

Das SynergieHaus – Messprogramm

Der Heizenergieverbrauch von SynergieHäusern

Anton Maas,
Jens Oppermann,
Jan Kaiser, Kassel,
Martin Hopfer, Hannover

Im SynergieHaus-Programm wurden im Zeitraum 1994 bis 1999 von der PreussenElektra gemeinsam mit 23 Projektpartnern energiesparende Bauweisen und Anlagentechniken gefördert, mit dem Ziel, einen Beitrag zur Schaffung eines Niedrigenergiehausstandards zu leisten. Diesbezüglich wurde der SynergieHaus-Standard definiert. Dieser fordert eine Reduzierung des nach Wärmeschutzverordnung '95 (WSchVO) ermittelten Jahres-Heizwärmebedarfs um mindestens 30 % sowie die Installation mechanischer Wohnungslüftungsanlagen, vorzugsweise mit einem Wärmerückgewinnungssystem. Dritter Bestandteil dieses Standards ist eine luftdichte Gebäudehülle [1–4].

Autoren

Dr.-Ing. Anton Maas, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Kassel, Fachgebiet Bauphysik, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Dipl.-Ing. Jens Oppermann, **Dipl.-Ing. Jan Kaiser**, Wissenschaftliche Mitarbeiter, Universität Kassel, Fachgebiet Technische Gebäudeausrüstung, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen

Dipl.-Ing. Martin Hopfer, Unternehmensentwicklung Technik, PreussenElektra AG, Hannover

Es wurden 414 Wohneinheiten in 339 Gebäuden finanziell gefördert und in einem Breitenmessprogramm hinsichtlich wichtiger Verbrauchs- und Betriebsdaten über maximal drei Heizperioden vermessen. Ziel des Messprogrammes war die Bewertung der Energieeffizienz der Gebäude, sowohl in ihrer Gesamtheit als auch im Vergleich unterschiedlicher haustechnischer Systeme.

Wichtiger Bestandteil des Messprogrammes war die Erfassung des Heizwärmeverbrauchs sowie der Energieverbräuche für die Wärmeerzeugung und die Wohnungslüftung. Weitere messtechnisch erfasste Größen waren u.a.

der Haushaltsstromverbrauch und die Außentemperatur [2].

Nach Abschluss der Messphase im Mai 1999 liegen nun Daten vor, die Aussagen über den Heizenergieverbrauch von SynergieHäusern ermöglichen. Die Auswertungen erfolgen für 127 Einfamilienhäuser und berücksichtigen die Periode 1.6.1998 bis 31.5.1999. Gegenüber den Auswertungen zum Heizwärmebedarf in [5], liegt somit eine größere Anzahl von Gebäuden und ein anderer Auswertzeitraum zugrunde.

Weiter Ausführungen zum SynergieHaus-Projekt sind dem Abschlussbericht [6] zu entnehmen.

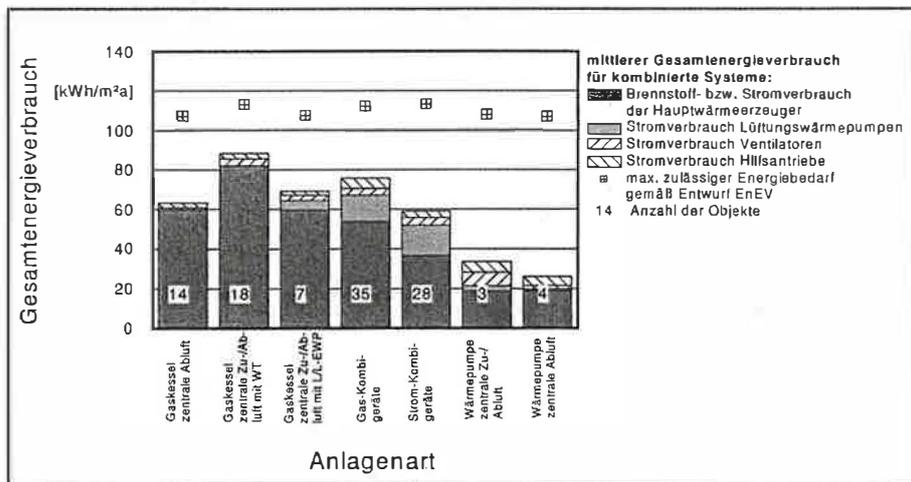


Bild 1

Mittlere Jahres-Gesamtenergieverbräuche für Systeme mit kombinierter Warmwasserbereitung klassiert nach Anlagenkombinationen (Anzahl der Objekte = 109 EFH/RH, Messzeitraum: 1.6.98–31.5.99, Bezug A_N)

VORSPRUNG DURCH ERFABHRUNG



Patentrezept für schnelle, sichere, saubere Verbindungen.

Mapress – seit drei Jahrzehnten ein Begriff für fortschrittliche Rohrverbindungstechnik, Innovation und Zukunftsorientierung.

Mapress – Qualität, auf die Sie sich verlassen können.

Ein brillanter Lebenslauf.

- 1963 Gunnar Larson erhält Patent für einen Pressfitting
- 1968 Mannesmann erwirbt Lizenz
- 1969 Markteinführung **mapress** C-Stahl
- 1978 Pilotanlage **mapress** Edelstahl
- 1984 DVGW Trinkwasser-Zulassung für **mapress** Edelstahl
- 1985 Markteinführung **mapress** Edelstahl
- 1994 Markteinführung **mapress** Super Size Edelstahl DN 65-80-100
- 1999 Markteinführung **mapress** Kupfer

mapress
pressfitting-system

Mapress GmbH & Co. KG

Postfach 22 63 · 40746 Langenfeld

Tel.: (021 73) 285-233

Fax: (021 73) 285-239

Internet: <http://www.mapress.de>

E-Mail: sales@mapress.de

Messtechnische Erfassung des Energieverbrauchs und Begriffsdefinition

Grundsätzlich wird der Verbrauch der Wärmeerzeuger (Gas, Öl, Fernwärme oder Strom) und der Stromverbrauch für Hilfsantriebe (Pumpen, Regelung, usw.) und Lüftungsanlagen (Ventilatoren, Regelung) erfasst. Bei Lüftungsanlagen mit Wärmepumpe wird der Stromverbrauch des Kompressors zusätzlich aufgenommen. Aufgrund der verschiedenen heizungs- und lüftungstechnischer Ausstattung der Gebäude erfolgt die Messung des Heizenergieverbrauchs je nach Objekt unterschiedlich.

