

## **Niedrigenergiehäuser**

### **Definition Niedrigenergiestandard**

#### **Heizwärmebedarfswerte (Nutzenergie)**

- freistehende Einfamilienhäuser  $\leq 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Doppelhäuser, Reihenhäuser  $\leq 65 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Mehrfamilienhäuser  $\leq 55 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

#### **bewährte Konstruktionsmerkmale**

- hervorragender Wärmeschutz der Außenbauteile
- Dichtigkeit der Gebäudehülle, Vermeidung von Fugen, Ritzen und Fehlstellen
- kompakte Bauweise, keine Kühlrippenarchitektur
- Reduzierung von Wärmebrücken, sorgfältige Ausführung des Wärmeschutzes
- Nutzung der Solarenergie durch die passiven Techniken
- kontrollierte Wohnungslüftung mit Abluft- oder Zu-/Abluftanlagen (optional)
- Elemente der Heizwärmeverteilung flink regelbar
- bewährte, effiziente einfache Heiztechnik
- einfache Bedienelemente für die Haustechnik

#### **additive Elemente**

- stromsparende Haushaltsgeräte
- stromsparende Umwälzpumpen
- Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung

### **Der Einfluss des Nutzerverhaltens**

Werden die gemessenen Heizenergieverbräuche von Wohnungen unter die Lupe genommen, treten immer große Unterschiede zwischen einzelnen Wohnungen oder Gebäuden zu Tage. Bei gleicher wärmetechnischer Ausstattung können die Verbräuche um den Faktor 2 - 9 differieren. Die schlichte Frage lautet: Lohnt der Aufwand für die Niedrigenergiebauweise, mit der ein Heizwärmebedarf unter  $70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  angestrebt wird, wenn das Nutzerverhalten so entscheidend auf den Verbrauch durchschlägt?

In der Tat hat das individuelle Nutzerverhalten einen wesentlichen Einfluss auf den Heizenergieverbrauch von Wohnungen. Der Nutzer beeinflusst den Energieverbrauch durch folgende Faktoren:

- Raumtemperaturen
- Lüftungsverhalten
- Umgang mit der Haustechnik (Einstellungen, Wartung).

Jahrelang wurde dem Konzept der "Energieeinsparung" deshalb mit Skepsis begegnet. Hohe Investitionen erzielten einen zweifelhaften Nutzen, das Nutzerverhalten mache doch alles wieder zunichte - so einige der vorgebrachten Zweifel, die jedoch ihren Beleg schuldig blieben. Die mittlerweile errichteten und im Heizenergieverbrauch gemessenen Niedrigenergiehäuser ermöglichen die Überprüfung dieser Zweifel. Die folgenden Darstellungen beruhen auf präzisen Messungen des Heiz-

energieverbrauchs einer Vielzahl von Wohnungen in Niedrigenergiehäusern und in konventionell errichteten Gebäuden.

Die Beispiele zeigen: Die Niedrigenergiebauweise ist ein funktionsfähiges, erfolgreiches Konzept. Die berechneten Heizwärmebedarfswerte werden im Durchschnitt immer erreicht (Tabelle 1).

