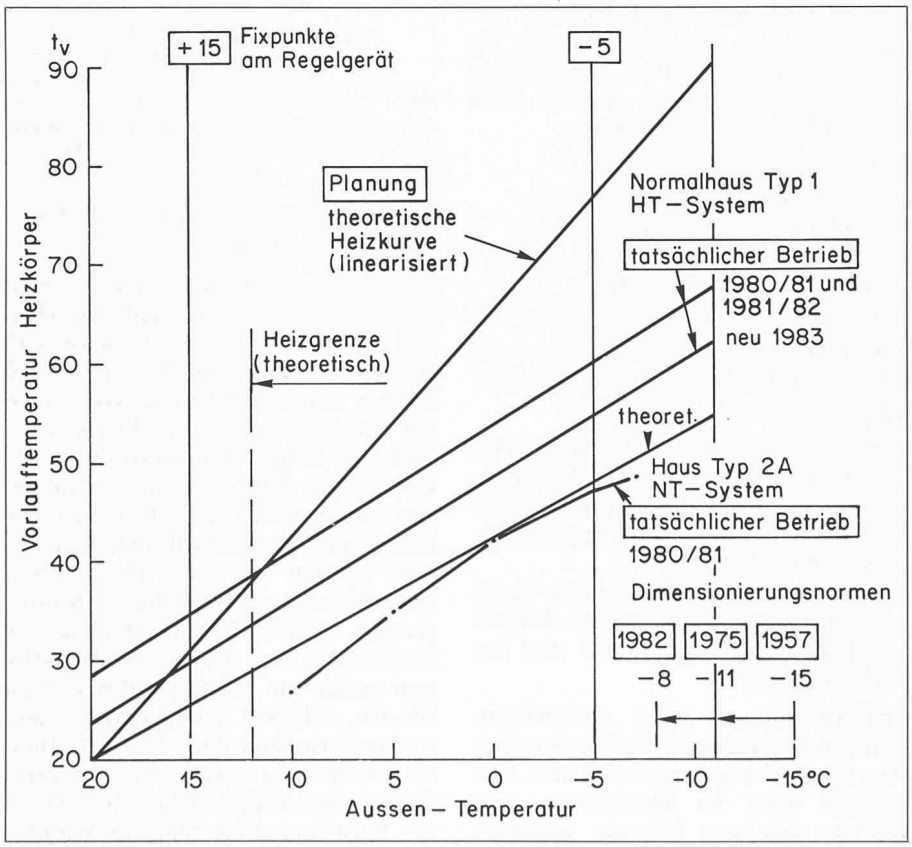
[4] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein: Empfehlung SIA 380/1 «Energie im Hochbau», Entwurf und ergänzender Bericht: *Brunner C.U., Garnier A., Kiss M., Moser R.*, Zürich, November 1983 (nicht veröffentlicht)

Zentrale Heizanlage: Dimensionierung und Wirkungsgrade

Von Conrad U. Brunner, Zürich

Die Siedlung wird von einer *zentralen Heizanlage* mit einer Fernleitung beheizt und von dieser ebenfalls mit Warmwasser versorgt. Die separate Wärmepumpenanlage und die Sonnenkollektoranlage werden im nachfolgenden Beitrag «Neue Technologien» noch genauer beschrieben. *Die Zentrale* besteht aus 2 Kesseln mit Öl-/Gasbrennern und 2 Warmwasser-Speichern mit je 3,3 m³. Die Fernleitung ist auf eine max. Vorlauftemperatur von 105 °C ausgelegt, die vier Unterstationen in den einzelnen Höfen geben die Wärme an das Radiatoren-Verteilsystem in den Gebäuden mit einer nach Aussentemperatur geregelten max. Vorlauftemperatur von 90 °C ab. Dem Projekt lag bei einer min. Aussenlufttemperatur nach SIA 380 von −11 °C ein max. Wärmeleistungsbedarf von ca. 1800 kW zugrunde.

