

Dipl.-Ing. Werner Eicke-Hennig  
Energieinstitut-Hessen  
Heinrich-Berbalk-Strasse 30  
60437 Frankfurt  
2017

[Eicke-Hennig@energieinstitut-hessen.de](mailto:Eicke-Hennig@energieinstitut-hessen.de)



## Niedrigenergiehäuser: Der Einfluss des Nutzerverhaltens

*Bei der Betrachtung des gemessenen Heizenergieverbrauchs von Wohnungen fallen stets die großen Unterschiede zwischen einzelnen Wohnungen oder Gebäuden gleicher wärmetechnischer Ausstattung auf, die sich um den Faktor 2-9 unterscheiden. Die schlichte Frage lautet: lohnt der Aufwand für die Niedrigenergiebauweise, mit der ein Heizwärmebedarf unter 7 m<sup>3</sup> Erdgas pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr angestrebt werden, wenn das Nutzerverhalten so entscheidend auf den Verbrauch durchschlägt.*

So fing dieser Artikel an, als er 1997 geschrieben wurde. Mittlerweile spielt das Nutzerverhalten in der Debatte als Rebound-Effekt eine Rolle, mit dem die Erreichbarkeit der erwarteten Energiesparerfolge angezweifelt wird. Allerdings ohne jeden Beleg, wenn man von den gebetsmühlenhaft wiederholten Beispiel des Altbaublocks Hannover-Tollenbrink einmal absieht, deren als Grafik im Internet stehenden Verbrauchswerte nicht einmal von ihrem „Schöpfer“, Prof. Fehrenberg geklärt werden können. Ein schöner Fake eines „Professors“, dessen im Fernsehen gern erwähnte „Fehrenberg-Studie“ gar nicht existiert. Im Folgenden sind die gemessenen (!) Heizenergieverbräuche von 8 Siedlungen im Niedrigenergiestandard und 4 Altbausiedlungen dokumentiert. Sie verdeutlichen schon in den neunziger Jahren: Die Strategie des Wärmeschutzes ist erfolgreich, selbst kleinere Unterschiede zwischen Standard nach WSV0-1995 und Niedrigenergiestandard bilden sich in den Messwerten noch ab (Wiesbaden). Diese Feststellung wird unterstützt durch hunderte von Messwert-Studien aus Energiespar-siedlungen und –Häusern von Hamburg bis München, dokumentiert auf ungezählten Internetseiten. Diese positive Beweislast ist so klar, dass die mediale Debatte über nicht eintretende Einsparerfolge erstaunt. Den Journalisten bleibt der wirkliche Skandal verborgen: Seit 1995 nach WSV0 ein theoretischer Energiebedarfskennwert auszurechnen ist und dieser auch auf bewohnte Altbauten angewendet wird, klappt bei letzteren eine große Lücke zwischen erreichtem Ziel und theoretisch-fiktivem Bedarfs-Ausgangswert. Energieverbrauch ist eben nicht gleich Energiebedarf. Die ausgerechneten Einspar-Prozentzahlen werden damit unrealistisch, nicht aber der eintretende Einsparerfolg. Nur der Startpunkt der Gebäude im Ist-Zustand (z.B. 420 statt 310 kWh/(m<sup>2</sup>\*a)) ist unrealistisch, nicht der Zielwert (z.B. 100 kWh/(m<sup>2</sup>\*a). Hierzu ist jedoch auch noch der falschen Flächenbezug der EnEV heraus zurechnen (zu große Bezugsfläche A<sub>N</sub>, die zu kleine spezifische Bedarfskennwerte in kWh/(m<sup>2</sup><sub>AN</sub>\*a) ergibt). Dies wird zusätzlich durch den Bezug auf Primärenergie kaum begreiflich. Diese allein schon unanschauliche Größe, erzeugt als weitere Schwierigkeit bei regenerativen Energien erklärungsbedürftig niedrige Energiekennwerte, die mit den real eintretenden Endenergiemengen nichts mehr zu tun haben. Eine mehrfache Verwirrung in der Energieeinsparverordnung, die meist nicht erkannt wird. So schlägt man den Sack (gleich die Wärmedämmung, die nicht hielte, was sie verspräche) und meint, ohne es zu wissen, den Esel (Das Rechenverfahren der EnEV).

Aber es gibt bei unseren ehrgeizigen Energiesparstandards auch große Anstrengungen zur Zielerfüllung zu leisten. Wer sich auf der Zielgeraden befindet, muss alle Kräfte mobilisieren. Hierzu gehören in der Tat auch ein sinnvolles Nutzerverhalten und eine fehlerlos arbeitende Haustechnik. Nutzer müssen zumindest im Ansatz verstanden haben, dass sie in einem besonderen Haus mit besonderen Chancen für sie selbst leben. Und es kann nicht sein, dass das Passivhaus –eigentlich ein Haustyp ohne konventionelle Heizung- mit Fußbodenheizung ausgestattet wird und die Benutzer dann nicht aufgeklärt werden, über eine energiesparsame Fahrweise dieser Wärmeverteilungsart. Genauso fällt immer wieder auf, dass viele dieser Häuser ohne Heizung nunmehr Mängel im Bereich der Lüftungstechnik aufweisen, die einen Mehrverbrauch beim Heizen erzeugen. Früher funktionierte die Heizung nicht optimal, wo man auf sie im Passivhaus überwiegend verzichtet, arbeiten die Lüftungsanlagen mit zu großen Luftmengen und werden bei der Inbetriebnahme nicht richtig eingestellt. Eine unbefriedigende Situation, die aus der immer noch Neuartigkeit dieses Standards resultiert. Hier gibt es auch keinen Grund für eine negative Debatte, denn wenn Nutzer heute das Potenzial ihres Hauses nicht völlig aus-

nutzen, indem sie höhere Raumtemperaturen über 23 °Celsius im Winter herstellen, dann können sie dies in Zeiten höherer Energiepreise oder wieder gesellschaftlicherem Denken, zu jeder Zeit wieder ändern – ohne das Gebäude nachrüsten zu müssen.

