

## Warum dieser Wärmeleitfaden?

Ziel des Leitfadens ist es, einen Überblick über Niedrigtemperatur-Heizsysteme zu geben - über ihre Vorteile, ihren Einsatz und ihre Bedeutung bei der Senkung des Energieverbrauchs in Europa.

Der Wärmeleitfaden enthält Beiträge von Wissenschaftlern und Experten unseres Industriezweigs und stellt die Ergebnisse tiefgreifender Forschungen über den Einsatz von Heizkörpern in effizienten Heizsystemen vor.

Der Wärmeleitfaden richtet sich an Großhändler, Installateure und Planer und soll als Entscheidungsgrundlage bei der Wahl von Wärmeübergabesystemen in Neu- und Altbauten dienen.



# WANDELN SIE ENERGIE IN EFFIZIENZ



Warum dieser Wärmeleitfaden?

- A Interview mit Mikko Iivonen
- 1 Es ist Zeit, umzudenken
- 2 Wie Wärmedämmung die Heizungseffizienz beeinflusst
- B Interview mit Professor Dr. Christer Harryson
- 3 Der zunehmende Einsatz von Niedrigtemperatur-Heizsystemen
- C Interview mit Professor Dr. Jarek Kurnitski
- 4 Eindeutige Beweise
- 5 Wahl eines Wärmeübergabesystems
- D Interview mit Elo Dhaene
- 6 Vorteile für den Verbraucher

3

6

10

20

34

38

54

58

72

78

82



# ICH WANDLE ZAHLEN IN ERGEBNISSE

Als Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung der Rettig ICC ist es meine Aufgabe, unsere Märkte mit neuen Erkenntnissen, Innovationen, Ergebnissen und Lösungen zu versorgen. Unsere Bemühungen gelten der realitätsnahen und unabhängigen Forschung – in Zusammenarbeit mit führenden Kapazitäten aus Industrie und Forschung. Zum Beispiel mit: Prof. Dr. Jarek Kurnitski (Technische Universität Helsinki, Finnland), Prof. Dr. Christer Harrysson (Örebro Universität, Schweden), Prof. Dr. Leen Peeters (Universität Brüssel, Belgien), Dr. Dietrich Schmidt (Fraunhofer Institut, Deutschland) – neben vielen anderen. Ihrer Forschung, ihrem Fachwissen und ihrer Hilfe ist es zu verdanken, **dass aus Zahlen Ergebnisse geworden sind.**

## Clevere Heizlösungen

**“Es ist möglich, bis zu 15 % Energie zu sparen”**

Durch hohe Investitionen in die Forschung erfüllen wir unser Versprechen, Ihnen intelligente Wärmelösungen anzubieten. Lösungen, die sowohl im Bezug auf Kosten, Wohlbefinden, Raumtemperatur als auch den Energieverbrauch einen echten Unterschied machen. Lösungen, mit denen Sie bis zu 15 % Energie sparen können. Die Ergebnisse einer ausgedehnten, ein Jahr andauernden Studie von Professor Harrysson sprechen eine eindeutige Sprache. In der Studie wurden 130 schwedische Ein- und Mehrfamilienhäuser untersucht – mit dem Ergebnis, dass der Heizenergieverbrauch von Häusern mit Flächenheizungen 15 bis 25 % höher ist, als der von Häusern, die mit Heizkörpern beheizt werden. Das zeigt, dass die zunehmende Wärmedämmung moderner Gebäude optimal mit den Stärken der Niedrigtemperatur-Heizkörper harmoniert.

**“Durch strengere Dämmvorschriften werden Gebäude leichter beheizbar”**

Wie Sie in den **Abbildungen 1.1 und 1.2** sehen, konnten die Systemtemperaturen von Heizkörpern durch strengere Dämmvorschriften gesenkt werden. Durch die neuen Dämmvorschriften können Gebäude leichter beheizt werden – weniger Wärme entweicht ungenutzt. Und durch die hervorragende Reaktionsfähigkeit von Heizkörpersystemen können Wärmegewinne besser genutzt werden. So sorgen diese Systeme für eine optimal angepasste Temperaturabgabe - und damit bestes Klima fürs Wohnen und Arbeiten.



## 20/20/20

**“20 % Energieeinsparung, 20 % weniger Treibhausgasausstoß, 20 % des Gesamtenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien”**

Die Mitgliedsländer der Europäischen Union haben sich mit den Energieeffizienzielen (Richtlinien 20/20/20) eine Frist bis zum Jahr 2020 gesetzt, um Gesetze zur Energieeinsparung umzusetzen. Diese beinhalten das primäre Ziel, 20 % weniger Energie als im Jahr 2007 zu verbrauchen und dabei den Ausstoß von Treibhausgasen um 20 % zu reduzieren. Obendrein sollen bis dahin 20 % des Gesamtenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien stammen. Das betrifft besonders den Gebäudebereich, wo 40 % des Gesamtenergieverbrauchs anfallen. Zertifikate wie beispielsweise der Energieausweis und steigende Energiepreise sind für Besitzer von Wohneigentum gute Gründe, zu investieren. Am besten in ein Wärmeübertragungssystem, das nachgewiesenermaßen verantwortungsvoll und effizient mit der Energie umgeht: Niedrigtemperatur-Heizkörper passen optimal zu jedem Heizsystem.

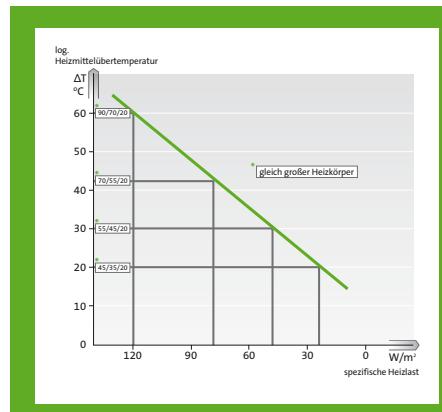


Abb. 1.1  
Die Gebäude sind energetisch besser geworden - die Heizkörper auch!

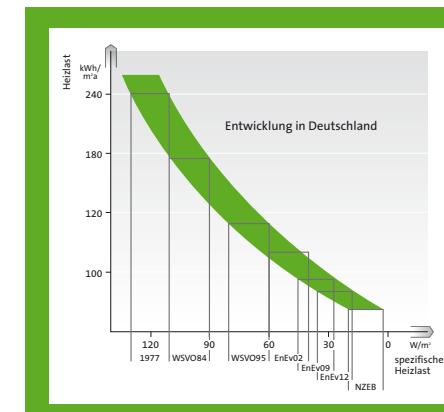


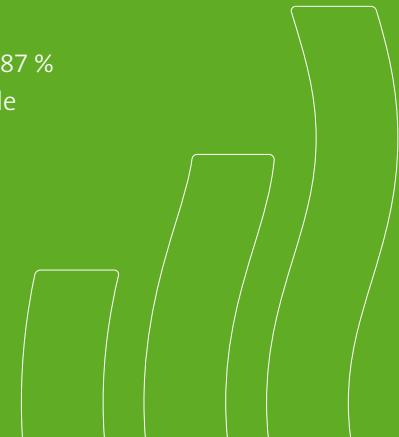
Abb. 1.2  
Diagramm Heizlast / spezifische Heizlast

Der Energieverbrauch in Gebäuden fällt stetig.

# KAPITEL 1

## ES IST ZEIT UMZUDENKEN

- **Energieregulierungen** > Europaweit gibt es verschiedene nationale Vorschriften zur Verbesserung der Energiebilanz
- **Energieeffizienzziele** > Strenge Vorgaben erhöhen den Druck auf die Gebäudeeigentümer, den Energieverbrauch zu senken
- **Heizkörper-Innovation** > Durch Reduzierung des Wasserinhalts und Verlegung der Konvektionsbleche auf die heißen Wasserkanäle wurde die Heizleistung gesteigert. Moderne Heizkörper haben eine bis zu 87 % höhere Materialeffizienz als herkömmliche Modelle



Das Thema Energieregulierung betrifft uns alle, vor allem wenn es um die technische Gebäudeausrüstung geht. Wohn- und Bürogebäude in ganz Europa unterliegen strikten Vorschriften hinsichtlich ihrer energetischen Bilanz. Die EU-Richtlinien EPBD 2002/91/EG und die EPBD-Neufassung 2010/91/EG verlangen Energieverbrauchszertifikate für Gebäudeeigentümer und Mieter. Auch haben die Mitgliedsstaaten der EU feste Termine für die Planung und Umsetzung interner gesetzlicher Vorgaben, um die Energieeffizienzziele (Richtlinien 20/20/20) zu erreichen.

Jeder Mitgliedsstaat hat seine eigenen nationalen Vorschriften, die zur Verbesserung der Energiebilanz und letztlich zur Erreichung der Ziele führen sollen. Trotz der verschiedenen Maßnahmen in den einzelnen Ländern geht der Trend jedoch europaweit zur drastischen Senkung des Energieverbrauchs.

### Energieregulierung

“Europaweit gibt es verschiedene nationale Vorschriften zur Verbesserung der Energiebilanz”

## Beispiele für Energieeffizienzziele

Wie Sie unten und auf den folgenden Seiten sehen können, sind einige Ziele den Ländern besonders wichtig. Gerade die Nutzung erneuerbarer Energien und die damit verbundene Reduzierung des Treibhausgasausstoßes wird massiv vorangetrieben.

<b>Finnland:</b>	von 28,5 % – bis zu 39 %
<b>Frankreich:</b>	von 10,3 % – bis zu 23 %
<b>Deutschland:</b>	von 9,3 % – bis zu 18 %
<b>Großbritannien:</b>	von 1,3 % – bis zu 15 %
<b>Schweden:</b>	von 39 % – bis zu 49 %

Strenge Vorgaben erhöhen den Druck auf die Gebäudeeigentümer, den Energieverbrauch zu senken

Das erhöht den Druck auf die Gebäudeeigentümer, sich auch eigene Gedanken über die Senkung ihres Energieverbrauchs zu machen und sich nicht nur über die gesetzlichen Vorgaben zu beklagen (Abb. 1.4). Das Streben nach mehr Effizienz hat jedoch europaweit noch weitere Gründe: Die Preise für fossile Energieträger steigen kontinuierlich, da Öl, Kohle und Gas durch die drohende Verknappung zu immer wertvolleren Ressourcen werden.

In der Öffentlichkeit wächst die Besorgnis über die Zerstörung der Umwelt. Parallel dazu steigt das Interesse der Verbraucher an umweltfreundlichen Produkten und Prozessen. Auch für die Heizungsindustrie ist es an der Zeit, ihre Arbeitsweisen zu überdenken und an die Ökodesign-Richtlinien ErP 2009/125/EG anzupassen. Wir sind in der Verantwortung, dem Verbraucher die energieeffizientesten und kostengünstigsten Systeme anzubieten, die zugleich für ein behagliches Raumklima sorgen. Obwohl unzählige verschiedene Heizlösungen auf dem Markt sind, herrscht große Unklarheit darüber, welche Lösung im Einzelfall die Richtige ist.

## Beispiele für Reduktionsziele

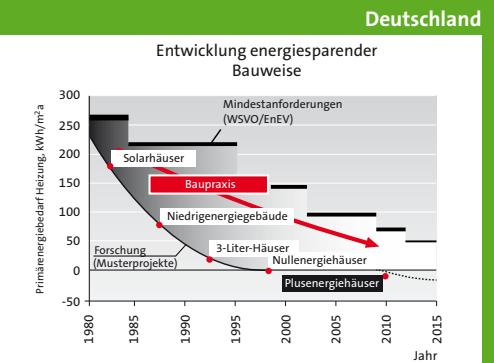
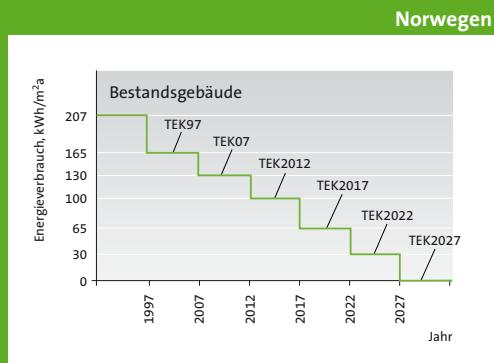
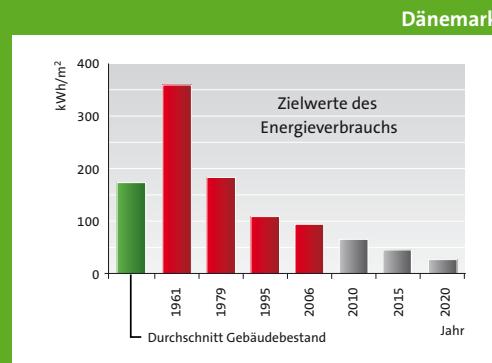
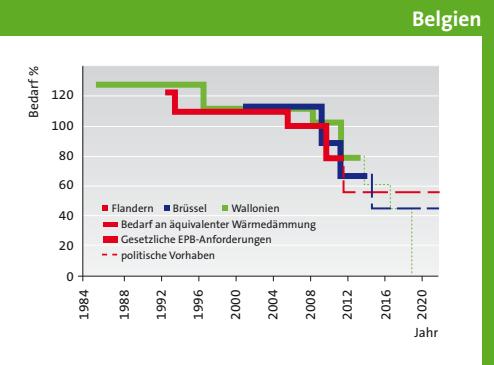
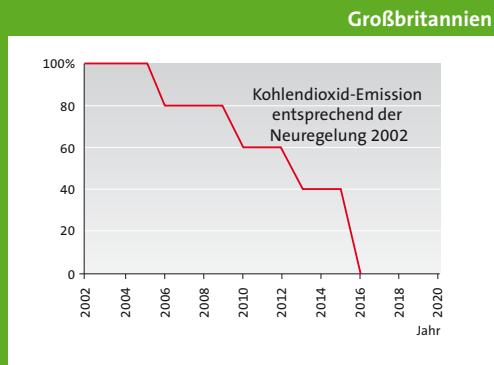
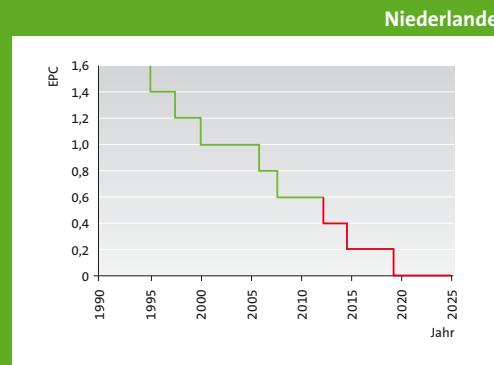
Wir sind in der Verantwortung, die energieeffizientesten und kostengünstigsten Systeme anzubieten, die zugleich für ein behagliches Raumklima sorgen.