Bild 1. Vorlauftemperaturen in Abhängigkeit der Aussentemperatur



Die Vorlauftemperaturen und die Brennerbetriebsstunden 1980/81 zeigten eine deutliche Überdimensionierung der Anlage (Tab. 1). Verschiedene Vorkehrungen führten zu einer schrittweisen Verminderung der Brennerleistung auf 1260 kW; eine weitere Reduktion auf 1000 kW entsprechend der heute geltenden Empfehlung SIA 384/2 von −8 °C ist für 1984 vorgesehen. Ebenso sind die Vorlauftemperaturen von 90 °C bereits auf max. 65 °C reduziert worden (Bild 1).

Der gesamte heutige *Jahresnutzungsgrad* der Energie der konventionellen Heizanlage Limmatstrasse von ca. 70% ist wegen folgender Mängel ungenügend:

- Überdimensionierung der Kessel um ca. 45%
- hohe Bereitschaftsverluste
- hochtemperaturiger Betrieb der Fernleitung
- schlecht isolierte Verteilleitungen im Heiz- und Warmwassernetz
- schlechte Temperatur-Regelung der Warmwassererzeugung
- Warmwassernetz mit 24stündiger Zirkulation.

Der *Anlagewirkungsgrad* der Heizzentrale selbst ist mit ca. 86% (ohne Abgaskondensation) dabei weniger kritisch als der Jahresnutzungsgrad für Raumwärme mit 75% und für Warmwasser mit 60%. Die Verteilung schluckt mit einem Verteilnetz mit 7000 m Rohr 19% der Endenergie.

Die *Hilfsaggregate* (2 Brennermotoren, 13 Umwälzpumpen) sind mit 12 kW Leistung zusätzlich für 1,3% des gesamten Endenergieverbrauches für Wärme der Heizzentrale verantwortlich.

Die bisherige Auswertung hat noch *weitere Probleme* aufgedeckt: Die Brenner

werden nur einstufig betrieben, obwohl ihr zweistufiger Betrieb technisch möglich und energetisch sinnvoll ist; beide Kessel sind dauernd warm und können erst nach einem Umbau der Warmwassersteuerung so gefahren werden, dass bis ca. 0 °C Aussenlufttemperatur ein Kessel abgestellt bleibt. Die effektive Dauer der Heizperiode lässt den Schluss zu, dass eine Heizgrenze von ca. 14 °C gefahren wird, anstatt 10 °C, wie sie bei gut wärmegedämmten Bauten möglich ist.

Die *aussentemperaturabhängige Steuerung* der Unterstationen hat die typische Problematik der ungenügenden Nachtabsenkung mit Thermostatventilen gezeigt. Dieser Mangel ist durch bessere Heizgruppen-Trennung (Nord/Süd) und -Regelung einerseits, durch tiefere Nachtabsenkung (über 5 °C: nachts ab) und durch mengenregulierte Umwälzpumpen zu lösen.

Tabelle 1. Daten der Heizzentrale

	2 Kessel/Brenner Leistung [kW]	Vollbetriebs-stunden [h/a]	Abgas-temperatur [°C]	max. Vorlauftemperatur [°C]	
				Fernleitung	Radiator
1980 Bauausführung	1791 (Kessel max.)	1518*		105	90
Winter 1980/81	1422 (Düse red.)	1915*	253	95	80
Winter 1981/82	1262 (Düse weiter red.)	2105*	210	95	80
ab Winter 1984/85 (geplant)	ca. 1000 kW (Düse noch weiter reduziert)	ca. 2400**	ca. 180 (ca. 120 auf ½ Stufe)	75	65

* einstufiger Betrieb beider Kessel ** zweistufiger Betrieb beider Kessel

Neue Technologien: Gasmotor-Wärmepumpe und Sonnenkollektoranlage

Von Jürg Gass, Dübendorf

Die Gasmotor-Wärmepumpe

Von der Haustechnik her gesehen steht das Haus Typ 2A mit einem *Wärmekollektiv,* dessen Kernstück eine gasmotorgetriebene Wärmepumpe ist, im Zentrum des ganzen Experimentes. Diese Anlage wurde von Anfang an bewusst als Kleinanlage konzipiert, sozusagen als Demonstrationsobjekt für die Anwendbarkeit dieser Technologie für kleinere Mehrfamilienhäuser. Von den Behörden der Stadt Zürich wurde dem Projekt besondere Bedeutung zugemessen als eine der wärmetechnischen Sanierungsmöglichkeiten unter städtischen Verhältnissen. So wurde zum Beispiel bewusst auf den Bau einer unterirdischen Zentrale für die Wärmepumpen-Anlage im Hof der Siedlung verzichtet, da dies normalerweise nicht möglich ist. Dafür wurde in Kauf genommen, dass der Kellerboden im bestehenden Gebäude abgesenkt werden musste, um genügend Raum zu schaffen für die Speichertanks.

