Wohnkolonie Limmatstrasse, Zürich: Ergebnisse der energetischen Sanierung: Energieverbrauch und Energiekosten: Beurteilung anhand von Vergleichswerten und Bewohnereinfluss

Autor(en): **Müller, Ernst A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **102 (1984)**

Heft 12

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-75429

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Energieverbrauch und Energiekosten: Beurteilung anhand von Vergleichswerten und Bewohnereinfluss

Von Ernst A. Müller, Zürich

Verbrauch

Die Auswertung des Messprogrammes ergab für die gesamte Wohnkolonie Limmatstrasse in den zwei Heizperioden 1980/81 und 1981/82 durchschnittlich einen Endenergieverbrauch von 13,9 TJ/a. Das ergibt im Jahresmittel für eine der insgesamt 254 Wohneinheiten 55 GJ und für einen der rund 630 Bewohner 22 GJ. Der Energieverbrauch pro m² Energiebezugsfläche (EBF), also die Energiekennzahl E_{Totab} liegt bei 625 MJ/m² · a.

Vom gesamten Endenergieverbrauch von 13,9 TJ/a wurden 50,8% für die Raumheizung, 25,0% für das Warmwasser und die restlichen 24,2% in Form von Elektrizität und Kochgas verbraucht (Tab. 1). Da der Energieverbrauch für die Raumheizung durch die Sanierungsmassnahmen bei der Wohnkolonie Limmatstrasse sehr stark reduziert werden konnte, der *Warmwasserbedarf* aber auf heutige Komfortansprüche angehoben wurde, ist der Anteil des Endenergieverbrauches für die Trinkwassererwärmung im Vergleich zu einem mittleren Mehrfamilienhaus rund doppelt so gross. Bei energetisch guten Objekten muss deshalb in Zukunft der Wassererwärmung grössere Aufmerksamkeit geschenkt werden als in bisherigen Planungen.

In der Wohnkolonie Limmatstrasse wurden 1981 784 000 kWh/a *Elektrizität und Kochgas* verbraucht: rund 4% davon für die Pumpen und Ventile in der Heizzentrale, 26% für Waschmaschinen und Tumbler und 10% für den restlichen Allgemeinverbrauch (wie Beleuchtung im Treppenhaus, Keller und Estrich). Vom gesamten Elektrizitäts- und Kochgasverbrauch wurden 60% in den einzelnen Wohnungen beansprucht oder rund 2200 kWh/a pro mittlere Wohnung mit 2,9 Zimmern. Der Elektrizitätsverbrauch nimmt mit steigender Wohnungsgrösse zu und liegt bei den 46 2- und 2½-Zimmer-Wohnungen im Mittel (exklusive Kochen) bei 1352 kWh, bei den 129 3-Zimmer-Wohnungen bei 1690 kWh und bei den 42 4-Zimmer-Wohnungen im Mittel bei 2155 kWh pro Wohnung und Jahr.

Tabelle 1. Energieverbrauch und Energiekosten der gesamten Siedlung

	Energieverbrauch Mittel 1980/81 und 81/82		*Energiekosten 1981/82*	
	[TJ/a]	[%]	[in 1000 Fr.]	[%]
Raumheizung	7,1	50,8	107	36,9
Warmwasser	3,5	25,0	53	18,1
Hilfsaggregate Heizzentrale	0,1	1,0	5	1,8
Heizung (inkl. Hilfsaggregate)	10,7	76,8	165	56,8
allg. Elektrizitätsverbrauch[1]	1,2	8,7	45	15,6
Elektrizitäts- und Kochgasverbrauch in einzelnen Wohnungen	2,0	14,5	81	27,6
Elektrizitäts- und Kochgasverbrauch[1]	3,2	23,2	126	43,2
Total Endenergieverbrauch (100%)	13,9	100,0	291	100,0
Nebenkosten (Verwaltung, Service usw.)	-	-	13	4,4
Total Energiekosten	-	-	304	104,4

[1] ohne Hilfsaggregate der Heizung

Tabelle 2. Monatliche Energieverbrauchskosten (ohne Nebenkosten) in der Wohnkolonie Limmatstrasse im Vergleich zu 24 untersuchten Siedlungen der Stadt Zürich mit Zentralheizungen und Kombikesseln beim Preisstand 1981/82 [1]