Gemäß der Definition, die im Entwurf der künftigen Energieeinsparverordnung (EnEV) [7] Verwendung findet, stellt der Jahres-Heizenergiebedarf die Energiemenge dar, die dem Gebäude zum Zwecke der Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung jährlich zugeführt werden muss. In den Entwurfsfassungen der Normen, die die Berechnungs- bzw. Nachweisverfahren im Rahmen der EnEV darstellen, DIN 4108-6 [8] und DIN 4701-10 [9], sind die Begriffe noch nicht einheitlich formuliert bzw. abgestimmt. Für die nachstehenden Ausführungen wird die Festlegung getroffen, dass die Größe Heizenergieverbrauch die Energiemenge zur Beheizung und Lüftung (inkl. Hilfsenergie) und der Gesamtenergieverbrauch darüber hinaus die Energiemenge für die Warmwasserbereitung (inkl. Hilfsenergie) beinhaltet.

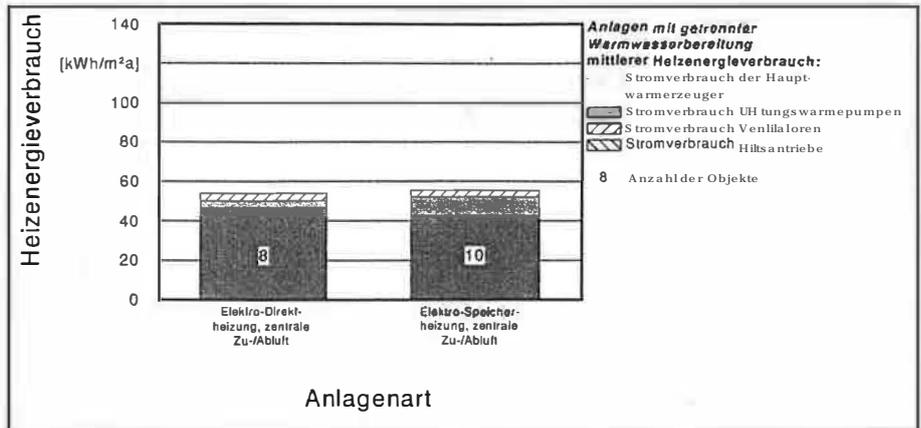
Auswertung der Messergebnisse

Systemspezifische Energieverbräuche

Bei den Auswertungen wird nach folgenden Anlagengruppen unterschieden:

Heizung und Warmwasserbereitung kombiniert

- Gaskessel mit zentraler Abluftanlage,
- Gaskessel mit zentraler Zu-/Abluftanlage und Wärmetauscher,
- Gaskessel mit zentraler Zu-/Abluftanlage und Luft/Luft-Wärmepumpe (mit und ohne Wärmetauscher),
- Gaskessel mit zentraler Abluftanlage und Luft/Wasser-Wärmepumpe,
- Elektrokessel mit zentraler Abluftanlage und Luft/Wasser-Wärmepumpe,
- monovalente Wärmepumpen mit zentraler Zu-/Abluftanlage,
- monovalente Wärmepumpen mit zentraler Abluftanlage.



Heizung und Warmwasserbereitung getrennt

- Elektrodirektheizungen mit zentraler Zu-/Abluftanlage,
- Elektrospeicherheizungen mit zentraler Zu-/Abluftanlage.

Die Unterscheidung zwischen Anlagen mit kombinierter und separater Warmwasserbereitung ist erforderlich, da bei kombinierten Anlagen der Energieverbrauch zur Deckung des Warmwasserbedarfs mit vermessend wird (Gesamtenergieverbrauch), während bei separater Warmwasserbereitung der Energieverbrauch entweder nicht erfasst wird bzw. bei Durchlauferhitzern im Haushaltsstromverbrauch enthalten ist.

Infolge des unterschiedlichen Nutzerhaltens liegt eine große Streuung der gemessenen Heizwärmeverbräuche vor [5]. Dies trifft auch auf die messtechnisch ermittelten Heizenergieverbräuche zu. Aufgrund der relativ großen Anzahl der Gebäude sind Aussagen zu mittleren Verbräuchen allerdings möglich.

Die Auftragung in Bild 1 zeigt, dass die Objekte mit monovalenten Wärmepumpensystemen die geringsten Gesamtenergieverbräuche aufweisen. Im mittleren Bereich liegen Gaskessel mit zentraler Abluftanlage, Elektrokessel mit zentraler Abluftanlage und Luft/Wasser-Wärmepumpe (Strom-Kombigeräte) und Gaskessel mit zentraler Zu-/Abluftanlage und Luft/Luft-Wärmepumpe. Die höchsten Energieverbräuche weisen Gaskessel mit zentraler Zu-/Abluftanlage und Wärmetauscher und Gaskessel mit zentraler Abluftanlage und Luft/Wasser-Wärmepumpe (Gas-Kombigeräte) auf. Zwischen den Systemen Elektrodirekt- und Elektrospeicherheizung mit zentraler Zu-/Abluftanlage liegen hinsichtlich der Heizenergieverbräuche nur geringe Unterschiede vor (Bild 2). Beim Vergleich der jeweiligen Energieverbräuche ist zu beachten, dass bei den Gebäu-

Bild 2

Mittlere Jahres-Heizenergieverbräuche für Systeme mit getrennter Warmwasserbereitung klassiert nach Anlagenkombinationen (Anzahl der Objekte = 18 EFH/RH, Messzeitraum: 1.6.98-31.5.99, Bezug A_N)

den ein unterschiedlicher Wärmedämmstandard vorliegt. Dieser resultiert aus der unterschiedlichen Bonusregelung für Lüftungsanlagen im Rahmen der Wärmeschutzverordnung und auch aus der Tatsache, dass oftmals ein über die Anforderungen des Synergie-Hauses verbesserter Wärmeschutz realisiert wurde.

Zusätzlich zur Auftragung der Gesamtenergieverbräuche ist in Bild 1 die Anforderung gemäß Referentenentwurf der Energieeinsparverordnung als Mittelwert der jeweiligen Kategorie dargestellt. Der zulässige Gesamtenergiebedarf nach EnEV ergibt sich unter Berücksichtigung der Anteile von Heizung und Warmwasser in Abhängigkeit vom Verhältnis wärmeübertragende Hüllfläche dividiert durch das beheizte Volumen (A/V_e -Verhältnis). Für die im Rahmen der Auswertung betrachteten A/V_e -Verhältnisse beträgt der Anteil des zulässigen Heizenergiebedarfs rd. 80 kWh/m²a. Bei Einsatz zentraler Warmwasserbereitung wird dieser Wert um rd. 30 kWh/m²a erhöht. Die Anforderungen gemäß Entwurf EnEV, die für die betrachteten Objekte bei einem Gesamtenergiebedarf von rund 110 kWh/m²a liegen, werden in allen Fällen deutlich unterschritten. Es wird davon ausgegangen, dass in der Endfassung der EnEV der Anteil des zulässigen Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung gegenüber dem zuvor genannten Wert abgesenkt wird, um der Effizienz typischer Warmwasserbereitungssysteme gerecht zu werden [9]. Bei Anlagen mit separater

flexibel_schnell_günstig

Manche Installation ist ganz schön umständlich.