Gebäude/Siedlung	Baujahr	Durchschnittlicher gemessener Heizwärmeverbrauch in kWh/(m <sup>2</sup> a)	Lüftungsanlagen
erste Siedlung in Essen mit stark erhöhtem Wärmedämmstandard, 17 Einfamilienhäuser	1984/85	77	WRG
Einfamilienhaus Schrecksbach (Hessen)	1987	65 <sup>1)</sup>	WRG
11 Niedrigenergie-Reihenhäuser Ingolstadt	1987	50	Abluft
10 WE Reihenhäuser Darmstadt, Carsonweg	1989	55	Fenster
27 Einfamilienhäuser in NEH-Standard, Förderung: Land Hessen	1990–1993	72	Abluft + WRG
Niedrigenergiesiedlung Niedernhausen, 41 Reihenhäuser	1989–1991	66	Abluft
Siedlung Heidenheim, 12 WE in ZFH	1990	51	WRG, Abluft
Mehrfamilienhaus Wiesbaden	1990	60	Fenster
Siedlung Schopfheim, 300 WE	1991	59	Fenster
Mehrfamilienhaus Norderstedt, 2 592 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1991/92	67,9	Abluft
Mehrfamilienhaus Norderstedt II, 1 519 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1991/92	97,8 <sup>2)</sup>	Abluft
MFH Kiel I (Schl.-Holst.), 1 491 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1992/93	63,4	Abluft
Mehrfamilienhaus Quickborn, 1 583 m <sup>2</sup> Wohnfläche <sup>3)</sup>	1992/93	62,2	Abluft
MFH Kiel II (Schl.-Holst.), 858 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1992/93	74	WRG
MFH Rheinstetten, 34 WE	1994	40	Fenster

<sup>1)</sup> Eines der ersten Objekte in Deutschland  
<sup>2)</sup> Der unbefriedigend hohe Durchschnittswert resultiert aus technischen Mängeln. Die Lüftungsanlage ist nicht vom Nutzer regelbar, das Nachheizregister läuft durch; die Fußbodenheizung ist schlecht regelbar.  
<sup>3)</sup> Verbrauchsunterschiede in 6 Wohnungen zwischen 30 und 69 kWh/(m<sup>2</sup>a) gemessen.

Tabelle 1 Gemessene oder aus Messungen berechnete Heizwärmeverbrauchswerte von Niedrigenergiehäusern

### **Niedrigenergiehäuser schaffen Voraussetzung zum Energiesparen**

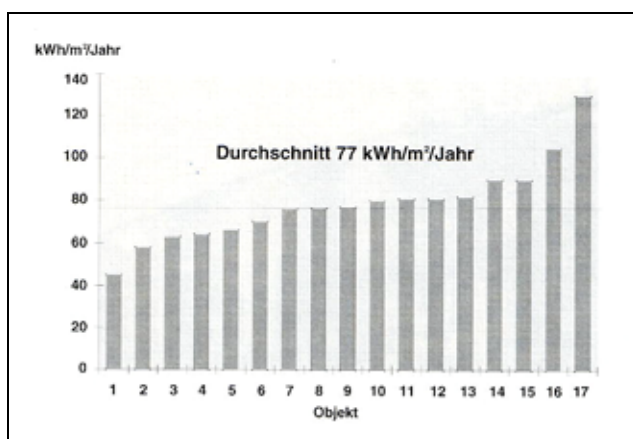
Die Auswertungen des Heizwärmeverbrauchs der Einzelwohnungen in unterschiedlichen Siedlungen, Mehrfamilienhäusern und Reihenhäuseranlagen in Niedrigenergiebauweise geben ein klares Bild (Bilder 1-4). Die Wohnungen in den jeweiligen Objekten sind im wesentlichen baugleich. Die Werte schließen jedoch auch die unvermeidlichen Lagevorteile und -nachteile einzelner Wohnungen, Reihenmittel- und -endhäuser ein.

Die individuellen Verbrauchsunterschiede zwischen baugleichen Wohnungen sind in der Tat erheblich. Zu beobachten sind Differenzen um den Faktor 2 - 9. Dies ist insofern unproblematisch als im Durchschnitt aller Nutzer einer Wohnanlage der gewünschte niedrige Heizwärmeverbrauch  $\leq 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  erzielt wird. Der Einfluss der "Energieverschwender" wird in einer größeren Gruppe stets durch den geringen Verbrauch der ebenfalls vorhandenen "Energiesparer" ausgeglichen. Wo dies nicht der Fall ist, sind haustechnische Komponenten kontraproduktiv eingebaut (z. B. im Mehrfamilienhaus Norderstedt, vgl. Tabelle 1).

