

Energiekennzahlen an 7056 Wohnungen in Siedlungen der Stadt Zürich: SIA-Publikationsreihe "Energiekennzahlen von Gebäudegruppen"

Autor(en): **Müller, Ernst A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **101 (1983)**

Heft 43

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75219>

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.

aussichtlich noch weitere Zusammenhänge ergeben.

Aus der bisherigen Untersuchung können für Verwaltungsbauten etwa die in Tab. 1 aufgeführten *mittleren Energiekennzahlen* abgeleitet werden. Die Analyse sowie die bereits erzielten Resultate bei energietechnischen Sanierungen an Verwaltungsbauten zeigen, dass insbesondere bei dieser Gebäudeart *noch erhebliche Sparpotentiale* vorhanden sind, diese können durch rationellere

Tab. 1. Energiekennzahlen [$\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$] von Verwaltungsbauten

Technischer Ausbau	$E_{\text{Wärme}}$	E_{Strom}	E_{total}	Sollwert nach Gesamt-Sanierung
Beheizt und belüftet	660	240	900	700
Klimatisiert oder belüftet	700	400	1100	900

Energienutzung bzw. entsprechende Sanierungen, vor allem an den gebäudetechnischen Anlagen, erzielt werden. Als erste Richtwerte können etwa die in Tab. 1 aufgeführten Sollwerte nach

einer Gesamtanierung betrachtet werden.

Adresse des Verfassers: P. Wiedmer, Ing. HTL/SWKI, Geschäftsführer der Effical AG, 8712 Stäfa.

Energiekennzahlen an 7056 Wohnungen in Siedlungen der Stadt Zürich

SIA-Publikationsreihe «Energiekennzahlen von Gebäudegruppen»

Von Ernst A. Müller, Zürich

Das Hochbauinspektorat der Stadt Zürich führte bereits 1979 umfangreiche energetische Grobanalysen durch. Das Hochbauinspektorat der Stadt Zürich leitete damals mit den Grobanalysen an 49 Verwaltungsgebäuden und 121 Schulen den ersten Schritt einer systematischen Vorgehensweise zur Reduktion des Energieverbrauches der städtischen Liegenschaften ein, welche in Zusammenarbeit mit dem Amt für technische Gebäudeausrüstung und dem Energiebeauftragten der Stadt Zürich im Rahmen des Programms zur energetischen Sanierung der Gebäude der Stadt Zürich (Presanz) zielstrebig an die Hand genommen wird. Bis heute sind bereits rund 85% des gesamten Gebäudebestandes der städtischen Liegenschaften mit einer Grobanalyse untersucht worden. Mit der Erhebung an den 56 Wohnsiedlungen, welche das Büro Conrad U. Brunner unter Mitarbeit des Ingenieurbüros B. Wick im Auftrag des Hochbauinspektorates der Stadt Zürich anfangs 1983 durchführte, liegen nun Resultate an einem sehr grossen Gebäudebestand von Mehrfamilienhäusern vor. Die 56 Wohnsiedlungen umfassen 7056 Wohnungen mit jährlichen Energiekosten von insgesamt 11 Mio Fr. Die Untersuchung lieferte neue Erkenntnisse, unter anderem über die Struktur des Energieverbrauches im Mietwohnungsbau, die umso bedeutender sind, da die Wohnungen in Mehrfamilienhäusern rund 20% des gesamten Elektrizitätsverbrauches in der Schweiz und rund 40% des Heizenergieverbrauches beanspruchen.

Erhebung und Auswertung

Für die Erhebung der *Grobanalysen* an den 56 Wohnsiedlungen der Stadt Zürich wurde ein *eigener Fragebogen* entwickelt. Die 56 Fragebogen wurden von den verschiedenen beteiligten *Stellen der Stadtverwaltung* nach einer gemeinsamen Instruktion ausgefüllt. Dank dieser detaillierten Instruktion, der Kompetenz der beteiligten Fachleute und der sorgfältigen Energiebuchhaltung der städtischen Liegenschaften weisen die Angaben der Grobanalysen, insbesondere die für die Energiekennzahl entscheidenden Angaben über die Energiebezugsfläche (EBF) und den Energieverbrauch, einen *hohen Genauigkeitsgrad* auf.