WICU®

NEU

mit schlanke

WICU®_flex – dieses Kupferrohr ist neu, ist mit einem flexiblen 6mm-PE-Mantel fertig isoliert. Damit spart es reichlich Arbeitszeit – zur Freude der Installateure und Bauherren. Es lässt sich vom Ring schnell und »im Stück« verlegen und mit üblichen Kupfer-Fittings einfach verbinden: Man schiebt den Mantel zurück und anschließend wieder vor – über den Fitting. Ein Nachisolieren der Verbindungsstelle ist nicht erforderlich.

WICU®_flex ist aus Kupfer, es ist korrosionsgeschützt und es ist ideal für die Hausinstallation – ideal zur Anbindung von Heizkörpern und ideal für die Trinkwasserinstallation. WICU®_flex ist die rentable Lösung; weil es Zeit spart und weil der Preis stimmt.

WICU®_Installationssysteme – die Zukunft sieht gut aus.

www.wicu-systems.com

fax-info 0 51 41/50 271

WICU®_flex

WICU®
WICU®_Rohr
WICU®_extra
WICU®_flex

KME

KM Europa Metal

Wieland

Wieland-Werke AG, Ulm

Messtechnische Erfassung des Energieverbrauchs und Begriffsdefinition

Grundsätzlich wird der Verbrauch der Wärmeerzeuger (Gas, Öl, Fernwärme oder Strom) und der Stromverbrauch für Hilfsantriebe (Pumpen, Regelung, usw.) und Lüftungsanlagen (Ventilatoren, Regelung) erfasst. Bei Lüftungsanlagen mit Wärmepumpe wird der Stromverbrauch des Kompressors zusätzlich aufgenommen. Aufgrund der verschiedenen heizungs- und lüftungstechnischer Ausstattung der Gebäude erfolgt die Messung des Heizenergieverbrauchs je nach Objekt unterschiedlich.

Gemäß der Definition, die im Entwurf der künftigen Energieeinsparverordnung (EnEV) [7] Verwendung findet, stellt der Jahres-Heizenergiebedarf die Energiemenge dar, die dem Gebäude zum Zwecke der Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung jährlich zugeführt werden muss. In den Entwurfsfassungen der Normen, die die Berechnungs- bzw. Nachweisverfahren im Rahmen der EnEV darstellen, DIN 4108-6 [8] und DIN 4701-10 [9], sind die Begriffe noch nicht einheitlich formuliert bzw. abgestimmt. Für die nachstehenden Ausführungen wird die Festlegung getroffen, dass die Größe Heizenergieverbrauch die Energiemenge zur Beheizung und Lüftung (inkl. Hilfsenergie) und der Gesamtenergieverbrauch darüber hinaus die Energiemenge für die Warmwasserbereitung (inkl. Hilfsenergie) beinhaltet.

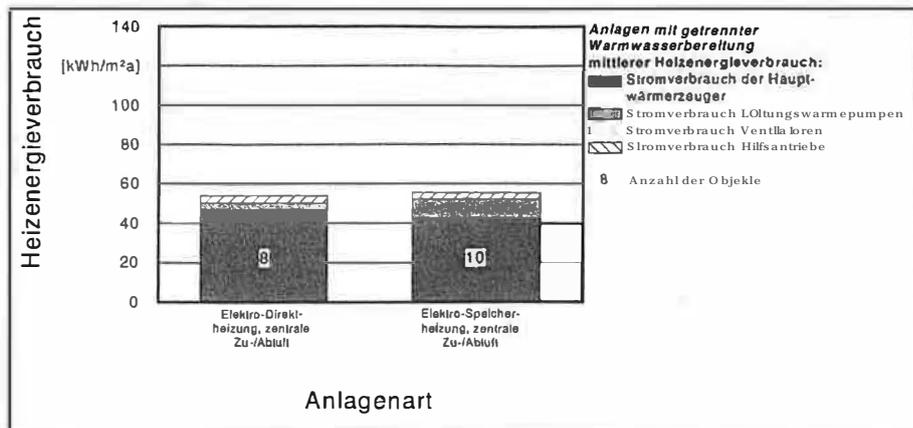
Auswertung der Messergebnisse

Systemspezifische Energieverbräuche

Bei den Auswertungen wird nach folgenden Anlagengruppen unterschieden:

Heizung und Warmwasserbereitung kombiniert

- Gaskessel mit zentraler Abluftanlage,
- Gaskessel mit zentraler Zu-/Abluftanlage und Wärmetauscher,
- Gaskessel mit zentraler Zu-/Abluftanlage und Luft/Luft-Wärmepumpe (mit und ohne Wärmetauscher),
- Gaskessel mit zentraler Abluftanlage und Luft/Wasser-Wärmepumpe,
- Elektrokessel mit zentraler Abluftanlage und Luft/Wasser-Wärmepumpe,
- monovalente Wärmepumpen mit zentraler Zu-/Abluftanlage,
- monovalente Wärmepumpen mit zentraler Abluftanlage.



Heizung und Warmwasserbereitung getrennt

- Elektrodirektheizungen mit zentraler Zu-/Abluftanlage,
- Elektrospeicherheizungen mit zentraler Zu-/Abluftanlage.

Die Unterscheidung zwischen Anlagen mit kombinierter und separater Warmwasserbereitung ist erforderlich, da bei kombinierten Anlagen der Energieverbrauch zur Deckung des Warmwasserbedarfs mit gemessen wird (Gesamtenergieverbrauch), während bei separater Warmwasserbereitung der Energieverbrauch entweder nicht erfasst wird bzw. bei Durchlauferhitzern im Haushaltsstromverbrauch enthalten ist.

Infolge des unterschiedlichen Nutzerverhaltens liegt eine große Streuung der gemessenen Heizwärmeverbräuche vor [5]. Dies trifft auch auf die messtechnisch ermittelten Heizenergieverbräuche zu. Aufgrund der relativ großen Anzahl der Gebäude sind Aussagen zu mittleren Verbräuchen allerdings möglich.