Auch ein Vergleich mit der älteren Bausubstanz ist interessant: Die Technik des Niedrigenergiehauses macht es den Nutzern erst möglich, real Energie zu sparen. Das Konzept fordert keine Einschränkung beim Heizen, sondern Wärmedämmung, passive Solarenergienutzung, Dichtheit der Gebäudehülle und effiziente Heiztechnik erledigen die Aufgabe vom Nutzer unabhängig. Will der Nutzer bewusst sparen,

kann er durch sein Verhalten das Gebäude unterstützen. Überspitzt formuliert: Das Niedrigenergiehaus braucht nicht den "neuen Menschen", der nur noch für einen niedrigen Heizenergieverbrauch lebt. Ganz im Gegenteil, auch bei üblichem individuell ausgeprägten Verhalten treten im Durchschnitt die guten Verbrauchswerte ein. Umgekehrt heißt dies: Auch bei wenig sparsamen Nutzerverhalten liegen die eintretenden Energieverbräuche noch weit unter denen von ungedämmten, konventionell errichteten Wohngebäuden. Weitere Verbrauchssenkungen durch ein sehr sparsames, bewusstes Heizverhalten sind möglich, sie können jedoch kommenden Zeiten mit höheren Energiepreisen oder einem geschärften Umweltbewusstsein vorbehalten bleiben.

Verschiedene Objekte haben deutlich gemacht, dass eine effiziente, einfache Haustechnik mit einfacher Bedienbarkeit von entscheidender Bedeutung ist. Versteht der Nutzer die Technik nicht, lässt sich die Heizung kaum oder schlecht regeln, läuft die - im Wohnungsbau überflüssige - Zuluftvorerwärmung der Wärmerückgewinnung als statische Zusatzheizung die gesamte Heizperiode mit konstanter Leistung durch etc. ist ein höherer Energieverbrauch vorprogrammiert. Der Wärmeschutz der Gebäudehülle gehört demgegenüber zu den "passiven" Techniken ohne Regelungsbedarf, die ihre Funktion in der berechneten Größenordnung erfüllen.



*Bild 1 Heizenergieverbrauch der ersten Niedrigenergiehäuser in Deutschland, 17 freistehende Einfamilienhäuser in Essen, Baujahr 1983, Heizperiode 1988/89. Der Wärmeschutz dieser ersten Niedrigenergiehäuser in Deutschland war noch nicht so weit entwickelt wie bei später errichteten Objekten (z. B. nur 16 cm Wärmedämmung im Dach statt heute üblich 24-28 cm). Die Definition des Niedrigenergiehauses bildete sich zu dieser Zeit erst heraus; im Vordergrund der Energiesparüberlegungen standen eher die haustechnischen Konzepte (Wärmerückgewinnung, Wärmepumpen). Deshalb wurde der inzwischen definierte Wert von  $\leq 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  nur knapp erreicht.*

### **Nutzereinfluss auf den Energieverbrauch im Gebäudebestand**

Große Unterschiede im individuellen Energieverbrauch sind keine Spezialität von Energiesparhäusern. Dies zeigt ein Blick auf die Verbrauchsunterschiede von älteren, konventionell errichteten Wohnanlagen in Berlin-Märkisches Viertel und Chur-Schweiz (Bild 5). Auch hier gibt es Unterschiede im individuellen Verbrauch bis zum Faktor 9 (Tabelle 2).

Spitzenverbraucher in den Wohnblocks im Märkischen Viertel benötigen  $655 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  an Heizenergie. Durch den mäßigen Wärmeschutz der älteren Gebäude liegen die Durchschnittswerte in Berlin bei  $214 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , in Chur bei  $190 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

- also rund 34 mal höher als die durchschnittlichen Heizenergieverbrauchswerte in Niedrigenergiehäusern.