Solche Mängel sind behebbar, das sagt uns schon die Logik: Wenn das erste Passivhaus mit seinen 4 Wohneinheiten ab 1990 in Darmstadt bisher 26 Jahre lang gemessene Heizenergieverbrauchswerte von 1 m<sup>3</sup> Erdgas pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr aufweist, dann ist damit der Wahrheitsbeweis erbracht, dass dies möglich ist. Jedes Gebäude, welches seine Zielwerte nicht erreicht, muss deshalb auf die Fehlerquellen untersucht werden, die den höheren Verbrauch erzeugen. Als die Amerikaner auf den Mond geflogen waren, hatten sie den Beweis erbracht, dass der Mensch auf den Mond fliegen kann, auch wenn es bisher niemand nachmachen konnte. So einfach ist das.

## **1. Wärmedämmung ist erfolgreich - durch Messungen belegt**

Das individuelle Nutzerverhalten hat einen wesentlichen Einfluss auf den Heizenergieverbrauch von Wohnungen. Der Nutzer beeinflusst den Energieverbrauch einer Wohnung durch folgende Faktoren:

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

Jahrelang wurde dem Konzept der „Energieeinsparung“ deshalb mit Skepsis begegnet. Hohe Investitionen für einen zweifelhaften Nutzen, das Nutzerverhalten mache doch alles wieder zunichte - das sind einige der vorgebrachten Zweifel, die jedoch ihren Beleg schuldig blieben. Die mittlerweile errichteten und im Heizenergieverbrauch gemessenen Niedrigenergiehäuser ermöglichen heute die Überprüfung dieser Zweifel. Die folgenden Darstellungen beruhen auf präzisen Messungen des Heizenergieverbrauchs einer Vielzahl von Wohnungen in Niedrigenergiehäusern und in konventionell errichteten Gebäuden.

Tabelle: Gemessene oder aus Messungen berechnete Heizwärmeverbrauchswerte von Niedrigenergiehäusern

Gebäude/Siedlung	Baujahr	Durchschnittlicher gemessener Heizwärmeverbrauch in kWh/m <sup>2</sup> Wohnfläche DIN 277/Jahr	Lüftungsanlagen
Einfamilienhaus Schrecksbach (Hessen)	1987	65 <sup>*)</sup>	WRG
Erste Siedlung in Essen mit stark erhöhtem Wärmedämmstandard, 17 Einfamilienhäuser	1984/85	77	WRG
27 Einfamilienhäuser in NEH-Standard, Förderung: Land Hessen	1990-1993	72	Abluft + WRG
11 Niedrigenergie-Reihenhäuser Ingolstadt	1987	50	Abluft
10 WE Reihenhäuser Darmstadt Carsonweg	1989	55	Fenster
Mehrfamilienhaus Quickborn 1583 m <sup>2</sup> Wohnfläche <sup>**)</sup>	1992/93	62,2	Abluft
Mehrfamilienhaus Norderstedt 2592 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1991/92	67,9	Abluft
Mehrfamilienhaus Norderstedt II 1519 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1991/92	97,8 <sup>***)</sup>	Abluft
MFH Kiel I (Sch.-Holst.), 1491 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1992/93	63,4	Abluft
MFH Kiel II (Sch.-Holst.), 858 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1992/93	74	WRG
Niedrigenergiesiedlung Niedernhausen 41 Reihenhäuser	1989-1991	66	Abluft
51 Reihenhäuser in Skive	1984	54	Abluft
Siedlung Heidenheim 12 WE in ZFH	1990	51	WRG, Abluft
Siedlung Schopfheim 300 WE	1991	59	Fenster
MFH Rheinstetten 34 WE	1994	40	Fenster
Mehrfamilienhaus Wiesbaden	1990	60	Fenster

<sup>\*)</sup> Eines der ersten Objekte in Deutschland <sup>\*\*)</sup> Verbrauchsunterschiede in 6 Wohnungen zwischen 30 und 69 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr gemessen. <sup>\*\*\*)</sup> Der unbefriedigend hohe Durchschnittswert resultiert aus technischen Mängeln: Lüftungsanlage nicht vom Nutzer regelbar (!); Fußbodenheizung schlecht regelbar, damit höhere Innentemperaturen

Die Beispiele zeigen:

Die Niedrigenergiebauweise ist ein funktionsfähiges, erfolgreiches Konzept. Die berechneten Heizwärmebedarfswerte werden im Durchschnitt stets erreicht.

<b>Definition des Niedrigenergiestandards</b>	
<b>Heizwärmebedarfswerte (Nutzenergie)</b>	
Freistehende Einfamilienhäuser	≤ 70 kWh/m <sup>2</sup> Wohnfläche DIN277/Jahr
Doppelhäuser, Reihenhäuser	≤ 65 kWh/m <sup>2</sup> Wohnfläche DIN277/Jahr
Mehrfamilienhäuser	≤ 55 kWh/m <sup>2</sup> Wohnfläche DIN277/Jahr
<b>Bewährte Konstruktionsmerkmale</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hervorragender Wärmeschutz der Außenbauteile</li> <li>2. Dichtigkeit der Gebäudehülle, Vermeidung von Fugen, Ritzen und Fehlstellen</li> <li>3. Kompakte Bauweise, keine Kühlrippenarchitektur</li> <li>4. Reduzierung von Wärmebrücken, Sorgfältige Ausführung des Wärmeschutzes</li> <li>5. Nutzung der Solarenergie durch die passiven Techniken</li> <li>6. kontrollierte Wohnungslüftung mit Abluft- oder Zu-/Abluftanlagen (optional)</li> <li>7. Elemente der Heizwärmeverteilung flink regelbar</li> <li>8. Bewährte, effiziente einfache Heiztechnik</li> <li>9. Einfache Bedienelemente für die Haustechnik</li> </ol>	
<p><b>Additive Elemente:</b>  <b>Stromsparende Haushaltsgeräteausstattung, stromsparende Umwälzpumpen, Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung</b></p>	

## Niedrigenergiehäuser schaffen Voraussetzung für Energieeinsparung

Die folgenden Auswertungen des Heizwärmeverbrauchs der Einzelwohnungen in unterschiedlichen Siedlungen, Mehrfamilienhäusern und Reihenhäusern in Niedrigenergiebauweise geben ein klares Bild der Auswirkungen des unterschiedlichen Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch von Gebäuden. Die Wohnungen in den jeweiligen Objekten sind im Wesentlichen baugleich. Die Werte schließen jedoch auch die unvermeidlichen Lagevorteile und -nachteile einzelner Wohnungen, Reihennetze und -endhäuser ein.