Für die Endkunden, aber auch für die Installateure und Planer ist es deshalb wichtig, genaue Informationen über Heizlösungen zu erhalten. Vor dem Hintergrund des zunehmenden Einsatzes von Niedrigtemperatur-Heizsystemen, hat Purmo seinen Wärmeleitfaden entwickelt, der die wachsende Rolle der Heizkörper für die heutige Heizungstechnologie erklärt.

Abb. 1.4

Terminpläne einiger Länder zum Bau von Niedrig- und Nullenergiegebäuden, um damit die Gesamtenergiebilanz von Neubauten zu verbessern.

REHVA Journal 3/2011



**Innovation**

**“Durch Reduzierung des Wasserinhalts und Verlegung der Konvektionsbleche auf die heißen Wasserkanäle wurde die Heizleistung gesteigert”**

Es war ein weiter Weg von den alten Stahl- und Gussgliederheizkörpern, wie sie vor 40 Jahren üblich waren, bis zu den modernen Heizkörpern (Abb. 1.5). Die ersten Flachheizkörper hatten große Heizkanäle mit großen Wasserinhalten (A). Dann wurden Konvektionsbleche zwischen den Wasserkanälen eingeschweißt, um so die Leistung zu steigern (B). Im Laufe der Jahre fand man heraus, dass die Heizleistung weiter steigt, wenn durch Verkleinerung der Heizkanäle der Wasserinhalt reduziert wird. Die wärmeübertragende Fläche wurde so nochmals vergrößert (C). Erst als man die Konvektionsbleche direkt auf die Heizkanäle geschweißt hat, konnte die maximale Heizleistung erreicht werden (D).

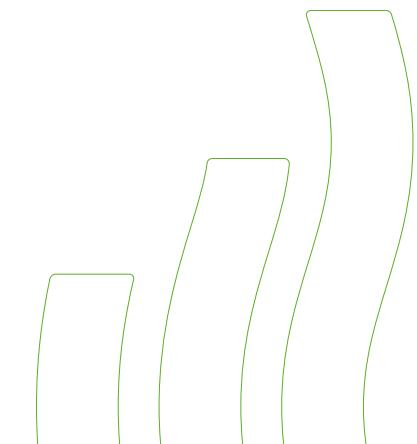


Abb. 1.5:  
Innovation in Flachheizkörpern

A  
Große Heizkanäle mit großem Wasserinhalt.

B  
Konvektorbleche zwischen den Wasserkanälen steigern die Leistung.

C  
Steigerung der Heizleistung durch Reduzierung des Wasserinhalts bei gleichzeitiger Vergrößerung der Heizfläche.

D  
Die Verlegung der Konvektorbleche auf die Wasserkanäle maximiert die Kontaktflächen und sorgt für maximale Heizleistung.

70er

heute

Der Wasserinhalt wurde während der Jahre kleiner, die Heizfläche jedoch größer, das bedeutet: weniger Wasser, weniger Energie, höhere Leistung und schnellere Reaktion auf veränderte Heizlasten.

### Bis zu 87 % besser

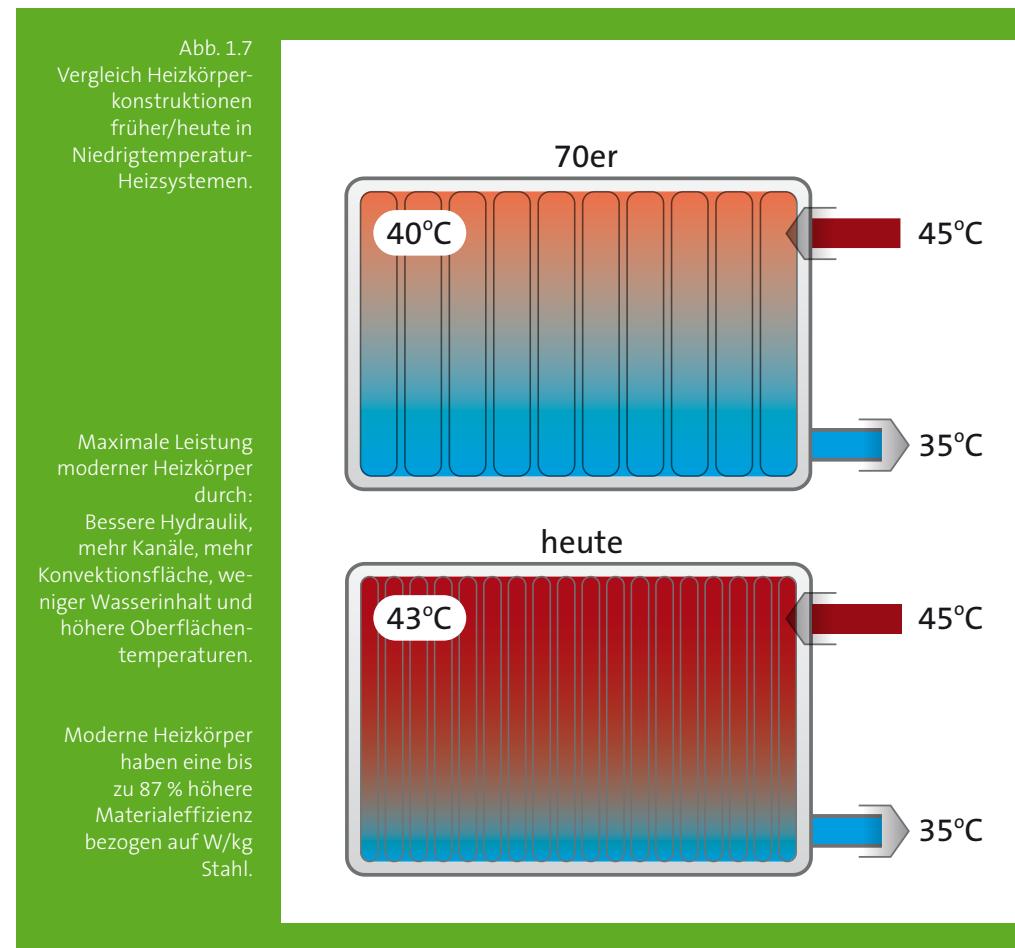
“Moderne Heizkörper haben eine bis zu 87 % höhere Materialeffizienz als herkömmliche Modelle”

In den letzten Jahren konnte die Energieeffizienz weiter stark verbessert werden. Die Strömungsverhältnisse und die Wärmeübertragung auf die Konvektorbleche wurden ebenso optimiert, wie das Verhältnis zwischen Strahlungs- und Konvektionswärme. Moderne Heizkörper haben eine bis zu 87 % höhere Materialeffizienz als herkömmliche Modelle. Und trotzdem haben viele Menschen ein völlig veraltetes Bild von Heizkörpern im Kopf, ein Bild, das über 40 Jahre alt ist.

Abb. 1.7  
Vergleich Heizkörperkonstruktionen früher/heute in Niedrigtemperatur-Heizsystemen.

Maximale Leistung moderner Heizkörper durch:  
Bessere Hydraulik, mehr Kanäle, mehr Konvektionsfläche, weniger Wasserinhalt und höhere Oberflächentemperaturen.

Moderne Heizkörper haben eine bis zu 87 % höhere Materialeffizienz bezogen auf W/kg Stahl.



# KAPITEL 2

## WIE WÄRMEDÄMMUNG DIE HEIZUNGS-EFFIZIENZ BEEINFLUSST

- **Wärmedämmung** > Dämmung hat schon immer eine große Rolle gespielt, wenn es darum ging, Gebäude warm und trocken zu halten
- **Der positive Einfluss neuer gesetzlicher Vorgaben** > Neben der Reduzierung des Energieverbrauchs und der Kosten war ein behaglicheres Raumklima ein weiterer, unmittelbarer Nutzen der verbesserten Dämmung
- **Wärmegewinne und Wärmeverluste in modernen Gebäuden** > Wenn alle Wärmeverluste und -gewinne erfasst sind, kann die effektiv benötigte Energie bestimmt werden
- Heizsysteme müssen schnell auf anfallende Wärmegewinne reagieren können
- Je geringer die thermische Masse des Wärmeübertragungssystems ist, desto besser kann die Raumtemperatur geregelt werden



Raumwärme geht auf zwei Wegen verloren: Erstens über die Gebäudehülle, also über Fenster, Wände, Dach usw. (Übertragungsverluste) und zweitens über Luftströmungen nach außen, wie sie durch Lüftung oder Luftleckagen entstehen. Ziel der Wärmedämmung ist es, die Übertragungsverluste auf möglichst kostengünstige Weise zu minimieren.

Der menschliche Körper sondert pro Stunde rund 20 l Kohlendioxid und rund 50 g Feuchtigkeit ab. Außerdem sorgen häusliche Aktivitäten, wie Kochen oder Duschen, für zusätzliche Feuchtigkeit in der Raumluft. Das macht eine gute Luftzirkulation unerlässlich. Wird diese vernachlässigt, kann das zu gesundheitlichen Problemen der Bewohner oder zu Schäden am Gebäude (Schimmel usw.) führen.

Eine Folge besserer Dämmung ist die zunehmende Luftdichtigkeit der Gebäude. Schlechte Belüftung, steigende Raumfeuchtigkeit, hoher Kohlendioxidgehalt und Kondenswasserablagerungen an den Wänden können negative Auswirkungen auf Mensch und Gebäude haben. Deshalb sollten gut gedämmte Häuser immer auch mit einer Lüftungsanlage ausgestattet werden. Glücklicherweise ist die Wärmerückgewinnung aus der Be- und Entlüftung eine wichtige Quelle für Energieeinsparungen.

### Wärmedämmung

Dämmung hat schon immer eine große Rolle gespielt, wenn es darum ging, Gebäude warm und trocken zu halten. Früher nutzte man dafür Stroh, Sägespäne und Kork. Heute stehen Alternativen wie Mineralwolle, Polystyrol- und Polyurethanplatten und -schaum zur Verfügung. Mit dem Einsatz moderner Dämmstoffe gingen Veränderungen in der Baupraxis einher: Das Vertrauen in die thermischen Eigenschaften von dicken Wänden und Hochtemperatur-Heizkörpern schwand.

### 86.000 € gespart nach 20 Jahren

Ein gut gedämmtes Haus ist eindeutig besser zu heizen als ein schlecht oder gar nicht gedämmtes Pendant. Das gut gedämmte Gebäude verliert weniger Wärme und benötigt so weniger Energie. **Abb. 2.1** vergleicht die geschätzten Heizkosten von zwei Einfamilienhäusern – das eine gut isoliert, das andere ohne Dämmung. Der Unterschied zwischen beiden Häusern wird im Laufe der Zeit immer deutlicher und beläuft sich nach 20 Jahren auf erstaunliche 86.000 €.

Abb. 2.1  
Geschätzte  
Heizkosten für ein  
Einfamilienhaus:  
gedämmt versus  
ungedämmt.

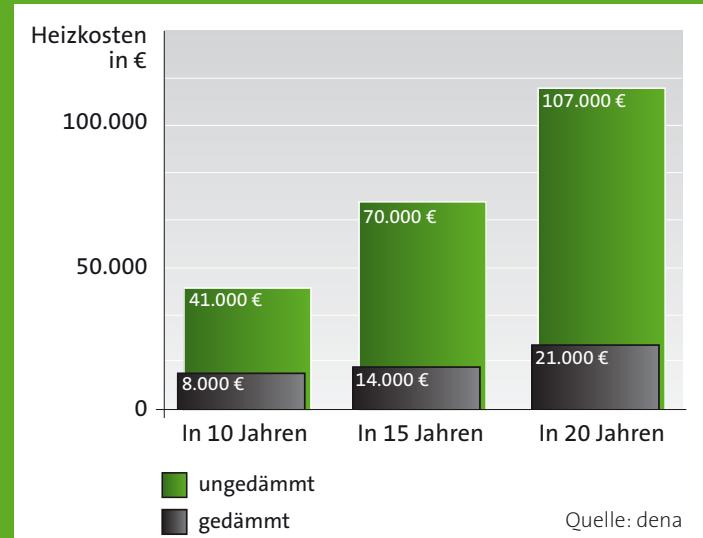
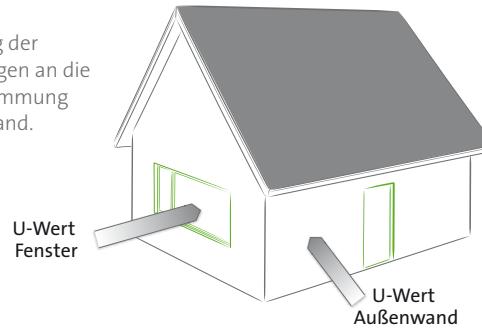


Abb. 2.2  
Entwicklung der Anforderungen an die Gebäudedämmung in Deutschland.



°C	Vor 1977	1977	WSVO 1984	WSVO 1995	EnEV 2002	EnEV 2009
U-Wert Fenster	W/m²K	5	3,50	3,10	1,80	1,70
U-Wert Außenwand	W/m²K	2	1,00	0,60	0,50	0,35
Spezifische Heizlast	W/m²	200	130	100	70	50
Temperatur Vorlauf/ Rücklauf	°C	90/70	90/70	90/70 & 70/55	70/55	55/45

Gleichzeitig mit den energetischen Verbesserungen durch moderne Dämmmethoden, wurden die gesetzlichen Vorgaben für neue und modernisierte Gebäude immer strenger. Am Beispiel von Deutschland kann man sehen, dass durch diese Vorgaben die Höchstgrenze für Wärmeverluste nach außen kontinuierlich gesenkt wurde.

**“1977 waren Systemtemperaturen von 90/70 °C die Norm. Bis zur EnEV 2009 wurden diese Werte annähernd halbiert”**

Bemerkenswert ist auch die Entwicklung der Vor- und Rücklauftemperaturen von Warmwasserheizungen. 1977 waren Vorlauftemperaturen von 90 °C und Rücklauftemperaturen von 70 °C die Norm. Bis zur EnEV 2009 wurden diese Werte annähernd halbiert. Dieser Sprung in Richtung Niedrigtemperatur-Heizsysteme wurde durch den zunehmenden Einsatz effektiver Wärmedämmungen in Neu- und Altbau möglich.

