

## **Große Einsparpotentiale durch Qualitätssicherung**

Nach mehrjähriger Laufzeit ist Ende des vergangenen Jahres die Forschungsarbeit mit dem Titel "**Felduntersuchungen zur Begrenzung des natürlichen und erzwungenen Transmissions- und Lüftungswärmeverbrauchs durch Nutzerinformation sowie durch heiz- und regelungstechnische Maßnahmen**" beendet worden. Das Projekt wurde vom Bundesamt für Raumordnung und Städtebau (BBR) beauftragt und an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel bearbeitet. Untersuchungsschwerpunkt war, die Auswirkungen fehlender Qualität der Anlagentechnik auf den Energieverbrauch sichtbar zu machen.

### **Schuldfrage: Anlage oder Nutzer?**

Die wichtigste Frage, die seit dem Beginn das Projekt begleitet hat, lautet: *Ist der Mehrverbrauch an Energie in Wohngebäuden ein Fehlverhalten des Nutzers oder nicht vielmehr ein Mangel an der heutigen Art der Anlagenkonzeption?*

Weichen theoretischer Energiebedarf und gemessener Energieverbrauch voneinander ab, dann wird vielfach als erstem dem Nutzer die Schuld zugeschoben. Durch sein zu hohes Komfortverhalten an Temperaturen und Lüftung verursacht er nicht kalkulierbare Mehrverbräuche an Energie. Was oft nicht mit berücksichtigt wird, ist in diesem Projekt ein Hauptaugenmerk: die Qualität der Anlagenplanung und -ausführung macht diesen Mehrverbrauch in vielen Fällen erst möglich.

Durch fehlende Qualität der Anlage wird dem Nutzer eine Energiemenge angeboten, die den eigentlich ausreichenden Bedarf bei weitem übersteigt. Und das Angebot wird offensichtlich auch von vielen Nutzern angenommen. Dies nennt man "*Verschwendungspotential*" der Anlagentechnik.

Übertroffen wird dieses Phänomen vom "*Zwangswärmekonsum*" der Anlagentechnik. Hier wird dem Nutzer der Verbrauch von Wärme regelrecht aufgezwungen. Die Wärmeabgabe von Leitungen, die durch eine Wohnung verlaufen, aber nicht von dieser Wohnung abgesperrt werden können, ist ein solches Beispiel. Die Wärmeabgabe dieser Leitungen (z.B. einer Einrohrheizung) kann höher sein als der Bedarf an Energie in der betreffenden Wohnung. Der Nutzer muss die Fenster öffnen, wenn er die sich einstellenden hohen Temperaturen nicht mehr ertragen kann.

Unter der Qualität einer Anlage versteht man unter anderem:

- richtige Reglereinstellung (Länge der Heizzeit, Steilheit der Heizkurve, Absenckphasen),
- Länge, Lage und Dämmung der Verteilnetze,
- hydraulischer Abgleich des Heizungsnetzes,
- korrekte Pumpvolumenströme,
- richtig dimensionierte Heizflächen und Voreinstellung von Thermostatventilen,
- hohe Regelgüte im Raum,
- korrekte Regelung und Einbindung der Lüftungsanlage in die Regelung der Heizung,
- möglichst keine Anforderungen an einen Mindestvolumenstrom durch den Wärmeerzeuger.

## Teilprojekte

Das Forschungsvorhaben teilt sich in nachfolgende Stufen:

1. Die Untersuchung von Energiebilanzverfahren bezüglich der Bewertungsmöglichkeit der Qualität von Anlagentechnik. Weiterentwicklung praktikabler Bilanzverfahren.
2. Auswertung des Energieverbrauchs von neu errichteten und nachträglich baulich sanierten Gebäuden. Vergleich von berechnetem Energiebedarf und gemessenem Energieverbrauch.
3. Bestimmung realistischer Luftwechselraten aus den Verbrauchswerten.
4. Ableitung von jährlichen und monatlichen Einsparpotentialen für die Gebäude und ihre Technik.
5. Übertragung der Feldergebnisse auf den Gebäude- und Anlagenbestand.
6. Ableitung von Konsequenzen für das Nutzerverhalten und die Anlagentechnik.

## Modifizierte Energiebilanzverfahren

Im Vorfeld der Untersuchungen wurde eine Reihe von etablierten Energiebilanzverfahren auf ihre Anwendbarkeit in diesem Feldprojekt hin untersucht. Eine Zusammenstellung zeigt Tabelle 1.