Die individuellen Verbrauchsunterschiede zwischen baugleichen Wohnungen sind in der Tat groß; Differenzen um den Faktor 2-9 sind zu beobachten. Dies ist jedoch kein Problem, denn **im Durchschnitt** aller Nutzer einer Wohnanlage (eines Stadtteils, einer Stadt...) tritt der gewünschte niedrige Heizwärmeverbrauch unter  $7 \text{ m}^3$  Erdgas pro  $\text{m}^2$  Wohnfläche und Jahr ein. **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 (Bsp. MFH in Norderstedt in Tabelle 1) sind haustechnische Komponenten (das ganze Jahr durchlaufendes Nachheizregister der Lüftungsanlage, schlecht regelbare Fußbodenheizung ohne Information der Mieter) kontraproduktiv eingebaut.

Auch ein Vergleich mit der älteren Bausubstanz ist interessant: Die Technik des Niedrigenergiehauses macht es den Nutzern erst möglich, Energie zu sparen. Das Konzept fordert keine Einschränkung beim Heizen, sondern die Wärmedämmung, die passive Solarenergienutzung, die Dichtheit der Gebäudehülle und die effiziente Heiztechnik (die einfache Technik des Niedrigenergiehauses) erledigen die Aufgabe vom Nutzer unabhängig. Will der Nutzer bewußt sparen, kann er durch sein Verhalten das Gebäude unterstützen - er muß es aber nicht. Überspitzt: 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: Auch bei wenig sparsamen Nutzerverhalten liegen die eintretenden Energieverbräuche noch weit unter denen von ungedämmten, konventionell errichteten Wohngebäuden.

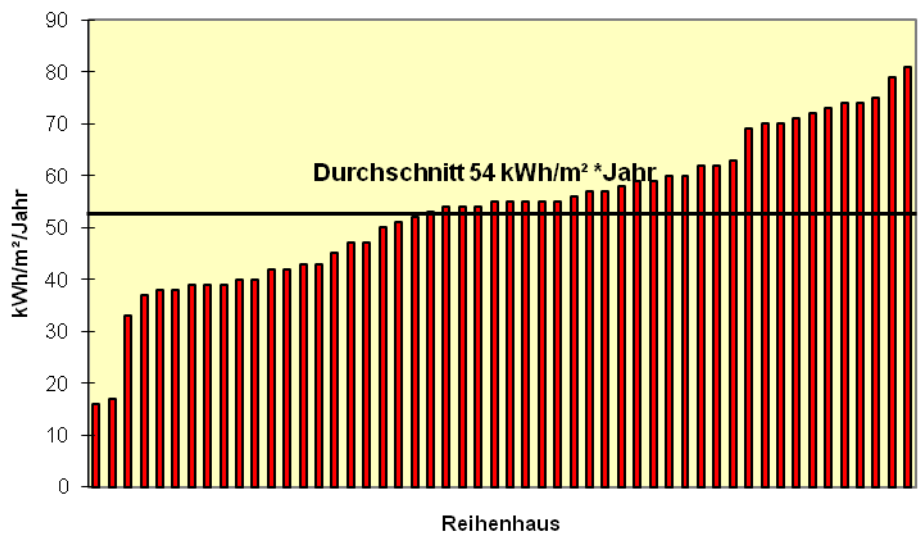
Weitere Verbrauchssenkungen durch ein sehr sparsames, bewußtes Heizverhalten sind möglich: sie können jedoch kommenden Zeiten mit höheren Energiepreisen oder einem geschärften Umweltbewußtsein vorbehalten bleiben.

Verschiedene Objekte zeigen: Besondere Aufmerksamkeit sollte einer effizienten, einfachen Haustechnik mit einfacher Bedienbarkeit gewidmet werden. Versteht der Nutzer die Technik nicht oder 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.

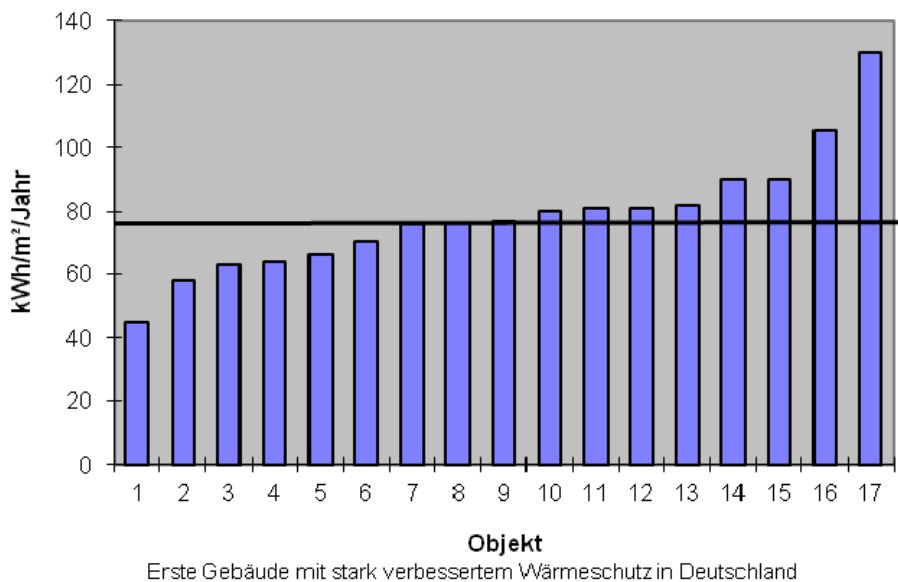
## Gemessene Heizwärmeverbrauchswerte von Niedrigenergiehäusern

Die folgenden Grafiken geben die gemessenen Heizwärmeverbrauchswerte (Nutzenergie; Wärmemengenzähler) aus verschiedenen Forschungsprojekten wieder. Die Quellen finden sich am Schluß des Artikels.