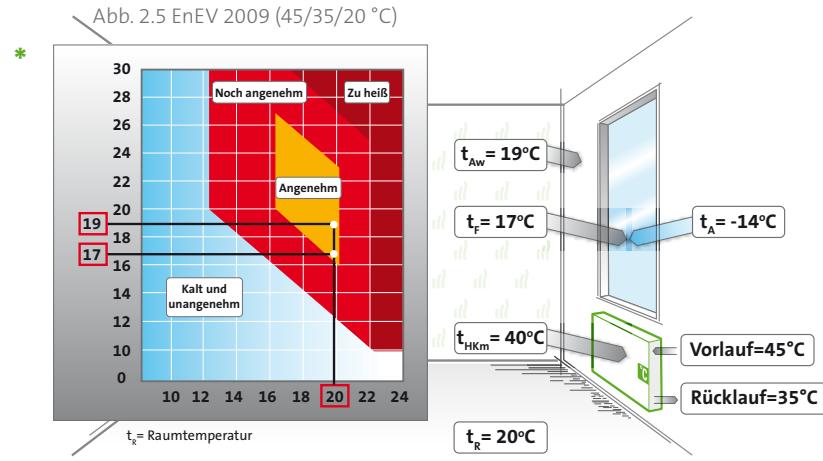
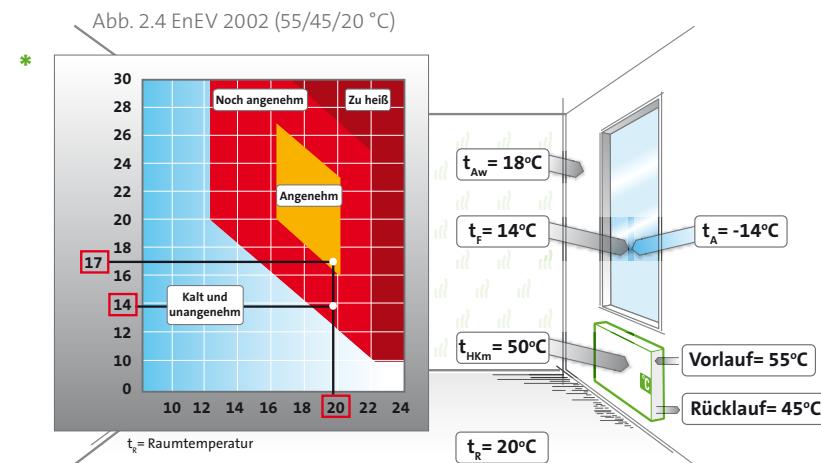
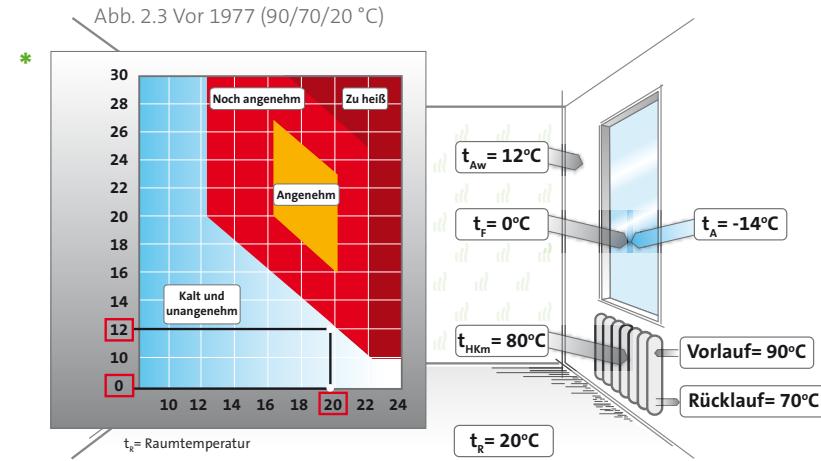
Das Einsparen von Energie und die Reduzierung von Kosten sind nicht die einzigen Effekte strengerer gesetzlicher Vorgaben. Ein unmittelbarer Nutzen aus der verbesserten Dämmung war auch ein behaglicheres Raumklima. **Abb. 2.3 – 2.5** (umseitig) zeigen am Beispiel einer gleichbleibenden Raumsituation, wie sich die veränderten Bauvorschriften auf das Raumklima auswirken. Die einzige Konstante ist in allen Beispielen die Außentemperatur mit -14 °C. Die Oberflächentemperatur des Fensters in **Abb. 2.3** beträgt 0 °C, da das Fenster einfachverglast ist. Um eine akzeptable Temperatur von 20 °C zu erhalten, musste der Heizkörper im Mittel auf 80 °C Wassertemperatur aufgeheizt werden. Sogar bei dieser hohen Temperatur wurden die Wände nicht wärmer als 12 °C. Entsprechend groß waren die Temperaturunterschiede im Raum und es gab eine Vielzahl spürbar kalter Stellen.

Im Laufe der Zeit änderten sich die Bauvorgaben und das Raumklima wurde merklich besser, wie **Abb. 2.4** zeigt. Der zunehmende Einsatz von Doppelglas befreite die Räume von eiskalten Fenstern und schützte wirksam vor Minusgraden. Mit der EnEV 2002 konnte das Raumklima verbessert werden, die Heizkörper erzielten nur noch 50 °C (Heizmitteltemperatur). Dabei wurden die Wände 18 °C warm und die Fenster 14 °C, was für annähernd ausgewogene Temperaturen im ganzen Raum sorgte. Diese Situation hat sich mit den Standards der EnEV 2009 weiter verbessert.

**Der positive Einfluss neuer gesetzlicher Vorgaben**

**“Neben der Reduzierung des Energieverbrauchs und der Kosten war ein behaglicheres Raumklima ein großer Vorteil der verbesserten Dämmung”**

**Raumklima**



Die Wände in Abb. 2.5 haben fast Raumtemperatur und sogar die Fenster sind warm, trotz der niedrigen Außen-temperatur. Bemerkenswert ist, dass die mittlere Temperatur des Wassers im Heizkörper jetzt nur noch 40 °C betragen muss – 100 % weniger als in dem Gebäude in Abb. 2.3.

Die Oberflächen-temperaturen erreichen fast Raumtemperatur und bieten somit maximale Behaglichkeit.

- \* **Thermische Behaglichkeit:** Dafür gibt es etliche Standardkriterien; hier sind einige davon:
- Der Durchschnittswert Lufttemperatur und mittlere Oberflächentemperatur beträgt rund 20 °C.
  - Die Differenz zwischen Lufttemperatur und mittlerer Oberflächentemperatur beträgt höchstens 3 °C.
  - Die Differenz zwischen der mittleren Oberflächentemperatur gegenüberliegender Wände beträgt höchstens 5 °C.
  - Die Durchschnittstemperatur zwischen Kopf- und Fußhöhe unterscheidet sich um höchstens 3 °C.
  - Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft liegt bei weniger als 0,15 m/s.

### Größe des Heizkörpers

“Dank Wärmedämmung blieb die Größe der Heizflächen trotz sinkender Systemtemperaturen unverändert.”

Durch die Steigerung der Energieeffizienz in den letzten Jahrzehnten konnten die Systemtemperaturen von Heizkörpersystemen gesenkt werden. In Abb. 2.7 haben beide Heizkörper ungefähr die gleiche Dimension. Die gewünschte Raumtemperatur ist in beiden Fällen die gleiche. In einem ungedämmten Haus müssen Vor- und Rücklauftemperatur viel höher sein, um den angestrebten Wert zu erhalten, als in einem gut gedämmten Haus. Der Vorteil ist, dass der Heizkörper in dem modernen Raum dank der geringeren Heizlast die gleiche Größe haben kann, wie der Heizkörper in dem unsanierten Raum.

Abb. 2.6  
Die Heizkörpergröße bleibt trotz sinkender Systemtemperaturen gleich, da sich die energetische Ausstattung der Gebäude verbessert.

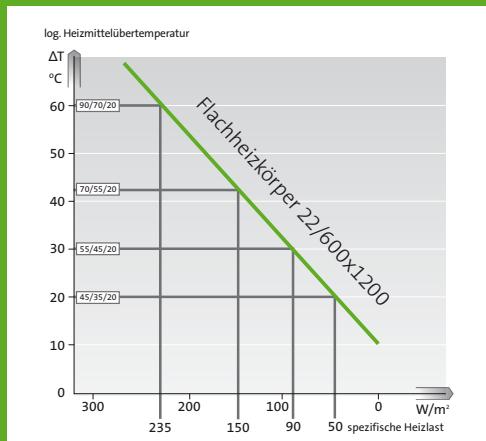
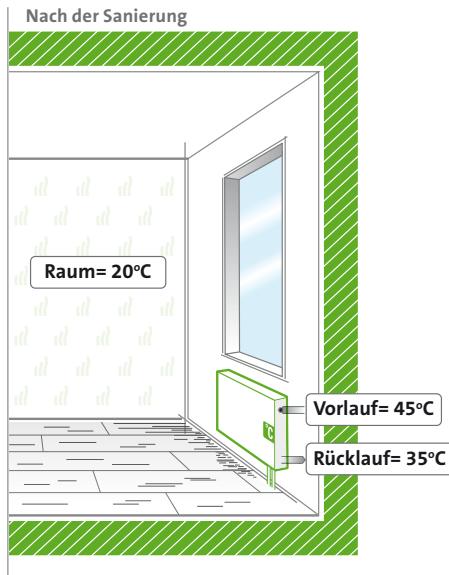
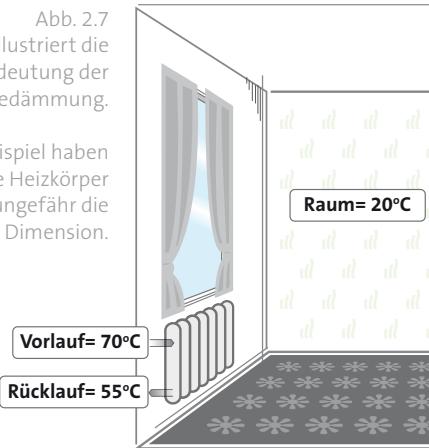


Abb. 2.7 illustriert die Bedeutung der Wärmedämmung.

Im Beispiel haben beide Heizkörper ungefähr die gleiche Dimension.



Spezifische Heizlast: **100 W/m²**  
Wohnbereich x Heizlast:  
11 m² x 100 W/m² = **1100 W**  
Systemtemperaturen: **70/55/20°C**  
Heizkörperdimensionen:  
**Höhe 580mm, Länge 1200mm, Tiefe 110mm**  
 $n^* = 1,25$  Gewicht = **90 kg**  
 $Q = 1100 W$  Wasserinhalt = **16 Liter**

**Nachteile von alten Guss-/Stahlgliederheizkörpern:**

- großer Wasserinhalt (große Pumpe, hohe Stromkosten)
- schlechte Regelbarkeit (hohes Gewicht, großer Wasserinhalt)
- lange Auf- und Abheizzeiten (ungeeignet für moderne Niedrigtemperatur-Systeme)
- altmodisches Aussehen

Spezifische Heizlast: **50 W/m²**  
Wohnbereich x Heizlast:  
11 m² x 50 W/m² = **550 W**  
Systemtemperaturen: **45/35/20°C**  
Heizkörperdimensionen:  
**Höhe 600mm, Länge 1200mm, Tiefe 102mm (Typ 22)**  
 $n^* = 1,34$  Gewicht = **40 kg**  
 $Q = 589 W$  Wasserinhalt = **8 Liter**

**Vorteile aktueller Flachheizkörper:**

- geringer Wasserinhalt
- geringes Gewicht
- optimiert für hohe Wärmeabgabe
- hervorragend regelbar
- kurze Auf- und Abheizzeiten
- moderne Aussehen, verschiedene Modelle, Farben und Designs für jeden Anspruch und Geschmack
- 10 Jahre Garantie

\*  $n$  gibt die Änderung der Heizleistung an, wenn Raum und Wassertemperaturen sich von dem Wert, mit dem die Normwärmeflussung errechnet wurde, unterscheiden. Der Exponent  $n$  ist für das Verhältnis zwischen Strahlung und Konvektion des Heizkörpers verantwortlich und hängt von der Form des Heizkörpers ab. Je niedriger die Vorlauftemperatur, desto niedriger die Konvektion.



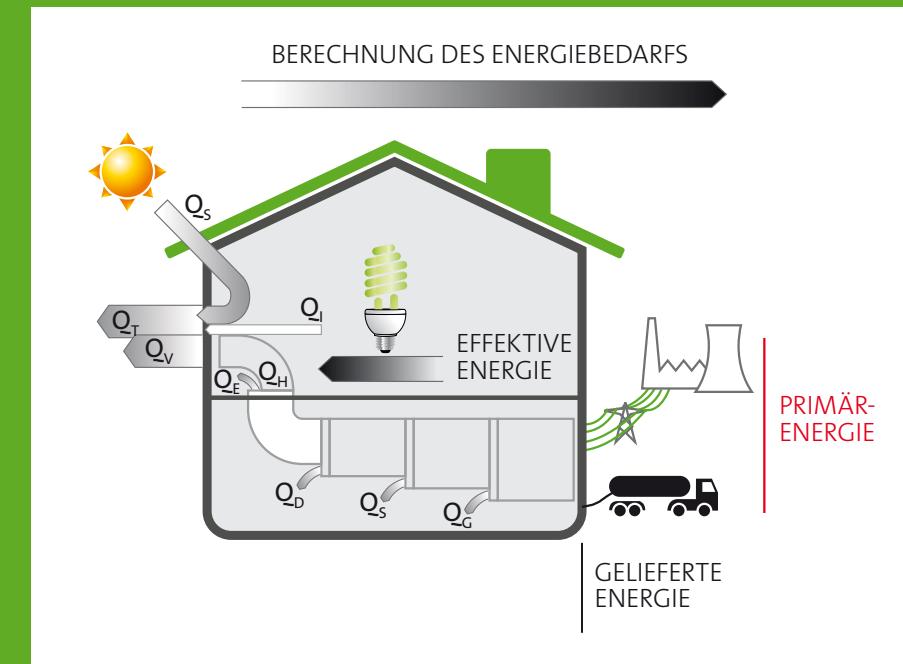
## Wärmegewinne und Wärmeverluste

Der Gesamtenergiebedarf eines Wohnhauses schließt das Heizsystem mit ein. **Abb. 2.8** zeigt wie die Energie ins Haus geliefert wird, nachdem sie als Primärenergie erzeugt wurde.

**“Wenn alle Wärmeverluste und -gewinne erfasst sind, kann die effektive Energie bestimmt werden”**

Der Energieverbrauch eines Gebäudes hängt von den Gewohnheiten seiner Bewohner ab. Um deren Anforderungen zu erfüllen und ein behagliches Raumklima zu schaffen, muss das Heizsystem Wärme aus der angelieferten Energie erzeugen. Wenn alle Wärmeverluste und Wärmegewinne erfasst sind, kann der effektive Energiebedarf bestimmt werden. Wie die Energie verbraucht wird, hängt von der Effizienz des Heizsystems ab und vom Grad der Wärmedämmung im Gebäude.