### **Heizkosten im Niedrigenergiehaus**

Aus den gemessenen Heizwärmeverbrauchswerten ergeben sich unter Berücksichtigung des Jahresnutzungsgrades der Heizanlagen - beim billigsten Energieträger - Heizkosten zwischen 28 - 50 Pf/m<sup>2</sup> und Monat (Tabelle 3). Hinzu kommen noch die Kosten für die Warmwasserbereitung, die - je nach Energieträger - durchschnittlich 7-12 Pf/m<sup>2</sup> und Monat betragen.

Die Monatsmiete wird damit bei den gemessenen Objekten unter den getroffenen Annahmen mit Heizkosten je nach Energieträger von 28-77 Pf/m<sup>2</sup> und Monat belastet, wobei der Höchstwert ein Extrem darstellt. Solche Extremwerte sollten dazu führen, dass bei den betroffenen Gebäuden haustechnische Nachbesserungen durchgeführt werden oder die Nutzer auf die Möglichkeit eines sparsameren Verhaltens hingewiesen werden (z. B. durch Informationsblätter). Heizkosten über 40 - 50 Pf/m<sup>2</sup> und Monat (zzgl. Warmwasser) sollten zur Überprüfung der Haustechnik und des Nutzerverhaltens Anlass geben. Im Fall des Wohnhauses Norderstedt II (s. Tabelle 1 und Tabelle 2) war so der Einbau einer Regelung für die Lüftung und die Einweisung der Nutzer über die Regelung der Fußbodenheizung erforderlich.

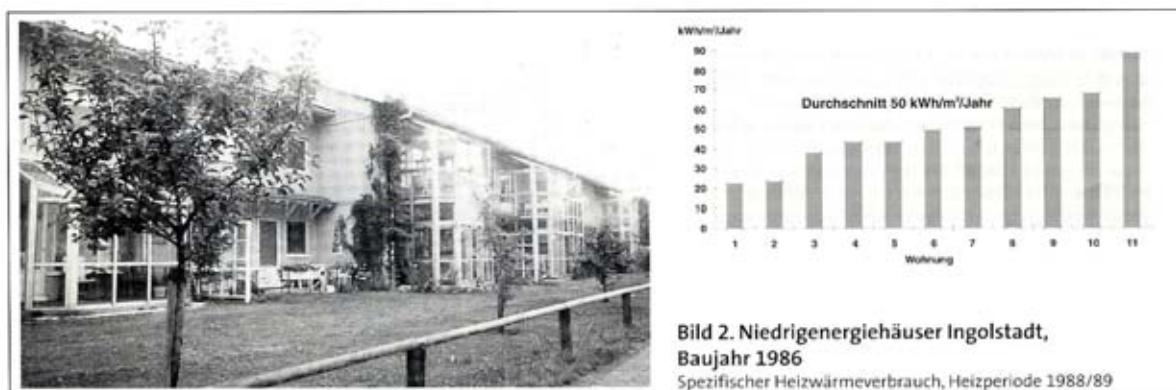


Bild 2 Niedrigenergiehäuser Ingolstadt, Baujahr 1986, Spezifischer Heizwärmeverbrauch, Heizperiode 1988/89