**Spezifischer Heizwärmeverbrauch von 52 Reihenhäusern in NEH-Bauweise im dänischen Skive 1985/86 (Baujahr 1984)**

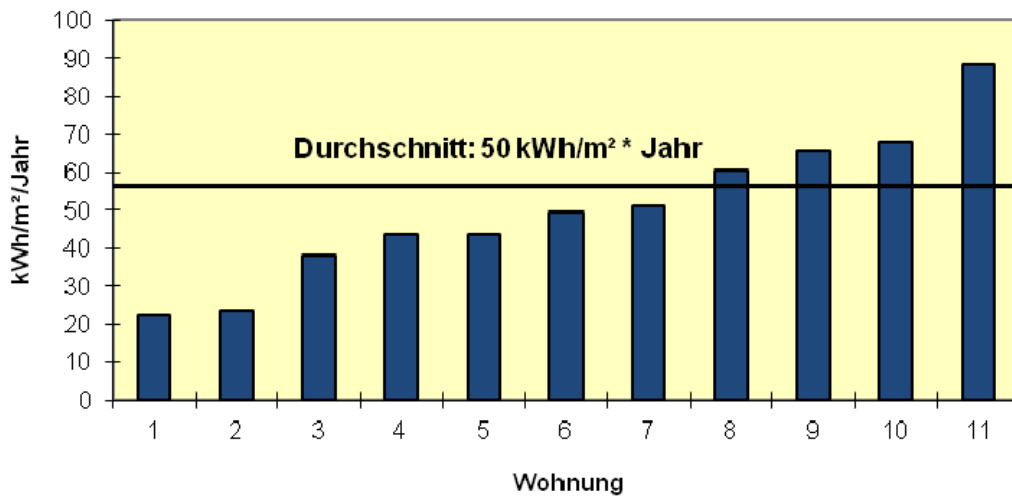


**Spezifischer Heizwärmeverbrauch 17 freistehende Einfamilienhäuser in Essen 1988/89 (Baujahr 1984/85)**

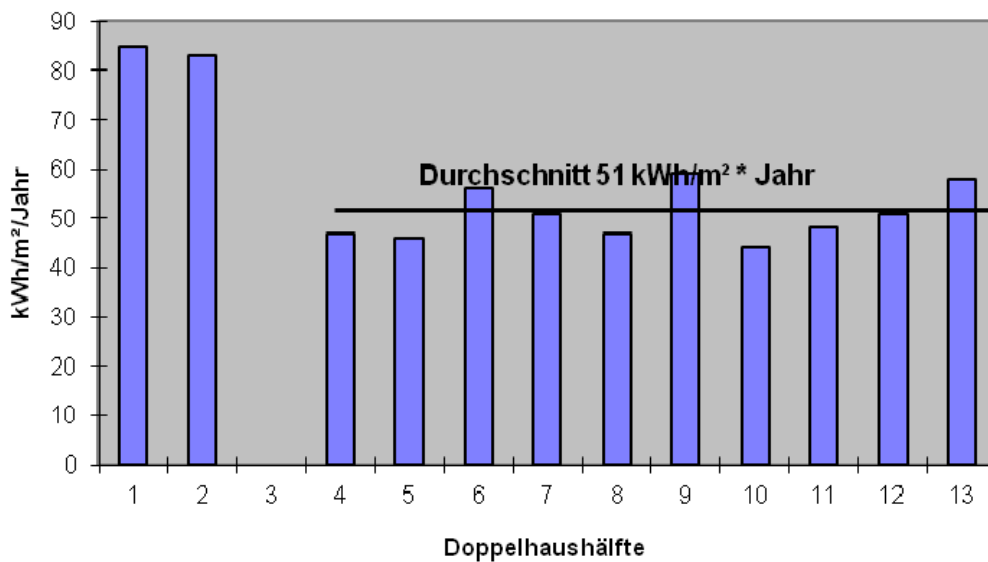


Der Wärmeschutz dieser ersten Niedrigenergiehäuser in Deutschland war noch nicht so weit entwickelt, wie dies bei den ab 1986/87 gebauten Objekten der Fall ist (z.B. nur 16 cm Wärmedämmung im Dach, statt heute üblich 24-28 cm). Schließlich bildete sich die Definition des Niedrigenergiehauses zu dieser Zeit erst heraus und standen damals noch mehr die haustechnischen Konzepte im Vordergrund der Energiesparüberlegungen (Wärmerückgewinnung, Wärmepumpen). Deshalb wurde der heutige Heizwärmebedarfs-Zielwert von  $\leq 70$  kWh/m<sup>2</sup>/Jahr nur knapp erreicht.

**Spezifischer Heizwärmeverbrauch 11 Reihenhäuser in Ingolstadt (Niedrigenergiehäuser, Baujahr 1986)**



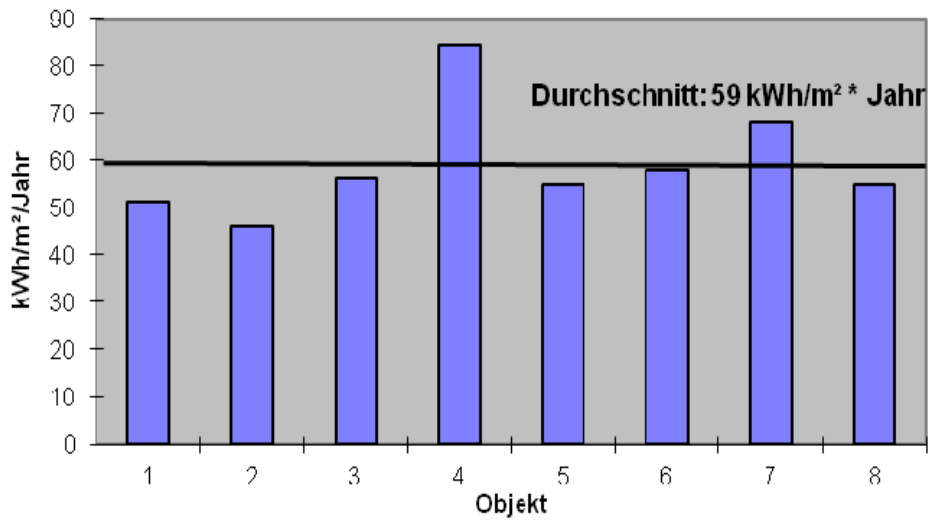
**Spezifischer Heizwärmeverbrauch 1992/93 der Niedrigenergiehäuser in Heidenheim (12 WE, Baujahr 1990)**



