

IB Mellwig · Triftstraße 3 D · 13437 Berlin

**Auftraggeber:**

**IHK Projekte Hannover GmbH  
Schiffgraben 49**

**30175 Hannover**



**Ingenieurbüro für Energieberatung  
Peter Mellwig**

Planung Beratung Energieausweise  
erneuerbare Energien Fördermittel

Triftstraße 3 D  
13437 Berlin-Wittenau

Tel./ Fax: 030 / 847 211 61  
Mobil: 0170 / 292 51 07  
E-Mail: [info@energiespar-beratung.de](mailto:info@energiespar-beratung.de)  
Internet: [www.energiespar-beratung.de](http://www.energiespar-beratung.de)

)

## **Bewertung der Einsparpotenziale von elektronisch gesteuerten Heizkörperventilen anhand von drei verschiedenen Systemen**

**Ingenieurbüro für Energieberatung  
Peter Mellwig**

030 - 847 211 61  
0170 - 292 51 07

Triftstraße 3 D  
13437 Berlin

[info@energiespar-beratung.de](mailto:info@energiespar-beratung.de)  
[www.energiespar-beratung.de](http://www.energiespar-beratung.de)

In dem vorliegenden Gutachten werden die Einsparpotenziale von elektronisch gesteuerten Heizkörperventilen untersucht.

Die gezeigten Systeme werden von der eQ-3 AG produziert und von unterschiedlichen Händlern vertrieben. Die Systeme sind im Einzelnen:

§ FHT 80  
Funk-Heizkörperthermostat-System mit Tür-Fenster-Kontakt

Analysiert wurde der tatsächliche Energieverbrauch einer 141 m<sup>2</sup> großen Wohnung in einem Mehrfamilienhaus aus dem Jahr 1972 in München aus den Jahren 2003 bis 2008, bei seit dem Jahr 2006 elektronische Thermostatventile der Produktreihe FHT80 eingesetzt wurden. Andere energetische Sanierungsmaßnahmen wurden in diesem Zeitraum nicht durchgeführt.

In den betrachteten drei Jahren nach dem Einbau der elektronisch gesteuerten Heizkörperventile wurde um klimatische Einflüsse bereinigt eine Verbrauchsminderung um 37% erzielt. Wird nur der Heizwärmeverbrauch betrachtet, so ist eine Verbrauchsminderung um bis zu 69,4% festzustellen.

§ ETH Comfort 100/200  
Elektronik-Thermostat mit Tür-Fenster-Kontakt

Die Berechnung für ein typisches Einfamilienhaus unter verschiedenen Randbedingungen ergibt ein Einsparpotenzial von 13 – 24%

§ HomeMatic  
Funkhaussteuerung mit Tür-Fenster-Kontakt

Die rechnerische Bewertung ergibt ein Einsparpotenzial von 13 – 24%

Für unsanierte Altbauten ergibt sich ein höheres - relatives und absolutes - Einsparpotenzial durch elektronisch gesteuerte Heizungsventile als für Neubauten.

Elektronisch gesteuerte Heizungsventile haben Effizienz-Vorteile gegenüber einer herkömmlichen Nachtabsenkung. Das berechnete Einsparpotenzial für ein typisches Einfamilienhaus beträgt über 10%.

Mit elektronisch gesteuerten Heizungsventilen kann eine Optimierung des Heizkreises im Sinne eines hydraulischen Abgleichs an den Heizkörpern durchgeführt werden. Das Einsparpotenzial beträgt hier bis zu 20%.

Das Einsparpotenzial der Tür-Fenster-Kontakte wird exemplarisch berechnet. Für den gezeigten Fall beträgt es 567 kWh/a. In der Regel sind elektronisch gesteuerte Heizkörperventile mit Tür Fenster Kontakten in ihrem Einsparpotenzial solchen ohne Tür Fenster Kontakte überlegen. Der Einsatz von Tür-Fenster-Kontakten ergibt ein zusätzliches Einsparpotenzial von 2 – 6%. Bei ansonsten „unvernünftigem“ Verhalten der Bewohner bzw. Gebäudenutzer ist das Einsparungspotential noch erheblich höher.

Eine zusätzliche Steuerung der elektronisch gesteuerten Heizkörperventile durch Software, die es erlaubt die Systeme noch flexibler und einfacher zu steuern und weitere Energiesparpotenziale zu erschließen (Licht, Stand By Geräte), erhöht das Einsparpotenzial zusätzlich und macht die vorgestellten Geräte auch für größere Installationen gut geeignet.