Der *Energieverbrauch der Heizungen* wurde für die 3 Heizperioden 1979/80–1981/82 erhoben und zur Berechnung der Energiekennzahl gemittelt, der *restliche Energieverbrauch* für die Elektrizität und das Kochgas für die Jahresperiode 1981/82. Der Heizenergieverbrauch der Siedlungen mit Einzelofenheizungen wurde aufgrund von Stichprobenuntersuchungen an der Wohnkolonie Limmatstrasse vor der Sanierung geschätzt [2] und bei allen Siedlungen ein Wert von $500 \text{ MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ eingesetzt. Bei den Siedlungen mit Fernwärmeversorgung wurden die (Nutzenergie-)Angaben der Wärmezähler auf Endenergie so umgerechnet, dass sie mit dem Endenergieverbrauch einer äquivalenten Ölheizung (mit einem mittleren Jahreswirkungsgrad von 0,70) vergleichbar sind.

Die Energiekosten beziehen sich auf den *Preisstand 1981/82*. Bei den Heizkosten handelt es sich – mit Ausnahme von den Einzelofenheizungen mit den geschätzten Verbrauchswerten und zugrunde gelegten äquivalenten Ölpreisen – um die tatsächlichen Kosten ($\text{€ } 0.65 \text{ Fr./kg Öl}$). Die Elektrizitätskosten wurden aufgrund eines mittleren Preises von 13 Rp./kWh, der an der Wohnkolonie Limmatstrasse detailliert erhoben wurde, berechnet. Die Aufarbeitung des umfangreichen Datenmaterials wurde durch das Ingenieurbüro Wick, Widen, mittels Computer vorgenommen.

Eigenschaften der Wohnsiedlungen

Die 56 Wohnsiedlungen umfassen 207 Gebäude und 7056 Wohnungen mit einer gesamten Energiebezugsfläche von $639\,000 \text{ m}^2$. Ein Gebäude ist im Mittel 3086 m^2 EBF gross und hat 34 Wohnungen. Im Vergleich zum mittleren Mehrfamilienhaus der Schweiz mit durchschnittlich 7 Wohnungen [4] handelt es sich bei den Siedlungen der Stadt Zürich um *grosse Gebäude*.

Die *mittlere Grösse der Wohnungen* liegt wie schon bei den Mehrfamilienhäusern der Sages-Untersuchungen [3, 4] bei 91 m^2 EBF/Wohnung. Die Hälfte der Siedlungen weist im Durchschnitt Wohnungen mit einer Energiebezugsfläche zwischen 80 und 100 m^2 auf (Bild 1).

Bei den Wohnsiedlungen der Stadt Zürich ist der Anteil der Objekte mit *Fernwärmeversorgung* – wegen der hohen Wärmebezügerdichte – rund doppelt so gross wie der Anteil der Fernheizungen (Heizung für 2 und mehr Gebäude) bei allen Gebäuden in der Schweiz 1980 [5], dafür ist der Anteil der Einzel- oder

Tabelle 1. Anteil der Heizsysteme der 56 Wohnsiedlungen der Stadt Zürich im Vergleich zu den Verhältnissen in der ganzen Schweiz

Anteil Gebäude [%]	56 Wohnsiedlungen Stadt Zürich 1982	Alle Gebäude in der Schweiz 1980 nach [5]
Einzelofen- und Etagenheizung Zentralheizung ¹ Fernheizung ¹	13 77 10	28 67 5
separate Warmwassererwärmung zentrale Warmwassererwärmung mit Kombikessel	42 58	49 51

¹ Bei den Angaben für die Schweiz ist eine Fernheizung eine Zentralheizung, welche 2 und mehr Gebäude versorgt; bei den Angaben für die Stadt Zürich ist unter Fernheizung ein Fernwärme-Versorgungsnetz zu verstehen.