Bedarf	Hessischer Energiepass	Energiepass Heizung/Warmwasser; Institut Wohnen und Umwelt, IMPULS Programm Hessen; Darmstadt; 1997
	LEG Verfahren	Heizenergie im Hochbau - Leitfaden energiebewusste Gebäudeplanung; Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit; Druck: Elektra/Niedernhausen; 1999
	SIA 380/1	SIA 380/1; Thermische Energie im Hochbau ; Zürich; 2001
	EnEV Normen (DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10)	DIN V 4108 Teil 6; Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden; Vornorm - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und Jahresheizenergiebedarfes; Beuth-Verlag, Berlin; 2000
		DIN V 4701 Teil 10; Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen; Vornorm - Teil 10: Heizung, Trinkwarmwasser, Lüftung; Beuth-Verlag; Berlin; 2001
	Gesamtbilanzverfahren	Jagnow, K., Horschler, S. und Wolff, D.; Die neue Energieeinsparverordnung 2002; DWD Verlag; Köln; 2002
VDI 2067	VDI 2067 (alte Ausgabe); "Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen", hauptsächlich Blätter 1, 2 und 4; VDI; Düsseldorf; mehrere Jahrgänge	
Verbrauch	VDI 3807	VDI 3807; "Energieverbrauchskennwerte für Gebäude - Blatt 1 Grundlagen"; VDI; 1994

Tabelle 1 Energiebilanzverfahren

Aus den positiven Ansätzen der einzelnen Verfahren wird für die Bestandsbewertung ein neues Energiebilanzverfahren abgeleitet: das  $\Delta Q$ -Verfahren. Es ist flexibel bezüglich der Wahl der Heizzeit bzw. der Heizgrenze eines Gebäudes. Damit erweitert es die Verbrauchsbereinigung der VDI 3807.

Die Qualität der Anlagentechnik wird in den üblichen Bedarfsbilanzen als nahezu optimal vorausgesetzt. Es gibt nur wenig bis gar keinen Spielraum, Effekte wie z.B. einen fehlenden hydraulischen Abgleich energetisch zu bewerten.

In dem neu entwickelten  $\Delta Q$ -Verfahren wird die Fremdwärme, die innerhalb des beheizten Bereiches auftritt, nicht mit einem Fremdwärmenutzungsgrad bewertet. Es wird davon ausgegangen, dass der gesamte Wärmeeintrag in ein Gebäude (über die Heizflächen und unregelmäßig anfallende Fremdwärme) sich vor allem in der Raumtemperatur oder in der Höhe des Luftwechsels bemerkbar macht. Ggf. kann sich auch die Heizzeit verändern. Überschüssige in ein Gebäude eingetragene Fremdwärme ist entsprechend als erhöhte Temperatur, als erhöhter Luftwechsel oder verlängerte Heizzeit sichtbar. Der Mehrverbrauch aller "nicht idealen" Effekte wird zusammengefasst als eine Differenzenergiemenge  $\Delta Q$  angegeben.

## Kurzcheck der Qualität von Gebäuden

Während der Untersuchungen des Projektes stellte sich heraus, dass die Güte einer Anlage sehr einfach mit einem so genannten "Kurzcheck" überprüft werden kann.

Dazu werden über den Verlauf eines Jahres monatliche Messwerte für den Energiebedarf des Gebäudes benötigt. Am besten eignen sich die Werte für den *Endenergiebedarf der Heizung* (ohne Trinkwarmwasserbereitung), die möglichst hinter dem Wärmeerzeuger erfasst werden sollten. Dieser Wert ist die Wärmeabgabe des Wärmeerzeugers an das Heiznetz und kann mit einem Wärmemengenzähler erfasst werden.

Die monatlichen Messwerte für den Energieverbrauch (kWh/mon) werden durch die monatlichen Heizgradstunden (kKh/mon) geteilt. Das Ergebnis ist - von der Einheit her - eine "Heizlast" für Raumheizung in Watt pro Kelvin. Diese Heizlast umfasst nicht nur die Wärmeabgabe der Heizflächen (Verluste der Transmission und Lüftung abzüglich nutzbarer Wärmegewinne), sondern auch die Wärmeverluste des Heizverteilnetzes.

Eigentlich müsste man davon ausgehen, dass die Heizlast in den Monaten der Kernheizzeit (November bis Februar) relativ ähnlich ist, weil konstant nur wenig solare Wärmegewinne vorhanden sind. In Richtung Sommer müsste die Heizlast abnehmen, weil die solare Fremdwärme zunimmt. Im Sommer ist die Heizlast dann null. Die Untersuchung einzelner Gebäude zeigen aber den in Bild 1 dargestellten Verlauf.