Abb. 2.8



## Der Einfluss von Wärmegewinnen in modernen Gebäuden

Wärmegewinne bleiben oft unberücksichtigt, wenn über effektive Energie diskutiert wird. Sobald elektrische Geräte eingeschaltet werden, sich weitere Menschen im Gebäude aufhalten oder die Sonne in den Raum scheint, steigt die Temperatur im Inneren.

Energieeffizienz hängt stark von zwei Faktoren ab: Wie gut das Heizsystem auf Wärmegewinne reagiert und dadurch den Heizenergieverbrauch senkt; und wie hoch bzw. niedrig die Wärmeverluste eines Systems sind.

“Das Heizsystem muss schnell auf Wärmegewinne reagieren”

Da moderne Gebäude wärmeempfindlicher sind, muss das Heizsystem schnell auf anfallende Wärmegewinne reagieren. Andernfalls kann das Raumklima für die Bewohner schnell unangenehm werden und zum Beispiel die Produktivität von Bürobeschäftigten nachteilig beeinflussen.

Abb. 2.9

### Heizlast für ein Wohnzimmer von 30 m<sup>2</sup>, Baustandard EnEV 2009, EFH, Gebäudestandort Hannover.

Thermische Belastung bei -14 °C = 35 W/m<sup>2</sup> = 1050 W  
 Thermische Belastung bei 0 °C = 21 W/m<sup>2</sup> = 617 W  
 Thermische Belastung bei +3 °C = 18 W/m<sup>2</sup> = 525 W

### Durchschnitt interne Wärmegewinne

Durchschnitt gemäß DIN 4108-10	= 5 W/m <sup>2</sup> x 30m <sup>2</sup> = 150 W
Person, ruhig liegend	= 83 W/Person
Person, ruhig sitzend	= 102 W/Person
Leuchtmittel, 60 W	= 57 W/Stck.
PC mit TFT-Monitor	= 150 W/Stck. (aktiv), 15 W/Stck. (Stand-by-Betrieb)
Fernseher (Plasmabildschirm)	= 130 W/Stck. (aktiv), 12 W/Stck. (Stand-by-Betrieb)

### Beispiel: 2 Personen, Licht, TV usw. = ca. 360 – 460 W

Ein Wärmeübergabesystem muss nach Stand der Technik schnell auf unterschiedliche Wärmegewinne reagieren.



°C

Professor Dr. Christer Harrysson lehrt an der Örebro Universität (Schweden) und ist Direktor von Bygg & Energiteknik AB

# WIE SIE ENERGIE IN **EFFIZIENZ** UMWANDELN

Professor Dr. Christer Harrysson ist ein anerkannter Wissenschaftler, der an der Örebro Universität in Schweden Energietechnik lehrt. In zahlreichen Forschungsarbeiten verglich er den Energieverbrauch von verschiedenen Energiesystemen, -quellen und -übergabesystemen miteinander.



**Prof. Dr.  
Christer Harrysson**

Forschung ist eines der wichtigsten Instrumente, um Wissensstandard zu heben und um einen klaren, unabhängigen Einblick in die Funktionen verschiedener Wärmeübertragungssysteme zu erhalten. Sie ermöglicht es auch, die Leistung verschiedener Lösungen einzuschätzen und zu vergleichen. In unseren Forschungen untersuchten wir das Umfeld und die Energienutzung in 130 Häusern in Kristianstad (Schweden) über einen Zeitraum von einem Jahr. Der Verbrauch an Strom, Warmwasser und Heizenergie wurde genau überwacht. Alle Häuser waren zwischen 1980 und 1990 in sechs Wohnvierteln errichtet worden, die sich in Bauweise, Lüftung und Heizung unterschieden. Die Ergebnisse waren überzeugend. Wir erfassten Differenzen im Energieverbrauch von bis zu 25 %, die sich aus der Nutzung unterschiedlicher technischer Lösungen ergaben.

Eines unserer wichtigsten Ziele war es, den Unterschied zwischen der Energieeffizienz unterschiedlicher Typen von Heizsystemen und der thermischen Behaglichkeit, die diese Systeme bieten, herauszuarbeiten. Wir verglichen die erfassten Ergebnisse von Flächenheizungen und Heizkörpern und führten Interviews mit den Bewohnern. Wir stellten fest, dass Haushalte, die mit Heizkörpern heizten, weniger Energie verbrauchten. Der durchschnittliche Energieverbrauch betrug in diesen Haushalten  $115 \text{ kWh/m}^2$  – die Energie für Heizung, Warmwasser und Strom eingeschlossen.

Im Vergleich dazu ermittelten wir in Häusern mit Fußbodenheizung einen durchschnittlichen Energieverbrauch von  $134 \text{ kWh/m}^2$ . Unsere Daten zeigen, dass Heizkörper 15 bis 25 % effizienter sind als Fußbodenheizungen. Wobei sich der niedrigere Wert von rund 15 % auf Gebäude mit Fußbodenheizung bezieht, unter deren Bodenplatte eine 200-mm-EPS-Dämmung eingebaut war. Daraus ergibt sich eine wichtige Folgerung für die Heizungsbranche: Planer, Lieferanten und Installateure sollten die erforderlichen Kompetenzen mitbringen, um Hauseigentümer und Bewohner klar über Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme informieren zu können. Außerdem halten wir den Aspekt der Behaglichkeit für ebenso wichtig wie den Energieverbrauch. Auch das sollten Planer und Bauherren aber auch Hauseigentümer und Objektverwalter von Neubauten berücksichtigen.

**Fazit**

**Anmerkung:** Die Häuser in der Studie sind direkt mit Gebäuden vergleichbar, die nach Vorgaben der deutschen EnEV 2009 gedämmt sind.

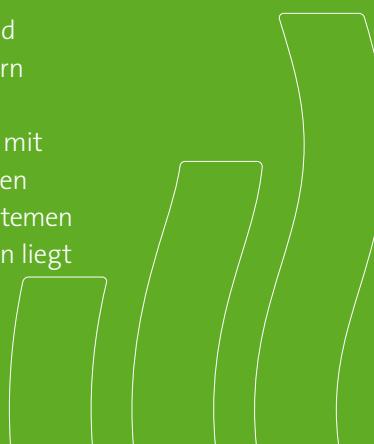
Eine vollständige Zusammenfassung der Forschungen von Professor Harrysson finden Sie unter [www.purmo.de/clever](http://www.purmo.de/clever)

# KAPITEL 3

## DER ZUNEHMENDE EINSATZ VON NIEDRIGTEMPERATUR-HEIZSYSTEMEN

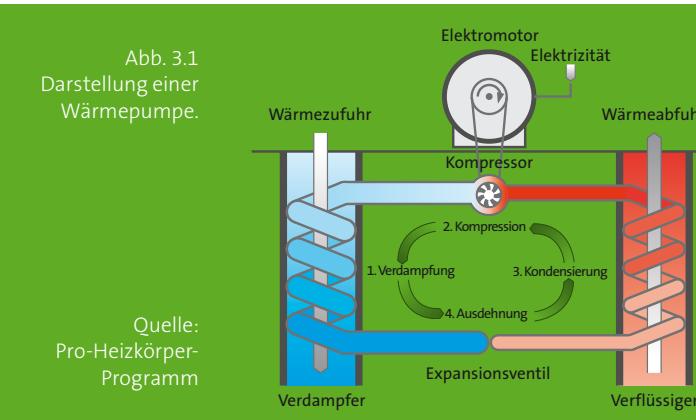
- **Wärmepumpen und Brennwertkessel** > Beide Wärmeerzeuger sind in modernen, gut gedämmten Gebäuden effiziente Lösungen für Heizanlagen mit niedrigen Systemtemperaturen
- **Effizienz der Wärmerzeugung** > Wärmepumpen und Brennwertkessel lassen sich bestens mit Heizkörpern kombinieren
- **Energetische Sanierung von Altbauten** > Gebäude mit Niedrigtemperatur-Heizkörpersystemen verbrauchen weniger Energie als Gebäude mit Flächenheizungssystemen
- In der Steigerung der Energieeffizienz von Altbauten liegt ein gewaltiges Energieeinsparpotenzial

°C



Dank guter Wärmedämmung ist die Heizlast in modernen Gebäuden geringer und es wird weniger Heizenergie benötigt. Das sind ideale Voraussetzungen für den Einsatz einer Wärmepumpe. Einige Meter unter der Erde beträgt die Temperatur fast das ganze Jahr über konstante 10 °C. Erdwärmepumpen machen sich diesen Effekt zunutze: Entweder werden Rohrschlangen als Erdsonden vertikal 100 bis 150 m tief in die Erde eingeführt oder als gitterartige Erdkollektoren horizontal nahe der Erdoberfläche eingegraben. In der Regel wird ein Gemisch aus Wasser und Ethanol in die Rohrschlangen gepumpt, in denen der Wärmeaustausch stattfindet. Die erwärmte Flüssigkeit kehrt dann in die Pumpe und von dort aus in die Heizanlage zurück. Eine gute Alternative sind jedoch auch Luft-Wasser-Wärmepumpen. Diese können Frischluft und/oder Abluft als Wärmequelle nutzen.

### Wärmepumpen



Herkömmliche Heizkessel haben nur eine Brennkammer, die von Rohren des Wärmetauschers umschlossen ist und in der Wärme erzeugt wird. Die dabei entstehenden Abgase werden anschließend mit einer Temperatur von rund 200 °C durch ein Abgasrohr an der Oberseite des Kessels ausgestoßen.

### Brennwertkessel

Anders bei Brennwertkesseln: Diese lassen die Wärme durch den primären Wärmetauscher aufsteigen, leiten die Gase um und verteilen sie über sekundäre Wärmetauscher.

In einem Brennwertkessel werden Brennstoffe (Gas oder Öl) verbrannt, um Wasser in einem Rohrleitungskreislauf zu erhitzten. Durch Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfs wird Wärmeenergie zurückgewonnen. Dieser Energiegewinn bringt das Rücklaufwasser des Heizkreislaufs auf ein höheres Temperaturniveau (**Abb. 3.2**).

Das funktioniert mit Öl oder Gas. Jedoch ist Gas effizienter, da das Abgas bei Gas bei  $\leq 57$  °C kondensiert (**Abb. 3.3**).

Bei Öl erfolgt dies bei  $\leq 47$  °C. Ein weiterer Vorteil bei Gas ist der höhere Wasseranteil im Abgas.

Durch die Nutzung der Kondensationswärme steigt die Effizienz um rund 6% bei Öl und um rund 11% bei Gas im Vergleich zu einem herkömmlichen Heizkessel (Quelle: ASUE 2006).

Brennwertkessel zeichnen sich vor allem durch ihre hohe Energieeffizienz aus. Sie nutzen die aus der Verbrennung entstehenden Abgase. Das ausgeschiedene Abgas hat schließlich nur noch eine Temperatur von 50°C. Im Gegensatz dazu entweichen die Abgase bei normalen Heizkesseln ungenutzt mit einer Temperatur von 200°C.

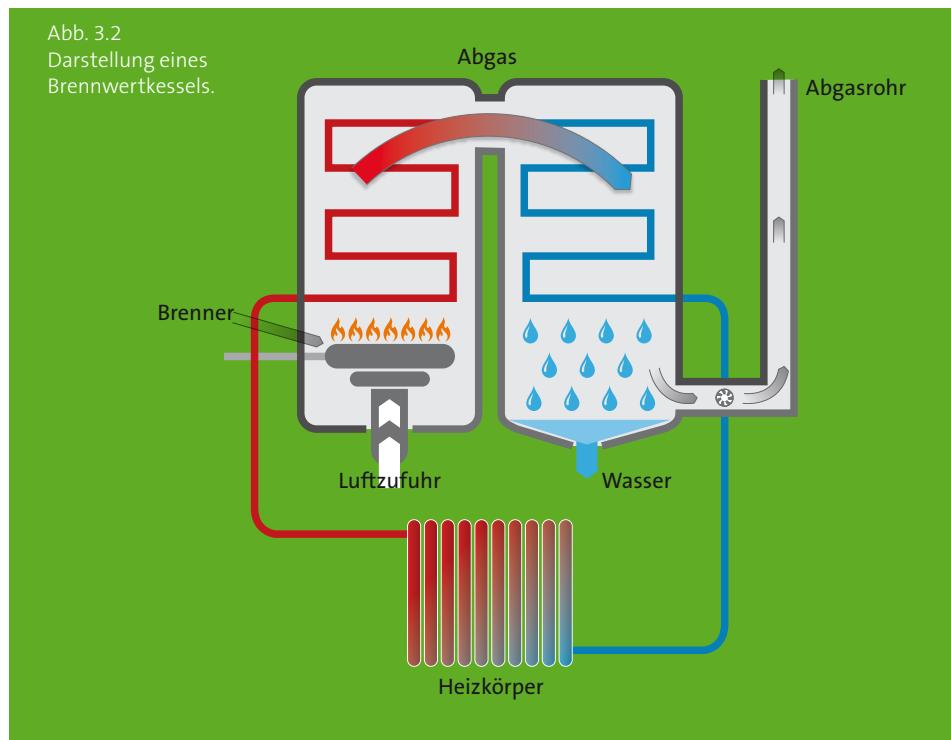
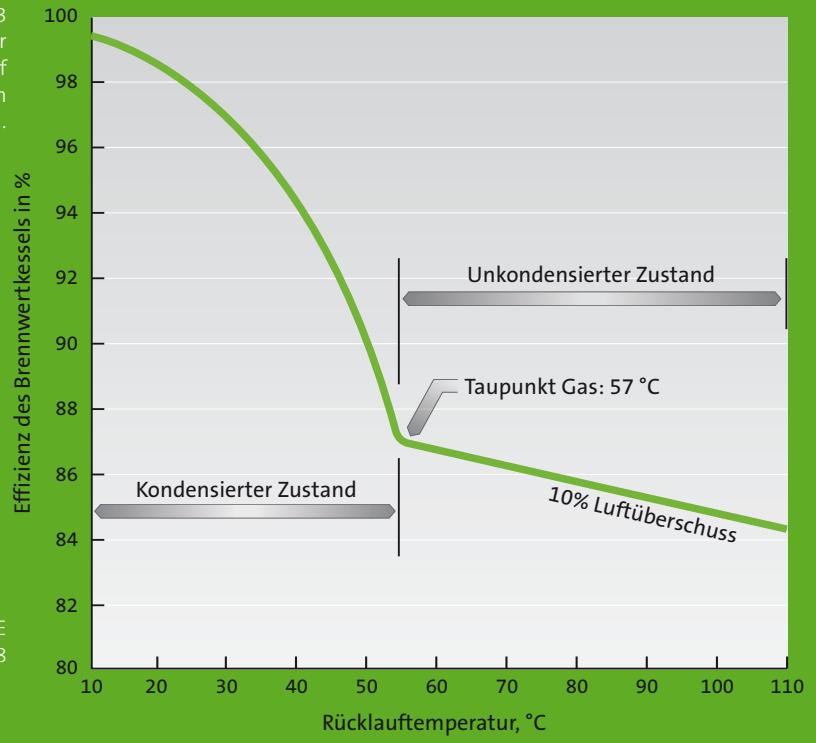


Abb. 3.3  
Einfluss der  
Vorlauftemperatur auf  
die Effizienz von  
Gasbrennwertgeräten.