Tabelle 2. Mittlere monatliche Energiekosten von Wohnungen mit unterschiedlichen Heizsystemen

[Fr./Whg. · Mt.]	Siedlungen mit Kombikessel					Siedlungen mit separater Wassererwärmung				
	Zi./Whg.	Heizen ¹	+	Rest	= Total	Zi./Whg.	Heizen ¹	+	Rest	= Total
Einzelofenfeuerung	2,9	88	+	40	= 128	3,7	61 ²	+	66	= 127
Zentralheizung	3,3	120	+	44	= 164	3,1	78	+	50	= 128
Fernwärme										
Total	3,0	95	+	41	= 136	3,3	72	+	55	= 127

¹ Tatsächliche Heizkosten ohne Nebenkosten

² Verbrauch geschätzt aufgrund Stichproben, Preise als äquivalente Ölpreise angenommen

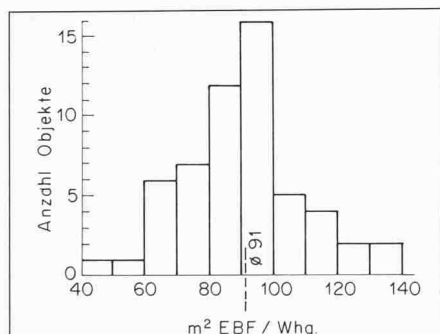


Bild 1. Häufigkeitsverteilung der mittleren Energiebezugsfläche pro Wohnung für die 56 Siedlungen

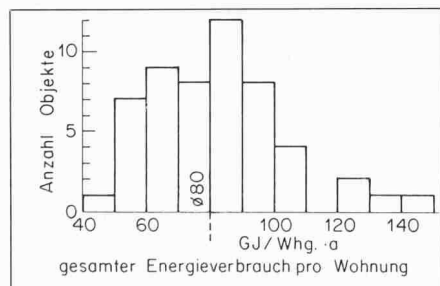


Bild 2. Häufigkeitsverteilung des mittleren Endenergieverbrauches pro Wohnung (53 Siedlungen mit Verbrauchsangaben)

Etagenheizungen nur halb so gross (Tab. 1). Mit 28% ist der Anteil der Gas-Zentralheizungen bei den Wohnsiedlungen auffallend gross, verglichen mit den Verhältnissen in der ganzen Schweiz (4%) bzw. mit der ganzen Stadt Zürich, wo der Anteil nur 2% aller Wohnungen ausmacht [6].

Endenergieverbrauch einer Wohnung liegt im Mittel bei 80 GJ/a und ist damit nur etwa halb so gross wie bei einem Einfamilienhaus mit 169 GJ/a [4]. Der Streubereich des Endenergieverbrauches pro Wohnung ist zwischen den verschiedenen Siedlungen erstaunlich gross (Bild 2).

Energiekosten

Bei den 7056 Wohnungen der städtischen Siedlungen fallen insgesamt bei heutigen Energiepreisen jährlich 11 Mio Fr. Energiekosten an, selbst ohne die Nebenkosten für Verwaltung, Unterhalt usw. Das ergibt im Mittel pro Wohnung Energiekosten von 1582 Fr./a oder 132 Fr./Monat.

Die mittleren Energiekosten pro Wohnung schwanken bei den einzelnen Siedlungen zwischen 900 und 2600 Fr./a. Die Heizkosten alleine schwanken, abgesehen von einzelnen Ausreissern, zwischen 500 und 1500 Fr./a, die restlichen Energiekosten zeigen noch grössere relative Schwankungen (200 bis 1000 Fr./a).

Die gesamten Energiekosten pro Wohnung sind an vergleichbaren Objekten mit separater elektrischer Wassererwärmung praktisch gleich gross wie bei Siedlungen mit zentraler Wassererwärmung mit Kombikesseln. Die mittleren Energiekosten pro Wohnung sind in Siedlungen mit Fernwärmeversorgung im Vergleich zu Siedlungen mit Zentralheizungen auffallend hoch. Die - geschätzten - tiefen Heizkosten von Wohnungen mit Einzelofenheizungen werden zumindest zum Teil durch die hohen restlichen Energiekosten wieder kompensiert (Tab. 2).