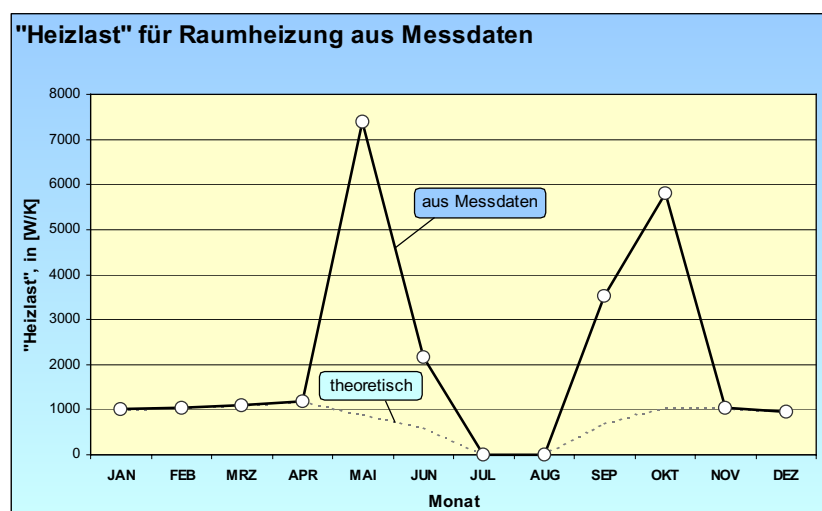


Bild 1 "Heizlast" für Raumheizung aus Messdaten

Es sind in den Übergangsmontaten Mai und Juni sowie September und Oktober sehr große Peaks in der "Heizlast" festzustellen. Das bedeutet, der Energieverbrauch in diesen Monaten verhält sich überhaupt nicht proportional zur Außentemperatur. Die Nutzer verbrauchen in dieser Zeit - vermutlich durch übermäßiges Lüften - ein Vielfaches der Energie, die eigentlich reichen würde, um die normalen Nutzungsbedingungen aufrecht zu erhalten. Es wird auch

offensichtlich, dass die Anlage diese Energiemenge problemlos liefern kann. Wären die Heizflächen richtig ausgelegt, die Thermostatventile richtig voreingestellt, die Pumpenvolumenströme und die Heizkurve korrekt angepasst, hätte der Mehrverbrauch nicht auftreten können. Dies ist ein Indiz für fehlende Qualitätssicherung.

Liegen keine Messwerte für die Endenergie der Heizung vor, kann auch der gesamte Endenergiebedarf incl. Warmwasserbereitung und Wärmeerzeugerverlusten ohne größere Probleme ausgewertet werden. Dann verschiebt sich die Lage der Kurve i. d. R. nur parallel nach oben. Die Peaks sind weiterhin sichtbar.

## Feldmessung: Energiebedarf und -verbrauch

Untersucht wurden mehrere Gebäude im baulichen Niedrigenergiestandard. Eines der Gebäude ist durch nachträgliche Sanierung auf diesen Standard gebracht worden. Die mittleren U-Werte der Hüllflächen betragen 0,39...0,58 W/(m<sup>2</sup>K). Alle Gebäude sind mit einem zentralen Heizungssystem (Fernwärme) sowie zentraler Trinkwarmwasserbereitung mit Zirkulation ausgestattet. Es ergibt sich eine verlegte Leitungslänge von etwa 1m/m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche, wobei davon etwa drei Viertel auf die Heizleitungen entfallen. Etwa ein Viertel aller installierten Leitungen des Heizungs- und Warmwassernetzes befinden sich durchschnittlich im unbeheizten Bereich eines Gebäudes.

Die Gebäude wurden vorab mit drei Energiebedarfsrechnungen bewertet: der EnEV und DIN V 4701-10, dem Hessischen Energiepass und dem Gesamtbilanzverfahren (siehe Tabelle 1). Anschließend wurde der gemessene Energieverbrauch witterungs- und zeitbereinigt. Die Ergebnisse für die Endenergie zeigen Bild 2.

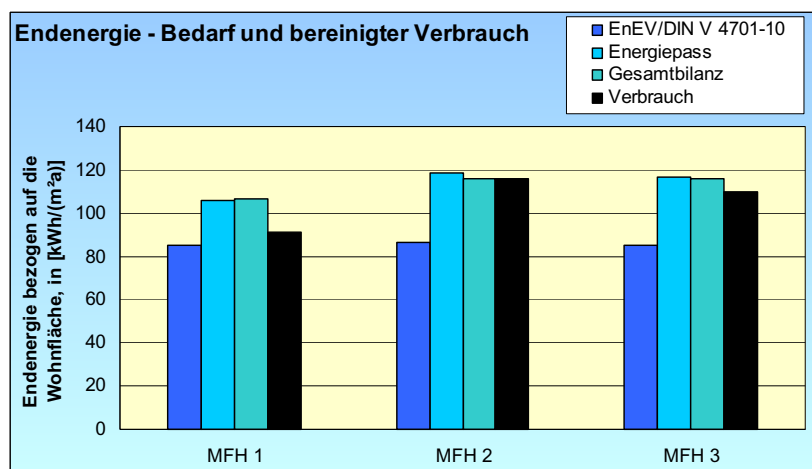


Bild 2 Endenergie (Bedarf und Verbrauch) dreier Mehrfamilienwohngebäude

Der Vergleich ergibt folgende Ergebnisse: Die Bedarfsrechnungen mit der EnEV und der DIN V 4701-10 liegen tendenziell etwa 20...25 % unter den Verbrauchswerten, die Bedarfsrechnungen mit dem Energiepass und dem Gesamtbilanzverfahren dagegen etwa 5...10 % über dem Verbrauchswert.