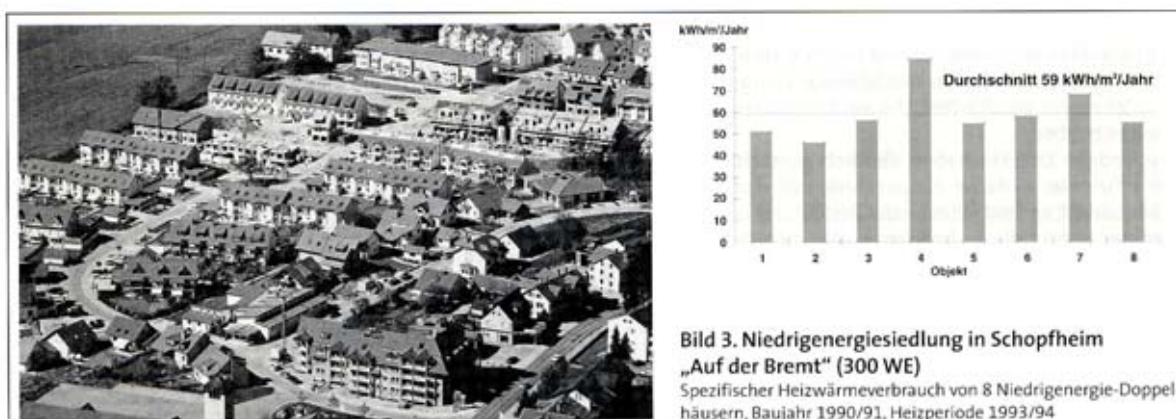


Bild 3 Niedrigenergiesiedlung in Schopfheim "Auf der Bremt" (300 WE), Spezifischer Heizwärmeverbrauch von 8 Niedrigenergie-Doppelhäusern, Baujahr 1990/91, Heizperiode 1993/94

## **Positive Bilanz**

Wohnen im Niedrigenergiehaus bietet für jeden die Chance, sparsam und umweltschonend zu heizen. Im Durchschnitt der Gebäude oder Wohneinheiten werden stets Heizwärmeverbrauchsweite erzielt, die den gerechneten Werten im wesentlichen entsprechen. Die Verbrauchsunterschiede durch individuelles Nutzerverhalten werden durch die Bauweise allein nicht nivelliert. Niedrigenergiehäuser brauchen jedoch keinen "neuen Bewohnertyp", denn die Schwankungen finden gegenüber konventionell errichteten Gebäuden um einen geringeren Durchschnittswert von 50-70 kWh/(m<sup>2</sup>a) statt. "Verschwender" und "Sparer" gleichen den Durchschnittsverbrauch in größeren statistischen Gruppen wie einer Wohnsiedlung, einem Stadtteil, einer Stadt stets aus.

Gegenüber konventionellen Bauten ermöglicht vor allem der gute Wärmeschutz des Niedrigenergiehauses dem Nutzer erst, energiesparend zu wohnen. Im Durchschnitt werden der erwartete Heizwärmeverbrauch stets erreicht und sogar Lagenachteile von Eckwohnungen reduziert.

Das Nutzerverhalten ist damit kein Argument gegen die Niedrigenergiebauweise. Jedoch sollten Wohnungsbaugesellschaften oder Bauträger Mieter oder Käufer darüber informieren, dass der niedrige Energieverbrauch nur dann eintreten kann, wenn "vernünftig" geheizt wird, wenn also das "Standardnutzungsverhalten" berücksichtigt wird, das der Berechnung des Heizwärmebedarfs zugrunde liegt: Hier werden ein mittlerer Luftwechsel von 0,6 - 0,8/h und 20 °C Innentemperatur in allen Räumen abgenommen. Bei einzelnen hohen Heizwärmeverbräuchen hat nicht das Konzept des Niedrigenergiehauses versagt. Hier sollte zunächst durch Überprüfung der haustechnischen Komponenten auf eine weitere Verbrauchsminderung hingewirkt und der Nutzer über seine verhaltensbedingten Einsparpotentiale aufgeklärt werden.

Für die Zukunft existieren damit noch Einsparpotentiale in einem "überlegten, umweltschonend angelegten" Nutzerverhalten. Sie lassen sich z. B. aktivieren, indem Wohnungslüftungsanlagen die Lüftungswärmeverluste begrenzen. Dies setzt jedoch voraus, dass die planenden und einbauenden Gewerke die Anlagentechnik beherrschen und der Nutzer "umlern", d.h. bei ohnehin guter Innenluftqualität auf eine übertriebene zusätzliche Fensterlüftung verzichtet. Außerdem könnte ein höherer Energiepreis auf ein sparsameres Lüftungsverhalten hinwirken. Doch Vorsicht: Ein Beispiel aus dem dänischem Skive zeigt, dass selbst bei Preisen von 1,10 DM/l Heizöl die Schwankungen zwischen den einzelnen Verbrauchern noch höchst "individuell" bleiben.

