



ENERGIE

Fachtagung am 06. September
beim vdw-Verbandstag





Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff

Jg. 1952, nach Abschluss des Studiums der Chemietechnik (Chemische Verfahrenstechnik) (1976) und der Promotion im Bereich der Anlagentechnik neuer regenerativer Energietechnologien (1980) an der Universität Dortmund 7 Jahre Industrieerfahrung in einem Unternehmen der Regelungstechnik für Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen (Honeywell-Centra). Die letzten drei Jahre als Entwicklungsleiter mit Unterstützung des Marketing und der Vertriebsförderung tätig in Verbänden und technischen Richtlinienausschüssen.

Seit 1987 Professor an der FH Braunschweig/Wolfenbüttel im Fachbereich Versorgungstechnik mit den Schwerpunkten: Energieeffektivität, Neue Energietechnologien, Gebäudeautomation, Performance Contracting.

Bis Februar 2004 Obmann des DIN-Ausschusses: "DIN 4701, Teil 10: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen" – begleitende Norm zur geplanten Energieeinsparverordnung.

Energetische Modernisierung – Schwerpunkt Wohnungswirtschaft

Die Themen der Energetischen Modernisierung erlangen durch den enormen Energiepreisanstieg der letzten 6 Jahre v. a. in der Wohnungswirtschaft eine zunehmende Bedeutung. Im nachfolgenden Beitrag wird die Bewertungsgröße "Kosten der eingesparten kWh Energie" bzw. "Äquivalenter Energiepreis" als – aus Sicht des Autors – am besten geeignetes Kriterium zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparmaßnahmen im Wohngebäudebestand herausgestellt.

Es wird die These aufgestellt, dass zur effektivsten Minderung des Primärenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen eine sinnvolle Reihenfolge von vorrangigen Maßnahmen zur Energieeinsparung mit hoher Wirtschaftlichkeit und im zweiten Schritt von Maßnahmen zum Ausbau alternativer Energiesysteme erforderlich ist. Ein Bewusstseinswandel in der Bevölkerung, aber auch in Politik und Wirtschaft muss hierzu stattfinden: Nur durch 80 % Energieeinsparung kann im Jahr 2050 ein Deckungsanteil regenerativer Energieträger von mehr als 80 % erreicht werden!

An den zwei Beispielen: "Kesselaustausch" und "Solare Sanierung" wird verdeutlicht, dass nur eine ehrliche energetische und wirtschaftliche Bewertung auf der Basis "kWh Energieeinsparung und zugehörige Kosten" das Ziel: "maximale Primärenergieeinsparung und maximale Reduzierung der CO₂-Emissionen bei geringstem Investitionseinsatz" erreichbar macht.

Zu der gesamten Thematik "Energetische Modernisierung" zählt natürlich auch die leidige Frage: "Welcher Energieausweis ist für meinen Wohnungsbestand der richtige? Der bedarfs- oder der verbrauchsorientierte Energiepass? Man sollte sich in beiden Fällen aber von der Idee verabschieden, dass ein öffentlich-rechtlicher Energieausweis die komplette Energieberatung mit einschließt.

Der Autor fordert eine einfache Auswertung von Verbrauchswerten: E-A-V – Energieanalyse aus dem Verbrauch. Jedem Betreiber (Wohnungsunternehmen) wird empfohlen, ggf. vorhandene Monatsverbrauchswerte tatsächlich auszuwerten und aus dieser Auswertung sowohl die Qualität der Gebäudehülle als auch der Anlagentechnik zu ermitteln.

Die unerquicklichen und überflüssigen Diskussionen der letzten Jahre um Form und Inhalte eines Energiepasses haben leider den wichtigsten Gesichtspunkt der EnEV-Novellierung in den Hintergrund gerückt: das Anforderungsniveau für Neubau und Modernisierung. Warum soll das Anforderungsniveau weitgehend unverändert bleiben? Warum setzen sich nicht die beteiligten Ministerien,

die Herstellerverbände, die Wohnungswirtschaft oder die Mieterschutz- und Verbraucherschutzverbände für höhere Anforderungen in einer novellierten EnEV ein?

Bei der wirtschaftlichen Bewertung sollten eingesparte kWh Endenergie ehrlich den Zusatzkosten der jeweiligen Einsparinvestitionen zugeordnet werden, um mit einem minimalen oder mit einem fest vorgegebenen investiven Aufwand das maximal mögliche Endenergieeinsparpotenzial zu aktivieren. Und das vorrangig vor förderpolitischen, steuerlichen oder mietrechtlichen "Lösungsmöglichkeiten". Diese sind zwar eventuell "effizient" im Sinne von "man hat die steuerlichen, mietrechtlichen und förderpolitischen Regeln optimal ausgenutzt", aber nicht unbedingt energetisch und wirtschaftlich effektiv.

Wirtschaftlichkeit der energetischen Modernisierung von Bestandsbauten

Die drastische Steigerung der Energiepreise und die nicht mehr in Frage zu stellende Verknappung fossiler Energieträger erfordern verlässliche Lösungen für die kurz- und mittelfristig zu ergreifenden effektivsten Energieeinsparstrategien.

Selbstverständlich steht hierbei die Frage nach der Wirtschaftlichkeit alternativer Investitionsmaßnahmen an erster Stelle. Nur, was heißt wirtschaftlich? Wenn die Nutzerseite durch weitere beträchtliche Energieeinsparungen unverhältnismäßig davon profitiert, dass der Eigentümer zwei Jahre nach einer Modernisierung der Gebäudehülle noch zusätzlich Geld in die Optimierung der Heizungstechnik und in die Umstellung einer Einrohr- in eine Zweirohrheizung investiert; dies von den Gerichten jedoch nicht als umlagefähige Modernisierungskosten sondern nur als "normale" Instandhaltung anerkannt wird?