Brennwerttechnik, egal ob mit Gas oder Öl betrieben, ist in modernen, gut gedämmten Gebäuden eine effiziente Lösung für Heizanlagen mit niedrigen Systemtemperaturen - und lässt sich bestens mit Heizkörpern kombinieren.

Viele glauben, Wärmepumpen könnten nur mit Flächenheizungen kombiniert werden. Das stimmt jedoch nicht, denn sie funktionieren auch perfekt mit Niedrigtemperatur-Heizkörpern. Die Norm EN 14511-2 beschreibt eine vereinfachte Methode zur Berechnung des saisonalen Leistungsfaktors (SPF), bei dem nur die Vorlauftemperatur mit einbezogen wird. Diese Art der SPF-Berechnung kann bei Flächenheizungssystemen sinnvoll sein, da hier der Unterschied zwischen Vor- und Rücklauftemperatur nur gering ist, meist weniger als 5 K. Diese Methode ist jedoch nicht auf Heizkörpersysteme übertragbar, denn die Differenz zwischen Vor- und Rücklauftemperatur ist hier größer. Für Heizkörpersysteme beschreibt die EN 14511-2 ein genaueres Berechnungsverfahren, das auch die Rücklauftemperatur berücksichtigt. Der COPa (jährliche Leistungszahl) beschreibt den Wirkungsgrad der Wärmepumpe mit der Maßgabe, dass die Heizsaison ein Jahr beträgt.

**Anmerkung:** Der Primärenergiebedarf eines Brennwertkessels mit Solarunterstützung für Heizung und Warmwasser gleicht dem einer Sole-Wasser-Wärmepumpe. Quelle: ZVSHK, Wasser, Wärme, Luft, Ausgabe 2009/2010

## Effizienz der Wärmeerzeugung

“Wärmepumpen funktionieren auch mit Niedrigtemperatur-Heizkörpern perfekt”

Die **Abb. 3.4** zeigt die COPa-Wert-Tabelle für verschiedene Systemwassertemperaturen: COPa kombiniert (Heizung und Warmwasser) und COPa nur Heizung. Die daraus resultierenden Kondensationstemperaturen (Taupunkte) sind ebenfalls angegeben. Das Referenzgebäude ist ein modernes Einfamilienhaus in München, das mit einer elektrischen Erdwärmepumpe ausgestattet ist. Die COP-Werte wurden durch Labormessungen überprüft (Bosch 2009).

Abb. 3.4

Je höher der COPa, desto höher die Effizienz.

#### Jährliche Leistungszahl (Coefficient of Performance): COPa

COPa = Menge der von der Wärmepumpe gelieferten Energie geteilt durch die Energie, die benötigt wird, um die Prozesse ein Jahr lang aufrecht zu erhalten.

System-temperatur	Kondensations-punkt	COPa kombiniert	COPa nur Heizung
70/55/20	62,4	2,8	3,0
55/45/20	49,2	3,2	3,6
60/40/20	49,0	3,2	3,6
50/40/20	44,0	3,3	3,8
45/35/20	38,8	3,5	4,1
50/30/20	38,7	3,5	4,1
40/30/20	33,7	3,6	4,4
35/28/20	30,2	3,8	4,6

Elektrische Erdwärmepumpe. COPa-Werte aus dem Referenzgebäude (IVT Bosch Thermoteknik AB)

Wie die Ergebnisse zeigen, ist es von Vorteil, Heizkörper in Niedrigtemperatursystemen einzusetzen, die mit Wärmepumpen arbeiten. In kleineren Häusern sorgen Wärmepumpen häufig auch für das Haushaltswarmwasser. Ein Vergleich der kombinierten COPa-Werte macht deutlich, dass ein typisches Niedrigtemperatur-Heizkörpersystem (45/35) rund 10 % weniger Energie verbraucht als ein 55/45-System. Bei einem typischen Flächenheizungssystem (40/30) steigt die Effizienz im Vergleich zum 45/35-System um 3 % und bei einem 35/28-System um 9 %.

“Es ist äußerst vorteilhaft, Heizkörper in Niedrigtemperatursystemen einzusetzen, die mit Wärmepumpen arbeiten”

## Energetische Sanierung von Altbauten

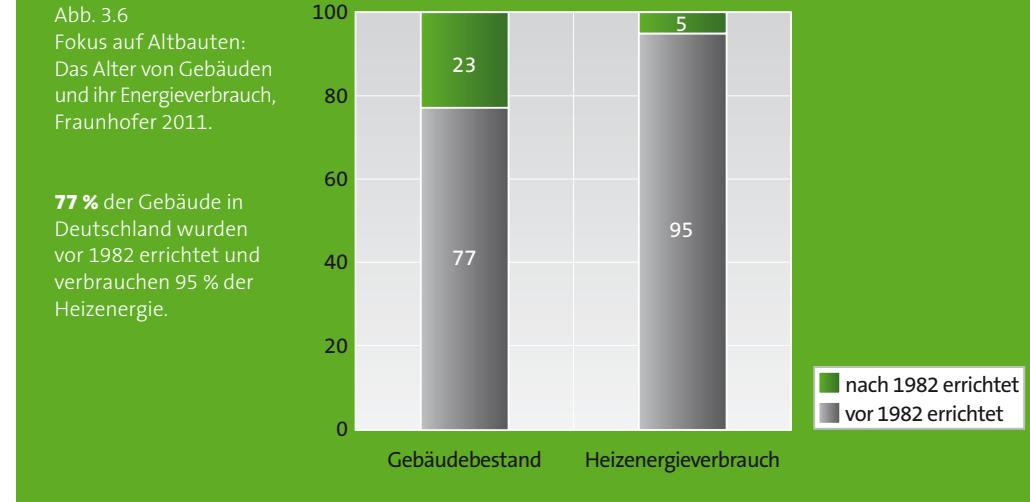
Niedrigtemperatur-Heizkörpersysteme verbrauchen weniger Energie als Flächenheizungssysteme, selbst dann, wenn Wärmepumpen als Wärmerzeuger eingesetzt werden. Niedrigere COPa-Werte kompensiert der Heizkörper durch seine deutlich höhere Energieeffizienz.

Der Gebäudebereich hat in Europa den größten Einzelanteil am Gesamtenergieverbrauch. In Wohngebäuden ist es wiederum die Heizung, die am meisten Energie verbraucht. Energiesparaktivitäten sollten also in diesem Bereich stattfinden. Wie ein Beispiel aus Deutschland zeigt, sind die modernen Gebäude (neu oder energetisch saniert) nicht das Problem: 23 % des deutschen Gebäudebestands sind Häuser, die nach 1982 errichtet wurden, und obwohl diese Häuser fast ein Viertel des Gesamtbestandes ausmachen, verbrauchen sie nur 5 % der Gesamtheizenergie. Unser Hauptanliegen muss es daher sein, die Energieeffizienz von Altgebäuden zu steigern, denn hier liegt ein gewaltiges Einsparpotenzial.

“In der Steigerung der Energieeffizienz von Altgebäuden liegt ein gewaltiges Einsparpotenzial”

Abb. 3.6  
Fokus auf Altbauten:  
Das Alter von Gebäuden  
und ihr Energieverbrauch,  
Fraunhofer 2011.

**77 %** der Gebäude in Deutschland wurden vor 1982 errichtet und verbrauchen 95 % der Heizenergie.



Die Gesamtenergiebilanz eines Gebäudes setzt sich aus Energieflüssen zusammen, die in das Gebäude hinein und hinaus fließen. Potenzielle Kühlenergie wurde nicht berücksichtigt. Die Energieflüsse im Beispielgebäude können wie folgt definiert werden:

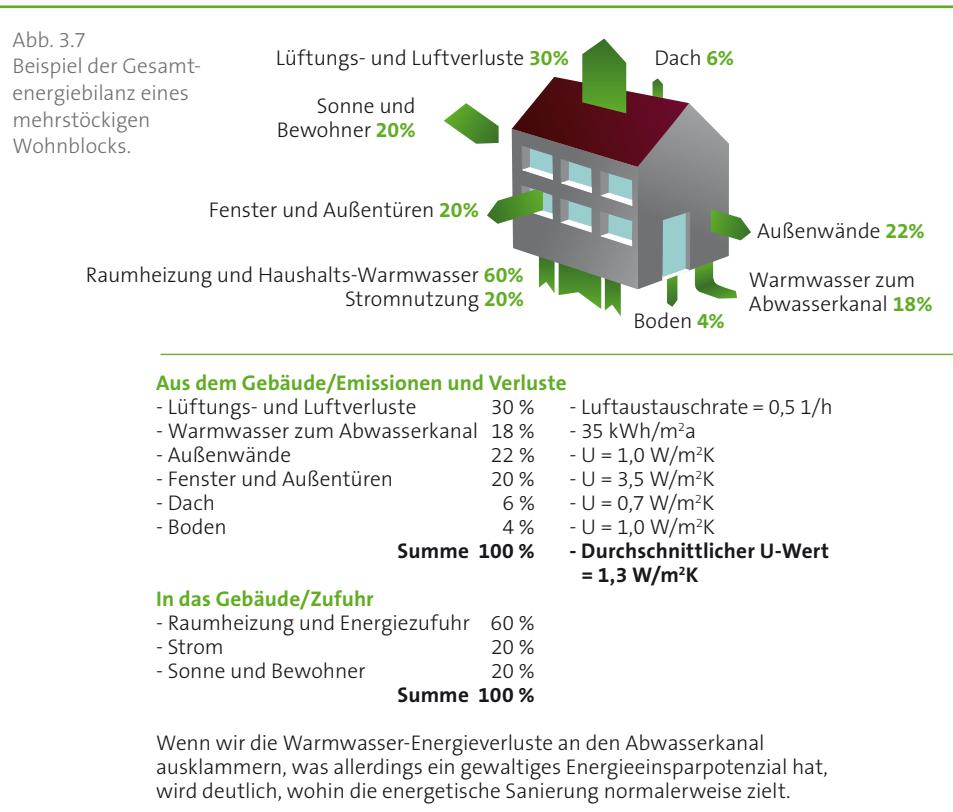
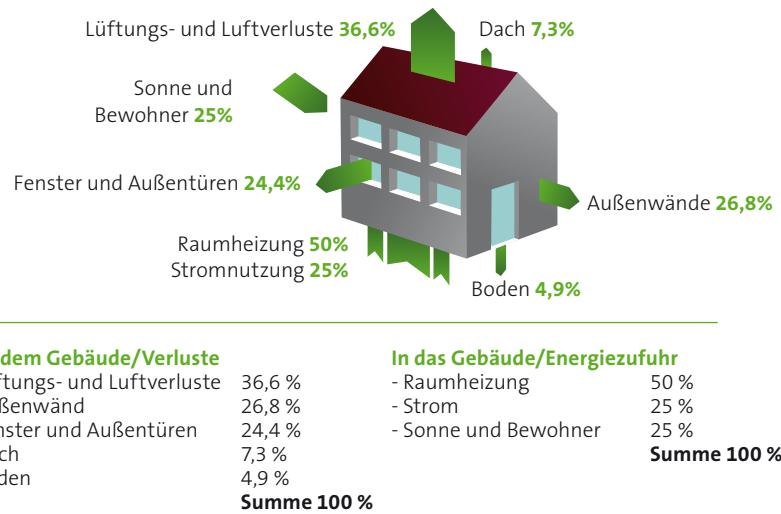
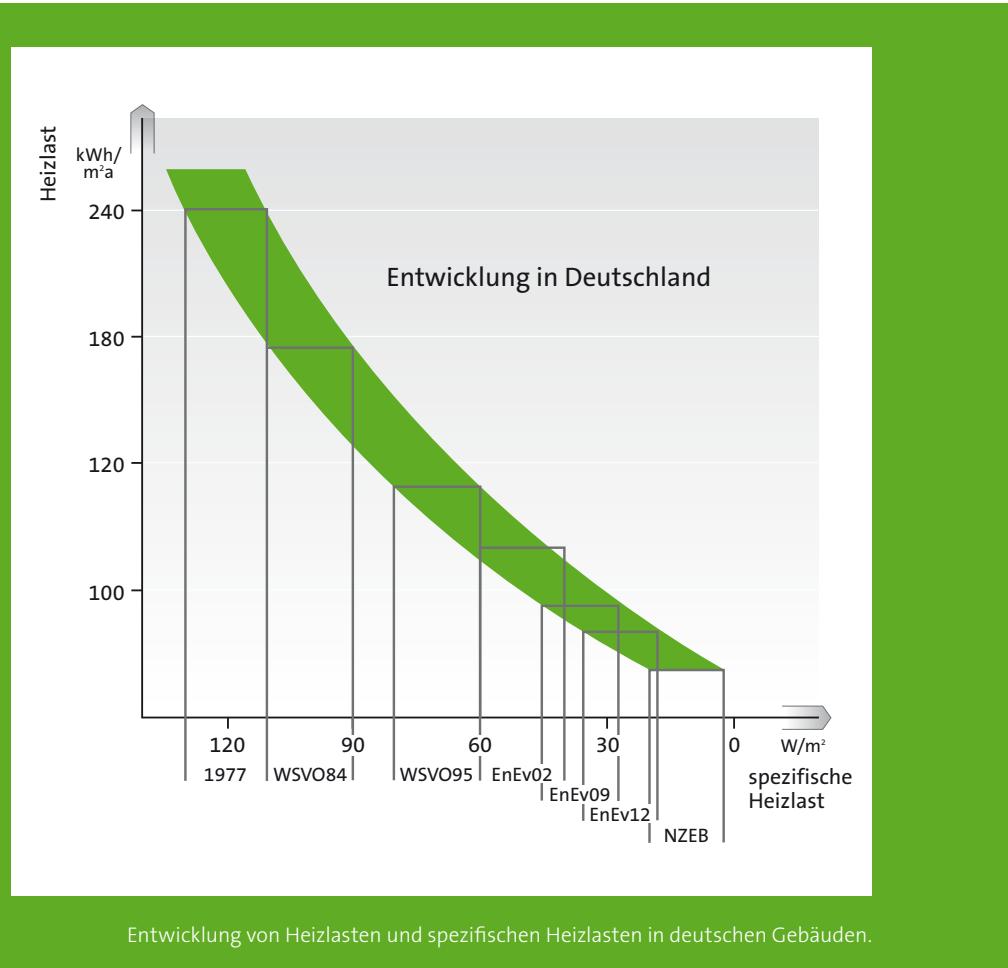


Abb. 3.8  
Beispiel der Energiebilanz einer Raumheizung in einem mehrstöckigen Wohnblock.