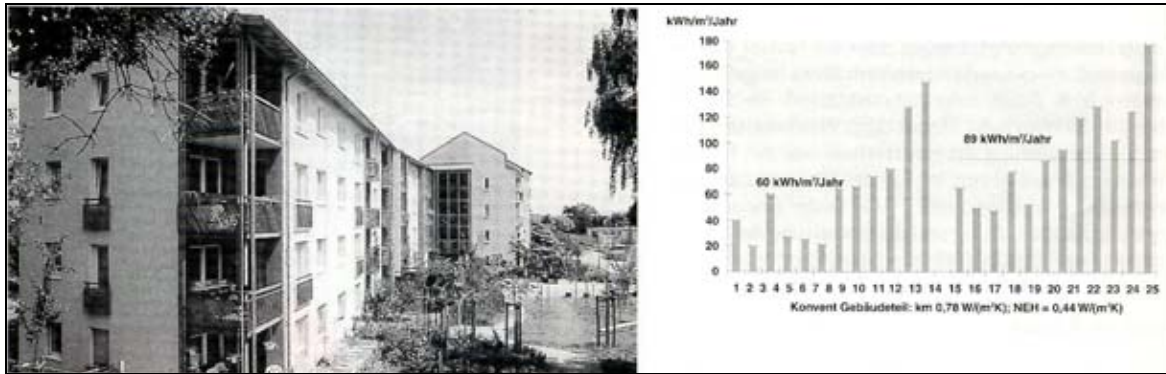


Bild 4 Ökologische Mehrfamilienhauswohnanlage in Wiesbaden, 24 WE, Baujahr 1989/90, Spezifischer Heizwärmeverbrauch, Heizperiode 1992/93, links: Niedrigenergiebauweise,  $k_m = 0,44 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ , rechts: konventionelle Bauweise,  $k_m = 0,78 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Der konventionelle Gebäudeteil wurde bereits in etwa im Standard der WSchV'95 erbaut (z.B. mit 36,5 cm starken Leichthochlochziegel-Außenwänden)

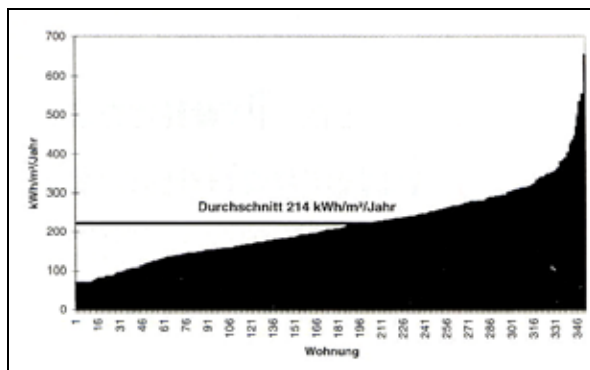


Bild 5 Berlin, Märkisches Viertel, Block 906, 251 WE, Baujahr 1969. Spezifischer Heizwärmeverbrauch, Heizperiode 1984/85.

	Kleinstwert	Höchstwert	Unterschied	Durchschnittswerte
	kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)		kWh/(m <sup>2</sup> a)
konventionelle Gebäude, Baujahr 1955 – 1990	70	655	1:9	89 – 214 <sup>1)</sup>
Niedrigenergiehäuser, Baujahr 1989 – 1992	16	148	1:9	50 – 77

<sup>1)</sup> Neubau 1990 in Wiesbaden (s. Bild 4), bereits besser gedämmt als nach der damals gültigen Wärmeschutzverordnung erforderlich gewesen wäre.