Methoden zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit

Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Energiesparinvestitionen im Gebäudebestand schlägt das IWU in einer Studie für die DENA [IWU] drei Methoden vor:

Kosten der eingesparten kWh Energie = Äquivalenter Energiepreis
Kapitalwertmethode und annuitätischer Gewinn
Capital-Asset-Value-Methode

Energiesparinvestitionen müssen sich immer an den Energiekosten messen, die ohne diese Maßnahmen angefallen wären. Eine zuverlässige Verbrauchserfassung in der Vergangenheit (mindestens in den letzten drei Jahren) und eine seriöse Energieberatung (s. u. Energieanalyse aus dem Verbrauch) sind deshalb unabdingbare Voraussetzungen vor jeder energetischen Modernisierung. Rentabel

ist eine Maßnahme dann, wenn die gewünschte Energiedienstleistung: "Räume komfortabel zu temperieren und mit Frischluft zu versorgen" durch sie nicht teurer erbracht wird als durch den alternativen Energiebezug ohne die Maßnahme (einschließlich Zins und Tilgung für das eingesetzte Kapital). Die annuitätischen Kosten für eine Maßnahme ergeben sich aus:

$$K = a \times I + Z$$

K: annuitätische Kosten der Maßnahme

a: Annuitätenfaktor aus kalkulatorischem Zins und Betrachtungszeitraum

I: Mehr-(Differenz-)Kosten für die energiesparende Maßnahme gegenüber einer "Sowieso-" geplanten Instandsetzung

Z: eventuell zusätzlich anfallende jährliche Kosten (z. B. für Wartung und Hilfsenergie bei Einbau einer kontrollierten Wohnungs Lüftung)

Eine Energiesparmaßnahme ist dann als wirtschaftlich einzustufen, wenn die durch sie erzielbaren jährlichen Energiekosteneinsparungen größer sind als die annuitätischen Kosten. Die aus beiden Größen ermittelte Differenz, der annuitätische Gewinn muss > 0 sein!

Neben der Bewertungsgröße "Annuitätischer Gewinn" kann das Kriterium "Kosten der eingesparten kWh Energie" gewählt werden, das auch häufig als "Äquivalenter Energiepreis" bezeichnet wird. Die Kosten der eingesparten kWh Energie ergeben sich aus den annuitätischen Kosten der Maßnahme (K, siehe oben) dividiert durch die eingesparten Energiemengen. Die Kosten der eingesparten kWh Energie werden schließlich mit dem mittleren zukünftig zu erwartenden Energiepreis verglichen. Bei der Festlegung dieses Preises ist folgendes zu beachten:

Viele Investoren neigen zu der Annahme, dass die Energiepreise im Betrachtungszeitraum für die Wirtschaftlichkeitsanalyse der Immobilie konstant bleiben. Dies kann für kurze Zeiträume (< 5a) durchaus vernünftig sein. Bei langfristigen Investitionen wie z. B. bei einem Neubau oder bei einer Modernisierung der Gebäudehülle jedoch wirkt sich eine unterschätzte Energiepreissteigerung nachteilig auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme aus. Die Teuerungsrate für Energie ist mit 7 %/a in den letzten 40 a immer höher gewesen als die allgemeine Inflationsrate. Die Durchführung von Energiesparmaßnahmen kann somit auch als "Versicherung gegen Energiepreissteigerungen" angesehen werden [IWU].

Die Beurteilungskriterien "Annuitätischer Gewinn" und "Kosten der eingesparten kWh Energie" eignen sich hervorragend zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investition, wenn die Energiekosteneinsparungen vom Investor tatsächlich als Einnahmen realisiert werden könnten. Die gilt leider nur im selbst genutzten Wohnungsbau.

Im Mietwohnungsbau steht energetisch sinnvollen Investitionen jedoch häufig das bekannte "Investor-Nutzer-Dilemma" entgegen. Der Energieeinsparnutzen in Form geringerer Heizkosten kommt primär dem Mieter zugute, der Vermieter trägt jedoch die Investitionskosten und kann nur indirekt über zusätzliche Mieteinnahmen von seinen Investitionen profitieren. Hier greifen dann weitere komplexe Methoden zur wirtschaftlichen Bewertung, die auch steuerliche, mietrechtliche und förderpolitische Aspekte sowie auch Risiko- und Rendite-Analysen ermöglichen. Hierzu wird auf weiterführende Arbeiten [IWU] verwiesen.

Gering investive Maßnahmen haben Vorrang

Das Kriterium "Kosten der eingesparten kWh Energie" ist jedoch ein hervorragendes Instrument, auch und gerade gegenüber differenzierten und finanzmathematisch nur schwer nachvollziehbaren Rentabilitätsbetrachtungen. Diese müssen aufgrund der typisch deutschen Komplexität des gesetzlichen Regelwerks für Bestandsinvestitionen individuell mit konkreten Randbedingungen belegt werden und unterschiedlichen Mieterhöhungs- und Finanzierungsvarianten, öffentlichen Förderungen sowie steuerlichen Aspekten Rechnung tragen. Dabei noch gar nicht betrachtet wurden weitere Möglichkeiten wie Warmmietenneutralität, bessere Möglichkeiten für ein Wärmeliefer-Contracting und/oder Änderungen des Aufteilungsschlüssels der warmen Nebenkosten nach der Heizkostenverordnung.

Der Autor plädiert daher für eine von diesen komplexen Randbedingungen unabhängige und einfache wirtschaftliche Bewertung energetischer Einsparmaßnahmen mit dem Werkzeug der "Kosten der eingesparten kWh Energie"; verbunden mit der Forderung an den Gesetzgeber und an die beteiligten Interessensakteure (Verbände, Hersteller,...) – auch im Rahmen von Förderprogrammen – die Voraussetzungen für eine einheitliche wirtschaftliche Berücksichtigung von Energieeinsparmaßnahmen in der Wohnungswirtschaft zu schaffen.

Es kann doch nicht sein, dass sich einerseits die Optimierung von Heizungsanlagen (Hydraulischer Abgleich, Einstellung von Reglern und Pumpen, s. u.!) als hoch wirtschaftliche Maßnahme mit Kosten von 2 – 3 €-Cent je eingesparter kWh herausstellt, sie sich jedoch für einen Vermieter als vollständig unwirtschaftlich darstellt, da er die erforderlichen geringfügigen Investitionen nicht an den Mieter weitergeben darf und diese Maßnahmen auch nicht so attraktiv sichtbar sind, wie z. B. die Photovoltaik auf dem Dach.

Hochachtung vor den Unternehmen, die trotz dieser widrigen Randumstände auch nicht sofort sichtbare Energieparinvestitionen, wie z. B. den Investitionsaufwand für

einen hydraulischen Abgleich zugunsten ihrer Mieter tätigen. Leider wird auch der Gesetzgeber in der zu erwartenden EnEV 2007 die Maßnahmen des hydraulischen Abgleichs nicht explizit fordern. Er setzt sie einfach als selbstverständlichen Stand der Technik und damit als nicht extra zu honorierende Nebenleistung voraus. Und weil sie "so selbstverständlich" ist und nicht gesondert in einer Fachunternehmererklärung dokumentiert werden muss, wird sie dann meist auch in der Praxis nicht gemacht.