	Zimmer pro Wohnung	*Monatliche Energieverbrauchskosten pro Wohnung* [Fr./Whg. · Mt.]							
		Raumheizung	+	Warmwasser	=	Heizkosten	restliche Energiekosten	gesamte Energiekosten
24 Siedlungen der Stadt Zürich	2,9	76	+	12	=	88	40	128
Wohnkolonie Limmatstrasse	2,9	35	+	17	=	52	43	95
Wohnkolonie Limmatstrasse im Vergleich zu 24 Siedlungen Stadt Zürich (%)		-54%	+	42%		-41%	+7%	-26%

Kosten

Die *Energiekosten* der Wohnkolonie Limmatstrasse verschlingen heute (Preisstand 1981/82) insgesamt 304 000 Fr./a. Davon fallen 13 000 Fr./a auf die Nebenkosten und 291 000 Fr. allein auf den Energieverbrauch (Tab. 1). Die Mieter in der Wohnkolonie Limmatstrasse haben im Mittel pro Wohnung Ausgaben für den Energieverbrauch (exklusive Nebenkosten) von 95 Fr./Monat zu bestreiten. Die finanzielle Belastung des Energiekonsums liegt in der Grössenordnung von etwa 20% der Mietkosten und bei ungefähr 4% des durchschnittlichen Einkommens der Mieter.

Die *Kosten für den Elektrizitäts- und Kochgasverbrauch* beanspruchen beinahe die Hälfte der gesamten Energieverbrauchskosten (45,0%), obwohl der Anteil des Elektrizitäts- und Kochgasverbrauches am gesamten Energieverbrauch (24,2%) nur etwa halb so gross ist. Diese starke Zunahme des kostenmässigen Anteils im Vergleich zum Verbrauchsanteil ist auf die hohen spezifischen Energiepreise von Elektrizität und Kochgas (39 Fr./GJ Endenergie) im Vergleich zu den Brennstoffpreisen (15 Fr./GJ) zurückzuführen.

Vor der Sanierung betrugen die damaligen gesamten Energiekosten pro Wohnung für die Einzelofenfeuerung und den Elektrizitäts- und Kochgasverbrauch gemäss einer Mieterbefragung im Mai 1974 102 Fr./Whg. · Mt. Diese Energiekosten würden gemäss dem Zürcher Index der Konsumentenpreise für die Bedarfsgruppe Heizung und Beleuchtung – bei gleichem Energieverbrauch – heute um etwa 50% auf 153 Fr./Whg. · Mt. ansteigen. Die heutigen Energiekosten konnten demgegenüber aber dank der energetischen Sanierung durchschnittlich auf 95 Fr./Whg. · Mt. oder um 38% *gesenkt werden*.

Die heutigen Energieverbrauchskosten der Wohnkolonie Limmatstrasse liegen *deutlich unter den Kosten* von vergleichbaren Wohnsiedlungen der Stadt Zürich [1] mit 128 Fr./Whg. · Mt. Diese Minderkosten konnten trotz gesteigertem Komfort bei der Warmwasserver-

Tabelle 3. Endenergieverbrauch der Wohnkolonie Limmatstrasse im Vergleich zum mittleren Verbrauch von Mehrfamilienhäusern in der Schweiz

	Wohnkolonie Limmatstrasse [MJ/m² · a]	*Mittlerer Verbrauch eines Mehrfamilienhauses* [MJ/m² · a]
Raumheizung	318	650
Warmwasser	156	100
Total Wärmeverbrauch	474	750
Hilfsaggregate Heizzentrale	7	12
restlicher elektrischer Allgemeinverbrauch	54	25
Elektrizitätsverbrauch in einzelnen Wohnungen	63	76
Kochgasverbrauch	27	31
Total Restverbrauch	151	144
Total Endenergieverbrauch	625	900

sorgung und trotz ungefähr gleichen Elektrizitätskosten erzielt werden, weil die Kosten für die Raumheizung sehr stark gesenkt werden konnten (Tab. 2).

