

Daikin - Presseinformation
Mehrfamilienhaus



BÄRENKÄLTE
KÄLTE | KLIMA | LÜFTUNGSTECHNIK

Nachrüstung in Mehrfamilienhäusern

Inverter-Wärmepumpen ersetzen Nachtstromspeicherheizungen

Eine Frage stellt sich Investoren und Vermietern bei Mehrfamilienhäusern immer häufiger. Die Nachtstromspeicherheizungen müssen raus, da die Mieter diese nicht mehr akzeptieren. Aber welche Art der Heizung ist eine gute Alternative? Ist die Nachrüstung eines zentralen Pumpen-Warmwasser-Wärmeverteilsystems mit Fernwärmeübergabestation, Öl-, Gas- oder Wärmepumpenheizung vorzuziehen? Oder gibt es eine pfiffige Lösung mit bewährter Technik, die ohne die Installation eines Wasserleitungsnetzes und damit schneller und ohne viel Dreck in den Wohnungen in Betrieb gehen kann?

■ Dipl.-Ing. Ansgar Thiemann

Planungsbüro Daikin, 44866 Bochum

Gemäß der Meinung vieler Investoren führt heute bei der Renovierung und beim Neubau von Mehrfamilienhäusern kein Weg an Pumpen-Warmwasser-Wärmeverteilsystemen vorbei. Denn die Nachfrage auf Seiten der Mieter nach modernen, energie- und kostensparenden Heizungen verlangt ein solches Niedertemperaturwärmeverteilsystem. – Oder?

Richtig ist, dass die langjährige Alternative, die einfach zu installierende Nachtstromspeicherheizung, in der Gunst der Mieter ganz nach unten gesunken ist. „Eine Wohnung mit einer solchen Heizung ist schwer zu vermieten“, meint beispielsweise die Hausverwaltung Flügge in Essen. Die Begründung für die Ablehnung liegt in den hohen Betriebskosten, der schlechten Umweltbilanz und der immer noch präsenten Verbindung zu dem Thema „Asbestbelastung“, auch wenn Asbest nach 1976 nicht mehr verbaut wurde. Die negativen Aspekte wurden in den Medien wiederholt aufgegriffen, z. B. in der Sendung ‚ARD-Ratgeber Technik‘ [1] mit dem Beitrag „Heizen aus der Steckdose – teure Wärme und zweifelhafte Technik“.

Gibt es denn überhaupt eine ausgereifte Technik, um eine moderne, energie- und kostensparende Heizung ohne Niedertemperaturwärmeverteilsystem zu realisieren? Ja, es gibt sie. Bei Wärme-

pumpen kann ganz auf die aufwendige und kostspielige Installation eines Niedertemperatur-Pumpen-Warmwasser-Wärmeverteilsystems, wie etwa einer Fußbodenheizung, verzichtet werden und das, ohne Nachteile bei der energetischen Effizienz und den Betriebskosten in Kauf nehmen zu müssen. Den Mietern kann jetzt die Effizienz zudem sehr plakativ verdeut-

licht werden, da mit diesem Jahr alle Hersteller der in Frage kommenden Geräte zur Angabe der Energieeffizienzklasse verpflichtet sind, wie dies schon seit Jahren bei Haushaltsgeräten der Fall ist.

Für den monovalenten Betrieb, d.h. alleinigen Einsatz von Inverter-Wärmepumpen zur Beheizung, sollte dabei unbedingt auf ein ‚Energieeffizienzklasse A‘-



Bild 1: Straßenansicht eines Mehrfamilienhauses in Essen



Bild 2: Blick vom Garten auf das Mehrfamilienhaus

oder mindestens ein ‚Energieeffizienzklasse B‘-Gerät zurückgegriffen werden. Schon ein Gerät der ‚Energieeffizienzklasse C‘ führt über die gesamte Heizperiode betrachtet zu erheblichen Mehraufwendungen bei den Betriebskosten [2]. In Bild 3 ist das Energie-Etikett eines solchen ‚A‘-bewerteten Gerätes zu sehen.

Die Technik

Für die monovalente Beheizung von Gebäuden ohne Pumpen-Warmwasser-Wärmeverteilsystem können Inverter-Wärmepumpen eingesetzt werden. Mit „Inverter“ ist dabei die gleitende Temperaturregelung an jeder Heizeinheit durch drehzahlgeregelte Verdichter gemeint. Durch die PID-Regelung der Wärmeabgabe für jede Heizeinheit ergibt sich ein hoher Komfort- und Effizienzgrad.