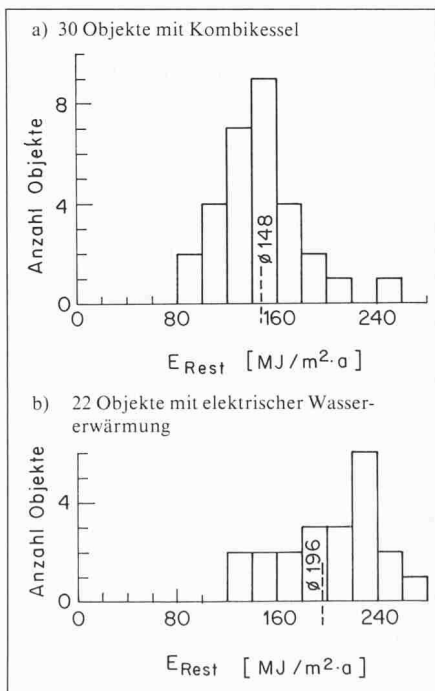


Bild 3. Häufigkeitsverteilung von E_{Rest} von Wohnsiedlungen mit Wassererwärmung über Kombikessel und Siedlungen mit separater elektrischer Wassererwärmung

Energiekennzahlen

Die Wohnungen mit separater elektrischer Wassererwärmung (oder mit Gas) haben im Durchschnitt eine um 42 MJ/m²·a höhere Energiekennzahl E_{Rest} als Wohnungen mit Wassererwärmung über einen Kombikessel. Die sechs untersuchten Gebäude mit Fernwärmeversorgung weisen einen deutlich höheren spezifischen Heizenergieverbrauch (im Mittel um 40% höher) auf als die Siedlungen mit Öl- oder Gas-Zentralheizungen. Dieser hohe Verbrauch führt bei ungefähr äquivalenten Endenergiepreisen zu den sehr hohen Heizkosten von Wohnungen mit Fernwärmeversorgung. Warum der Endenergieverbrauch der Fernwärmeobjekte derart hoch ist, obwohl die Systemverluste der

Energieverbrauch

Die 56 Wohnsiedlungen der Stadt Zürich verbrauchen insgesamt 558 TJ/a Endenergie, ein mittleres Gebäude mit 34 Wohnungen 2,7 TJ/a. Der gesamte

Fernwärme den Verlusten einer Ölheizung gleichgesetzt wurden, kann noch nicht begründet werden. Die Ursachen werden zurzeit näher untersucht.

Die Energiekennzahlen der Wohnsiedlungen der Stadt Zürich liegen im Mittel *nahe bei den schweizerischen Vergleichswerten* für Mehrfamilienhäuser (Tab. 3). $E_{\text{wärme}}$ von Mehrfamilienhäusern ist durchschnittlich etwa gleich gross wie bei Schulen oder Verwaltungsgebäuden und erwartungsgemäss tiefer als bei kleineren Gebäuden (Einfamilienhäuser, Kindergarten) oder Nutzungen mit Sonderansprüchen (Heime, Spitäler, Hotels, Restaurants).

Bei den Siedlungen der Stadt Zürich konnte zum erstenmal bei einer Energiekennzahl-Erhebung an Mehrfamilienhäusern *auch der Elektrizitätsverbrauch in den einzelnen Wohnungen* erfasst und ausgewertet werden. E_{rest} ist im Mittel bei diesen gemessenen Werten an 7056 Wohnungen höher ausgefallen, als bisher geschätzt wurde (Bild 3).

Struktur des Energieverbrauches

Der Anteil des restlichen Energieverbrauches *für Elektrizität und Kochgas* liegt bei einer mittleren Wohnung mit separater elektrischer Wassererwärmung bei rund 20% des gesamten Endenergieverbrauches; der kostenmässige Anteil steigt aber auf etwa 40% der gesamten Energiekosten. Von diesen Elektrizitätskosten entfallen 19% auf den allgemeinen Verbrauch (Hilfsenergie Heizung, Waschküche, Licht in allgemein benutzbaren Räumen, Lift usw.), 16% auf das Kochen, 26% auf die Wassererwärmung und 39% auf den Elektrizitätsverbrauch in den einzelnen Wohnungen für Licht, Kühlschrank und sonstige elektrische Apparate (Tab. 4).