Strategien zur Energetischen Modernisierung

Die jüngsten Veröffentlichungen bekannter Institutionen, wie dem Wuppertal-Institut [WI-e-on] und dem IWU in Darmstadt [IWU] lassen das Thema "Energetische Modernisierung" in einem neuen Licht erscheinen; man könnte fast schon von einer Energiewende in der derzeitigen 3. Ölkrise seit 1998 nach den beiden Ölkrisen von 1973 und von 1979/83 sprechen. Das Thema "Energiesparen" wird wieder mehr in den Mittelpunkt gerückt.

Für die weitere Entwicklung von zentraler Bedeutung ist die Beantwortung der Frage: "Gelingt es, bei allen Beteiligten Akzeptanz für die Kombination 'Energiesparen' und 'Förderung regenerativer Energien', also für ressourcenschonendes Wirtschaften zu gewinnen?" Gelingt es, auch Politikern und anderen Repräsentanten zu vermitteln, dass der Start einer groß angelegten Energiespar-Kampagne attraktiver ist als die Eröffnungsfeier zu einer "solaren Kollektivierung" des Daches eines Rathauses, obwohl in diesem evtl. gar kein Warmwasser benötigt wird bzw. die Warmwasserbereitung mit elektrischen Untertischspeichern energetisch und wirtschaftlich viel sinnvoller wäre! Doch Energiesparen riecht bis heute immer nach Verzicht auf Komfort und Mobilität; und deshalb wurde ja auch als Ersatz der Begriff "Energieeffizienz" geprägt. Klingt irgendwie besser und weniger nach sparen!

Wie ein kürzlich erschienener Artikel [brand eins: Minus 80 %] in hervorragender Weise darstellt, liegen die Stolpersteine auf dem Weg zur deutlichen Primärenergieeinsparung und zur CO₂-Minderung in vielen Fällen an den Randbedingungen des gesellschaftlichen und politischen Bewusstseins. Viel deutlicher wird dies von Hamm in [cultura21] beschrieben.

Ein Auszug aus [brand eins]: "Das Energieproblem wird in Deutschland nach wie vor hauptsächlich unter der Fragestellung betrachtet: Wo bekommen wir mehr saubere Energie her? Umweltbewusste Eigenheimbesitzer kämpfen um jeden (subventionierten) Quadratcentimeter Solarkollektor auf dem Dach. Keiner baut bessere Windräder als deutsche Ingenieure – ..." und weiter: "Das ist alles schön und gut – und auch ein Ergebnis unserer Maschinenbau-

Tradition. Gesellschaftliche Herausforderungen nehmen wir als technische Probleme wahr. Und wir antworten mit technischen Lösungen. Beim Energieproblem gilt aber die einfache Regel: Die sauberste Energie ist die, die gar nicht gebraucht wird." Zitat Ende.

Weitere, von den verschiedensten Seiten veröffentlichte Prognosen zur zukünftigen Energieproblematik könnte man in dem einen Satz zusammenfassen: "Nur durch 80 % Energieeinsparung kann im Jahr 2050 ein Deckungsanteil regenerativer Energieträger von mehr als 80 % erreicht werden!" Dabei ist die wichtigste Frage: "Wie und in welcher Reihenfolge erreichen wir dieses Ziel?" Zunächst die "alte Scheune" mit einem Holzhackschnitzel- oder Pellet-Kessel ausstatten oder erst die Außenwand dämmen und die Einfachverglasung gegen Wärmeschutzverglasung austauschen und dann neue Energieträger bei geringerem Leistungs- und Energiebedarf einsetzen?

Kurzfristige und geringinvestive Maßnahmen (z.B. Heizungsoptimierung) gegenüber mittel- und langfristigen Maßnahmen (z.B. Vollmodernisierung zum 3-I-Haus und Energieträgerumstellung)

Analysiert man manche von der Politik und von einzelnen Interessensverbänden vorgeschlagene Förder- und Energieeinsparpakete, sind Zweifel angebracht, ob diesen die Prinzipien maximaler Primärenergieeinsparung und maximaler Reduzierung der CO₂-Emissionen bei geringstem Investitionseinsatz bzw. bei größter Wirtschaftlichkeit zugrunde liegen.

Die Ergebnisse der vom Autor mit begleiteten Projekte "Felduntersuchungen Brennwertkessel" [DBU 1] und "OPTIMUS – Optimierung von Heizungsanlagen" [DBU 2] belegen: Weniger die Effizienzsteigerungen auf dem Papier über Verordnungen (EnEV) und Normen (DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10) als die effektive und in Stufen geplante Systemabstimmung von Gebäude, Anlagentechnik und Nutzung – verbunden mit einer methodischen und dokumentierten Qualitätssicherung in Planung und Ausführung – bewirken reale Einsparungen an Endenergie.

Die weiteren Auswertungen des OPTIMUS-Projekts – zusammen mit einer vertieften Analyse in [DISS Jagnow] – geben wichtige Hinweise auf die realen Verluste der Gebäudehülle und der Anlagentechnik und auf ein bisher wenig genutztes, gering investives Einsparpotenzial: Die Optimierung der Regelung und Hydraulik, insbesondere von modernisierten und neu erstellten Gebäuden und Anlagen.

Ein mittleres Endenergie-Einsparpotenzial von ca. 13 – 19 kWh/(m² a) für baulich modernisierte und neue Gebäude bei einem mittleren Investitionsaufwand von 4 Euro/m² durch die Optimierung der Heizungstechnik konnte im OPTIMUS-Projekt nachgewiesen werden.

Dies entspricht einem äquivalenten Energiepreis von ca. 2 bis 3 €-Cent/kWh. Die Optimierung von Heizungs- und Lüftungsanlagen ist also eine hoch wirtschaftliche Maßnahme bei geringstem Investitionsaufwand. Dies zeigen auch die Ergebnisse einer kürzlich veröffentlichten Studie des Wuppertal-Instituts [WI-e-on].

Nur eine korrekte energetische und wirtschaftliche Bilanzierung der Werte für Nutz- und Verlustenergien – in Zukunft bei fossilen Energieträgern nur noch mit Brennwertbezug – liefert ehrliche Aussagen zur energetischen Effektivität und zur Wirtschaftlichkeit verschiedener Maßnahmen. Zwei Beispiele sollen gegenüber dieser geforderten "ehrlichen Bilanzierung" das "Verschleierungspotenzial" heute anzutreffender Bewertungsmethoden verdeutlichen.