Die Untersuchungen der Gebäude zeigen weiterhin, dass für die Mehrfamiliengebäude der Anteil der Nutzenergien, d.h. der Energiemengen, die messtechnisch erfasst werden können (Wärmeabgabe der Heizkörper und gezapftes Warmwasser) bei etwa zwei Drittel der aufgewendeten Gesamtenergiemenge liegt. Das restliche Drittel wird - nicht messbar - über das Verteilsystem der Heizungs- und Warmwasserleitungen und den Wärmeerzeuger abgegeben (siehe Bild 3 a).

Der Anteil der geregelten Wärmeabgabe über die Heizkörper im beheizten Bereich des Gebäudes beträgt etwa 55%. Die restlichen 45% der Energie, die zur Deckung der Verluste beitragen, entstammen anderen Wärmequellen (siehe Bild 3 b).

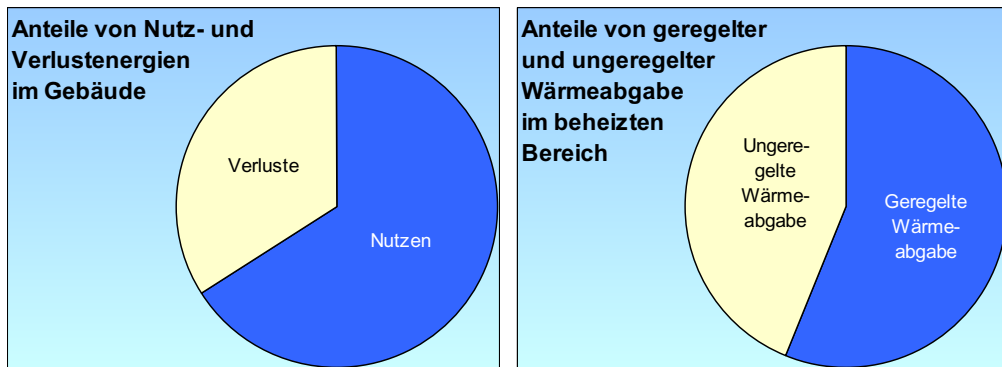


Bild 3 Anteile von Nutz- und Verlustenergien (a) sowie geregelter und ungeregelter Wärmeabgabe (b)

### Reale Luftwechselraten und Temperaturen

Für die verschiedenen Gebäude wird auf Basis der Verbrauchsdaten mit Hilfe des  $\Delta Q$ -Verfahrens der Zusammenhang zwischen möglichen Innentemperaturen und Luftwechseln untersucht. Bei realistischen, mittleren Innentemperaturen ergibt sich für die Mehrfamiliengebäude ein Bereich für den Luftwechsel von  $0,6 \dots 0,7 \text{ h}^{-1}$ . Damit können frühere Auswertungen anderer Projekte bestätigt werden.

Erfolgt die Untersuchung des Verbrauchs anhand der Monatsmessdaten ergeben sich beispielsweise für eine neues und ein modernisiertes Mehrfamilienhaus die Zusammenhänge in Bild 4 und Bild 5.