Wie eine weitere Auswertung zeigte, nimmt der Elektrizitätsverbrauch *mit zunehmender Wohnungsgrösse* im Durchschnitt stark zu. Die grossen Streuungen zwischen den einzelnen Wohnungen mit gleicher elektrischer Ausrüstung [2] lassen vermuten, dass das *Benutzerverhalten* des Mieters einen grossen Einfluss auf den Elektrizitätsverbrauch aufweist. Mit gezielten Informationen über seinen aktuellen Elektrizitätsverbrauch im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren und mit Angaben über Vergleichswerte von Wohnungen mit gleicher elektrischer Ausrüstung und gleicher Wohnungsgrösse (Tab. 5) liesse sich der Mieter eventuell zu sparsamerem Verbrauch

Tabelle 3. Vergleich der mittleren Energiekennzahlen verschiedener Untersuchungen an Mehrfamilienhäusern in der Schweiz [$\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$]

Gruppen	Wassererwärmung über Kombikessel				Wassererwärmung separat elektrisch							
	(Anz. Obj.)	E_W	+	E_R	=	E_T	(Anz. Obj.)	E_W	+	E_R	=	E_T
Wohnsiedlungen Stadt Zürich:												
Einzelofenheizungen							(7)	500 ⁴	+	215	=	715
Zentralheizungen	(24)	750	+	145	=	895	(15)	703	+	187	=	890
Fernwärme	(6)	1049	+	159	=	1208						
Total Siedlungen	(30)	809	+	148	=	957	(22)	638	+	196	=	834
Schweizerische Vergleichswerte (nach [4]): ³		750	+	125	=	875		650	+	175	=	825
Sages-Untersuchungen (nach [4])	(266)	831	+	108 ¹	=	939	(133)	707	+	159 ¹	=	866
Bundesbauten (nach [8])					(87)	750	+	90 ²	=	840		

¹ Elektrizitätsverbrauch in den einzelnen Wohnungen nur geschätzt

² ohne Elektrizitätsverbrauch in den einzelnen Wohnungen

³ Zentralwert, nicht arithmetisches Mittel wie bei anderen Gruppen

⁴ geschätzt aufgrund Stichprobenuntersuchungen

Tabelle 4. Struktur des Energieverbrauches einer mittleren Wohnung

Verwendungszweck	spezifischer Energieverbrauch [$\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$]	Energiekosten einer mittleren Wohnung mit 91 m^2 EBF [Fr./Whg. · a]
Kochen	31	102
Elektrizitätsverbrauch in einzelnen Wohnungen ohne Kochen (ohne WW)	76	250
Elektrizitätsverbrauch in einzelnen Wohnungen inkl. Kochen (ohne WW)	107	352
elektr. Hilfsenergie Heizung	12	39
restl. Allgemeinverbrauch elektr.	25	82
Allgemeinverbrauch elektrisch	37	121
Wassererwärmung elektrisch	51	168
Heizung Brennstoffe	703	992
Total Endenergieverbrauch	898	1633

Tabelle 5. Vergleichswerte für den jährlichen Elektrizitätsverbrauch in Mietwohnungen (ohne Allgemeinverbrauch des ganzen Gebäudes) nach Wohnungsgrösse und elektrischer Ausrüstung

Jährlicher Elektrizitätsverbrauch pro Wohnung [kWh/Whg. · a]	2-Zimmer- Wohnungen	3-Zimmer- Wohnungen	4-Zimmer- Wohnungen	5-Zimmer- Wohnungen
Wohnungen - ohne Elektroherd - ohne elektr. Wassererwärmung	1200	1700	2400	3000
Wohnungen - mit Elektroherd - ohne elektr. Wassererwärmung	1600	2300	3000	3700
Wohnungen - mit Elektroherd - mit elektr. Wassererwärmung	-	3800	4400	-

Auswertung von gemessenen Elektrizitäts-Verbrauchswerten von 642 Wohnungen in Siedlungen der Stadt Zürich (nach [11])

anhalten. Die Einflussmöglichkeiten durch gezielte Informationen auf das Mieterverhalten werden zurzeit in

einer Untersuchung im Rahmen einer Schweizerischen Nationalfonds-Studie genauer untersucht.