1. BEISPIEL: SYSTEMOPTIMIERUNG KANN ZUKÜNFTIG KESSELVERLUSTE MINIMIEREN

Tabelle 1 zeigt als Ausschnitt aus der OPTIMUS-Studie [DBU2] die aus Messungen über mehr als zwei Jahre ermittelten realen Nutzungsgrade (in % auf den Heizwert Hi und auf den "ehrlichen" Brennwert Hs bezogen) und die Kesselverluste (in kWh/(m² a) ebenfalls auf Hi bzw. auf Hs bezogen).

Die Kesselverluste der überwiegend alten Gebäude mit 151 bzw. 161 kWh/(m² a) Nutzwärmeabgabe für Heizung und Trinkwarmwasser liegen bei 39 bzw. 59 kWh(Hs)/(m² a) für Brennwert- bzw. NT-Heizkessel. Im Fall der Anlagen mit Brennwertkessel betragen die Kesselverluste 26 %, im Fall der NT-Kessel 37 % der abgegebenen Nutzwärme!

Würden die in den Herstellerunterlagen gern genannten Normnutzungsgrade von 105 bis 110 % (Heizwertbezug) angenommen, folgten daraus nur Verluste der Brennwertheizkessel zwischen etwas mehr als 0 bis zu 10 kWh/(m² a) gegenüber real gemessenen 39 kWh/(m² a).

In einer schon etwas realistischeren Energiebedarfsrechnung für Energieausweise nach der zu erwartenden Novellierung der EnEV2007 ergäbe sich für Brennwertheizkessel ein Pauschalwert für die Wärmeerzeugeraufwandszahl eg als Verhältnis von Kessel-Input zu Output (ebenfalls Heizwertbezug) von 1,03 für Mehrfamilienhäuser. Dies entspricht nach den Kenndaten in Tabelle 1 auf den Brennwert bezogenen rechnerischen Kesselverlusten

ART	KENNWERTE	HEIZWERTBEZUG	BRENNWERTBEZUG	ZAHL
BRENNWERTKESSEL	Input, in [kWh/(m ² a)]	173	190	
	Verlust, in [kWh/(m ² a)]	22	39	
	Output, in [kWh/(m ² a)]	151	151	
	Nutzungsgrad, in [%]	87	79	16
NIEDERTEMPERATURKESSEL	Input, in [kWh/(m ² a)]	199	220	
	Verlust, in [kWh/(m ² a)]	39	59	
	Output, in [kWh/(m ² a)]	161	161	
	Nutzungsgrad, in [%]	81	73	23

Tabelle 1:

Nutzungsgrade und Erzeugerverluste von Kesseln

von 22 kWh/(m² a); also immer noch nur etwas mehr als die Hälfte der in der Praxis gemessenen Werte von 39 kWh/(m² a).

Es ist leicht zu erkennen, wie durch prozentuale Angaben von Nutzungsgraden bzw. Aufwandszahlen berechnete Einsparprognosen manipuliert und – absichtlich oder nicht – "verschleiert" werden.

Nur durch eine effektive Systemanpassung, wie sie die OPTIMUS-Strategie der regelungstechnischen und hydraulischen Optimierung ermöglicht, können rechnerisch erhoffte geringe Kesselverluste erreicht werden. Dies soll in einem in Kürze anzugehenden Folgeprojekt belegt werden.

2. BEISPIEL: 30 % WENIGER ENDEENERGIEVERBRAUCH DURCH "SOLARE SANIERUNG"

Ein aktuell beworbenes Programm "Solare Sanierung" [SOLSAN] verspricht für ein Bestandsgebäude mit einem heute für Bestandsbauten typischen Wärmebedarf von 200 kWh/(m² a) für Raumheizung und Trinkwarmwasser eine Reduzierung um 60 kWh/(m² a), also um 30 %, durch die Verbindung: "Solarenergienutzung & Anlageneffizienz".

Nicht – oder nicht direkt – erwähnt wird, dass mit der solaren Sanierung meist auch weitere Maßnahmen wie der Einsatz eines neuen Brennwertheizkessels, ein hydraulischer Abgleich und weitere Optimierungsmaßnahmen durchgeführt wurden.

Die Solare Sanierung senkt den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser und damit die warmen Betriebskosten um 30 %, die Investitionen sind umlagefähig. Durch die Energieeinsparung bleibt die resultierende Bruttowarmmiete gleich oder sinkt sogar unter den vorherigen Wert. Die Solare Sanierung refinanziert sich somit zu 100 % aus der erzielten Energieeinsparung

Beispielrechnung für ein Mehrfamilienhaus mit 40 Wohneinheiten und 2.800m² Wohnfläche. Der Wärmebedarf beträgt vor der Sanierung 560.000 kWh pro Jahr oder spezifisch 200 kWh/m² und Jahr.

ENERGIEEINSPARUNG FÜR DEN MIETER

- Solarkollektorfläche 40 m² (1 m²/Wohneinheit)
- Solarertrag bei 500 kWh/m² Jahr
= 20.000 kWh/Jahr
- Energieeinsparung ca. 30 % von 560.000 kWh
= 168.000 kWh/Jahr*
- Spezifische Einsparung pro m² Wohnfläche im Jahr
= 60 kWh/m² Jahr
- Spezifische Einsparung pro m² Wohnfläche im Monat
= 5 kWh/m² Monat
- Kosteneinsparung bei 0,05 Euro/kWh
= 0,25 Euro/m² Monat

INVESTITIONEN FÜR DAS WOHNUNGSUNTERNEHMEN

- Investitionskosten (ca. 1.400 Euro/WE)
= 56.000 Euro
- 11 % Modernisierungsumlage
= 6.160 Euro/Jahr
- Modernisierungsumlage pro m² Wohnfläche im Jahr
= 2,20 Euro/m² Jahr
- Modernisierungsumlage pro m² Wohnfläche im Monat
= 0,18 Euro/m² Monat

Tabelle 2:

*durchschnittliche Energieeinsparung für Warmwasser & Heizung durch die Verbindung von Solarenergienutzung & Anlageneffizienz. Kann objektspezifisch unterschiedlich ausfallen, je nach Energieträger, Dämmstandard und Nutzerverhalten

Nicht – oder nicht direkt – erwähnt wird, dass mit einer Solaranlage für Warmwasser und Heizungsunterstützung nur 10 bis maximal 30 kWh/(m² a) bezogen auf die beheizte Fläche an Endenergieeinsparungen möglich sind – und zwar unabhängig ob Alt- oder Neubuanlage. Bei obigem Berechnungsbeispiel sind es lediglich 7 kWh/(m² a)!