Die Auftragung in Bild 1 zeigt, dass die Objekte mit monovalenten Wärmepumpensystemen die geringsten Gesamtenergieverbräuche aufweisen. Im mittleren Bereich liegen Gaskessel mit zentraler Abluftanlage, Elektrokessel mit zentraler Abluftanlage und Luft/Wasser-Wärmepumpe (Strom-Kombigeräte) und Gaskessel mit zentraler Zu-/Abluftanlage und Luft/Luft-Wärmepumpe. Die höchsten Energieverbräuche weisen Gaskessel mit zentraler Zu-/Abluftanlage und Wärmetauscher und Gaskessel mit zentraler Abluftanlage und Luft/Wasser-Wärmepumpe (Gas-Kombigeräte) auf. Zwischen den Systemen Elektrodirekt- und Elektrospeicherheizung mit zentraler Zu-/Abluftanlage liegen hinsichtlich der Heizenergieverbräuche nur geringe Unterschiede vor (Bild 2). Beim Vergleich der jeweiligen Energieverbräuche ist zu beachten, dass bei den Gebäu-

Bild 2

Mittlere Jahres-Heizenergieverbräuche für Systeme mit getrennter Warmwasserbereitung klassiert nach Anlagenkombinationen (Anzahl der Objekte = 18 EFH/RH, Messzeitraum: 1.6.98–31.5.99, Bezug A_N)

den ein unterschiedlicher Wärmedämmstandard vorliegt. Dieser resultiert aus der unterschiedlichen Bonusregelung für Lüftungsanlagen im Rahmen der Wärmeschutzverordnung und auch aus der Tatsache, dass oftmals ein über die Anforderungen des Synergie-Hauses verbesserter Wärmeschutz realisiert wurde.

Zusätzlich zur Auftragung der Gesamtenergieverbräuche ist in Bild 1 die Anforderung gemäß Referentenentwurf der Energieeinsparverordnung als Mittelwert der jeweiligen Kategorie dargestellt. Der zulässige Gesamtenergiebedarf nach EnEV ergibt sich unter Berücksichtigung der Anteile von Heizung und Warmwasser in Abhängigkeit vom Verhältnis wärmeübertragende Hüllfläche dividiert durch das beheizte Volumen (A/V_e -Verhältnis). Für die im Rahmen der Auswertung betrachteten A/V_e -Verhältnisse beträgt der Anteil des zulässigen Heizenergiebedarfs rd. 80 kWh/m²a. Bei Einsatz von zentraler Warmwasserbereitung wird dieser Wert um rd. 30 kWh/m²a erhöht. Die Anforderungen gemäß Entwurf EnEV, die für die betrachteten Objekte bei einem Gesamtenergiebedarf von rund 110 kWh/m²a liegen, werden in allen Fällen deutlich unterschritten. Es wird davon ausgegangen, dass in der Endfassung der EnEV der Anteil des zulässigen Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung gegenüber dem zuvor genannten Wert abgesenkt wird, um der Effizienz typischer Warmwasserbereitungssysteme gerecht zu werden [9]. Bei Anlagen mit separater

flexibel_schnell_günstig

Manche Installation ist ganz schön umständlich.

WICU®_flex

NEU

WICU®_flex – dieses Kupferrohr ist neu, ist mit einem flexiblen 6mm-PE-Mantel fertig isoliert. Damit spart es reichlich Arbeitszeit – zur Freude der Installateure und Bauherren. Es lässt sich vom Ring schnell und »im Stück« verlegen und mit üblichen Kupfer-Fittings einfach verbinden: Man schiebt den Mantel zurück und anschließend wieder vor – über den Fitting. Ein Nachisolieren der Verbindungsstelle ist nicht erforderlich.

WICU®_flex ist aus Kupfer, es ist korrosionsgeschützt und es ist ideal für die Hausinstallation – ideal zur Anbindung von Heizkörpern und ideal für die Trinkwasserinstallation. WICU®_flex ist die rentable Lösung; weil es Zeit spart und weil der Preis stimmt.

WICU®_Installationssysteme – die Zukunft sieht gut aus.

www.wicu-systems.com

fax-info 0 51 41/50 271

WICU®
WICU®_Rohr
WICU®_extra
WICU®_flex

KME

KM Europa Metal

Wieland

Wieland-Werke AG, Utm

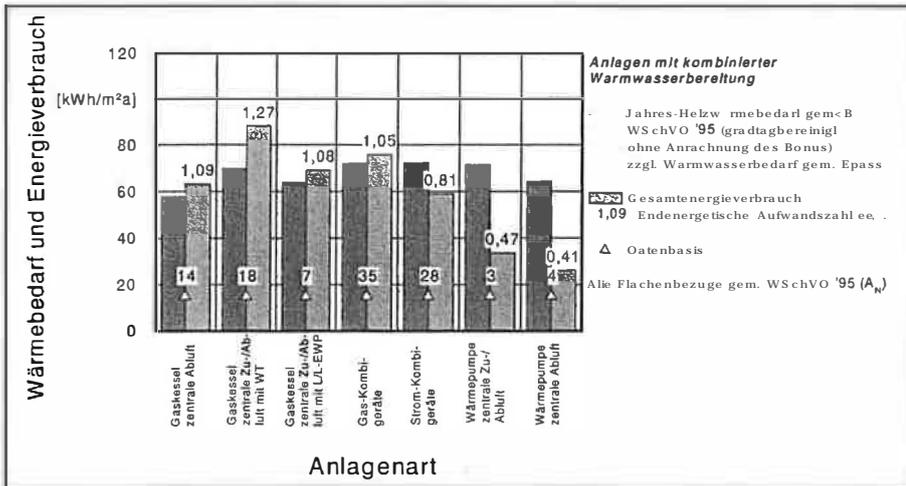
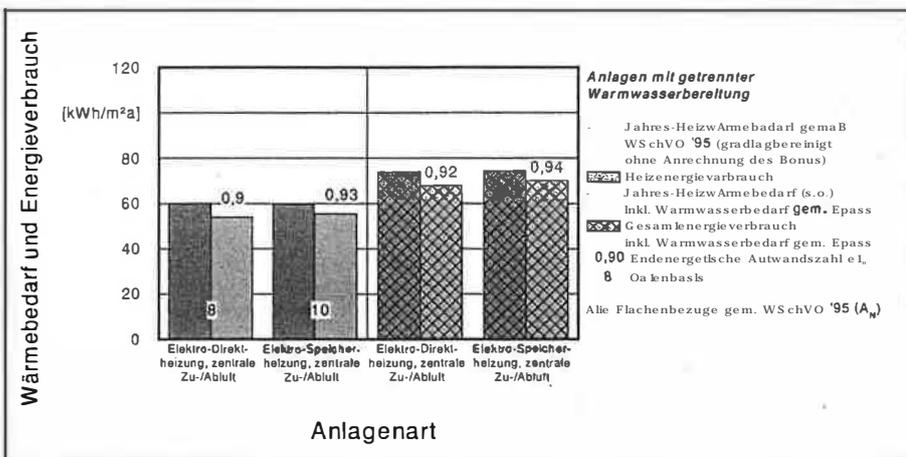