Die Funktionsweise der Wärmepumpenanlage

Auf der kalten Seite des Wärmepumpenkreislaufes stehen zwei Wärmequellen zur Verfügung (Bild 1). Die eine Wärmequelle besteht aus etwa 2000 m Kunststoffrohr als Dachabsorber, aufgeteilt in zwei Sektoren, der eine Sektor als «Auf-Dach-Absorber» (ADA) auf der horizontalen Fläche der Dachzinne liegend (etwa 45,4 m²) und der andere Sektor als «Unter-Dach-Absorber» (UDA) in der nach Südosten geneigten Dachschräge unter den Ziegeln liegend (etwa 45,6 m²). Beide Absorber-Sektoren liefern ihre Wärme an einen Kollektor-Speicher mit 1600 l Inhalt. Sobald dieser Kollektorspeicher auf 20 °C aufgeladen ist, kann der ADA weitere Wärmegewinne in einen Speicher liefern zur Vorwärmung des Warmwassers.

Energiebilanz des Wärmekollektivs

Für den ersten Betriebswinter ist der *Anteil der Mankodeckung* grösser als im zweiten Winter. Der Grund dafür sind die Ausfälle der Anlage, die im ersten Winter häufiger waren. Während der Ausfallzeiten wurde die Wärmeversorgung voll durch die Mankodeckung übernommen. Für den zweiten Betriebswinter wurde in der Software des Regelsystems eine Änderung vorgenommen, so dass die Vorlauftemperatur in der Aufheizphase am Morgen je nach Aussentemperatur beschränkt wurde (vorher wurde die Vorlauftemperatur nur durch die Stellung der Radiatorventile bestimmt). Man erhoffte sich dadurch eine bessere Auslastung der Wärmepumpe und eine Verringerung des Anteils der Mankodeckung. Der Anteil der Mankodeckung ist im zweiten Winter für die vergleichbaren Monate ohne Ausfälle (Jan./Feb.) etwa 3% kleiner, aber der gesamte Wärmebedarf ist um 8% kleiner, so dass schliesslich der Einfluss dieser Software-Änderung nicht beurteilt werden kann.

Als zweite Wärmequelle steht eine *Wärmerückgewinnungsanlage* aus dem Abwasser aus Küchen und Badezimmern zur Verfügung. Dieses Abwasser kann bis maximal auf +5 °C abgekühlt werden.

Das Kernstück der Anlage bildet die eigentliche *Wärmepumpe,* deren Kompressor von einem Ford-Escort-Industriemotor (1,6 l) mit Erdgasausrüstung angetrieben wird. Die Wärmeabgabe an das Wärmekollektiv geschieht über drei Wärmetauscher:

- Kondensator des Wärmepumpenkreislaufes
- Kühlwasser des Motors
- Abgas des Motors.

Die vom Motor an die Umgebung abgegebene Wärme wird mittels eines unmittelbar neben dem Motor stehenden Zusatzverdampfers von etwa 4 kW Leistung zurückgewonnen.

Der *Motor* wird etwa mit 1800 Umdrehungen pro Minute betrieben und gibt dabei etwa 7 kW mechanische Leistung ab, was je nach Situation eine Wärmeleistung zwischen 20 und 25 kW am Kondensator ergibt. Die maximale thermische Leistungsabgabe an das Wärmekollektiv liegt zwischen 32 und 38 kW. Die zur Verfügung stehende Wärmeleistung ist für das Haus Typ 2A zu gross; es waren keine geeigneten kleineren Gasmotoren für stationären Betrieb auf dem Markt. Um vernünftige Betriebszyklen der Anlage zu erreichen, wurden zwei Heizwasserspeicher von je 2700 l Inhalt installiert, die zwischen 55 °C und etwa 25 °C betrieben werden.

Die *gespeicherte Wärme* steht einerseits für die Raumheizung zur Verfügung,