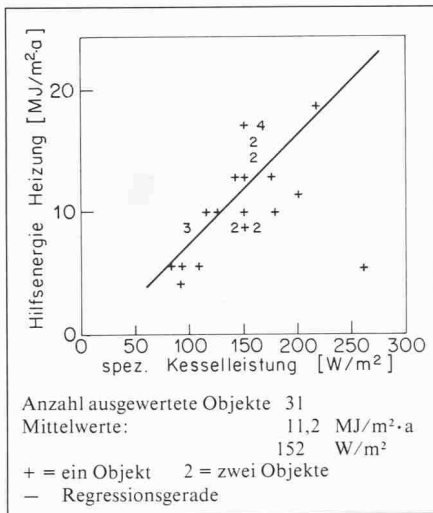


Bild 4. Spezifischer Hilfsenergieverbrauch der Heizung in Abhängigkeit von der spezifischen Kesselleistung

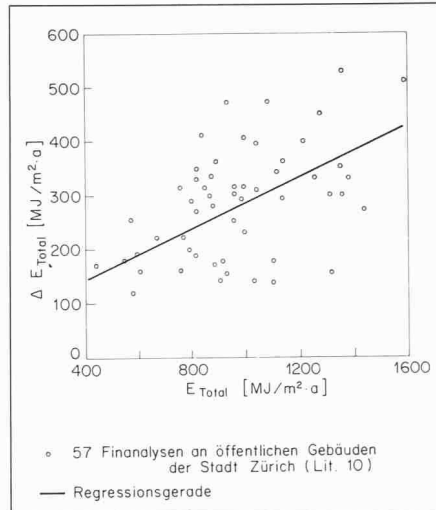


Bild 5. Endenergie-Einsparungen bei systematischen Sanierungen von Gebäuden in Abhängigkeit von der Energiekennzahl E_{total}

Parameteranalyse

Die Parameteranalyse an den Wohnsiedlungen der Stadt Zürich bestätigt einerseits den Einfluss der Parameter Gebäudealter, -grösse und der spezifischen Kesselleistung auf den spezifischen Energieverbrauch, der schon in verschiedenen Publikationen [3, 4, 8] beschrieben wurde. Andererseits konnten aber durch die Grobanalysen an den Wohnsiedlungen der Stadt Zürich neue Erkenntnisse gewonnen werden.

Stockwerkzahl: Bei Objekten mit gleichem Heizsystem (Zentralheizungen) haben die Siedlungen mit 9 und mehr Stockwerken einen um 9% höheren spezifischen Endenergieverbrauch E_{total} als Siedlungen mit kleinerer Stockwerkzahl.

Heizsystem Fernwärme: Dieser Parameter ist derart dominierend, dass alle Siedlungen mit Fernwärmeversorgung zu den hohen Verbrauchern gehören. 5 der 6 Siedlungen mit Fernwärme haben sogar ein E_{total} von über 1200 MJ/m²·a.

Mechanische Lüftung: Die Siedlungen, die teilweise mit mechanischer Lüftung ausgerüstet sind, haben im Mittel leicht höhere Energiekennzahlen $E_{Wärme}$ und E_{Rest} als Siedlungen mit natürlicher Lüftung.

Tumbler: Der allgemeine Elektrizitätsverbrauch in den 36% der Siedlungen mit elektrischen Wäschetrocknern (Tumblern oder Entfeuchtern) ist im Mittel um 12 MJ/m²·a höher als bei den restlichen Siedlungen. Das entspricht pro Wohnung im Mittel rund 300 kWh/a. In [9] wird der durchschnittliche Stromverbrauch eines Tumblers sogar mit 590 kWh/a angegeben.

Hilfsenergieverbrauch Heizung: Bei den Siedlungen mit Kesseln, die eine hohe spezifische (überdimensionierte) Leistung aufweisen, steigt nicht nur $E_{Wärme}$ stark an, sondern auch der spezifische Elektrizitätsverbrauch der Hilfsaggregate der Heizung (Bild 4).