Komfortabel

Die gleichmäßige Temperaturverteilung im Raum erreicht so selbst hohe Anforderungen, wie die Darstellung in Bild 4 veranschaulicht. Die thermodynamischen Untersuchungen in Räumen mit Inverter-Wärmepumpen, durchgeführt von Prof. Dr.-Ing. Fritz Steimle, Universität GH Es-

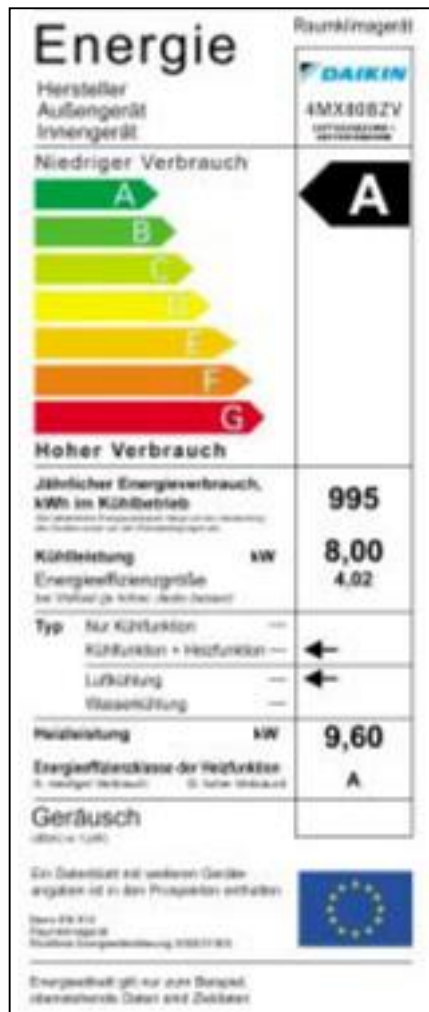
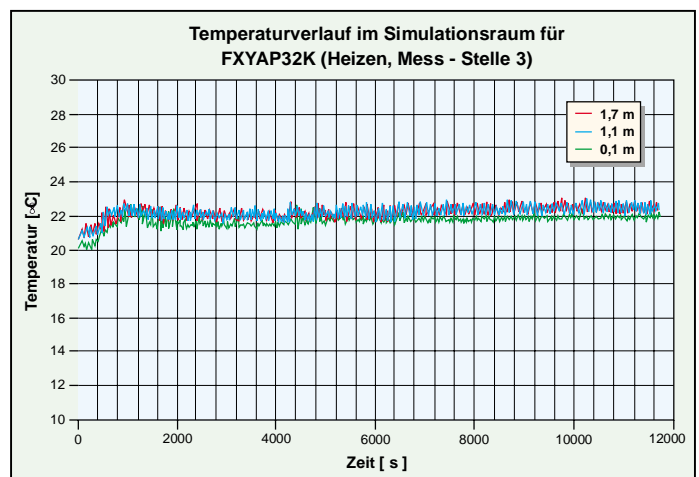


Bild 3: Energie-Etikett einer Inverter-Wärmepumpe für ca. 100 m² beheizte Wohnfläche

sen, zeigen darüber hinaus, dass auch die Luftbewegung im Raum den Komfortvergleich mit einer konventionellen Pumpen-Warmwasserheizung nicht zu scheuen braucht [3]. Weiterhin trägt die integrierte Raumluftfilterung zu einem Komfortgewinn gegenüber konventionellen Heizungen bei.

Bild 4: Darstellung des Raumtemperaturverlaufes bei Inverter-Wärmepumpen aus [3]



Effizient

Entscheidend für die geringen Betriebskosten sind hohe Jahresarbeitszahlen. Diese lassen sich durch die gute Teillasteffizienz der Inverter-Wärmepumpen erzielen [vgl. 4 und 5]. Das Teillastverhalten ist von ausschlaggebender Bedeutung für den Jahresenergieaufwand einer Heizung, da auf den Voll-Lastfall nur eine minimale Anzahl an Betriebsstunden entfällt. Die geringen Betriebskosten der Inverter-Wärmepumpen werden noch detailliert anhand eines Beispiels erläutert.