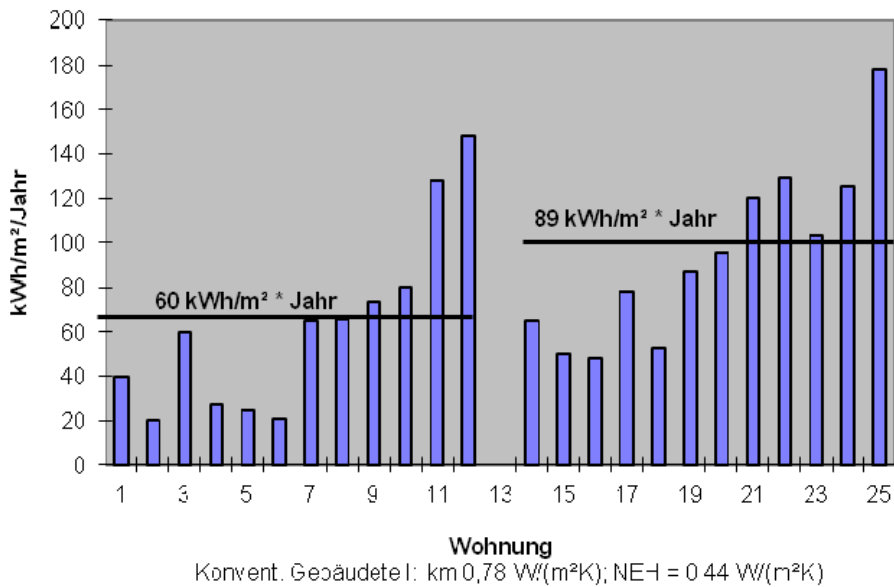
Objekt 1+2: Bauweise nach WSchVO 1984 (leicht verbessert), Objekte ab 4: Niedrigenergiehäuser

### Spezifischer Heizwärmeverbrauch von 8 Niedrigenergie-Doppelhäusern in Schopfheim 1993/94 (Baujahr 1990/91)

Typische Gebäude für das Wohngebiet "Auf der Brant" mit 300 WE

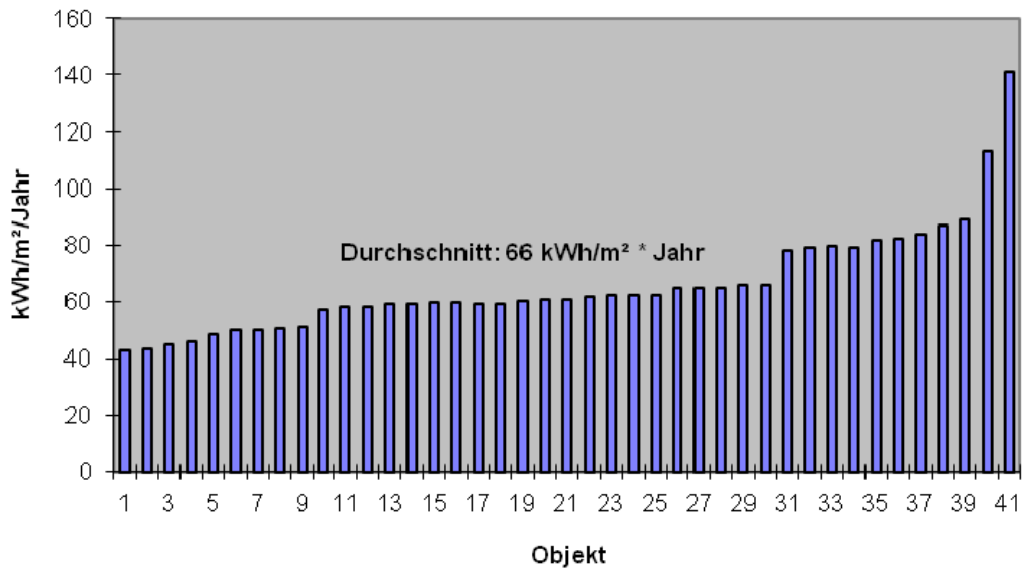


### Spezifischer Heizwärmeverbrauch der Ökolog. Wohnanlage (MFH) in Wiesbaden (24 WE, Baujahr 1989); links: Niedrigenergiebauweise, rechts: konventionelle Bauweise

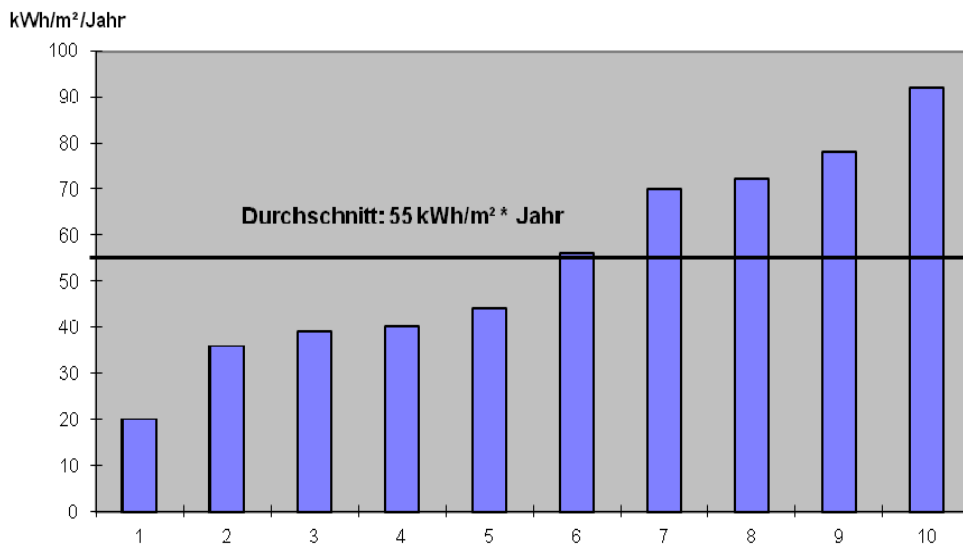


Der „konventionelle Gebäudeteil wurde bereits etwa im Standard der WSchVO 1995 erbaut (z.B. mit 36,5 cm starken Leichthochlochziegel-Außenwänden)