Weiteres Vorgehen

Aufgrund der berechneten Energiekennzahlen wurden die 56 Wohnsiedlungen unter Berücksichtigung des Heizsystems, von Sondernutzungen, Sanierungsabsichten des Bauherrn, Mängeln usw. bewertet und in 3 Gruppen mit niedrigen, mittleren und hohen Verbrauchern eingeteilt:

- keine weiteren Schritte (27 Objekte)
- Begehung (13 Objekte)
- Feinanalyse (16 Objekte)

Bei den Siedlungen mit mittlerem Verbrauch sollen mit Begehungen ohne grossen Untersuchungsaufwand die wirtschaftlichen Sofortmassnahmen gefunden werden. Nach einer Einführungsphase sollen die Begehungen durch die entsprechenden Fachleute des Bauherrn selbst ausgeführt werden. Die einzelnen Schritte, die Vorgehens- und Darstellungsweise der Feinanalysen, sind in einem Pflichtenheft von der Stadt Zürich fixiert worden [7]. Durch diese Vereinheitlichung lassen sich die vorgeschlagenen Massnahmen bzw. Massnahmenpakete der verschiedenen Feinanalysen leicht vergleichen und die Prioritäten für die späteren Sanierungen leichter setzen.

Eine Auswertung von allen ausgeführten Feinanalysen soll neue Erkenntnisse liefern über die Energie-Bilanzen von

Literatur

- [1] Brunner, C. U.; Müller, E. A.; Wick B.: Grobanalyse im Wohnungsbau Stadt Zürich, Zürich, Februar 1983 (nicht veröffentlicht)
- [2] Brunner, C. U.; Gass, J. et al: Sanierung der Wohnkolonie Limmatstrasse, Zürich, März 1983 (nicht veröffentlicht)
- [3] Wick, B.: «Energie im Mehrfamilienhaus: Verbrauchswerte und Sparpotential». Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 5/82, Zürich 1982
- [4] Brunner, C. U.; Müller, E. A.: «Auslöser und Nebenwirkungen beim Energiesparen im Bauwesen, NFP, Strategie zum Energiesparen». Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 30/31/83, Zürich 1983
- [5] Bundesamt für Statistik: Allgemeine Übersicht Gebäude und Wohnungen, Zahlen aus der Wohnungszählung 1980. Bern, Mai 1983
- [6] Statistisches Amt der Stadt Zürich: Statistisches Jahrbuch der Stadt Zürich 1979. Zürich 1980
- [7] Hochbauinspektorat und Amt für technische Gebäudeausrüstung der Stadt Zürich: «Presanz», Pflichtenhefte. Zürich, September 1982
- [8] Burkhardt, U.; Wick, B.: «Energiekennzahlen von Bundesbauten». Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 18/83, Zürich 1983
- [9] Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE): Haushaltstromtarife klipp und klar, Zürich
- [10] Müller, E. A.: Abschätzung des Sanierungspotentials, Auswertung der Feinanalysen des «Presanz» im Rahmen der Nationalfonds-Studie SVEG, II. Zwischenbericht, Zürich, Juni 1983 (nicht veröffentlicht)
- [11] Müller, E. A.: Energie-Einsparungen beim Elektrizitätsverbrauch, III. Zwischenbericht der Nationalfonds-Studie SVEG, Zürich, September 1983 (nicht veröffentlicht)

Wohnsiedlungen, über die Wirtschaftlichkeit und das Sparpotential von einzelnen Massnahmen und vom optimalen Massnahmenpaket. Die ersten Zwischenergebnisse des laufenden Nationalfonds-Projektes «Strukturelle Verminderung des Energieverbrauches in Gebäuden» (SVEG) haben bestätigt, dass die Einsparungen bei Objekten mit hoher Energiekennzahl im Mittel wesentlich höher sind als bei Objekten mit tiefer Energiekennzahl. Diese neuen Erkenntnisse konnten sowohl bei detaillierten Berechnungen mittels Energiebilanz in Feinanalysen als auch bei gemessenen Verbrauchsverminderungen bei Sanierungen nachgewiesen werden [10], Bild 5. Damit hat sich die systematische Vorgehensweise bei der Sanierung an einem grösseren Gebäudebestand von Grobanalysen, über Feinanalysen zur Sanierung und zur Erfolgskontrolle, wie sie z. B. von der Stadt Zürich konsequent durchgeführt wird, als richtig erwiesen.

Adresse des Verfassers: E. A. Müller, dipl. Geograph, c/o Büro C. U. Brunner, Lindenhofstrasse 15, 8001 Zürich.