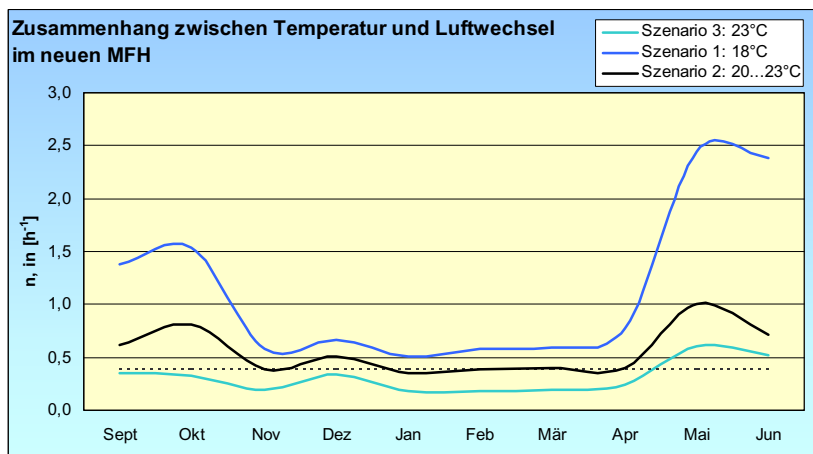


Bild 4 Zusammenhang zwischen Temperatur und Luftwechsel in einem neuen MFH

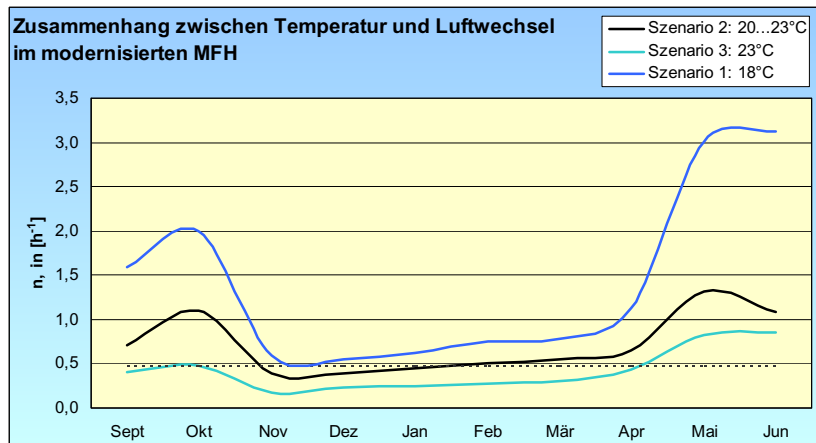


Bild 5 Zusammenhang zwischen Temperatur und Luftwechsel im modernisierten MFH

Da Messwerte für die Temperatur fehlen, sind die Luftwechsel in den einzelnen Monaten für drei mögliche Temperaturszenarien abgebildet, wobei Szenario 2 etwa das übliche Niveau (mittleres Nutzerverhalten) abbilden wird.

Es ist deutlich sichtbar, dass in den Gebäuden in den kalten Monaten ein Mindestluftwechsel von etwa konstant  $0,4...0,5 h^{-1}$  für den Nutzer akzeptabel ist. Andererseits fällt der verhältnismäßig hohe Luftwechsel in den Übergangsmontaten Oktober und Mai auf. Es werden Werte bis zu  $h^{-1}$  erreicht. Hier wird stark gelüftet, obwohl die Außentemperaturen deutlich unter der Raumtemperatur liegen. Der Nutzer verursacht – vermutlich beeinflusst durch die gute Wetterlage – einen erhöhten Lüftungswärmebedarf.

Die Heizungsanlage ist nachweislich in diesen Monaten bereits eingeschaltet, obwohl die theoretische Heizgrenze weit niedriger läge. Da keine oder nur eine unzureichende Qualitätssicherung der Anlagentechnik vorhanden ist, haben die Heizflächen ein hohes Wärmeabgabepotential, das die Nutzer annehmen.

### Abgeleitete Einsparpotentiale

Neben den Aussagen zum Luftwechsel und der Temperatur werden mit dem  $\Delta Q$ -Verfahren Einsparpotentiale aus den Verbrauchsdaten abgeleitet. Hierzu sind frei wählbare Bezugswerte für Luftwechsel und Innentemperatur festzulegen. Im Rahmen des Projektes werden nach Auswertung der monatlichen Messdaten etwa  $0,4...0,5 h^{-1}$  Luftwechsel und eine Raumtemperatur von etwa  $20...21^{\circ}C$  als für den Nutzer akzeptabel angesehen. Dies wird auch in einem parallelen Projekt der TU Dresden als realistisch angesehen [Richter01].

Das Einsparpotential  $\Delta Q$  ist der Anschaulichkeit halber auf die Energiebezugsfläche  $A_{EB}$  bezogen angegeben. Es bewegt sich – bei Annahme der oben genannten Innentemperaturen und Luftwechsel für die untersuchten Mehrfamilienwohngebäude zwischen  $10...20 kWh/(m^2a)$ . Die geschilderten Zusammenhänge für die Jahresbetrachtung zeigt Bild 6.

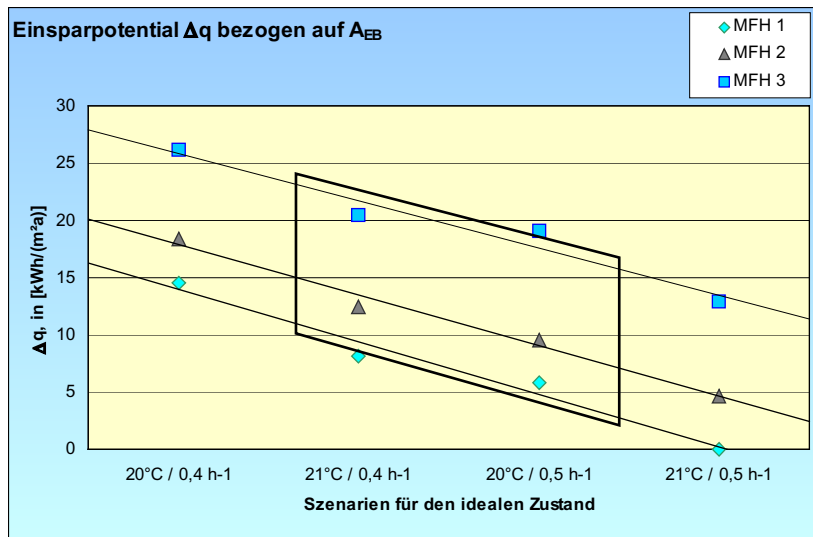


Bild 6 Einsparpotential der Mehrfamiliengebäude

Für das die untersuchten Mehrfamilienhäuser sind die Einsparpotentiale besonders hoch in den Übergangsjahreszeiten. Als Hauptursachen für einen Mehrverbrauch sind bereits oben genannt.