Die Darstellungen zeigen Beispielwerte älterer mehrstöckiger Wohnblöcke, in denen der Energieverbrauch für die Raumheizung (inklusive Übertragungs- und Lüftungsverluste) bei rund 240 kWh/m<sup>2</sup>a liegt. Bei Vergleichen mit anderen Haustypen, müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden: die Oberflächengröße, U-Werte und Luftwechselraten. Ein Einfamilienhaus beispielsweise hat viel höhere Verluste durch das Dach und durch den Boden als ein mehrstöckiger Wohnblock.

Abb. 3.9  
Diagramm  
Heizlast –  
spezifische  
Heizlast.



Das Wechselverhältnis von Heizlast in kWh/m<sup>2</sup>a und spezifischer Heizlast in W/m<sup>2</sup> lässt sich mithilfe statistischer Angaben aus unterschiedlichen Energiestandard-Perioden in Deutschland beleuchten.

Nehmen wir an, das mehrstöckige Referenzgebäude wird renoviert und danach neu berechnet. Im ursprünglichen Zustand beträgt die Raumheizlast 240 kWh/m<sup>2</sup>a und die spezifische Heizlast 120 W/m<sup>2</sup>, wie aus **Abb. 3.9** hervorgeht. Nachdem Gebäudehülle und Wärmedämmung verbessert wurden, ergeben sich folgende U-Werte:

- |                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| - Außenwände                   | $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| - Fenster und Außentüren       | $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  |
| - Dach                         | $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| - Boden                        | $U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  |
| "Durchschnittlicher U-Wert"    |                                  |
| $= 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ |                                  |

### Heizlast und spezifische Heizlasten

Wenn keine Änderungen in den Gebäudeelementen im Oberflächenbereich vorgenommen werden und auch die Luftwechselraten unverändert bleiben, kann der Einfluss der verbesserten Wärmedämmung berechnet werden. Die Übertragungsverluste reduzieren sich auf 31 % wenn die flächengewichteten U-Werte von  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  heruntergehen auf  $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Anmerkung:** Diese Art der Wärmedämmung ist weitverbreitet und ergibt sich häufig aus dem Wunsch nach besseren Fenstern und einer attraktiveren Fassade. Auch das Bedürfnis nach mehr Behaglichkeit und einem gesünderen Wohnumfeld kann Grund für eine bessere Dämmung sein.

#### Neue Anteile an Energieverlusten:

- Lüftung und Belüftung	65 %
- Außenwände	11 %
- Fenster und Außentüren	16 %
- Dach	3,6 %
- Boden	4,4 %

**Summe 100 %**

Die neue spezifische Heizlast beträgt nach den erfolgten Dämmmaßnahmen nur noch  $67 \text{ W/m}^2$  statt  $120 \text{ W/m}^2$ . Mit anderen Worten: Durch die energetische Sanierung konnte die Heizlast um sage und schreibe 44 % reduziert werden. Aus Abb. 3.9 ergibt sich nur noch eine Raumheizlast von  $100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  statt  $240 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Dies sind ideale Voraussetzungen für ein effizientes Niedrigtemperatur-Heizkörpersystem.





# ICH SETZE WISSENSCHAFT IN PRAXIS UM

Professor Dr. Jarek Kurnitski, einer der führenden Wissenschaftler auf dem Gebiet der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, ist derzeit als Spitzenexperte beim Finnish Innovation Fund, Sitra, tätig. Er wurde bereits mit dem European REHVA Award ausgezeichnet und kann mehr als 300 wissenschaftliche Veröffentlichungen vorweisen.

### Größer ist sicher nicht gleich besser

Innerhalb der Heizungsbranche kursiert immer noch der Mythos, dass zum Heizen mit niedrigen Systemtemperaturen größere Heizflächen benötigt werden. Größer bedeutet jedoch nicht automatisch besser. In vergleichender Forschung haben wir herausgefunden, dass gerade in der kältesten Winterperiode eine schnelle Wärmeübergabe erforderlich ist, um die Komforttemperatur in einem Raum zu halten. Beide Systeme, sowohl die Flächenheizung als auch die Heizkörper, wurden auf 21 °C Raumtemperatur gestellt – die unterste Wohlfühlgrenze und die perfekte Wohlfühltemperatur. Das Heizkörpersystem mit seiner geringen thermischen Masse reagierte sofort bei einem Wärmegewinn von 0,5 °C – und hielt so die Temperatur verlustfrei nahe am Sollwert.

Bei der Flächenheizung mit ihrer großen Speichermasse war die Reaktionszeit auf Wärmegewinne (z.B. durch Sonneninstrahlung) viel langsamer. Dadurch gab das System weiterhin Wärme ab und die Temperatur stieg weit über die gewünschte Raumtemperatur hinaus. Es entstanden starke (und ungewollte) Temperaturschwankungen. Tatsächlich zeigt unser Feldversuch, dass es nur möglich ist, die Temperatur nahe an der optimalen Raumtemperatur von 21°C zu halten, indem man den Sollwert von Flächenheizungen auf 21,5°C einstellt - und somit mehr Energie einsetzen muss.

Man könnte meinen, dass dieses halbe Grad nicht viel ist. Aber auf eine Stunde, einen Tag oder einen ganzen Winter gerechnet, wird aus dem halben Grad schnell eine Menge vergeudete Energie – und jede Hoffnung auf Energieeffizienz schwindet. Bereits eine Differenz von einem Grad entspricht einem Energieverbrauch von 6 %. Das ist der Beweis: Die schnelle Reaktion auf Wärmegewinne und Wärmeverluste des Raumes sind der Schlüssel zu energieeffizientem Heizen. Die zentrale Steuerung einer Heizung und die Trägheit eines Übertragungssystems führt schnell zu der Überheizung eines Raumes – mit der Folge eines Verbrauchsnachteils. Ich empfehle deshalb den Einsatz von Niedrigtemperatur-Heizkörpern mit kleinen Wasserinhalten, um Wärmegewinne optimal auszunutzen und um Wärmeverluste zu vermeiden, idealerweise als individuell steuerbare Heizkörper.

# KAPITEL 4

# EINDEUTIGE BEWEISE

- **Professor Dr. Jarek Kurnitski** > Unsere Forschungen zeigen, dass Heizkörper in einstöckigen Häusern um rund 15 % und in mehrstöckigen Häusern um rund 10 % effizienter sind als Flächenheizungen
- **Professor Dr. Christer Harrysson** > Unter den beschriebenen Bedingungen wiesen Wohnsiedlungen mit Flächenheizungen im Durchschnitt einen um 15 bis 25 % höheren Energieverbrauch auf als Siedlungen mit Heizkörpersystemen



Im Jahr 2008 startete die Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Rettig ICC ein neues Projekt. Ziel war es, mit verschiedenen überholten Ansichten aufzuräumen, die sich hartnäckig in der Heizungsindustrie hielten. Für dieses Pro-Heizkörper-Programm, so nannten wir das Projekt, benötigten wir zwei Jahre. In diesen zwei Jahren sammelten wir drei verschiedene Arten von Argumenten: „zugunsten von Heizkörper-Heizungen“, „gegen Heizkörper-Heizungen“ und „zugunsten von konkurrierenden/anderen Heizsystemen“.

Insgesamt unterschieden wir 140 Argumente und Behauptungen. Nachdem alle Argumente sortiert und zusammengefasst waren, hatten wir letztlich noch 41 praxisorientierte Forschungsschwerpunkte zu analysieren und zu prüfen, um uns ein Urteil bilden zu können. Um hier unvoreingenommene und unabhängige Forschungsergebnisse zu erhalten, baten wir externe Experten, mit uns zu kooperieren und uns bei dieser gewaltigen Forschungsaufgabe zu unterstützen. Verschiedene führende internationale Experten, Universitäten und Forschungsinstitute arbeiteten eng mit uns zusammen. Das Ergebnis war eine ungeheure Menge an Forschungsdaten, Empfehlungen und Schlussfolgerungen.

Wir fanden auch heraus, dass die Heizungsindustrie von zahlreichen Mythen und Illusionen durchdrungen war.

**Dipl.-Ing. Mikko Iivonen, Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung der Rettig ICC**

Und obwohl diese Vorstellungen den Markt beherrschten, erwiesen sie sich als unerheblich und zum Teil sogar falsch. Die wichtigste Neuigkeit war für uns jedoch, dass alle Forschungsergebnisse zeigten, wie effizient und wirtschaftlich Heizkörper in modernen und gut gedämmten Gebäuden funktionierten. Diese Ergebnisse sonderten wir aus und begannen innerhalb unseres Forschungsprojekts mit einem neuen eigenständigen Programm, in dem wir verschiedene Heizsysteme zusammen mit dem HVAC Laboratorium der Technischen Universität Helsinki untersuchten. Präzise Simulationen und Funktionsvergleiche dieser unterschiedlichen Heizsysteme, bewiesen, dass unsere früheren Ergebnisse und Schlussfolgerungen zu den Heizkörpern richtig waren.

### Akademische Zusammenarbeit

Wir haben in unserem Leitfaden bereits auf einige Forschungsergebnisse hingewiesen. Wichtig zu wissen ist, dass unsere Schlussfolgerungen nicht nur auf theoretischen Forschungen basieren, sondern auf konkreten Daten aus neu errichteten Niedrigenergiegebäuden im nordischen Raum. Seit vielen Jahren weisen uns Länder wie Schweden, Finnland, Norwegen und Dänemark den Weg zu niedrigenergetischer und hochdämmender Baupraxis. Aufgrund dieser Tatsache und unserer Arbeiten mit Wissenschaftlern wie Prof. Dr. Leen Peeters (Universität Brüssel, Belgien) und Dr. Dietrich Schmidt (Fraunhofer Institut, Deutschland)

können wir heute getrost behaupten, dass unsere Ergebnisse und die Folgerungen daraus, für die überwiegende Mehrheit der europäischen Länder Gültigkeit besitzen.

Zusätzlich zu den theoretischen Einsparpotenzialen, auf die wir in den vorhergehenden Kapiteln hingewiesen haben, maß eine Reihe von Studien im gleichen Zeitraum die Effizienz moderner Heizungssysteme und verglich den Energieverbrauch verschiedener Wärmeübergabesysteme miteinander. Prof. Jarek Kurnitski und Prof. Christer Harrysson legen im Folgenden ihre wichtigsten Erkenntnisse aus diesen Fallstudien dar.

Alle Studien, auf die wir uns in diesem Leitfaden beziehen, haben gezeigt: Die Energieeffizienz kann um 15 % gesteigert werden, wenn Niedrigtemperatur-Heizkörper eingesetzt werden – vorsichtig geschätzt. Einige Studien weisen sogar ein noch höheres Einsparpotenzial aus. Grund dafür ist meist das Verhalten der Bewohner: niedrigere/höhere Raumtemperaturen, kürzere/längere Heizperioden etc.

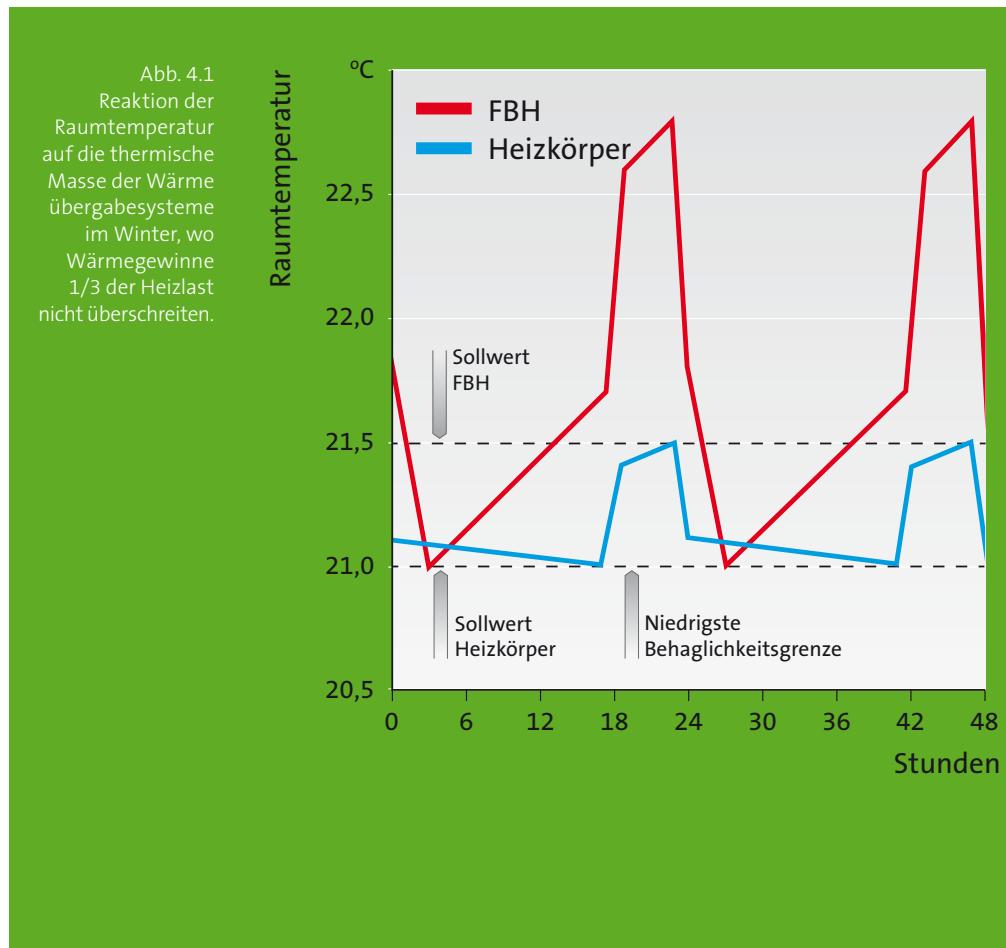


## Professor Jarek Kurnitski: Thermische Masse und energieeffizientes Heizen

“Bei schnell reagierenden Heizkörpersystemen mit geringer thermischer Masse heben Wärmegewinne die Raumtemperatur um höchstens 0,5 °C an.”

Die Forschungen von Professor Jarek Kurnitski zeigen, dass die thermische Masse von Wärmeübergabesystemen einen großen Einfluss auf die Leistung der gesamten Heizanlage hat. Sogar in der kältesten Winterperiode, ist eine schnell veränderbare, flexible Heizleistung gefordert, um die Raumtemperatur im Bereich optimaler Behaglichkeit zu halten.