**Spezifischer Heizwärmeverbrauch Niedrigenergiesiedlung  
Niedernhausen 1994 (41 Reihenhäuser, Baujahr 1991)**



**Spezifischer Heizwärmeverbrauch 1992 von 10 Reihenhäuser in  
Niedrigenergiebauweise, Darmstadt Carsonweg (Baujahr 1989)**



**Nutzereinfluß auf den Energieverbrauch im Gebäudebestand**

Große Unterschiede im individuellen Energieverbrauch sind keine Besonderheit von Energiesparhäusern. Dies zeigt der Blick auf die Verbrauchsunterschiede der älteren, konventionell errichteten Wohnanlagen in Kassel-



Belgiersiedlung, Heidelberg-Boxberg, Berlin-Märkisches Viertel und Chur-Schweiz. Hier gibt es Unterschiede im individuellen Verbrauch bis zum Faktor 9.

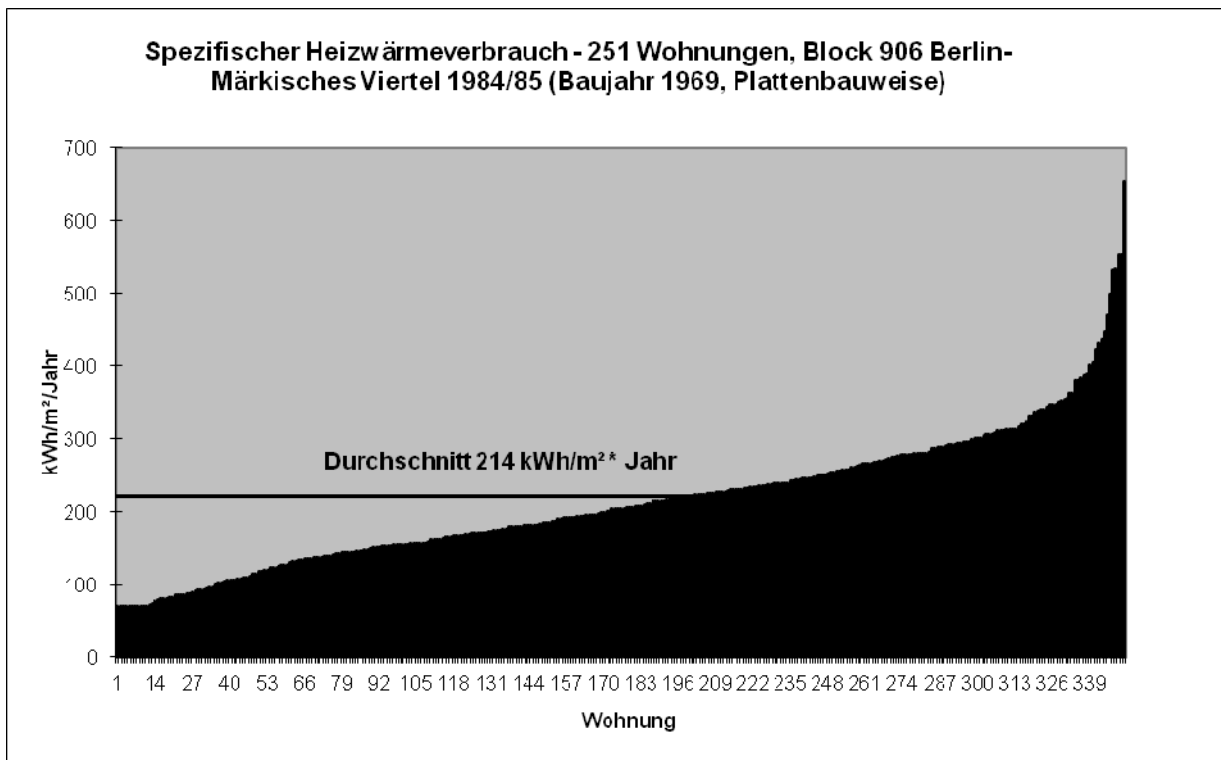
Tabelle: Gemessene Heizwärmeverbrauchsweite: ältere konventionell errichtete Reihenhäuser und Wohnblocks im Vergleich mit Reihenhäusern, Wohnblocks und Einfamilienhäusern in Niedrigenergiebauweise

	Kleinster Wert	Höchster Wert	Unterschied	Durchschnittswerte
Konventionelle Gebäude, Baujahr 1955-1990	70 kWh/m <sup>2</sup> *Jahr	655 kWh/m <sup>2</sup> /Jahr	1 : 9	89 <sup>*)</sup> -214 kWh/m <sup>2</sup> *Jahr
Niedrigenergiehäuser, Baujahr 1989-1992	16 kWh/m <sup>2</sup> *Jahr	148 kWh/m <sup>2</sup> /Jahr	1 : 9	50-77 kWh/m <sup>2</sup> *Jahr