Die restlichen 53 kWh/(m² a) können also nur durch die anderen Maßnahmen erzielt werden: Kesseltausch, Dachdämmung, anlagentechnische Optimierung. In Ihrer Summierung und Koppelwirkung sind diese Einsparwerte durchaus realistisch. Nur die Frage bleibt, was ist von den Maßnahmen wirklich umlagefähige Modernisierung und was Instandhaltung bzw. Instandsetzung? Sicherlich nicht ohne Grund wurde der ursprüngliche Titel der Aktion "Solare Sanierung" ersetzt durch "Solare Modernisierung".

Die EnEV fordert zu Recht die nachträgliche Dämmung von Außenwänden, Kellerdecke und Dach sowie die Kesselerneuerung, wenn im Rahmen einer Instandsetzung "etwas angefasst" wird und bestimmte Randbedingungen erfüllt sind oder bestimmte Fristen überschritten werden. All diese Maßnahmen sind hoch wirtschaftlich. Und die Solaranlage ist nach einer gebäude- und anlagentechnischen Optimierung dann sozusagen die "Kür" und in der Zukunft als eine von vielen alternativen Maßnahmen zwingend erforderlich.

Unsere komplizierte und von den meisten kaum noch nachvollziehbare Steuer- und Mietgesetzgebung zusammen mit den verschiedensten Förderprogrammen verführt jedoch zu neuen förderpolitischen und öffentlichkeitswirksamen "Paketlösungen"; nur dass diese nicht zwangsläufig das effektivste Einsparergebnis mit minimalem Kostenaufwand liefern.

Warmmietenneutralität, bessere Möglichkeiten für ein Wärmeliefer-Contracting und/oder eine Änderung des Aufteilungsschlüssels der warmen Nebenkosten nach der Heizkostenverordnung könnten hier Abhilfe schaffen.

Die Branchenakteure sollten also wieder lernen, korrekt und ehrlich zu bilanzieren; energetisch und wirtschaftlich. Letzteres am besten mit dem oben beschriebenen Werkzeug: "Kosten je eingesparter kWh Energie" bzw. "Äquivalenter Energiepreis", der einfach zu ermitteln ist: Bei einem Annuitätsfaktor von 0,08 a⁻¹ für Zinsen und Tilgung liegt der äquivalente (Wärme-)Energiepreis k_{äE} der "solaren Sanierung" für obiges Beispiel bei

$$k_{\text{äE}} = \frac{0,08 \text{ a}^{-1} \cdot 56000 \text{ Euro}}{20000 \text{ kWh} / \text{a}} = 22,4 \text{ ct} / \text{kWh}$$

und damit bei einem typischen Wert für eine Solaranlage, aber bei etwa dem drei- bis vierfachen des aktuellen Energiepreises.

$$0,08 \text{ a}^{-1} \cdot 56000 \text{ Eur} \\ \text{?????????}$$

Energieausweis auf Bedarfs- oder Verbrauchsbasis? Besser eine seriöse Energieberatung!

Die Nachricht kam kurz vor Ostern. Am 7. April 2006 wurde der Referentenentwurf in die Abstimmung innerhalb der Bundesregierung gegeben. Eigentümer und Vermieter haben danach ein Optionsrecht. Sie dürfen wählen zwischen dem Energieausweis auf der Grundlage des rechnerischen Energiebedarfs und dem Energieausweis auf der Grundlage des gemessenen Energieverbrauchs. Aus Sicht des Autors ist dies ein gelungener Kompromiss. Er könnte zu einer optimalen Lösung ausgebaut werden.

Es ist jedoch zu fragen, warum wahrscheinlich eine große Chance durch den Gesetzgeber nicht gleichzeitig genutzt wird; warum wird nicht das Anforderungsniveau der EnEV 2002 für den Neubau und für Änderungen im Bestand bzw. für Nachrüstempfehlungen angehoben? Trotz wesentlich veränderter Rahmenbedingungen hinsichtlich der Energiepreise und der Energiepreissteigerungen seit der Jahrtausendwende?

Hemmnisse überwinden – Transparenz und Ehrlichkeit

Welche Reaktionen hat das Wahlrecht zwischen Bedarfs- und Verbrauchsbasis ausgelöst? Befürchtet wird, dass mit dieser Entscheidung die Transparenz behindert wird; dass der Aufklärungsaufwand noch höher als erwartet ausfallen wird und dass die wesentliche Zielsetzung des Energieausweises: Information zur Auslösung von Modernisierungsschüben bei Wahlfreiheit verloren gehen könnte. Das muss nicht sein, wenn alle Ausweise ein Minimum an Informationen enthalten.

Was sollte das Ziel eines Energieausweises sein? Nach Auffassung des Autors: sowohl den Eigentümer/Vermieter als auch den Käufer/Mieter einfach und ehrlich über den energetischen Ist-Zustand einer Immobilie informieren. Nach Meinung der Autoren ist dabei die Umsetzung der Vorgaben der EU-Richtlinie für die Gebäudeenergieeffizienz zu teilen:

- In einen öffentlich-rechtlichen Teil: mit einem Ausweis, der beides enthält: Bedarf und Verbrauch. Der einfache Bedarfsausweis kommt rechnerisch mit wenigen (max. vier bis fünf) Eingabeparametern und/oder basiert auf Typologiewerten aus. Der Verbrauch wird ergänzt, immer wenn Verbrauchswerte auswertbar sind. Dieser Energieausweis ist mit einem Minimum an Eingabekenngrößen eindeutig, rechtssicher und kostengünstig zu erstellen.
- In einen privat-rechtlichen Teil: für eine systematische Energieberatung, die in der EnEV 2007 ab einer noch festzulegenden Energieeffizienzklasse "dringend" empfohlen wird.

Vorschläge zum kombinierten Bedarfs-/Vergleichswerte-/Verbrauchs-Energieausweis

Was sollte der öffentlich-rechtliche Energieausweis auf Grundlage von Bedarfs- und/oder Vergleichswerten und Verbrauchswerten enthalten? Die Angabe von mindestens zwei, besser jedoch von drei der folgenden Werte:

- Soweit auswertbare Verbrauchswerte vorliegen – und dies gilt für fast alle Gebäude, die der HeizkostenVO unterliegen – sind diese immer mit anzugeben. Es sind witterungsbereinigte Energieverbrauchsdaten aus der Abrechnung von Heizkosten nach der HeizkostenVO bzw. von Energielieferanten zu verwenden.
- Erfolgt die Ausstellung der Energieausweise auf der Grundlage des Energiebedarfs, so ist dieser eindeutig und rechtssicher mit einem Minimum an Eingabedaten zu ermitteln. Vorschläge wurden vom Autor u. a. veröffentlicht, [IWU]. Bedarfswerte für Wohngebäude müssen mit immer anzugebenden Vergleichskennwerten kompatibel, eben vergleichbar sein.