Wie die Raumtemperatur auf Wärmegewinne und -verluste reagiert, ist in Abb. 4.1 dargestellt, wo zwei Systeme miteinander verglichen werden. Im Falle des schnell reagierenden Heizkörpersystems mit geringer thermischer Masse heben Wärmegewinne die Raumtemperatur um höchstens 0,5 °C an, die damit nahe beim Sollwert von 21°C bleibt. Traditionellen Flächenheizungen mit hoher thermischer Masse gelingt es dagegen nicht, die Raumtemperatur konstant zu halten. Die Untersuchung zeigt, dass der Sollwert auf 21,5 °C erhöht werden muss, um der Raumtemperatur über dem niedrigeren Behaglichkeitslimit von 21 °C zu entsprechen. Augrund der schieren Größe des Wärmeübergabesystems blieb seine Leistung hinter der Heizlast zurück. Die Folgen waren eine stark schwankende Raumtemperatur und unnötig verbrauchte Energie.

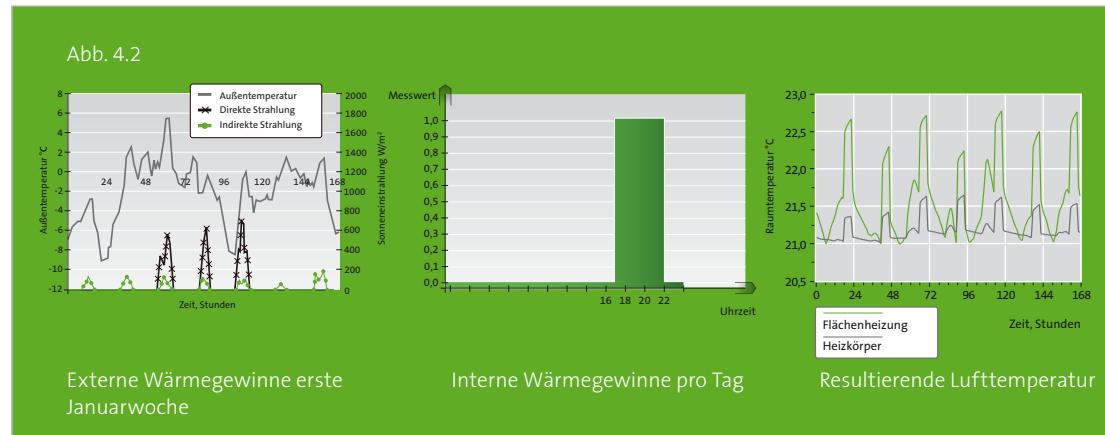


## Bessere Nutzung von Wärmegewinnen in modernen Gebäuden

Die in **Abb 4.1** dargestellte Situation basiert auf detaillierten, dynamischen Simulationen eines modernen Hauses in Deutschland. Die Raumtemperatur der ersten Januarwoche wird in **Abb. 4.2** gezeigt. Aufgrund der Unvorhersehbarkeit solarer und interner Wärmegewinne, kann die Leistung der Flächenheizung nicht durch vorausschauende Regelungsstrategien verbessert werden. Natürlich lassen Wärmegewinne die Flächenheizung herunterfahren, doch gibt sie für eine gewisse Zeit weiterhin Wärme an die kälteren Oberflächen, wie Wände und Fenster, ab. Das überheizt den Raum.

Wenn in der Nacht die Raumtemperatur unter den Sollwert von 21,5 °C sinkt, dauert es viele Stunden, bevor die Temperatur wieder ansteigt, obwohl die Fußbodenheizung eingeschaltet ist. Tatsächlich zeigen unsere Untersuchungen, dass die Raumtemperatur weiter fällt, was in einen höheren Sollwert resultiert.

Diese Ergebnisse wurden unter Verwendung hochentwickelter Gebäudesimulations-Software (IDA-ICE) erzielt. Diese Software wurde sorgfältig geprüft und erbringt erwiesenermaßen hoch genaue Daten in solchen Systemvergleichsberechnungen.



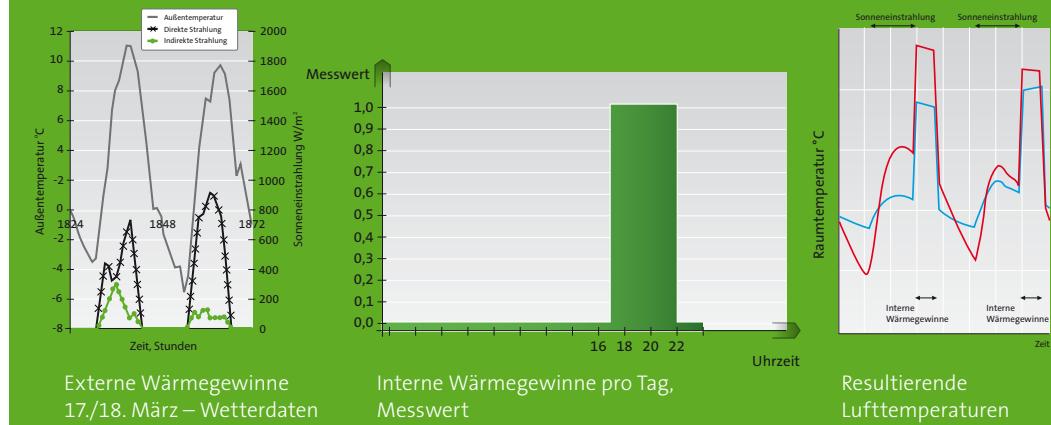
In der Zwischensaison (Frühjahr und Herbst) nähern sich die Wärmegewinne der Heizlast an, was die Regelung der Raumtemperatur erschwert. **Abb. 4.3** zeigt die Leistung an zwei Tagen im März. Die solaren Wärmegewinne sind erheblich und die Außentemperatur schwankt stark. Wieder einmal führt das Heizkörpersystem zu stabileren Raumtemperaturen und einer besseren Nutzung der Wärmegewinne.

#### Fazit

Die schnelle Reaktion auf Wärmegewinne und die niedrigen Systemverluste sind die Schlüsselemente eines effizienten Heizsystems. Wichtig ist auch die individuelle Temperaturregelung in jedem Raum. Die zentrale Regelung führt zur Überhitzung einiger Räume und damit zu beträchtlichen Energieeinbußen. Aus diesem Grund empfehlen wir den Einsatz von Niedrigtemperatur-Systemen, um so die Systemverluste zu reduzieren, und rasch reagierende Wärmeübergabesysteme mit individueller Regelung für jeden Raum.

Vor diesem Hintergrund können wir sagen, dass Flächenheizungen weniger effektiv und weniger energieeffizient arbeiten als Heizkörpersysteme. In einstöckigen Häusern sind Heizkörper um rund 15 % und in mehrstöckigen Häusern um rund 10 % effizienter als Flächenheizungen - so lautet das konkrete Fazit aus unseren Forschungen.

Fig. 4.3  
Sonnige Märztag steigern die Raumtemperaturschwankungen



**Professor Dr. Christer Harrysson,  
Construction and Energy Ltd,  
Falkenberg, und Örebro Universität**

Hauptziel unserer Forschungsarbeit war es, das Wissen über verschiedene Heizlösungen zu erweitern. Im Besonderen verglichen wir Flächenheizungen und Heizkörpersysteme miteinander. Das Projekt wurde von AB Kristianstadsbyggen und Peab initiiert und von der DESS (Delegation for Energy Supply in Southern Sweden) und dem SBUF (Development Fund of the Swedish Construction Industry) finanziert.

Unterschiedliche Lebensgewohnheiten der Bewohner können in technisch identisch ausgestatteten Einfamilienhäusern zu einer beträchtlichen Differenz im Gesamtenergieverbrauch führen: bis hin zu 10.000 kWh/Jahr für Strom, Warmwasser und Heizung. Es gibt viele verschiedene technische Lösungen, das heißt verschiedene Kombinationen von Dämmung, Dichtung, Heiz- und Lüftungssystemen. Die Wahl einer bestimmten technischen Lösung kann zu gewaltigen Unterschieden beim Energieverbrauch und beim Raumklima führen. In einer Studie des Swedish National Board of Housing, Building and Planning wurden zehn bewohnte und elektrisch beheizte Reihenhausviertel mit 330 Familieneinheiten untersucht, die verschiedene technische Lösungen und individualisierte Mess- und Abrechnungsverfahren für Strom- und Warmwasserverbrauch nutzten. Die Studie stellte Unterschiede im Gesamtenergieverbrauch von annähernd 30 % fest. Daten von Statistic Sweden und auch andere, wie die

Studie von Swedish National Board of Housing, Building and Planning, zeigen, dass der Gesamtenergieverbrauch für Strom, Warmwasser und Heizung in neuen serienmäßig errichteten Einfamilienhäusern bis zu 130 kWh beträgt.

Laut der Studie des Swedish National Board of Housing, Building and Planning gibt es auch in serienmäßig errichteten Einfamilienhäusern energieeffiziente Lösungen, die nur 90 bis 100 kWh pro Jahr erfordern, während sie zusätzlich für ein sehr gutes Raumklima sorgen. Diese Werte stehen für das niedrigste Energieverbrauchs niveau, das gegenwärtig als nachhaltig gilt – technisch und ökonomisch.

Die Ausführung und Platzierung des Wärmeübergabesystems können einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch haben. Wasserbasierende Systeme mit Heizkörpern sind erprobte Wärmeübergabesysteme, die nicht nur mit Strom, sondern auch mit anderen Energiequellen betrieben werden können. Flächenheizungen sollten vorzugsweise in Niedrigenergie-Heizsystemen eingesetzt werden, um die niedrigen Vor- und Rücklauftemperaturen effektiv zu nutzen. In den letzten Jahren wurde hitzig darüber debattiert, welches Wärmeübergabesystem sowohl das beste Raumklima bietet und dabei auch noch energieeffizient und kostengünstig ist: Heizkörper oder Fußbodenheizung?

## Die Studie

Die Studie umfasst sechs Einfamilienhaussiedlungen von AB Kristianstadsbyggen mit unterschiedlicher technischer Ausstattung und insgesamt 130 Wohnungen. Zu den einzelnen Siedlungen gehören zwischen 12 und 62 Gebäude. Die Häuser wurden meist einstöckig mit Betonfußboden und darunterliegender Wärmedämmung erbaut. In vier der sechs Siedlungen sind die Gebäude mit Flächenheizungen und in zwei mit Heizkörpersystemen ausgerüstet. Die Häuser verfügen entweder über ein Entlüftungssystem oder ein Be- und Entlüftungssystem.

Die Siedlungen wurden auf Basis gesammelter Daten, schriftlicher Informationen und errechneter Werte miteinander verglichen. Bei der Ermittlung des Energie- und Wasserverbrauchs wurden folgende Faktoren berücksichtigt: Jahresverbrauchswerte, Wohnfläche, Wärmerückgewinnung (falls vorhanden), Innentemperaturen, Wasserverbrauch, Verteilungs- und Regelungsverluste, Einbau elektrischer Wärmemengenzähler (individuelle oder kollektive Messung), Abluftverluste, Heizung von Nebengebäuden (wenn vorhanden) und Grundstücksstromverbrauch.

Unter den beschriebenen Bedingungen wiesen die vier Siedlungen mit Flächenheizungen im Durchschnitt einen um bis 25 % höheren Energieverbrauch (ohne den Grundstücksstromverbrauch außerhalb des Hauses) auf, als die zwei Siedlungen, die mit Heizkörpersystemen beheizt werden.



# KAPITEL 5

## WAHL EINES WÄRMEÜBERGABESYSTEMS

- **Wärmeüberträger** > Die Energiequelle, der Heizungstyp und die Wärmeübergabesysteme spielen eine wichtige Rolle. Doch auch die Funktionen der Räume und die Lebens- bzw. Arbeitsgewohnheiten der Bewohner sollten in Betracht gezogen werden.
- Nur Heizkörper sind flexibel genug, um allen Anforderungen gerecht zu werden.



Die Wahl des richtigen Wärmeübergabesystems verlangt eine ganzheitliche Betrachtungsweise. Dabei spielen die Energiequelle, der Heizungstyp und auch die Wärmeübergabesysteme eine wichtige Rolle. Doch auch die Funktionen der verschiedenen Räume und die Lebens- bzw. Arbeitsgewohnheiten der Bewohner sollten in die Betrachtung einbezogen werden.

Die Versuchung ist groß, ein Gebäude als eine Blackbox anzusehen, die beheizt werden muss. Doch in der einzelnen Einheit verbirgt sich immer noch eine Anzahl kleinerer Einheiten. Verschiedene Arbeitsbereiche in einem Bürogebäude, zahlreiche individuell genutzte Räume in einem Wohnhaus. Büros werden nur etwa acht Stunden pro Tag genutzt. Im Wohnzimmer hält man sich oft nur zu bestimmten Zeiten auf, im Schlafzimmer nur bei Nacht. So unterschiedlich wie die Nutzung sind auch die Anforderungen an die Heizung.

Bei näherer Betrachtung der einzelnen Räume, stellt man oft fest, dass sich ihre Nutzung über die Jahre ändert. Zum Beispiel wird sich im Haus einer Familie die Heizlast verringern, wenn die Kinder in die Schule kommen und entsprechend weniger Zeit zuhause verbringen. Wenn sie erwachsen sind, werden sie das Elternhaus wahrscheinlich ganz verlassen und in eine eigene Wohnung ziehen.