### Verallgemeinerung der Ergebnisse für den Gebäude- und Anlagenbestand

In der Untersuchung wurden nur wenige Objekte sehr detailliert ausgewertet. Zur Verallgemeinerung der Ergebnisse musste nachgewiesen werden, dass die untersuchten Objekte typisch für den Gebäude- und Anlagenbestand sind. Dazu wurden die eigenen Ergebnisse mit anderen Feldprojekten verglichen, eine Literaturrecherche zur Gebäude- und Anlagentechnologie und Befragungen erfahrener Heizungsbaumeister durchgeführt.

Die Untersuchungen der Gebäudestruktur und der Anlagentechnik in Deutschland lassen folgende Rückschlüsse zu:

- Über die Hälfte aller Gebäude in Deutschland sind Mehrfamilienwohnbauten.
- Die Mehrzahl der Gebäude in Deutschland sind Mehrfamiliengebäude mit ausgedehnten zentralen Trinkwarmwasser- und Heizungsnetzen. In diesen Gebäuden hat eine Qualitätssicherung der Anlagentechnik (v. a. der hydraulische Abgleich) den größten Einspar-effekt. Denn je ausgedehnter das Netz, desto ungleichmäßiger wird es ohne einen hydraulischen Abgleich mit Wärme versorgt. Damit steigt die Überversorgung der pumpen-nahen Räume des Gebäudes.
- Im Quervergleich aller Wohngebäude sind etwa 1 m/m<sup>2</sup> Leitungen verlegt; davon der größte Anteil innerhalb des beheizten Bereiches (siehe Bild 7). Daraus resultiert eine mittlere Wärmeabgabe der gedämmten Leitungen bei typischen mittleren Systemtemper-aturen von etwa 25...35 kWh/(m<sup>2</sup>a) innerhalb der Heizzeit. Der Wert der Wärmeabgabe der Verteilleitungen ist bei nicht abgeglichenen Netzen, bei ungedämmten Leitungen und bei Einrohrsystemen noch sehr viel höher und bietet ein hohes Potential zur Energieein-sparung.



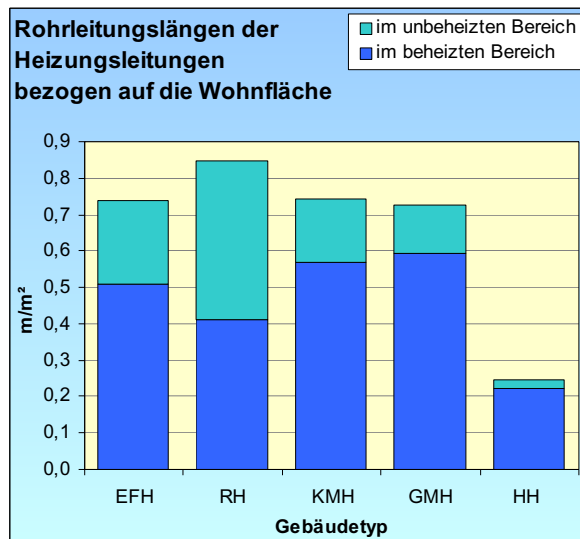
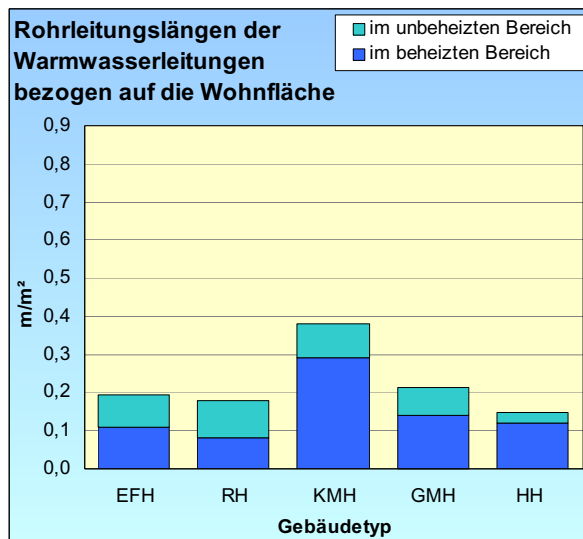


Bild 7 Rohrleitungslängen der Warmwasserleitungen und Heizungsleitungen (EFH – Einfamilienhaus; RH – Reihenhaus; KMH und GMH – kleines und großes Mehrfamilienhaus; HH – Hochhaus)