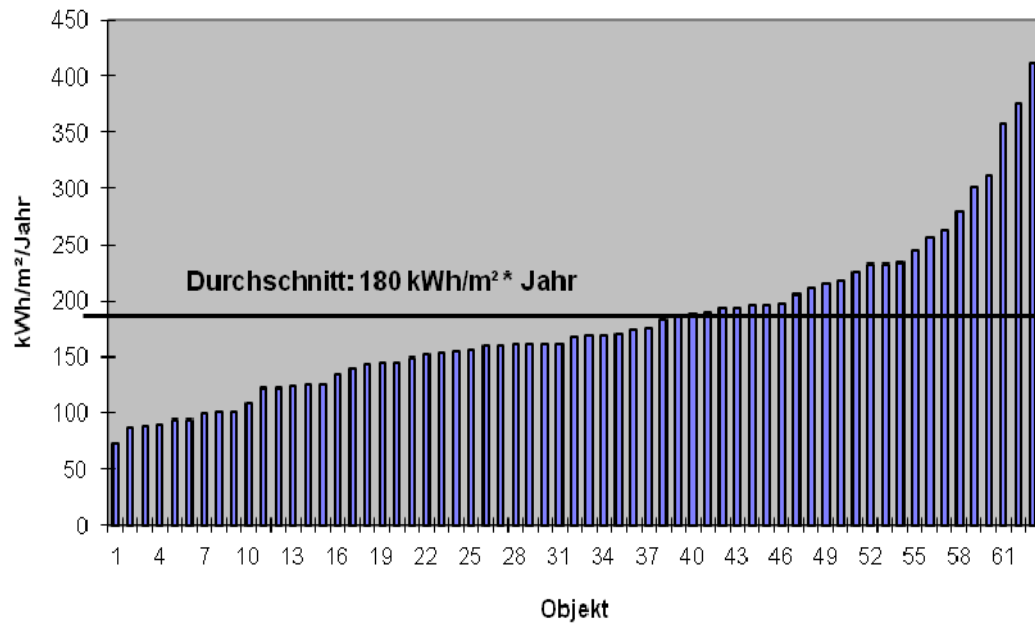
<sup>\*)</sup> Neubau 1990 in Wiesbaden, bereits besser gedämmt als nach der damals gültigen Wärmeschutzverordnung erforderlich gewesen wäre.

Spitzenverbraucher in den Wohnblocks im Märkischen Viertel benötigt 65 m<sup>3</sup> (!) Erdgas/m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr. Durch den mäßigen Wärmeschutz der älteren Gebäude liegen die Durchschnittswerte in Berlin bei 21m<sup>3</sup> Erdgas pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr, in den Reihenhaussiedlungen bei 16-19 m<sup>3</sup> Erdgas/m<sup>2</sup>/Jahr - also im Durchschnitt 3-4 mal höher als der Durchschnitt des Heizenergieverbrauchs in Niedrigenergiehäusern.

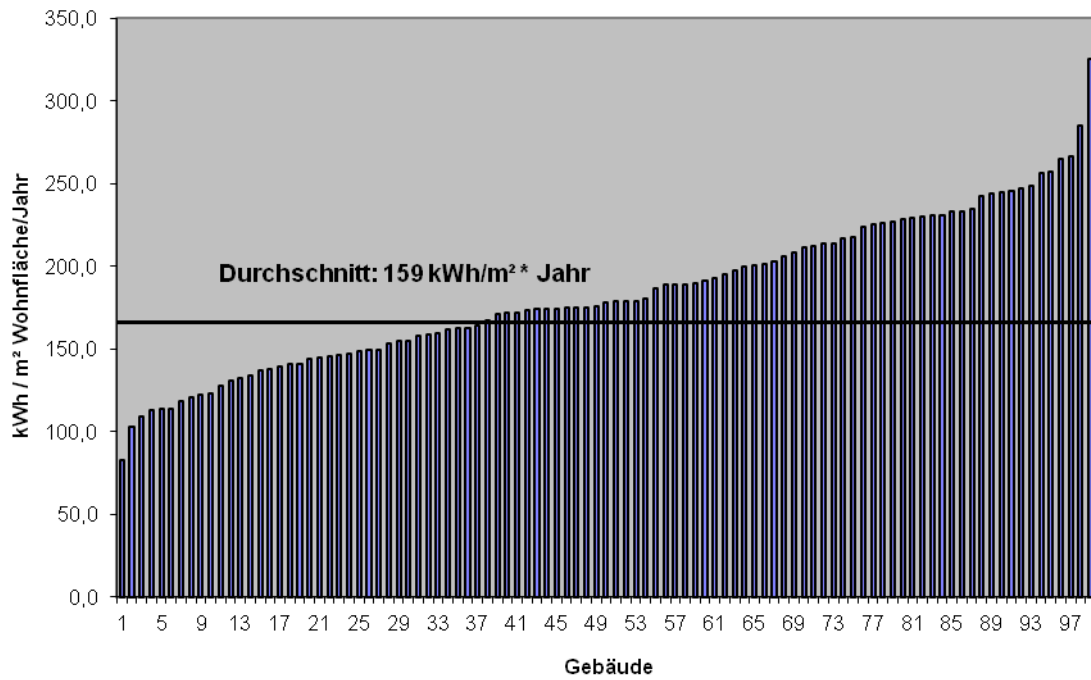
### Gemessene Heizwärmeverbrauchsweite im Gebäudebestand



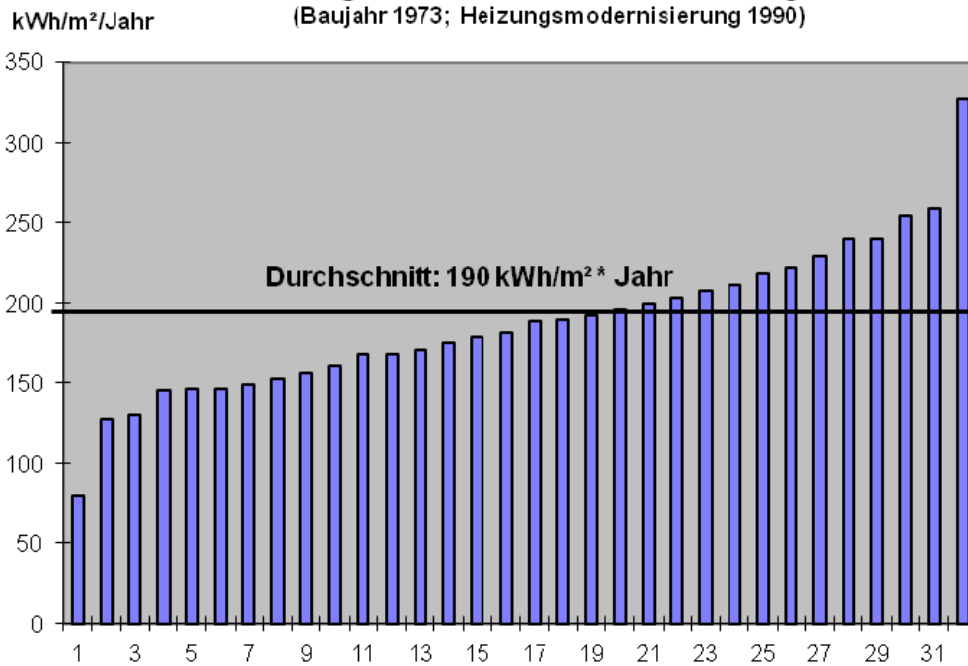
**Spezifischer Heizwärmeverbrauch 1966 von 63 Reihenhäuser in Heidelberg (Baujahr 1962, fernwärmeversorgt; 2503 Gradtage)**