Bild 3
Jahres-Heizwärmebedarf gemäß WSchVO '95 '95 (gradtagbereinigt zzgl. Warmwasserbedarf gemäß EPASS), Jahres-Gesamtenergieverbrauch und endenergetische Aufwandszahl klassiert nach Anlagenkombinationen (Anzahl der Objekte = 109 EFH/RH, Messzeitraum: 1.6.98-31.5.99, Bezug A_N)

(dezentraler) Warmwasserbereitung ist in Bild 2 kein Referenzwert eingetragen, da die Anforderungsgröße bei diesen Systemen gemäß Entwurf der Energieeinsparverordnung durch den Heizwärmebedarf gebildet wird.

Die Bewertung der energetischen Qualität von Anlagenkomponenten bzw. -systemen erfolgt gemäß künftiger EnEV bzw. der heranzuziehenden Norm DIN 4701-10 über Aufwandszahlen, die das Verhältnis des Aufwands zum Nutzen darstellen. In den Auftragsungen in Bild 3 und Bild 4 sind Aufwandszahlen dargestellt, die sich ergeben, wenn der messtechnisch ermittelte Gesamtenergieverbrauch durch den gradtagsberei-

nigten Jahres-Heizwärmebedarf gemäß WSchVO '95 zzgl. dem Warmwasserwärmebedarf gem. EPASS [11] (Gesamtwärmebedarf) dividiert wird. Zu beachten ist hierbei, dass der Jahres-Heizwärmebedarf ohne einen Bonus für die Lüftungstechnik berechnet ist. Es ist also der Gesamtenergieaufwand dem Bedarf eines Gebäudes ohne jegliche Anlagentechnik gegenübergestellt. Die strombetriebenen Systeme weisen Aufwandszahlen auf, die durchweg kleiner als 1 sind. Bei Einsatz von Heizungs- oder Lüftungswärmepumpen ist dies offensichtlich, da der Energieeinsatz für diese Anlagen klein sein muss, um eine gute Effizienz zu gewährleisten. Die niedrigsten Aufwandszahlen weisen Systeme mit Heizungswärmepumpe im Bereich von 0,41 bis 0,47 auf. Da die energetische Wirkung der Lüftungsanlage nicht in der Bilanzierung des Heizwärmebedarfs berücksichtigt ist - der Heizwärmebedarf ist also ohne den Bonus für Lüftungsanlagen berechnet -, sind auch die Aufwandszahlen der Elektrodirektsysteme kleiner 1. Anlagensysteme, bei denen der Hauptanteil an der Wärmeerzeugung über fossile Energieträger (Gas) abgedeckt wird und eine Wärmepumpe



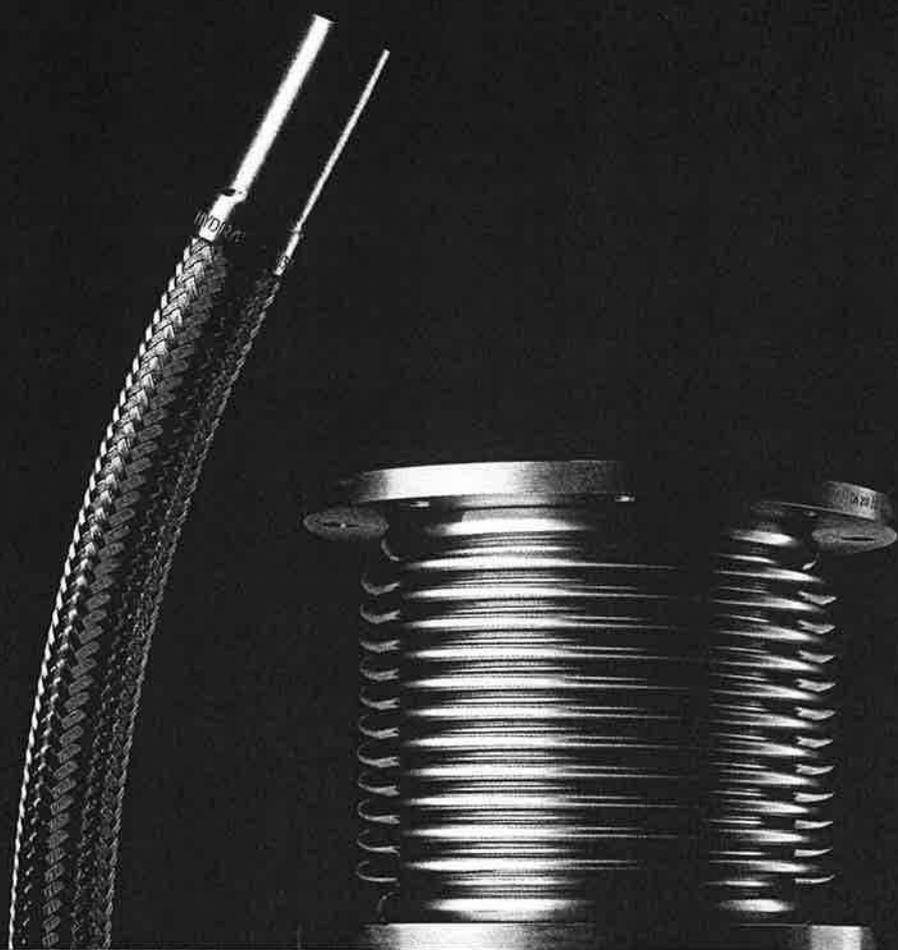
zur Wärmerückgewinnung zum Einsatz kommt, weisen Aufwandszahlen von 1,05 bis 1,08 auf. Für die Kombination Gaskessel und zentrale Abluftanlage beträgt die Aufwandszahl 1,09. Die Aufwandszahlen für die Systemkombination Gaskessel und zentrale Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung liegen mit 1,27 am höchsten.