- Die freie Verlegung von Leitungen nimmt tendenziell mit neueren Baujahren ab, dafür die Verlegung im Fußboden zu. Bei der nachträglichen Sanierung ergibt sich die Chance, die alten frei liegenden Leitungen nachträglich zu dämmen. Damit wird verhindert, dass nach der baulichen Sanierung die Wärmeabgabe der Rohre den eigentlich benötigten Wärmebedarf schon übersteigt. Im Neubau besteht bei heutigen Verlegearten im Fußboden keine Chance, eine Dämmung später noch zu erhöhen. Einmal geschaffene Verschwendungspotentiale sind dann nicht mehr rückgängig zu machen.
- Es lässt sich folgende Tendenz erkennen: die Mehrzahl der Regler und Thermostatventile sind in der Praxis nicht planmäßig eingestellt, sondern im Auslieferungszustand eingebaut. Der Anteil beläuft sich, je nach Quelle auf etwa 80...95%. Die Anzahl der Pumpen, die auf oberster Drehzahlstufe läuft, ist etwa genauso groß. In vielen Fällen fehlen die nötigen Planungsunterlagen bzw. wurden keine Planungsrechnungen durchgeführt.
- Die zu Beginn des Aufkommens der Pumpenwarmwasserheizung noch übliche Praxis der Rohrnetzauslegung und des hydraulischen Abgleichs ist heute kaum noch vorzufinden. Selbst die einstmals richtig ausgelegten Netze laufen mittlerweile nicht mehr im qualitätsgesicherten Zustand, denn mit der Fassadenmodernisierung vieler Baukörper sind die Heizflächen überdimensioniert.

Die Untersuchung zeigt, dass die im Rahmen des Projekts ausgewerteten neuen und auf Niedrigenergiestandard modernisierten Gebäude typische Vertreter der Gebäude- und Anlagenstruktur in Deutschland sind.

Die größte Gruppe der Gebäude in Deutschland bilden die zwischen 1958 und 1968 erbauten Häuser, denen eine umfassende energetische Sanierung des Baukörpers vielfach noch bevorsteht. Die Problematik der fehlenden Qualitätssicherung, damit des Zwangswärmeconsums und der Reaktion der Nutzer auf angebotenes Verschwendungspotential im modernisierten Bestand zumindest in gleicher Höhe - wenn nicht höher - wie im Neubau erwartet werden kann. Dies liegt vor allem an der in sanierten Gebäuden (Fenster, Dämmung der Außenwände) vorhandenen alten Anlagentechnik, im speziellen der Verteilsysteme und der nach der Sanierung oft überdimensionierten Heizflächen. Hier liegen die größten Energieeinsparpotentiale - und damit der größte Handlungsbedarf.



## Konsequenzen für die Anlagentechnik und das Nutzerverhalten

Aus den Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes Checklisten mit Regeln für die Planung, Ausführung und Nutzung von Anlagentechnik abgeleitet. Übersichten sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 zusammengestellt.

Planung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurze Leitungslängen für Heizung und Trinkwarmwasser planen</li> <li>• Leitungen so weit wie möglich im beheizten Bereich anordnen</li> <li>• alle Leitungen (mit voller Dämmstärke) dämmen, auch Leitungen im beheizten Bereich (z.B. Anbindeleitungen)</li> <li>• im Sanierungsfall: möglichst alle noch zugänglichen Leitungen im beheizten und unbeheizten Bereich (mit voller Dämmstärke) dämmen</li> <li>• Heizlastberechnung durchführen und Heizflächen korrekt auslegen</li> <li>• Rohrnetzberechnung durchführen</li> <li>• hydraulischer Abgleich mit Pumpen- und Thermostatventilauswahl und -einstellung</li> <li>• im Sanierungsfall: überschlägige Heizlastberechnung, Rohrnetzberechnung und vereinfachter hydraulischer Abgleich mit gegebenen Komponenten</li> <li>• Reglereinstellungen korrekt vorgeben (Heizkurve, Absenkphasen, Heizgrenze)</li> </ul>
Ausführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlegung des Verteilsystems nach Planungsvorgaben</li> <li>• Installation der geplanten Komponenten (Thermostatventile, Heizkörper, Pumpen)</li> <li>• Dokumentation des hydraulischen Abgleichs sowie der Regler- und Pumpeneinstellungen</li> </ul>