Die Funktionsweise

Die Funktionsweise der Inverter-Wärmepumpe unterscheidet sich von konventionellen Wärmepumpen in der stetigen Regelung des Wärmepumpenkreislaufs. Es werden drehzahlgeregelte Verdichter mit elektronisch kommutierenden Gleichstrommotoren und elektronische Expansionsventile eingesetzt. Der Kreislaufmassenstrom wird so dem jeweiligen Heizbedarf angepasst (Bild 5).

Mit den Inverter-Wärmepumpen wird ein Raum unmittelbar beheizt, da der Verflüssiger direkt von der Raumluft beaufschlagt wird. Es treten daher keine Leistungsverluste durch den Wärmeübergang an einen Wärmeträgerkreislauf und auch keine Wärmeverteilverluste auf, wie es bei einer konventionellen Sole-/Wasser-Wärmepumpe, Luft-/Wasser-Wärmepumpe, Fernwärme- oder Gas- bzw. Ölzentralheizung der Fall ist.

Diese Reduktion auf das Wesentliche bringt nicht nur energetische und damit Betriebskosten-Vorteile, sondern ermöglicht eben auch eine Vereinfachung der Montage.

Entscheidend zur Verringerung des Montageaufwandes trägt auch die un-

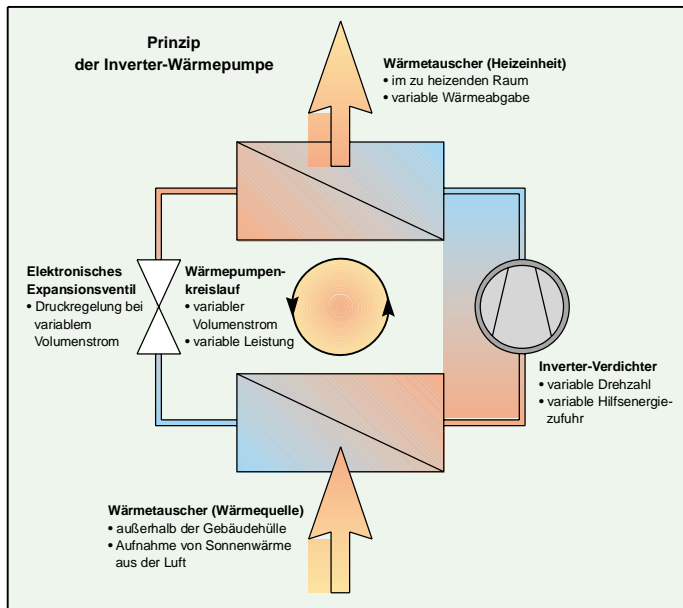


Bild 5: Schematische Darstellung des Kreislaufes der Inverter-Wärmepumpe

schließen, verbunden. Der bauliche Aufwand muss daher nicht über eine einzelne, für die Leitungen erforderliche Bohrung von 50 mm Durchmesser und die Montagearbeiten der beiden Einheiten und ihren Anschluss hinausgehen. Die Bohrung kann zudem hinter der Heizeinheit verborgen werden. Diese wird üblicherweise innen unter dem Fenster montiert (Bild 7). Soll im Sommer auch die Kühlfunktion genutzt werden, ist lediglich eine Tauwasserableitung zwingend erforderlich und zusätzlich zu den vorgenannten Leitungen vorzusehen; die Auslegung des Gerätes auf den Kühlfall ist nur in Ausnahmefällen, z. B. Wintergärten, erforderlich.

Die Leistung einer Inverter-Wärmepumpe wird entsprechend dem Wärmebedarf eines einzelnen Raumes bzw. maximal vier separaten Räumen ausgelegt (Bild 6). Für die monovalente Abdeckung des Wärmebedarfes eines Mehrfamilienhauses ergibt sich daher eine größere Anzahl von dezentral angeordneten Wärmepumpen. Dies hat viele Vorteile bei Renovierungsobjekten, wie das im Folgenden beschriebene Beispiel zeigt.