Tabelle 2 Gemessene Heizwärmeverbrauchswerte von älteren konventionell errichteten Reihenhäusern und Wohnblocks im Vergleich mit Reihenhäusern, Wohnblocks und Einfamilienhäusern in Niedrigenergiebauweise

	Durchschnittlicher gemessener Heizwärmeverbrauch kWh/(m <sup>2</sup> a)	Heizkosten in DM pro m <sup>2</sup> und Jahr Heizöl	Erdgas	Fernwärme
Niedrigster gemessener Durchschnittswert	51	3,30	4,15	4,80
Höchster gemessener Durchschnittswert	98 <sup>2)</sup>	6,34	7,95	9,20

<sup>1)</sup> Annahmen: Erdgas/Heizöl-Niedertemperaturkessel mit 85/80 % Jahresnutzungsgrad, Fernwärme mit 98 % Jahresnutzungsgrad; Energiekosten, Heizöl: 45 Pf/l, Erdgas: 60 Pf/m<sup>3</sup>, Fernwärme: 8 Pf/kWh. Diese Berechnung ersetzt keine Vollkostenrechnung.  
<sup>2)</sup> Norderstedt, das Gebäude hat haustechnische Mängel (s. Tabelle 1)

Tabelle 3 Berechnete durchschnittliche jährliche Heizkosten in Niedrigenergiehäusern pro m<sup>2</sup> Wohnfläche (inkl. MWSt)<sup>1)</sup>

## Literatur

- [1] Dietrich, B.; Biasin, K.; Kalischer, P.: Die energetische Optimierung des Niedrig-Energie-Fertighauses. Sonderdruck zur DEUBAU 1983. RWE, Abteilung Anwendungstechnik, RWE informiert Nr. 194
- [2] Forschungsstelle für umweltschonende Energieumwandlung und -nutzung mbH (Hrsg.): Ermittlung des Wärmeverbrauchs in ausgewählten Niedrig-Energie-Häusern in Schleswig-Holstein. Erster Zwischenbericht, Kiel 1994
- [3] Forschungsstelle für umweltschonende Energieumwandlung und -nutzung mbH (Hrsg.): Ermittlung des Wärmeverbrauchs in ausgewählten Niedrig-Energie-Häusern in Schleswig-Holstein. Zweiter Zwischenbericht, Kiel 1995
- [4] Greiff, R.; Loga, T.; Werner, P.: Ökologische Wohnanlage Wiesbaden - Holzstrasse. IRB-Verlag, Forschungsbericht T 2638, Stuttgart 1994
- [5] Fraunhofer Institut für Bauphysik (Hrsg.): Endbericht Niedrigenergiehäuser Heidenheim. Stuttgart 1995
- [6] Jacobi, E.: Problematik der Wärmeverbrauchsabrechnung über Heizkostenverteiler. Heizung, Lüftung, Haustechnik (1979), H. 1
- [7] Landeswohnungs- und Städtebaugesellschaft Bayern GmbH (Hrsg.): Deutsch-Schwedisches Gemeinschaftsprojekt Energiesparhäuser Ingolstadt-Halmstadt. München/Frankfurt am Main 1990
- [8] Loga, T.: BHKW für Niedrigenergiehäuser. Das Beispiel Niedernhausen. VDI-Berichte 1237, Technik im Niedrig-Energie-Gebäude. Düsseldorf 1996
- [9] Nikolic /Rouvel/Schaefer: Architektur und Energie. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. IRB-Verlag, Stuttgart 1983
- [10] Schweizer Energiefachbuch: Einfamilienhaussiedlung Carmennaweg, Chur. Individuelle Gasheizung spart 30 % Energie. Zürich 1994
- [11] Umweltforum BAU e.V. (Hrsg.): Niedrigenergiehäuser, Planung, Kosten Technik. Karlsruhe 1997
- [12] Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Energie- und kostensparende Wohngebäude in Schopfheim, Stuttgart 1996
- [13] Ingenieurgesellschaft Weidlich: Energiegutachten Wohnhausgruppe 906, im Auftrag des Senators für Wirtschaft und Arbeit. Berlin 1987

Quelle: BBauBlatt 1/98