Energieausweis ohne spezielle Modernisierungstipps

Detaillierte und auf das Objekt abgestimmte Modernisierungstipps können von einem öffentlich-rechtlichen Energieausweis nicht gegeben werden. Man sollte sich von der Idee verabschieden, dass ein öffentlich-rechtlicher Energieausweis die komplette Energieberatung mit einschließt. Sollen Empfehlungen für die Verbesserung der Energieeffizienz (Modernisierungsempfehlungen) gegeben werden, können diese nur in Form eines allgemeinen Katalogs oder einer einfachen Checkliste kommuniziert werden.

Ziel: Privatrechtliche Energieberatung – Auslöser für Modernisierungen

Wie können mit dem öffentlich-rechtlichen Energieausweis nun verstärkt Modernisierungen ausgelöst werden? Hier haben die Forderungen der § 8 (Änderungen an Gebäuden) und § 9 (Nachrüstverpflichtungen) der EnEV 2002 bereits den Weg geebnet. Diese Verpflichtungen könnten in einer novellierten EnEV 2007 durch "dringende Modernisierungsempfehlungen" erweitert werden; z. B. ab Energieeffizienzklasse E oder F (im Farbband: rot) wird "dringend" empfohlen, eine systematische Energieberatung durchzuführen. Natürlich nur freiwillig und ohne Zwang, nur als "dringende" Empfehlung; Mieter und Käufer werden schon reagieren!

Verbindendes Element einer privat-rechtlichen vereinbarten Energieberatung könnte der Abgleich von Verbrauchs- und Bedarfswerten sein; der Autor und viele Beteiligte haben dafür den Begriff: E – A – V: Energieanalyse aus dem Verbrauch geprägt.

So wurden neben dem Nachweis der Energieeinsparung durch eine Heizungsanlagenoptimierung die im DBU-Forschungsprojekt OPTIMUS [DBU2] erfassten Verbrauchs- und Gebäudedaten genutzt, um einen Abgleich zwischen theoretischen und gemessenen Energiekennwerten durchzuführen. Untersucht wurden beispielsweise Heizgrenztemperaturen, Auslegungsheizlasten sowie Bedarfs- und Verbrauchswerte für Heiz- und Endenergie. Nachfolgend sind die Erkenntnisse kurz zusammengefasst.

"Energieverbrauchsbilanzen" werden zur überschlägigen Bewertung bereits bestehender Gebäude angewendet. Gebäude gleicher Art und Nutzung können miteinander verglichen werden, Einsparmaßnahmen können beurteilt, entschieden und kontrolliert werden. Sie sind ein Analyse-Instrument (Benchmarking). Eine Witterungsbereinigung auf ein Standardklima und ggf. einen Standardstandort macht Verbrauchsdaten untereinander vergleichbar. Rechnerische Rückschlüsse auf Einzelwärmemengen sind möglich.

Im Gegensatz dazu bewertet die "Energiebedarfsbilanz" zunächst alle Einzelwärmemengen anhand der Charakteristik des Gebäudes und der Anlage sowie auf Basis typischer Nutzungsprofile. Diese Vorgehensweise erlaubt anschließend den Rückschluss auf eine theoretische Endenergiemenge.

Energiebedarfsbilanzen werden vor allem eingesetzt, wenn reale Verbräuche noch nicht vorliegen. Sie ermöglichen die Prognose künftig benötigter Energiemengen, sind damit ein Planungsinstrument. Energiebedarfswerte verschiedener Berechnungsverfahren differieren stark, vor allem weil Einflussgrößen unterschiedlich gewichtet werden. Sie sind nur Größenordnungsabschätzungen des Verbrauchs, da über den größten Unsicherheitsfaktor, den Nutzer und insbesondere dessen Lüftungsverhalten, nur spekuliert werden kann. Bedarfsrechnungen im Bestand weisen große Schwächen in der Abschätzung und Festlegung der Bauteilqualitäten (U-Werte, Dichtheitsgrad,...) auf.

Die wichtigsten Ergebnisse der zusätzlichen Auswertungen des OPTIMUS-Projektes sind: Die Heizenergie (dem Wärmeerzeuger zugeführte Energie zu Heizzwecken) alter und neuer Gebäude unterscheidet sich in der Theorie (Bedarf) um den Faktor 3,0. Praktisch gemessen wurde nur ein Faktor 1,5 zwischen alten und neuen Gebäuden.

Bei alten Gebäuden liegt der berechnete Energiebedarf um ca. 35 % höher als der gemessene bereinigte Verbrauch. Bei neuen Gebäuden ergeben sich ca. 10 % weniger Bedarf als gemessener Verbrauch. Die Konsequenz ist z.B. im Rahmen einer rein auf Bedarfswerten basierenden Energieberatung eine zu hohe und zu optimistische, theoretische Einsparprognose. Dies hat selbstverständlich auch Auswirkungen auf die Wirtschaft-

lichkeitsprognose von Einsparmaßnahmen. Hier ist zu wünschen, dass theoretische Berechnungsprogramme bzw. die ihnen zugrunde liegenden Bilanzverfahren entsprechend angepasst werden, damit einem Bauherrn z.B. bei einer Energieberatung, nicht zu viel versprochen wird.

Konkretes Beispiel: Gebäude mit Einrohrheizung

Zum Verständnis des Theorie- und Praxis-Abgleichs wird ein Gebäude mit zugehörigen Messwerten und Kennwerten einer realen Verbrauchsbilanz vorgestellt.

In diesem Gebäude sind die Heizkörper in einem Mischsystem aus Ein- und Zweirohrheizung angeschlossen. Das junge Gebäude wurde 1994 erbaut, hat 18 Wohneinheiten auf 1079 m² beheizter Fläche. Es wird über eine Übergabestation indirekt mit Wärme versorgt. Es sind ein Primärzähler sowie ein Unterzähler für die Trinkwasserbereitung vorhanden.

Bild 1 zeigt den aus Messwerten rekonstruierten Verbrauchsverlauf zwischen November 2002 und Januar 2005. Es zeigt sich, dass praktisch ganzjährig ein Heizwärmeverbrauch zu verzeichnen ist. Die Heizgrenze (Außentemperatur, unterhalb der geheizt werden muss) ergibt sich aus Messwerten bei 22 °C. Eine Raumtemperatur wird nicht gemessen, in erster Näherung kann aber dennoch für dieses Gebäude gesagt werden, dass die Heizgrenztemperatur auch der Raumtemperatur entspricht. Theoretisch – aufgrund der Gebäudedämmung – könnte jedoch die Heizung bereits ab einer Heizgrenztemperatur von 12 – 15 °C abgeschaltet werden.