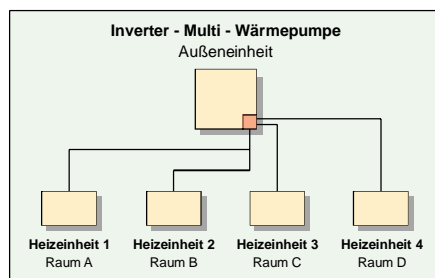


Bild 6: Schematische Darstellung einer Inverter-Wärmepumpe mit vier Heizeinheiten

komplizierte Erschließung der Wärmequelle bei. Da die Wärmepumpe mit vorhandener Umweltwärme, d.h. mit vorhandener Sonnenenergie heizt, ist die direkteste Möglichkeit der Erschließung dieser Quelle die Nutzung der an der Gebäude-Fassade anstehenden Außenluft. Die Energie der Außenluft wird durch die Inverter-Wärmepumpen über den Verdampfer aufgenommen und mit Hilfe des Verdichters zum Verflüssiger in der Heizeinheit transportiert.

Eine Inverter-Wärmepumpe besteht demzufolge aus einer außenluftbeaufschlagten Einheit außerhalb der Gebäudehülle und einer Heizeinheit im zu beheizenden Raum selbst (Bilder 7 bis 9). Die Außeneinheit enthält den Verdampfer mit vorgeschaltetem, elektronischem Expansionsventil und den drehzahlregulierten Verdichter. Die Heizeinheit innen ist mit einem integrierten Luftfilter ausgestattet, welcher je nach Hersteller auch Allergikeranforderungen erfüllt. Auch sind Geräte erhältlich, welche mit einem integrierten Bewegungsmelder zur automatisierten En-

ergieeinsparung über eine Leistungsreduktion beitragen. Gute Geräte ermöglichen eine Nachtabsenkung, durch die zusätzliche Energieeinsparung erreicht wird.

Standardausstattung der Inverter-Wärmepumpen ist die Umkehrschaltung des Wärmepumpenkreislaufes. Diese Schaltung ermöglicht es, dass die vollwertige Kühl- und/oder Entfeuchtungsbetriebsart einer Teilklimaanlage auf Wunsch abgerufen werden kann. Damit kann im Sommer, insbesondere in den Dachgeschosswohnungen, das gewünschte Klima realisiert werden.

Da Inverter-Wärmepumpen in zwei Einheiten aufgesplittet sind, eine innerhalb und eine außerhalb der Gebäudehülle, gehören sie zu den Split-Wärmepumpen. Die beiden Module werden lediglich mit einer Steuerleitung und zwei Kupferleitungen, $d = 6 \text{ mm}$ bzw. $d = 10 \text{ mm}$, welche den Wärmepumpenkreislauf

Ein Beispiel: Mehrfamilienhaus mit zehn Wohneinheiten

Dieses Mehrfamilienhaus in Essen ist eines wie viele (Bild 1). Es handelt sich um einen Nachkriegs-Wiederaufbau, der zunächst mit Kohle beheizt wurde. Die Umrüstung auf Nachtstromspeicherheizungen erfolgte bereits vor Jahrzehnten. Im Zuge einer neuerlichen Renovierung wurden Balkone zur Gartenseite angebaut, die Fassade angestrichen, Apartments zum Teil zusammengelegt und die Nachtstromspeicherheizungen demontiert. Die Wohneinheiten



Bild 7: Inverter-Wärmepumpe in einer Wohneinheit des 2.OG



Gebäude	Dreigeschossiges Mehrfamilienhaus mit Garten
Lage	reines Wohngebiet; verkehrsberuhigte Straße
Anzahl Wohneinheiten	zehn
Gesamtwohnfläche	rd. 600 m ²
Wohnfläche beheizt mit	
Inverter-Wärmepumpen	komplett monovalent (Dachgeschoss teilweise in Nachrüstung)
Anzahl benötigter	
Heizeinheiten	26
Eingesetzte Geräte	Daikin FTXD25/RXD25 + Daikin FTXD35/RXD35

Daten des Beispielprojektes

Bild 8: Inverter-Wärmepumpe in einer Wohneinheit des 1.OG



werden seither mit Inverter-Wärmepumpen monovalent beheizt (Bild 8).

Die Wohneinheiten unterscheiden sich in ihrer Größe und der Anzahl an Räumen. Es gibt fünf Apartments mit je bis zu ca. 50 m² Wohnfläche, drei Wohnungen mit je bis zu ca. 70 m² Wohnfläche und zwei Wohnungen mit je bis zu ca. 90 m² Wohnfläche. In den Apartments sind jeweils zwei Heizeinheiten und in den Wohnungen maximal vier Heizeinheiten vorhanden.