Vergleiche

Die gesamte Wohnkolonie Limmatstrasse besitzt eine Energiekennzahl E_{Total} von 625 MJ/m² · a, die um etwa 30% unter dem Mittel eines Mehrfamilienhauses in der Schweiz liegt (Tab. 3). Auch im Vergleich zu allen 56 untersuchten Wohnsiedlungen der Stadt Zürich mit 7056 Wohnungen [1] hat die Wohnkolonie Limmatstrasse nach der Sanierung die niedrigste Energiekennzahl E_{Total} und $E_{Wärme}$ (Bild 1). Der spezifische Energieverbrauch für die Raumheizung ist nur etwa halb so gross wie bei einem mittleren Mehrfamilienhaus. Der Elektrizitätsverbrauch für die Umwälzpumpen der Heizzentrale konnte dank besserer Dimensionierung und Regelung ebenfalls sehr stark gesenkt werden (Tab. 3). Der Energieverbrauch in den einzelnen Wohnungen (Elektrizität und Kochgas) liegt sehr nahe bei den schweizerischen Vergleichswerten; der allgemeine Elektrizitätsverbrauch u. a. für die Waschküche und die allgemeine Beleuchtung ist hingegen rund doppelt so gross. Werden allerdings diese Verbrauchswerte von rund 1000 kWh/Whg. · a für die Waschküche den Werten aus der Fachliteratur gegenüber- gestellt [2, 3], so lassen sich die Verbrauchswerte in der Wohnkolonie Limmatstrasse erklären.
Der Energieverbrauch der Wohnkolonie Limmatstrasse wurde im ursprünglichen Zustand vor der Sanierung durch Stichproben gemessen. Diese Messungen ergaben (umgerechnet auf eine normal belegte Wohnung in einem mittleren Winter) für die Raumheizung einen spezifischen Verbrauch von rund 450 MJ/m² · a. Der heutige Energieverbrauch der Wohnkolonie Limmatstrasse ist – trotz gesteigertem Komfort des Raumklimas (alle Räume beheizt, überall Soll-Temperaturen) und trotz höherem Bedienungskomfort (Zentralheizung, keine Einzelofenheizung mehr) – dank den energetischen Sanierungsmassnahmen nicht gestiegen, sondern konnte im Gegenteil sogar noch deutlich gesenkt werden. Der Nettobedarf Raumheizung der Wohnkolonie Limmatstrasse von 231 MJ/m² · a konnte durch die energetischen Sanierungsmassnahmen nicht nur unter den Wert der Mindestanforderung von 300 MJ/m² · a, sondern sogar unter den Richtwert von 250 MJ/m² · a der in der Vernehmlassung befindlichen Empfehlung SIA 380/1 «Energie im Hochbau» [4] für neue Mehrfamilienhäuser gesenkt werden.

Benutzereinfluss

Die Mieter können durch ihr Benutzerverhalten den Energieverbrauch in einem Mehrfamilienhaus und damit auch die Energiekosten zu einem sehr grossen Teil selbst beeinflussen:

- Raumtemperatur
- Lüftungsverhalten, Fensterläden
- Warmwasserverbrauch
- Wäschegewohnheiten
- Betätigung der Beleuchtung
- Betätigung der Elektroapparate

Den Elektrizitätsverbrauch können die Mieter durch ihr Verhalten selbst beeinflussen:

- beim allgemeinen Elektrizitätsverbrauch durch rationelle Wäschegewohnheiten und durch sparsames Betreiben des Lichtes im Treppenhaus, Keller und Estrich
- in den einzelnen Wohnungen durch sparsamen und rationellen Einsatz der elektrischen Apparate und der Beleuchtung.

Sparbemühungen beim Elektrizitätsverbrauch wirken sich auf die Senkung der Energiekosten markant aus, verschlingt doch der Elektrizitäts- und Kochgasverbrauch 45% der gesamten

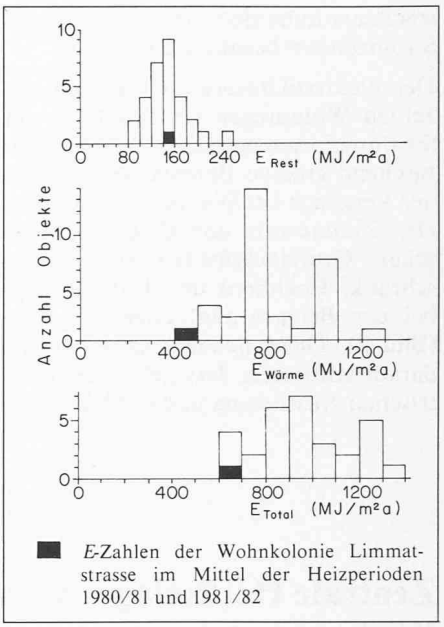


Bild 1. Energiekennzahlen der Wohnkolonie Limmatstrasse im Vergleich zu 30 Siedlungen der Stadt Zürich mit Zentralheizung und Kombikesseln oder Fernwärmeversorgung [1]