Der Heizwärmeverbrauch in der Praxis orientiert sich offenbar nicht am Baustandard. Bis zu sehr hohen Außentemperaturen – also praktisch das ganze Jahr hindurch – wird Wärme verbraucht. Dies wird auf ständig durchflossene Rohrleitungsabschnitte zurückgeführt, welche von den Nutzern nicht in ihrer Wärmeabgabe zu beeinflussen sind.

Die Bildung von bereinigten Energiekennwerten für dieses Gebäude ist vergleichsweise schwierig. Bei der Verbrauchsdatenbereinigung mit den Heizgradtagen G₂₀ ergeben sich folgende Werte:

- 2002/2003: 181 kWh/(m²a) bzw. unbereinigt 154 kWh/(m²a)
- 2003/2004: 161 kWh/(m²a) bzw. unbereinigt 148 kWh/(m²a)

Die unbereinigten Verbrauchswerte liegen in beiden Jahren verhältnismäßig nah beieinander. Dies kann als Indiz dafür angesehen werden, dass Heizwärme relativ unabhängig von der Witterung verbraucht wird. Insgesamt wird hier sehr viel mehr Heizwärme verbraucht, als es für ein Gebäude dieses Baualters und Baustandards typisch ist. Hier kann nicht nur von "Verschwendungspotenzial" sondern von einem "Zwangswärmekonsum" gesprochen werden.

Vergleichbare Mehrfamilienhäuser der gleichen Baualtersklasse weisen bereinigte Heizwärmeverbrauchswerte von 68 kWh/(m²a) [1128 m², Baujahr 1993] bis 141 kWh/(m²a) [1159 m², Baujahr 1987] – im Mittel 108 kWh/(m²a) auf.

Folgende aus Messwerten reproduzierbare Energiekennwerte können mit einer dringend empfohlenen "Energieanalyse aus dem Verbrauch (E-A-V)" als Basis für eine detaillierte Energieberatung abgeleitet werden:

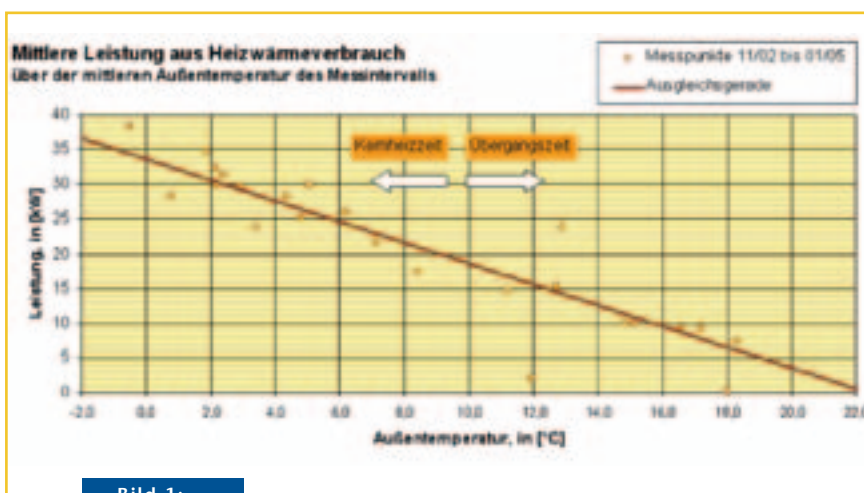


Bild 1:

Verbrauchsverlauf (Heizwärme) für ein Gebäude mit Einrohrheizung

- die Heizgrenztemperatur (aus den Messwerten des Heizwärmeverbrauchs, Nullstelle der Geraden im Bild), daraus ableitbar die Standardheizgradtage G_{Standard}
- der Verlustkennwert H (aus den Messwerten des Heizwärmeverbrauchs, Steigung der Geraden im Bild), daraus ableitbar der auf die beheizte Wohnfläche bezogene Verlustkennwert h in $W/(m^2K)$ als Maß für die Güte der Hülle und für das Lüftungsverhalten
- der bereinigte Heizwärmeverbrauch Q_h (als Produkt aus H und G_{Standard})
- der Trinkwasserwärmeverbrauch Q_{tw} (aus Messwerten, ggf. zeitbereinigt)

- der Nutzungsgrad η bzw. die auf die beheizte Wohnfläche bezogenen technischen Verluste Q_g des Wärmeerzeugers (aus Messwerten)
- der Heizenergieverbrauch Q_H (als Quotient aus Heizwärmeverbrauch und Nutzungsgrad bzw. als Summe aus Heizwärmeverbrauch und technischen Wärmeerzeugerverlusten)
- der Endenergieverbrauch Q (als Quotient aus Heizwärmeverbrauch plus Trinkwasserwärmeverbrauch geteilt durch den Gesamtnutzungsgrad für Raumheizung und Trinkwarmwasserbereitung).

Jedem Betreiber (Wohnungsunternehmen) wird empfohlen, oft vorhandene Monatsverbrauchswerte tatsächlich auszuwerten. Bei einer meist ausreichenden Abschätzung der Anlagenverluste (Kessel aus Schornsteinfegerprotokoll und Tabellenwerten in Abhängigkeit vom Alter) reichen für diese Energieanalyse aus dem monatsweise erfassten Verbrauch auch die reinen Endenergiemengen an Gas, Öl oder Fernwärme aus [OPTIMUS 1].

Zum Schluss: Warum eigentlich kein höheres EnEV-Anforderungsniveau für Neubau, Nachrüstung, Änderung und Modernisierung?

Ein wichtigster Gesichtspunkt der EnEV-Novellierung ist in letzter Zeit in den Hintergrund gerückt: das Anforderungsniveau.

In den letzten zehn Jahren seit 1995, dem Beginn der Arbeiten zur EnEV 2002 haben sich die Randbedingungen für das Anforderungsniveau Primärenergiebedarf geändert. Die Energiepreise und die mittleren jährlichen Energiepreissteigerungsraten haben sich auch im langjährigen Mittel drastisch erhöht; ein Ende ist nicht abzusehen. Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf Basis heutiger Energiepreise und auf Grundlage der Energiepreissteigerungen der letzten 40 Jahre [7 %/a für Heizöl, 10 % / a für Rohöl) führen zu einem sehr viel höheren, dem Energieeinspargesetz genügenden Anforderungsniveau für Neubau und Bestandsänderung.