**Spezifischer Heizwärmeverbrauch von 98 Reihenhäusern in Kassel  
Belgiersiedlung 1987/88 (112 m<sup>2</sup>, Baujahr 1955)**



**Wohnanlage in Chur: Endenergie-Verbrauchsunterschiede der 32  
Häuser bei gleicher, modernisierter Heizung 1991/92  
(Baujahr 1973; Heizungsmodernisierung 1990)**



## Zusammenfassung

Die Niedrigenergiebauweise ist erfolgreich. Die verbesserte Wärmedämmung funktioniert auch in Deutschland. Das Konzept führt stets im Durchschnitt der Gebäude oder Wohneinheiten zu Heizwärmeverbrauchswerten, die den mit der sia 380/1 (Leitfaden Energie im Hochbau) gerechneten Werten im Wesentlichen entsprechen. Die Verbrauchsunterschiede durch individuelles Nutzerverhalten werden 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> Wohnfläche und Jahr 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 wird der erwartete Heizwärmeverbrauch stets erreicht und sogar Lagenachteile von Eckwohnungen reduziert. Das Nutzerverhalten ist damit kein Gegenargument 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 pro Stunde und 20°C Innentemperatur in allen Räumen angenommen. Bei einzelnen hohen Heizwärmeverbräuchen hat nicht das Konzept des Niedrigenergiehauses versagt, sondern sollte zunächst durch Überprüfung der haustechnischen Komponenten auf eine weitere Verbrauchsminderung hingewirkt und der Nutzer über seine verhaltensbedingten Einsparpotentiale aufgeklärt werden. Wohnen im Niedrigenergiehaus bietet für jeden die Chance, sparsam und umweltschonend zu heizen.

Für die Zukunft existieren damit noch Einsparpotentiale in einem „überlegten, umweltschonend angelegten“ Nutzerverhalten. Sie können zukünftig aktiviert werden: Wohnungslüftungsanlagen können die Lüftungswärmeverluste begrenzen. Dies setzt jedoch voraus, daß die planenden und einbauenden Gewerke sie technisch beherrschen und der Nutzer „umlernt“, d.h. bei ohnehin guter Innenluftqualität auf eine übertriebene zusätzliche Fensterlüftung verzichtet. Und ein höherer Energiepreis könnte auf ein sparsameres Lüftungsverhalten hinwirken. Doch Vorsicht: das Beispiel aus Skive zeigt: auch bei 1,10 DM pro Liter Heizöl bleiben die Schwankungen zwischen den einzelnen Verbrauchern noch höchst „individuell“.

## Quellen:

- Dietrich, B., Biasin, K., Kalischer, P., Die energetische Optimierung des Niedrig-Energie-Fertighauses, Sonderdruck zur DEU-BAU 1983. RWE, Abteilung Anwendungstechnik, RWE informiert Nr. 194
- Eicke-Hennig, W., Energieverbräuche der Wohnsiedlung „Belgiersiedlung“ in Kassel, unveröffentlicht
- Forschungsstelle für umweltschonende Energieumwandlung und -nutzung mbH, Ermittlung des Wärmeverbrauchs in ausgewählten Niedrig-Energie-Häusern in Schleswig-Holstein, Erster Zwischenbericht, Kiel 1994
- Forschungsstelle für umweltschonende Energieumwandlung und -nutzung mbH, Ermittlung des Wärmeverbrauchs in ausgewählten Niedrig-Energie-Häusern in Schleswig-Holstein, Zweiter Zwischenbericht, Kiel 1995
- Greiff, R., Loga, T., Werner, P., Ökologische Wohnanlage Wiesbaden- Holzstrasse, in: IRB-Verlag, Forschungsbericht T 2638, Stuttgart 1994
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Ökologische Wohnanlage Wiesbaden - Holzstrasse, (Kurzbericht) Wiesbaden 1994
- IBP, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart, Endbericht Niedrigenergiehäuser Heidenheim, Stuttgart 1995
- Jacobi, Eberhard, Dr.-Ing, Problematik der Wärmeverbrauchsabrechnung über Heizkostenverteiler, in: Heizung, Lüftung, Haustechnik, Nr. 1, 1979
- Landeswohnungs- und Städtebaugesellschaft Bayern GmbH (LWS), Deutsch-Schwedisches Gemeinschaftsprojekt Energiesparhäuser Ingolstadt-Halmstadt, München/Frankfurt am Main 1990
- Loga, Tobias, BHKW für Niedrigenergiehäuser - Das Beispiel Niedernhausen, in: VDI-Berichte 1237, Technik im Niedrig-Energie-Gebäude, Düsseldorf 1996
- Nikolic/Rouvel/Schaefer, Architektur und Energie, Bonn 1983, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bonn, IRB-Verlag, Stuttgart F2112
- RWE, Abteilung Anwendungstechnik, RWE Bauhandbuch, 11. Auflage, Essen 1994
- Schweizer Energiefachbuch, Einfamilienhausssiedlung Carmennaweg, Chur, Individuelle Gasheizung spart 30 % Energie, Schweizer Energiefachbuch 1994, Zürich 1994
- Technological Institute, Denmark, Low Energy Houses Skive-84, Taastrup 1988
- Umweltforum BAU e.V. Niedrigenergiehäuser, Planung, Kosten Technik, Karlsruhe 1997
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.), Energie- und kostensparende Wohngebäude in Schopfheim, Stuttgart 1996
- Weidlich, Ingenieurgesellschaft, Energiegutachten Wohnhausgruppe 906, im Auftrag des Senators für Wirtschaft und Arbeit, Berlin 1987