Die Entscheidung zugunsten der Inverter-Wärmepumpen-Heizung fiel in erster Linie aufgrund der unkomplizierten Montage in Verbindung mit geringen zu

erwartenden Betriebskosten für die Mieter. Gut zu der geplanten Aufwertung des Objektes, etwa durch die Balkone, passte auch der realisierbare Komfortgewinn, nicht zuletzt durch die von diesem System offerierte Kühl- und Entfeuchtungsfunktion sowie die Allergikereigenschaften der Luftfilterung. Als vorteilhaft erweist sich auch die bei diesem System ergebene, kWh-genaue Abrechnung durch das Energieversorgungsunternehmen direkt mit den Mietern. Dies reduziert den Verwaltungsaufwand bei der Hausverwaltung und erspart den Mietern die Ablesevorgänge in ihrer Wohnung.

Ein besonderer Vorteil der Inverter-



Bild 9: Inverter-Wärmepumpe in einem Schlafzimmer

Wärmepumpen gegenüber anderen Heizsystemen wird von den Mietern dieses Hauses seither hoch geschätzt: Die Inverterregelung ermöglicht ein extrem schnelles Ändern der Raumtemperatur. Ein Raum kann somit in wenigen Augenblicken aufgeheizt werden. Dies ermöglicht die kurzfristige Höchstdrehzahl des Verdichters oberhalb der Nenndrehzahl. Durch diese Funktion ist eine Absenkung der Raumtemperatur unbenutzter Räume selbst tagsüber sinnvoll und bedeutet keinen Komfortverlust.

Die Außeneinheiten der Wärmepumpen wurden gestalterisch so platziert, dass sie nur bei näherer Betrachtung entdeckt werden (Bild 2). Es wurde sogar auf eine zunächst als gestalterisches Element gedachte separate Verkleidung verzichtet. Die Abstimmung der Gerätemontage mit den Balkonelementen hat dies ermöglicht.

Geringe Investitionskosten

Vom ersten Arbeitsschritt bis einschließlich der Übergabe und Einweisung der Mieter in die Bedienung ihrer neuen Heizung wurden zusammengenommen lediglich 14 Tage benötigt. Es wurde eine Wohnung nach der anderen fertig gestellt.

Die Investitionskosten für die Geräte und deren Installation in dem genannten Beispiel-Mehrfamilienhaus mit rd. 600 m² beliefen sich insgesamt auf 52 000 € einschließlich aller erforderlichen Nebenleistungen.

Dies ist vergleichbar mit der Investition in eine andere moderne Heizung. Jedoch ohne die zeitraubende und Ärger bringende Installation eines Pumpen-Warmwasser-Netzes vornehmen zu müssen. Also ohne die andernfalls zusätzlich zu berücksichtigenden Nebenleistungen wie Maurer- und Malerarbeiten. Zudem ohne Platzverlust durch einen Heizungskeller, welcher für eine andere moderne Heizung erforderlich geworden wäre.

Geringe Betriebskosten

Die Nachrüstung in dem hier genannten Beispielprojekt ermöglicht den genauen Energieverbrauchs- und Betriebskostenvergleich der Inverter-Wärmepumpen-Heizung mit der vorher betriebenen Nachtstromspeicherheizung, da der passive Wärmeschutz des Gebäudes unverändert blieb.

Die Inverter-Wärmepumpen-Beheizung ist nicht nur mit geringem Energieein-



Wohneinheiten	Nachtstromspeicherheizungen* (entspricht dem Wärmebedarf)	Inverter- Wärmepumpen*
Durchschnittlich	94 kWh/(m ² a)	26 kWh/(m ² a)
Geringster Wert	85 kWh/(m ² a)	20 kWh/(m ² a)
Höchster Wert	100 kWh/(m ² a)	34 kWh/(m ² a)

* Heizperiode 2001/2002 (Nachtstromspeicher); Betriebsperiode 2002/2003 (Inverter- Wärmepumpe) inkl. Sommermonate: Messwerte für 06/2002 bis 02/2003 einschließlich (mit 12/9 multipliziert); von zehn wurden die acht Wohneinheiten berücksichtigt, bei denen in 05/2002 die Installation abgeschlossen war