Primärenergetische Bewertung

Bewertet man die gemessenen Energieverbräuche mit Faktoren für Gas und Strom gemäß GEMIS 3.0 [12], so ergeben sich die Primärenergieverbräuche wie in den Bildern 5 und 6 dargestellt. Gas wird mit $f_{\text{prim, Gas}} = 1,24$ (Mittelwert für Flüssiggas, Gas für Brennkessel und Gas für atmosphärische Kessel) und Strom mit $f_{\text{prim, Strom}} = 2,97$ (gesamtdieser Kraftwerksmix) bewertet. Bei Anlagen mit getrennter Warmwasserbereitung (Bild 6) wird davon ausgegangen, dass die Warmwasserbereitung ebenfalls mit Strom betrieben wird. Hier werden entweder Durchlauferhitzer oder Speicher mit Luft/Wasser-Wärmepumpen mit elektrischer Nacherhitzung eingesetzt.

Durch die primärenergetische Bewertung verschieben sich die Betrachtungen gegenüber den Aussagen zu Bild 1 und Bild 2. Die geringsten Primärenergieverbräuche weisen die Objekte auf, die mit der Anlagenkombination monovalente Wärmepumpe mit zentraler Abluftanlage ausgestattet sind. Darauf folgen Gaskessel mit zentraler Abluftanlage, monovalente Wärmepumpen mit zentraler Zu-/Abluftanlage sowie Gaskessel mit zentraler Zu-/Abluftanlage und Luft/Luft-Wärmepumpe (mit und ohne Wärmetauscher) und Gaskessel mit zentraler Zu-/Abluftanlage und Wärmetauscher. Im oberen Bereich liegen Gas- und Elektrokessel mit zentraler Abluftanlage. Elektrodirektheizungen und Elektro-speicherheizungen mit zentraler Zu-/

Bild 4
Jahres-Heizwärmebedarf gemäß WSchVO '95 (gradtagbereinigt), Jahres-Heizenergieverbrauch und endenergetische Aufwandszahl klassiert nach Anlagenkombinationen, sowie die gleiche Auswertung unter Berücksichtigung des Warmwasserbedarfs gem. EPASS (Anzahl der Objekte = 18 EFH/RH, Messzeitraum: 1.6.98-31.5.99, Bezug A_N)



Sitzt, paßt, wackelt und hält Druck.

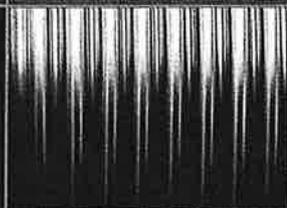
Industrie

Luft- und Raumfahrt

Fahrzeugtechnik

Technische Gebäudeausrüstung

Medizintechnik



Manchmal sind sogar wir absolut unnachgiebig; beispielsweise was die optimale Auslegung unserer Produkte angeht. Und natürlich, was die konsequente Umsetzung unserer Engineeringkompetenz betrifft, die Ihnen bestmögliche Lösungen für die Zukunft garantiert. Deshalb passen sich unsere flexiblen Metallschläuche und Kompensatoren nahtlos in Ihre Leitungssysteme ein. Im Maschinenbau, in der metallverarbeitenden, chemischen und der Lebensmittelindustrie. Aus Edelstahl oder PTFE. Für Wasser, Gas und aggressive Medien. Marktführer-Know-how flexibel im Einsatz.

HYDRA

Flexibel in Stahl. **WITZENMANN**

Achtung Aufnahme.

- Weltweit breiteste Produktpalette für die Industrie.
- Anschlußarten von standardisiert bis spezialisiert.
- Große Werkstoffvielfalt von Edelstahl bis PTFE.
- Für jeden Anwendungsfall von DN 15 bis DN 12.000.
- Hohe Beratungskompetenz in Engineering und Entwicklung.

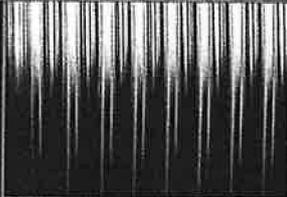
Industrie

Luft- und Raumfahrt

Fahrzeugtechnik

Technische Gebäudeausrüstung

Medizintechnik



Als Begründer der Metallschlauch- und Kompensatorenindustrie und als Marktführer verfügen wir über das weltweit breiteste Produktprogramm von Metallschläuchen, Kompensatoren, Metallbälgen und Rohrhalterungen. Daß bei Witzenmann die Produktqualität über alles geht, zeigen die Zulassungen und Zertifizierungen aller wichtigen Unternehmen und Gesellschaften. Damit werden wir zum Ansprechpartner für alle Industriebereiche.

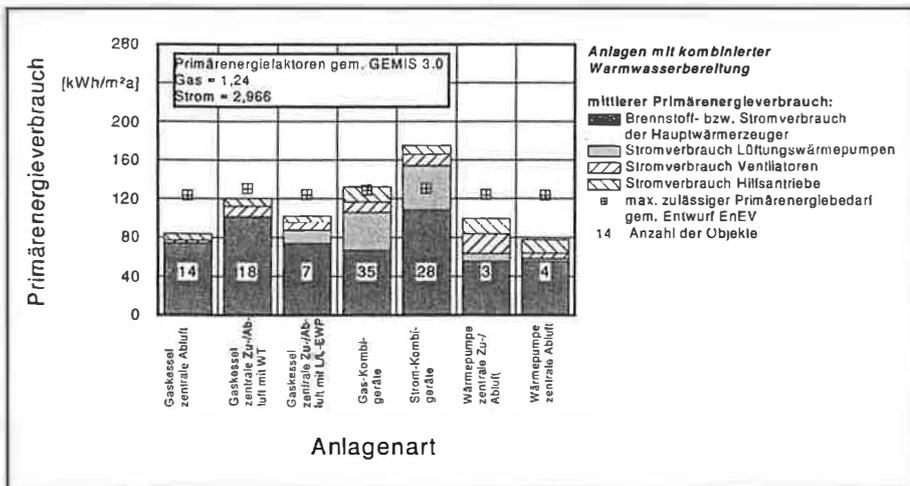


Bild 5

Primärenergetisch bewerteter Jahres-Energieverbrauch für Systeme mit kombinierter Warmwasserbereitung klassiert nach Anlagenkombinationen (Anzahl der Objekte = 109 EFH/RH, Messzeitraum: 1.6.98–31.5.99, Bezug A_N)

Abluftanlage weisen Primärenergieverbräuche für die Raumheizung von rd. 160 kWh/m²a auf und stellen damit sehr ungünstige Varianten dar. Bei der Auftragung in Bild 6 ist zu beachten, dass der Primärenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung nicht berücksichtigt ist, da wie bereits erwähnt, dieser Anteil des Energieverbrauchs nicht erfasst wurde.