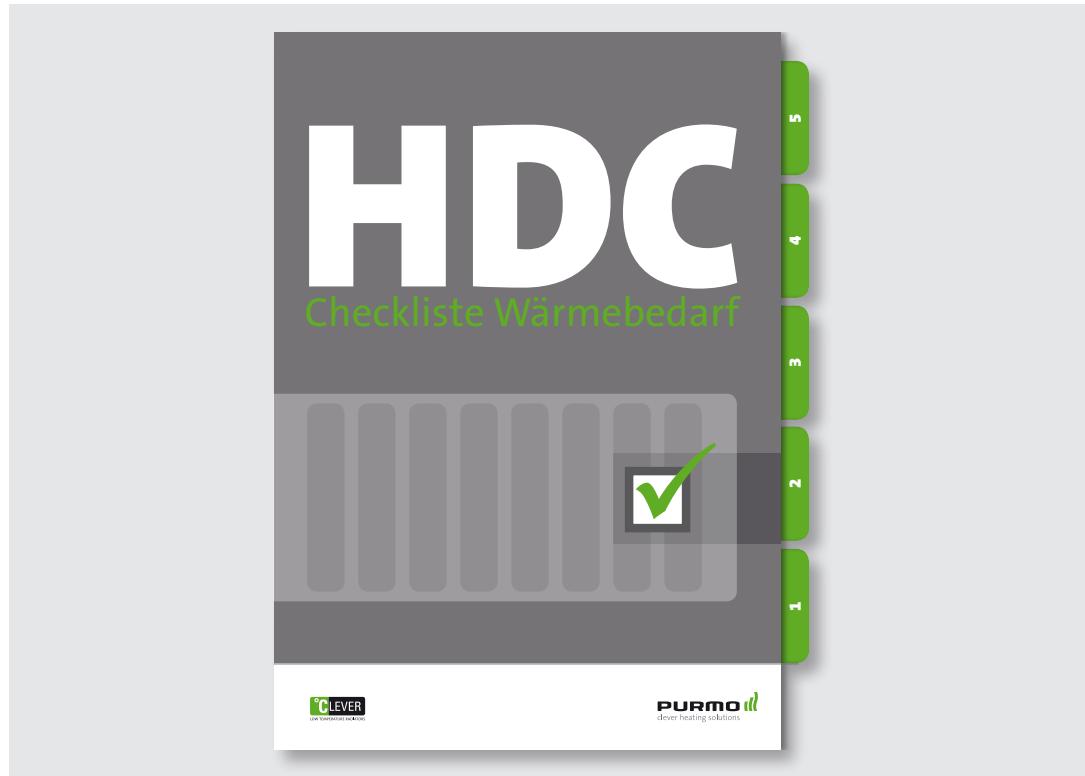
### Wärmeübergabesysteme

“Die Energiequelle, der Heizungstyp und die Wärmeübergabesysteme spielen eine wichtige Rolle. Doch auch die Funktionen der Räume und die Lebens- bzw. Arbeitsgewohnheiten der Bewohner sollten in Betracht gezogen werden.”



## Wärmebedarfs-Checkliste

Bitte sehen Sie sich die Checkliste unter [www.purmo.de/clever](http://www.purmo.de/clever) an und probieren Sie sie anhand Ihrer eigenen Wohnung aus. Sie werden sicher feststellen, dass mehr Dinge zu beachten sind, als Sie zunächst dachten.



## Einige gängige Heiz- und Lüftungssysteme

Moderne Zentralheizungen arbeiten mit Systemtemperaturen von  $\leq 55^{\circ}\text{C}$ : die Wärme wird durch Strahlung und natürliche Konvektion von den Heizkörpern an den Raum übertragen. Diese Heizungsart ist hoch energieeffizient und sorgt in Niedrigenergiegebäuden für einen hohen Grad an Behaglichkeit.

Moderne Zentralheizungen mit Systemtemperaturen von  $\leq 45^{\circ}\text{C}$ : das gebräuchlichste bauteilintegrierte System ist die Fußbodenheizung, bei der die Wärme über die Fußbodenoberfläche abgegeben wird. Die Wärmeübergabe an den Raum erfolgt in Form von Wärmestrahlung und natürlicher Konvektion. Flächenheizungssysteme eignen sich vor allem für Gebäude mit schwerer Bauart. Besonders in Badezimmern (**Abb. 5.3**) können sie die Behaglichkeit, durch Erhöhung der Oberflächentemperaturen der Umschließungsflächen steigern.

## Niedrigtemperatur-Heizkörpersysteme

## Bauteilintegrierte Heizungssysteme

Abb. 5.3  
Fußbodenheizung kann mehr  
Behaglichkeit  
ins Badezimmer  
bringen, vor allem  
wenn sie mit einem  
Handtuchwärmer  
kombiniert wird  
(beide mit einer  
Vorlauftemperatur  
von 45 °C).



### Lüftungssysteme

Lüftungssysteme mit mechanischer Be- und Entlüftung, meist in Kombination mit Wärmerückgewinnung: typischerweise wird die Zulufttemperatur von der durchschnittlichen Wohnungstemperatur bestimmt. Das führt zu Temperaturschwankungen und macht es schwierig, angenehme Temperaturen in den einzelnen Räumen aufrechtzuerhalten. Temperaturschichtung ist ebenfalls ein häufiges Problem dieses Systems. Für die

energieeffiziente Nutzung eines Lüftungssystems muss deshalb die Gebäudehülle luftdicht und gut wärmegedämmt sein.

Für reversible Wärmepumpensysteme mit Heiz- und Kühlfunktion gibt es spezielle gebläseunterstützte Konvektoren. Diese zeichnen sich durch eine hohe Leistung bei vergleichbar geringer Systemtemperatur aus.

Auch gibt es sog. Frischluftheizkörper mit Außenluftanschluss. Die frische Luft wird über eine Filterbox hinter dem Heizkörper durch Unterdruck angesaugt und gereinigt. Anschließend wird sie durch den Heizkörper geleitet, erwärmt und dann dem Raum zugeführt. Der nötige Unterdruck wird durch einen feuchtegesteuerten, zentralen Abluftventilator in Bad oder Küche erzeugt. Die Abluft wird gleichzeitig nach außen geleitet. Nur äußerst flexible Wärmeübergabesysteme können sich mühelos an wechselnde Funktionen moderner Lebens- und Arbeitsbereiche anpassen. Ein System aus unabhängig voneinander regelbaren Wärmeüberträgern ist am besten geeignet, den individuellen Heizbedarf einzelner Räume zu decken. Kurz: Nur Heizkörper sind flexibel genug, um die Vorstellung vom Gebäude als Blackbox endlich ad acta zu legen und stattdessen jeden Raum als eigene Einheit mit einem individuellen Heizbedarf zu betrachten.



°C

Elo Dhaene,

Kaufmännischer Geschäftsführer, Rettig ICC

# HEIZKÖRPER SPIELEN EINE SCHLÜSSELROLLE

**Alle zuvor aufgeführten Fakten lassen nur einen Schluss zu:** Niedrigtemperatur-Heizkörper spielen eine Schlüsselrolle – heute und auch in Zukunft. Die Zukunft hat mit der Einführung hocheffizienter Technologien wie Brennwerttechnik und Wärmepumpe bereits begonnen. Technologien, die durch den Einsatz von Niedrigtemperatur-Heizkörpern mit ihren extrem kurzen Reaktionszeiten noch effektiver werden. Die wissenschaftlichen Vergleiche zeigen, dass nur mit Heizkörpern nachweisbar energieeffiziente Lösungen geschaffen werden können - die alle Vorteile vereinen, die Bauherren, Planer und Installateure sich nur wünschen können.



Zeitgemäße Hocheffizienzprojekte, in modernen Neubauten und auch in gut renovierten Altbauten, nutzen fortschrittliche Materialien, folgen strikten Standards und setzen sogar auf noch höhere Wirkungsgrade. Dabei geht es nicht nur um Effizienz, sondern auch um ein angenehmes Raumklima in den Gebäuden.

Wir bei Purmo entwickeln bereits heute clevere Heizlösungen, um künftige Standards erfüllen zu können, um von fossilen Energieträgern unabhängiger zu werden und natürlich auch um das Heizen kostengünstiger zu machen. Ganz im Gegensatz zu einigen, leider weitverbreiteten Missverständnissen, erbringen diese hoch effizienten Niedrigtemperatur-Heizsysteme die besten Ergebnisse, wenn sie mit Heizkörpern kombiniert werden.

Dieser Wärmeleitfaden enthält genügend Beweise, meine ich, die unsere These von der Schlüsselrolle der Heizkörper in Niedrigtemperatur-Heizsystemen stützen. Alle Wissenschaftler sind zu dem Schluss gekommen, dass unsere Heizkörper in fast allen Fällen die effizientesten Wärmeüberträger in modernen Heizungssystemen sind. Niedrigtemperatur-Heizkörper haben sich nicht nur als die energieeffizientesten Wärmeüberträger in Niedrigenergiegebäuden erwiesen. Wo auch immer ein Gebäude errichtet wird und wie auch immer die äußeren Witterungsverhältnisse sind, Heizkörper bieten nicht nur den höchsten Energienutzungsgrad, sondern auch das höchste Behaglichkeitsniveau.

Es ist eine physikalische Tatsache, die wissenschaftlich bewiesen wurde: Niedrigtemperatur-Heizkörpersysteme sind tatsächlich energieeffizienter als Flächenheizungen.

- Rund 15 % effizienter in Einfamilienhäusern und
- bis zu 10 % effizienter in Mehrfamilienhäusern.

Unsere umfangreichen Forschungen und Tests haben gezeigt, dass fußbodenbeheizte Gebäude empfindlicher auf das Verhalten der Bewohner reagieren. In der Praxis führt das zu längeren Erwärmungsphasen und höheren Raumtemperaturen. Aber auch Einbaufehler, die zum Beispiel zu Kältebrücken zwischen dem Boden und externen Wänden führen, tragen zu einem höheren Energieverbrauch bei.

Messungen in modernen schwedischen Häusern beweisen, dass es möglich ist, bis zu 25 % an Energie zu sparen!

**Wie viele Beweise brauchen Sie? Ich denke, wir sind uns einig: Heizkörper wandeln Energie in Effizienz. Das ist Fakt.**



# KAPITEL 6

# VORTEILE FÜR DEN VERBRAUCHER

- Höhere Effizienz bei niedrigeren Systemtemperaturen
- Klima-Komfort zu jeder Jahreszeit
- Geringer Energieverbrauch, niedrige Kosten
- Mehr persönlicher Wärmekomfort
- Einfache Kombination mit Flächenheizung
- Das Raumklima voll im Griff
- Wirtschaftlich mit jeder Art von Energie
- 100 % recyclebar
- Sicherheit und Komfort in gesundem Raumklima



Ganz gleich, ob Neubau oder Sanierung, Heizkörper, haben die niedrigsten Lebenszykluskosten unter allen Wärmeübertragungssystemen. Für Neubauprojekte stellen Heizkörper eine attraktive, kostengünstige und energieeffiziente Lösung dar. Besonders bewähren sie sich jedoch bei Renovierungsprojekten, da sie leicht in bestehende Systeme integriert werden können: Ohne viel Aufwand, ohne Schmutz und ohne Mauerwerksarbeiten können sie in wenigen Stunden mit dem Rohrnetz verbunden und abgeglichen werden.

Einmal installiert sind Heizkörper – im Neubau wie im Altbau – nahezu wartungsfrei, da sie keine beweglichen Teile enthalten und so gut wie verschleißfrei sind. Purmo-Heizkörper sind auf eine Lebensdauer von mindestens 25 Jahren bei höchster Leistung ausgelegt. Und natürlich sind sie zu 100 % wiederverwertbar, was sie besonders umweltfreundlich macht.

## Renovierung und Neubau



### Höhere Effizienz bei niedrigeren Systemtemperaturen

Auch herkömmliche Heizkörper erwärmen den Raum, doch bieten Niedrigtemperatur-Heizkörper klare Vorteile: ein besseres Raumklima und eine höhere Gesamtenergieeffizienz, eine größere Heizleistung und reduzierte Systemverluste.



### Klima-Komfort zu jeder Jahreszeit

Wo auch immer in der Welt, eine Heizung benötigt wird, Niedrigtemperatur-Heizkörper können immer eingesetzt werden. Egal, wie das Wetter ist und wie kalt es wird, ein gut gedämmtes Haus kann mit Heizkörpern immer auf angenehme Temperaturen erwärmt werden.



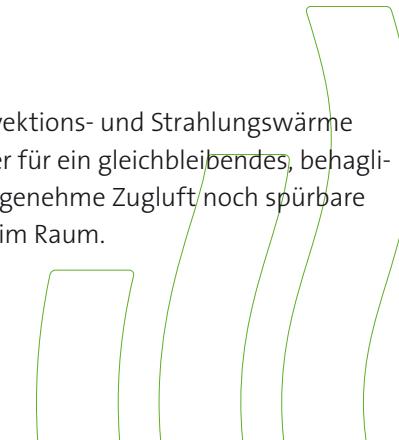
### Geringer Energieverbrauch, niedrige Kosten

Niedrigtemperatur-Heizkörper verbrauchen weniger Energie, um eine hohe Leistung zu erzielen. Ein modernes Wohnhaus oder ein Bürogebäude kann mit Heizkörpern auch bei Systemtemperaturen von 45/35 °C mühelos auf 20 °C erwärmt werden. Ältere Heizsysteme benötigen Vorlauftemperaturen von bis zu 75 °C, um die gleiche Raumtemperatur zu erlangen – also, mehr Energie und höhere Kosten für die gleiche Leistung.



### Mehr persönlicher Wärmekomfort

Durch das ideale Verhältnis von Konvektions- und Strahlungswärme sorgen Niedrigtemperatur-Heizkörper für ein gleichbleibendes, behagliches Raumklima: Es gibt weder unangenehme Zugluft noch spürbare „zu warme“ oder „zu kalte“ Bereiche im Raum.



### Einfache Kombination mit Flächenheizung

Niedrigtemperatur-Heizkörper können ideal mit Flächenheizung kombiniert werden, da sie mit der gleichen Systemtemperatur betrieben werden können. Durch die Kombination beider Systeme werden auch die Vorteile kombiniert – schnellste Regelbarkeit und ein wohltemperierter Boden.



### Das Raumklima voll im Griff

Heizkörper reagieren schnell auf Temperaturanforderungen, die der Thermostat signalisiert. Die Wärme wird schnell, leise und gleichmäßig verteilt. Innerhalb weniger Minuten erreicht die Raumtemperatur ein nahezu einheitliches Niveau – vom Boden bis zur Decke.



### Wirtschaftlich mit jeder Art von Energie

Niedrigtemperatur-Heizkörper sind unabhängig von dem Wärmeerzeuger. Wenn beispielsweise die Verfügbarkeit fossiler Brennstoffe sinkt und die Kosten dafür steigen, kann der Betreiber der Heizanlage auf erneuerbare Energiequellen umsteigen, ohne sich um die Wärmeüberträger kümmern zu müssen. Er muss nur den Kessel tauschen. Die Leistung moderner Heizkörper ist in allen Systemen optimal.



### 100 % recyclebar

Purmo-Heizkörper sind so umweltfreundlich konstruiert, dass am Ende ihres Lebens alle Komponenten getrennt werden können. Alle Metallteile, hauptsächlich Stahl, werden recycelt und als wertvolle Rohstoffe wiederverwertet.



### Sicherheit und Komfort in gesundem Raumklima

Niedrigtemperatur-Heizkörper haben keine unangenehmen Folgen für Gesundheit und Wohlbefinden: Es gibt keine Staubverschwendungen, keine Abweichungen des Ionengleichgewichts in der Raumluft, keine unerfreulichen Gerüche – und bei niedrigen Systemtemperaturen auch kein Verbrennungsrisiko.

# CLEVER HEATING SOLUTIONS



NIEDRIGTEMPERATUR-HEIZKÖRPER