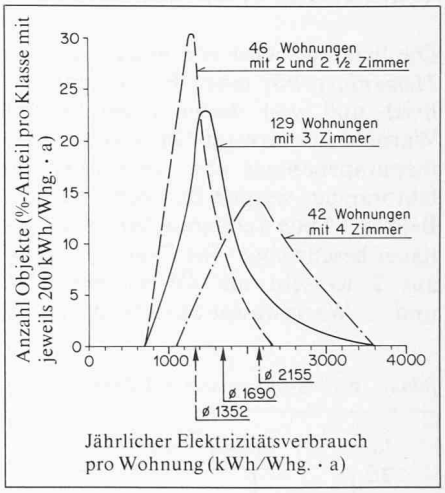


Bild 2. Elektrizitätsverbrauch von 2-, 3- und 4-Zimmer-Wohnungen (Wohnungen ohne Elektroherd und ohne elektrische Wassererwärmung)

Energieverbrauchskosten der Wohnkolonie Limmatstrasse.

Der allgemeine Elektrizitätsverbrauch für die Beleuchtung schwankt zwischen den einzelnen Häusern mit jeweils 10 Wohnungen zwischen 1700 und 2200 kWh/a, und der Elektrizitätsverbrauch der Waschküchen schwankt zwischen 7000 und 12 000 kWh/a pro Haus. Die Gründe für diese grossen Schwankungen sind einerseits auf unterschiedliche Belegungen zurückzuführen, andererseits können sie auch durch unterschiedliches Benutzerverhalten hervorgerufen werden. Damit die Höhe des Verbrauches und die Kosten den Mietern besser vor Augen geführt werden können, sollte z.B. der allgemeine Elektrizitätsverbrauch der einzelnen Häuser miteinander verglichen oder sogar separat abgerechnet und der Verbrauch der Waschmaschine und des Wäsche-

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)

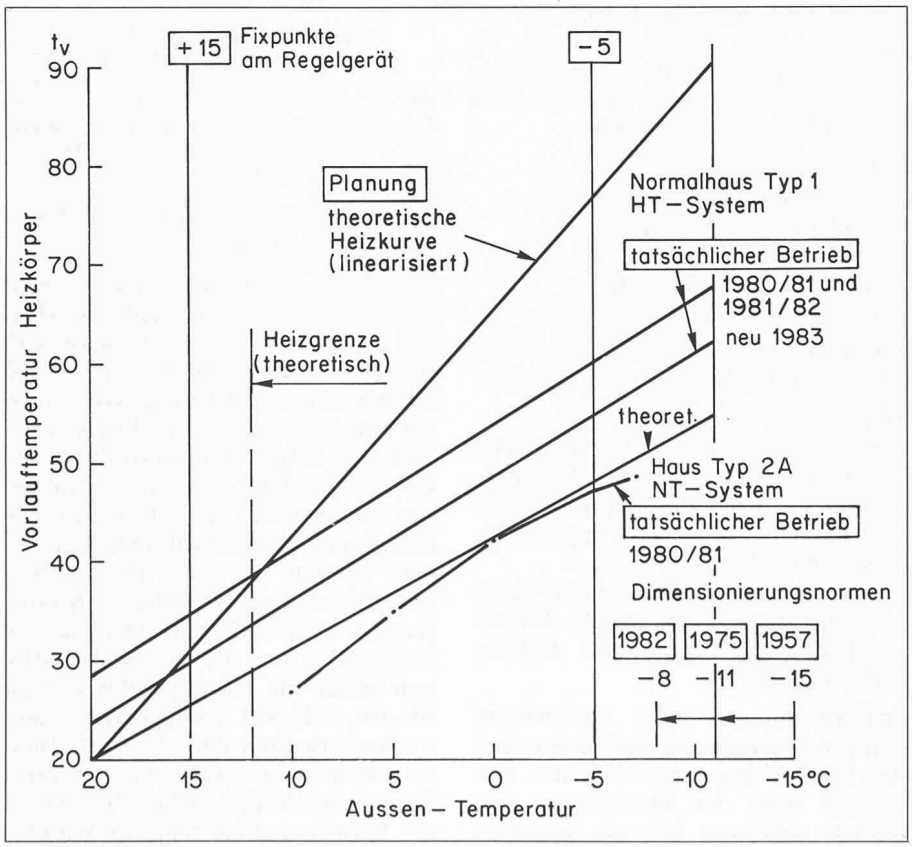
[4] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein: Empfehlung SIA 380/1 «Energie im Hochbau», Entwurf und ergänzender Bericht: *Brunner C.U., Garnier A., Kiss M., Moser R.*, Zürich, November 1983 (nicht veröffentlicht)

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