Analog zur Darstellung in Bild 1, ist in Bild 5 die Anforderung der EnEV gem. Referentenentwurf aufgetragen. Das Anforderungsniveau resultiert aus der Vorgabe, dass der zulässige Primärenergiebedarf den zulässigen Jahres-Heizenergiebedarf um nicht mehr als 15 % überschreiten darf.

$$Q_{P,max} = 1,15 Q_{max}$$

Für die betrachteten Gebäude kann aus Bild 5 entnommen werden, dass die Zielwerte der Verordnung mit Ausnahme der Gruppierung „Strom-Kombigeräte“ eingehalten werden. Zur Einhaltung der Anforderung müssten die Objekte mit Strom-Kombigeräten einen deutlich besseren baulichen Wärmeschutz aufweisen.

In den Synergiehäusern sind die Kombigeräte – also Abluftanlagen mit integriertem Wärmeerzeuger und Wärmerückgewinnung über eine Luft/Wasser-Elektrowärmepumpe – mit einer Häufigkeit von rd. 35 % überdurchschnittlich

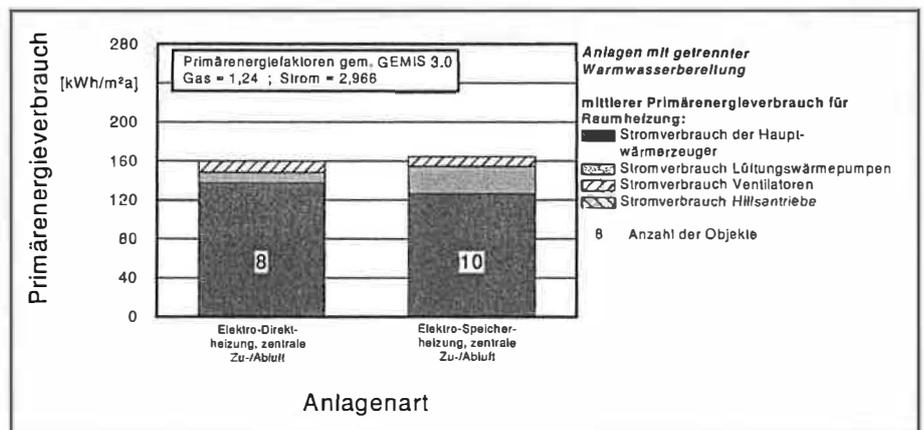


Bild 6

Primärenergetisch bewerteter Jahres-Energieverbrauch für Systeme mit getrennter Warmwasserbereitung klassiert nach Anlagenkombinationen (Anzahl der Objekte = 18 EFH/RH, Messzeitraum: 1.6.98–31.5.99, Bezug A_N)

oft vertreten. Für diese Anlagen, die zum Zeitpunkt der Projektförderung Neuentwicklungen darstellten, wurden vergleichsweise hohe Heizwärmeverbräuche [5] sowie ein im Vergleich zu anderen Systemen erhöhter Primärenergieaufwand festgestellt. An dieser Stelle soll daher kurz auf die Erfahrungen eingegangen werden.

Die Gründe für den erhöhten Verbrauch werden im wesentlichen in folgenden Punkten gesehen

- höhere effektive Luftwechsel infolge vergleichsweise langer Ventilatorlaufzeiten
- Abhängigkeit der Ventilatorlaufzeit vom Wärmebedarf (und nicht vom Luftbedarf)

- erhöhter Stromverbrauch von Ventilatoren, Hilfsantrieben und Regeleinrichtungen
- unbefriedigender Deckungsanteil der Wärmepumpe am Gesamtenergieverbrauch.

Die Ergebnisse zeigen, dass für diese Systeme, welche speziell für Niedrigenergiehäuser konzipiert wurden und für die noch wenig Betriebserfahrung vorliegt, Optimierungsbedarf besteht. Einige Schritte zur Weiterentwicklung wurden von den Herstellern bereits verwirklicht, wie eine Erhöhung des Leistungsanteils der Wärmepumpe oder eine zusätzliche Nutzung der Außenluft als Wärmequelle.

Stellt man wie in Bild 3 und Bild 4 den Energieverbrauch, und zwar primärenergetisch bewertet, dem Gesamtwärmebedarf gegenüber, ergeben sich die Auftragungen in Bild 7 und Bild 8. Die in Bild 7 eingetragenen Zahlenwerte stellen die Primärenergieaufwandszahlen dar, bei denen die Bezugsgröße der ohne Berücksichtigung der Lüftungstechnik ermittelte gradtagbereinigte Jahres-Heizwärmebedarf gem. WSchVO '95 zuzüglich des gemäß EPASS angesetzten Warmwasserbedarfs (Gesamtwärmebedarf) bildet. In Bild 8 sind Primärenergieaufwandszahlen für die Vergleichsgrößen Heizwärme- und Gesamtwärmebedarf dargestellt. Der Aufwand für die Warmwasserbereitung ist aus den zuvor genannten Gründen auch hier rechnerisch berücksichtigt.

Die kleinsten Primärenergieaufwandszahlen ergeben sich bei monovalenten Wärmepumpensystemen mit zentraler Abluft (1,21) bzw. Zu-/Abluft (1,4). Bei Gaskesseln mit unterschiedlicher Lüftungstechnik liegen die Zahlenwerte der Primärenergieaufwandszahlen zwischen 1,45 und 1,83. Elektrokessel, Elektrodirekt- oder Elektrospeicherheizsysteme weisen Aufwandszahlen in der Größenordnung von größer 2 auf.

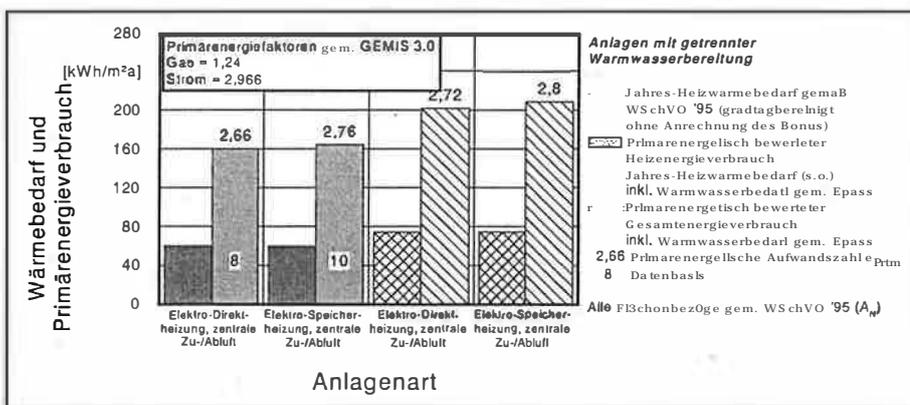
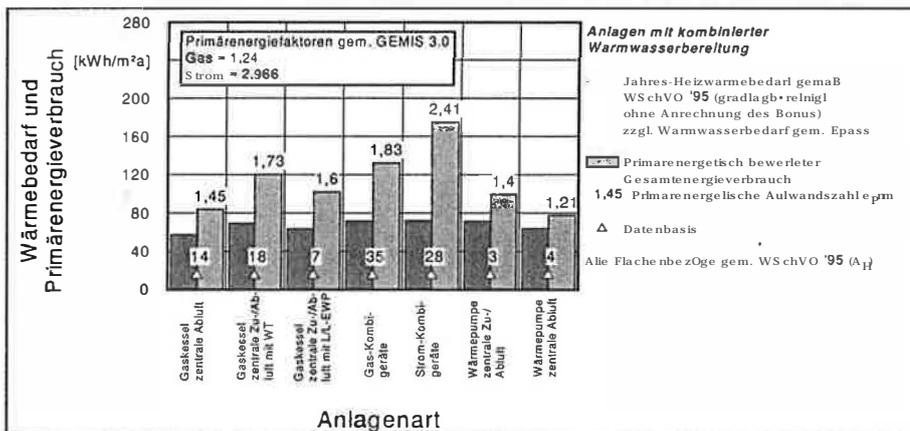