Tabelle 1: Energieverbrauch

satz, sondern auch mit geringen Energiekosten verbunden. Die Basis dazu stellt die energieeffiziente Technik gemeinsam mit den günstigen Wärmepumpentarifen der Energieversorgungsunternehmen. Für das beschriebene Mehrfamilienhaus in Essen wurde z. B. der Wärmepumpentarif der RWE Plus AG mit 25 %iger Förderung für zehn Jahre gewährt. Das Energieversorgungsunternehmen behält sich vor, die Wärmepumpen für eine kurze Zeit täglich auszublenden, was bei der Dimensionierung der Geräte zu berücksichtigen ist. Die Inverter-Wärmepumpen erreichten in den einzelnen Wohneinheiten Jahresarbeitszahlen von 3,4 bis 4,3 (Verhältnis Wärmebedarf zu Verbrauch [vgl. Tabelle 1]). Mit Wärmepumpentarif kostet bei einer Jahresarbeitszahl von 3,8 eine kWh Heizenergie nur 0,0179 € und das inklusive aller Steuern.

Energieverbrauchseinsparung

Der bisherige Energieverbrauch des Mehrfamilienhauses in Essen mit Nachtstromspeicherheizungen lag durchschnittlich für alle Wohneinheiten bei rd. 94 kWh/m²a (Heizperiode 2001/2002). Die Wohneinheit mit dem geringsten Verbrauch benötigte rd. 85 kWh/m²a und diejenige mit dem höchsten Verbrauch lag bisher bei rd. 100 kWh/m²a. Da zum damaligen Zeitpunkt noch die elektrische

Beheizung vorhanden war, sind diese Werte mit dem Wärmebedarf gleichzusetzen.

Die Inverter-Wärmepumpen-Heizung benötigt demgegenüber durchschnittlich nur rd. 26 kWh/m²a (Betriebsperiode 2002/2003 inkl. Sommer). Der Minimalwert liegt sogar bei nur rd. 20 kWh/m²a (Tabelle 1). In diesen Werten sind die Energieverbräuche für genutzte Kühlung im Sommer 2002 enthalten. Die durch die Inverter-Wärmepumpen erzielte Einsparung gegenüber den Nachtstromspeicherheizungen beläuft sich somit auf über 70 %.

Energiekosteneinsparung

Die bisherigen Energieverbrauchskosten des Mehrfamilienhauses in Essen mit Nachtstromspeicherheizungen lagen durchschnittlich für alle Wohneinheiten bei rd. 6,70 €/m²a (Tabelle 3). Pro Wohneinheit wurde zusätzlich ein Mess- und Schaltpreis von 72 €/a erhoben (Tabelle 2). Für die Inverter- Wärmepumpen-Heizung liegen die Energieverbrauchskosten bei nur rd. 1,80 €/m²a. Es wird ein Mess- und Schaltpreis pro Wohneinheit von 42,60 €/a erhoben.

Durch die hervorragende Energiebilanz und den Wärmepumpensondertarif ist eine Einsparung bei den Energiekosten gegenüber der Nachtstromspeicherheizung von weit über 70 % erzielt worden.

Art	Nachtstromspeicherheizungen	Inverter- Wärmepumpen
Mess- und Schaltpreis	72,00 €/a	42,60 €/a
NT	7,122 Cent/kWh	6,786 Cent/kWh
HT (2h/d)	10,974 Cent/kWh	-- Cent/kWh

Tabelle 2: Tarife inkl. aller Steuern

Wohneinheiten	Nachtstromspeicherheizungen*	Inverter- Wärmepumpen
Durchschnittlich	6,69 €/m ² a	1,79 €/m ² a
Geringster Wert	6,05 €/m ² a	1,40 €/m ² a
Höchster Wert	7,12 €/m ² a	2,33 €/m ² a

* bei Nachtstromspeicherheizungen nur mit NT berücksichtigt

Tabelle 3: Verbrauchskosten (Energieverbrauch x Tarif)

Fazit

Für Renovierungen oder den Bau von Mehrfamilienhäusern ohne Wärmeverteilsystem steht mit den Inverter-Wärmepumpen eine wirtschaftliche, einfach zu installierende, moderne und ausgereifte Technik zur Verfügung. Es werden hohe Einsparungen bei den Betriebskosten erzielt und dabei noch Funktionen geboten, die bei einer konventionellen Heizung nicht vorhanden sind.

Die in dem Beispielprojekt gemessenen Einsparungen beim Energieverbrauch und den Verbrauchskosten von jeweils mehr als 70 % zeigen, welche Vorzüge die Technik der Inverter-Wärmepumpen bietet.

Literatur

Christian Zitzelsberger

Andreas Gernemann

Ansgar Thiemann

Ansgar Thiemann