Tabelle 2 Konsequenzen für die Anlagentechnik

Noch nicht erfolgte QS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufklärung über richtiges Lüftungsverhalten (Stoßlüften)</li> <li>• Information, die Thermostatventile nachts ggf. manuell herunterzeregeln, weil die zentrale Temperaturabsenkung ohne hydraulischen Abgleich und ohne richtig eingestellte Vorlauftemperatur energetisch unwirksam ist</li> <li>• Information, alle Heizkörper manuell auf Frostschutzbetrieb zu stellen, sobald die Außentemperatur die 15°C-Marke übersteigt, um ein versehentliches Durchströmen des gesamten Netzes wegen nur eines „vergessenen“ Heizkörpers zu vermeiden.</li> </ul>
Erfolgte QS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufklärung über richtiges Lüftungsverhalten (Stoßlüften)</li> <li>• Aufklärung, dass es bei zu langem Lüften kalt in den Räumen werden kann und das das kein Fehler der Anlage ist</li> <li>• Aufklärung, dass Raumtemperaturen von 24°C nicht mehr erreicht werden können.</li> <li>• Aufklärung, dass die Thermostatventile nachts nicht per Hand heruntergestellt werden müssen, weil es eine zentrale Temperaturabsenkung gibt, die auch dafür sorgt, dass morgens ohne Nutzereingriff alles allein wieder warm wird.</li> <li>• Erläuterung der Tatsache, dass das Netz ab einer Außentemperatur von ca. 15°C selbsttätig abgestellt wird.</li> </ul>

Tabelle 3 Konsequenzen für das Nutzerverhalten

## Fazit

Luftwechsel und Raumtemperatur eines Niedrigenergie-Neubaus werden maßgeblich auch durch das Fremdwärmeangebot der Anlagentechnik bestimmt. Der Nutzer kann auf einen *Zwangswärmekonsum* oft nur mit erhöhtem Lüften reagieren bzw. nutzt das Angebot an *Verschwendungspotential* aus. Dieser Effekt des erhöhten Transmissions- und Lüftungswärmeverbrauchs zeigt sich im modernisierten Bestand sehr viel deutlicher, wenn keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Dies liegt vor allem an den früher üblichen ungedämmten Verteilsystemen, die teilweise (ohne Wärmeabgabe über die Heizflächen) mehr Fremdwärme emittieren, als zur Aufrechterhaltung der Raumkonditionen notwendig ist.

Eine *Begrenzung des Energieverbrauchs* im Neubau und auch in der Bestandssanierung kann *nur durch gleichzeitige Nutzerschulungen und (nachträgliche) Qualitätssicherung der Anlagentechnik* erfolgen. Dazu sind u. a. die im Rahmen des Forschungsvorhabens erarbeiteten Regeln für die Planung, Ausführung und Nutzung einzuhalten.

Die Ergebnisse der untersuchten Objekte bestätigen die Notwendigkeit einer *integrierten*, also gemeinschaftlichen *Planung* von baulicher und anlagentechnischer Seite. Vor allem im Bereich der Planung der Anlagentechnik ist eine vertiefte Zusammenarbeit zwischen Anla-

gentechniker und Architekt notwendig. Die bereits auf der baulichen Seite vorhandene *Qualifizierung und Qualitätssicherung* sollten auch auf die *Heizungs-, Lüftungs- und Regelungstechnik* ausgedehnt werden. Die Dokumentation der wichtigsten Planungsdaten und eine überprüfte und dokumentierte Heizflächendimensionierung, Einstellung von Thermostatventilen, Reglern, Pumpen- und Ventilatorantrieben sind hierfür eine unabdingbare Leistung der ausführenden Firmen.

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes werden hoffentlich in die europäische Normung zur Umsetzung der Europäischen Gebäuderichtlinie einfließen.

## **Danksagung**

Die Autorin dankt allen Mitarbeitern des BBR-Projektes für ihre engagierte Arbeit, insbesondere Dipl.-Ing. (FH) Christian Halper, Dipl.-Ing. (FH) Volker Küch, Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Schüßler und Dipl.-Ing. (FH) Christian Ullrich sowie Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff für die Projektbetreuung.

## **Projektförderung**

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen gefördert und hat das Aktenkennzeichen BS 34 – 80 01 98 – 15.

## **Quellen**

- [BBR] D. Wolff, K. Jagnow, C. Halper, C. Ullrich; Endbericht des BBR geförderten Projektes „Felduntersuchungen zur Begrenzung des Lüftungswärmeverbrauchs bei mechanischer Wohnungslüftung und Fensterlüftung durch Nutzerinformation sowie durch heiz- und regelungstechnische Maßnahmen“; Institut für Heizungs- und Klimatechnik, Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel; November 2002
- [Richter01] Richter, W. et al.; Bedarfslüftung im Wohnungsbau, Abschlussbericht, TU Dresden; Institut für Thermodynamik und TGA, April 2001

## **Zur Person**

Dipl.-Ing. (FH) Kati Jagnow; Studium der Technischen Gebäudeausrüstung an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel; zurzeit wissenschaftliche Mitarbeiterin am Trainings- und Weiterbildungszentrum Wolfenbüttel e.V. und Promotionsstudentin an der Universität Dortmund; Mitarbeiterin in DIN 18599, der künftigen Norm zur Bewertung von Bestandsbauten und -anlagen.

Quelle: Manuskript für HLH, 2003