Bild 7

Jahres-Heizwärmebedarf gemäß WSchVO '95 (gradtagbereinigt) zzgl. Warmwasserbedarf gemäß EPASS), primärenergetisch bewerteter Jahres-Gesamtenergieverbrauch und primärenergetische Aufwandszahl klassiert nach Anlagenkombinationen (Anzahl der Objekte = 109 EFH/RH, Messzeitraum: 1.6.98–31.5.99, Bezug: A_N)

gegenüber, zeigt sich, dass bei allen Objekten der Energieverbrauch (Jahres-Gesamtenergieverbrauch) deutlich unter den Anforderungen liegt. Wird die primärenergetische Bewertung vorgenommen, so folgt, dass mit Ausnahme der Strom-Kombigeräte auch hier die zu erwartenden Anforderungen der EnEV eingehalten bzw. unterschritten werden. Für diese Geräteklasse, ebenso wie für die Gas-Kombigeräte, wurden allerdings deutliche Verbesserungspotentiale identifiziert. Hinsichtlich des Primärenergieeinsatzes weisen die Gebäude mit den Anlagensystemen „Wärmepumpe mit zentraler Abluftanlage“ und „Gaskessel mit zentraler Abluftanlage“ die geringsten Verbräuche auf. Für Gebäude mit Beheizung über Strom-Kombigeräte, Elektro-Direkt- bzw. Elektrospeicherheizung liegen die höchsten Primärenergieverbräuche vor. Die Aufwandszahlen, die das Verhältnis von energetischen Nutzen zu Aufwand beschreiben, liegen bei primärenergetisch günstigen Systemen, wie monovalente Wärmepumpenanlagen mit zentraler Abluft oder Zu-/ Abluft bei rd. 1,2 bis 1,4. Für Anlagenkombinationen von Gaskessel mit verschiedener Lüftungstechnik ergeben sich Primärenergieaufwandszahlen von 1,45 (zentrale Abluft ohne WRG) bis 1,83 (Gas-Kombigeräte). HA 119

Bild 8

Jahres-Heizwärmebedarf gemäß WSchVO '95 (gradtagbereinigt) zzgl. Warmwasserbedarf gemäß EPASS), primärenergetisch bewerteter Jahres-Heizenergieverbrauch und primärenergetische Aufwandszahl klassiert nach Anlagenkombinationen (Anzahl der Objekte = 18 EFH/RH, Messzeitraum: 1.6.98–31.5.99, Bezug: A_N)

Fazit

Bei den Synergiehäusern ergeben sich abhängig von den unterschiedlichen Wärmedämmstandards und Wärmezeugern verschiedene Energieverbräuche. Die gewonnenen Daten liegen zwischen 25 kWh/m²a bei Einsatz von Heizungswärmepumpen und Lüftungsanlagen mit zentraler Abluft und rund 90 kWh/m²a bei Einsatz eines Gaskessels in Kombination mit zentraler Zu-/Abluftanlage mit Wärmeaustauscher. Stellt man die gewonnenen Messdaten den Anforderungen der künftigen Energieeinsparverordnung (Referentenentwurf)

Literatur

- [1] Hauser, G., Hausladen, G. und Müßenbrock, K.: Das Synergiehaus-Projekt der PreussenElektra. HLH Bd. 49 (1998) Nr. 7, S. 26–31.
- [2] Koch, H., Oppermann, J., Kaiser, J. und Müßenbrock, K.: Das Synergiehaus-Meßprogramm. HLH Bd. 49 (1998) Nr. 8, S. 27–31.
- [3] Maas, A., Dörich, M. und Winkler, S.: Das Synergiehaus-Projekt – Erfahrungen und erste Auswertungen. DBZ 46 (1998), H. 11, S. 117–122.
- [4] Maas, A., Dörich, M. und Winkler, S.: Wie dicht sind Synergiehäuser? Luftdichtheit von Wohngebäuden in Niedrigenergiebauweise. DBZ 47 (1999), H. 1, S. 79–82.
- [5] Maas, A., Oppermann, J., Kaiser, J. und Hopfer, M.:

- Jahres-Heizwärmeverbrauch von Synergiehäusern. HLH Bd. 50 (1999) Nr. 7, S. 32–35.
- [6] Maas, A., Oppermann, J. und Kaiser, J.: Das Synergiehaus-Projekt der PreussenElektra mit Partnern. Energetische Analyse und Bewertung. Abschlussbericht. Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart, erscheint in Kürze.
- [7] BMWi, BMVBW: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV). Referentenentwurf, Juni 1999. [8] DIN V 4108–6 (Entwurf): „Berechnung des Jahres-Heizwärmebedarfs von Gebäuden“ (Oktober 1999).
- [9] DIN 4701–10 (Entwurf) „Energetische Bewertung heiz-

- und raumlufttechnischer Anlagen“ (September 1999).
- [10] Hauser, G. und Maas, A.: Bearbeitungsstand der EnEV und Vorschläge. GRE-Info, Sonderdruck, Februar 2000.
- [11] Hauser, G. und Hausladen, G.: Energiekennzahl zur Beschreibung des Heizenergiebedarfs von Wohngebäuden. Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V. Berlin, Energiepass Hauser & Hausladen GmbH, Baudatal, 1991.
- [12] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit: Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 3.0. Institut für angewandte Ökologie Darmstadt, Wiesbaden, September 1997.