So waren zu Beginn der Lehrtätigkeit des Autors (1987), also nach den beiden Ölkrisen 1973 und 1979/83 Dämmdicken von 4 – 6 cm die wirtschaftlichste Lösung für eine nachträgliche Dämmung bzw. für einen Neubau; Werte über die heute in beiden Fällen nur noch gelächelt wird, die aber für das geringe Anforderungsniveau der derzeitigen Energieeinsparverordnung (EnEV) durchaus noch möglich sind!

Bereits 2003 wurde in einem vom Autor begleiteten Gutachten für den Senat der Stadt Hamburg nachgewiesen, dass das Anforderungsniveau der EnEV an den Primärenergiebedarf wirtschaftlich auf typisch 70 – max. 100 kWh/(m² a) für Heizung und Trinkwarmwasser gesenkt werden könnte.

Warum soll das Anforderungsniveau weitgehend unverändert bleiben? Warum setzen sich nicht die beteiligten Ministerien, die Herstellerverbände, die Wohnungswirtschaft oder die Mieterschutz- und Verbraucherschutzverbände für höhere Anforderungen in einer novellierten EnEV ein? Hier liegen die eigentlichen Aufgaben einer verantwortlichen Energiepolitik.

Sollte das Gezerre um den Energiepass nur von dieser eigentlich lenkenden Funktion der EnEV ablenken? Oder vertraut man allein auf den Markt?

Energiepolitik sollte zukünftig dazu führen, dass sich jeder für den Energieverbrauch und für die Ausschöpfung von Einsparpotentialen mit verantwortlich fühlt. Doch davon ist ein Großteil der Akteure noch weit entfernt.



Ausblick

Nur die individuelle Anlagenanalyse und eine ehrliche energetische und wirtschaftliche Bilanzierung ermöglichen effektive Energieeinspar-Lösungen. Ein einfacher Energieausweis – egal ob auf Bedarfs- oder Verbrauchsbasis – kann diese Aufgabe nicht erfüllen. Dazu sind die Kenntnisse eines oder mehrerer Fachleute im Rahmen einer detaillierten Energieberatung erforderlich.

Wie die gerade veröffentlichte Studie des Wuppertal Instituts [Wuppertal Institut] für den Energieversorger E.on zeigt, würden die besten Voraussetzungen für effektive Primärenergieeinsparung und CO₂-Minderung geschaffen, wenn auch die Versorgungsunternehmen zukünftig die Dienstleistung "Energetische Analyse und Energieeinsparung bis zum Heizkörper und bis zum Luftauslass" entdecken würden; d. h. nicht mehr Lieferung von kWh Endenergie, sondern die Bewirtschaftung von Quadratmetern komfortabel mit Frischluft versorgter und temperierter Wohn- und Nutzflächen. Dieses wird auch gegenüber den etablierten "Gewerken" keinen direkten Wettbewerb, sondern mit diesen in einer neuen Ausrichtung mehr Markt bedeuten.

Energetische Bilanzen und ihre Ergebnisse sollten zukünftig nur noch in kWh/a bzw. in kWh/(m² a) dargestellt werden, und zwar durchgehend bei fossilen Energieträgern bezogen auf den Brennwert Hs. Prozentuale Angaben ohne Bezug, d. h. ohne Angabe des Grundwerts und bei fossilen Energieträgern ohne Angabe, ob der Heiz- oder Brennwert in Bezug genommen wird, verschleiern mehr als dass sie Auskunft über ein Einsparpotenzial geben.

Bei der wirtschaftlichen Bewertung sollten eingesparte kWh Endenergie ehrlich den Zusatzkosten der jeweiligen Einsparinvestitionen zugeordnet werden, um mit einem minimalen oder mit einem fest vorgegebenen investiven Aufwand das maximal mögliche Endenergieeinsparpotenzial zu aktivieren. Und das vorrangig vor förderpolitischen, steuerlichen oder mietrechtlichen "Lösungsmöglich-

keiten". Diese sind zwar eventuell "effizient" im Sinne von "man hat die steuerlichen, mietrechtlichen und förderpolitischen Regeln optimal ausgenutzt", aber nicht unbedingt energetisch und wirtschaftlich effektiv. Unsere Nachfahren werden nachfragen! ♦

Quellen:

[IWU]: Institut Wohnen und Umwelt: www.iwu.de

[brand eins]: Wirtschaftsmagazin brand eins: www.brandeins.de

[cultura21]: Initiative Cultura21. www.Cultura21.de

[DBU1]: Wolff, Dieter [u. a.]: Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln. Wolfenbüttel: Fachhochschule Braunschweig Wolfenbüttel, Projektförderung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), April 2004, veröffentlicht auf www.delta-q.de

[DBU2]: Wolff, Dieter; Jagnow, Kati: OPTIMUS – Optimierung von Heizungsanlagen, Abschlussbericht. Wolfenbüttel: Trainings- & Weiterbildungszentrum Wolfenbüttel, veröffentlicht auf www.delta-q.de

[DISS Jagnow] Jagnow, Kati: Verfahren zur energetischen und wirtschaftlichen Bewertung von Qualitätssicherungsmaßnahmen in der Heizungstechnik. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr.-Ing. an der Fakultät Bauwesen der Uni Dortmund. Wernigerode/Dortmund: Januar 2004, veröffentlicht auf www.delta-q.de

[WI-e-on] Thomas, Stefan [u. a.]: Optionen und Potenziale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen. Wuppertal: Wuppertal Institut, Mai 2006, veröffentlicht auf www.wupperinst.org (Kurzfassung)

[SOLSAN] Wirtschaftliche Instandhaltung – Neue Chancen für Wohnungsbauunternehmen und Mieter durch Solare Modernisierung. Information der Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin und des Verbands Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen



Ihr Partner am Bau mit dem breiten Kompetenz-Netzwerk

Sto | Bewusst bauen.

Mit ihren hoch spezialisierten Tochterunternehmen unterstützt Sie die Sto AG von der Planung bis zur Fertigstellung Ihrer Objekte.

Das Leistungsspektrum der Sto-Gruppe:

- Fassadendämmsysteme
- Farben und Putze für den Außen- und Innenbereich
- Beratung in gestalterischen und technischen Fragen
- Bodenbeschichtungen
- Systeme zur Betoninstandsetzung

Sto AG

Niederlassung Hamburg
Telefon 040 71 37 47-0
[nl.hamburg@sto.eu.com](mailto:nl.hamburg@sto.eu)

Niederlassung Hannover
Telefon 0511 4 1093-10
nl.hannover@sto.eu.com

Niederlassung Rostock
Telefon 038207 657-10
nl.rostock@sto.eu.com