Im Verhältnis zu anderen Maßnahmen zur Realisierung von Einsparpotenzialen bei den Heizkosten für Gebäude, wie Wärmedämmung, Austausch von Fenstern und Erneuerung der Heizanlage, haben elektronisch gesteuerte Heizkörperventile in der Regel ein sehr gutes Kosten-Nutzen Verhältnis. Die Investition kann auch in Teilschritten durchgeführt werden. Aufgrund ihrer Mobilität (einfache Installation, aber auch einfache Deinstallation) sind sie auch für Mieter geeignet.

**Inhalt**

Zusammenfassung .....	2
Inhalt .....	3
1. Einleitung .....	4
2. Bewertung der Regelungssysteme .....	4
2.1 Berechnung des Einsparpotenzials für das System ETH Comfort 100/200 mit Tür-Fenster-Kontakt ...	5
2.1.1 Vorgehensweise .....	5
2.1.2 Funktionsbeschreibung .....	7
2.1.3 Darstellung der Messdaten .....	8
2.1.4 Bewertung .....	12
2.2 Auswertung der vorhandenen Messergebnisse einer realen Wohnung .....	13
2.2.1 Vorgehensweise .....	13
2.2.2 Funktionsbeschreibung ELV FHT 80 .....	13
2.2.3 Zusätzliche Ergonomie und Einsparungen durch Software und Gateways .....	14
2.2.4 Darstellung der Messdaten .....	15
2.2.5 Bewertung .....	18
2.3 Berechnung des Einsparpotenzials für die HomeMatic Funkhaussteuerung .....	19
2.3.1 Vorgehensweise .....	19
2.3.2 Funktionsbeschreibung .....	19
2.3.3 Einsparpotenziale .....	19
2.4 Berechnung des Einsparpotenzials der Tür-Fenster-Kontakte .....	21
2.4.1 Berechnung der Restwärmemenge in den Heizkörpern .....	24
2.4.2 Berechnung anhand der Lufttemperaturdifferenz .....	26
2.4.3 Berechnung anhand der Wassertemperaturdifferenz .....	27
2.5 Weitere Einsparpotenziale von elektronisch gesteuerten Heizungsventilen .....	28
3. Fazit .....	28
4. Anhang .....	29
4.1 Heizkostenabrechnungen .....	29
4.2 Bereinigung des Energieverbrauchs .....	41
4.3 Berechnungsgrundlagen Bedarfsberechnung .....	53

## 1. Einleitung

Der Heizenergiebedarf von Gebäuden hängt ab von der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen. Der Heizenergiebedarf kann vermindert werden, indem die Raumtemperatur von nicht genutzten Räumen abgesenkt wird. Zur Regelung der Raumtemperatur werden im allgemeinen Heizkörperventile eingesetzt.

In der überwiegenden Zahl der Heizungsanlagen werden Thermostatventile zur Einzelraumregelung in Verbindung mit Heizkörpern eingesetzt. Das thermostatische Heizkörperventil ist ein Proportionalregler ohne Hilfsenergie, der auf einem denkbar einfachen Prinzip beruht: Die in einem Raum vorhandene Energie wird verwendet, um die Veränderung der Stellgröße vorzunehmen. Herzstück des Reglers ist dabei ein Ausdehnungselement, das empfindlich auf jede Raumtemperaturänderung reagiert. Üblicherweise handelt es sich hierbei um ein mit Flüssigkeit oder Gas gefülltes Wellrohrelement, das sich bei Erwärmung ausdehnt und so auf das Ventil wirkt, dass die Zufuhr des Heizmediums gedrosselt wird. Sinkt dagegen die Raumtemperatur, wird die Zufuhr des Heizmediums erhöht.

Elektronisch gesteuerte Heizkörperventile können außer der thermostatischen Regelung auch zeitlich abhängige Steuerfunktionen übernehmen, wie Nachtabsenkung oder Absenkungen in regelmäßigen Rhythmen. Je nach Nutzerverhalten führt dies zu einem höheren Komfort oder geringerem Energiebedarf. Funkbasierte Systeme ermöglichen die Steuerung von einer Zentrale aus und das Zusammenfassen mehrerer Heizkörper. Noch weitergehende Möglichkeiten bieten Steuerungssysteme mit Online-Zugang. Sie ermöglichen eine bedarfsgerechte Temperaturführung und eine Kontrolle der Anlage von jedem Zugangspunkt aus.

In dem vorliegenden Bericht werden die Einsparpotenziale von elektronisch gesteuerten Heizkörperventilen dargestellt.

## 2. Bewertung der Regelungssysteme

Im folgenden werden drei unterschiedliche Systeme von elektronisch gesteuerten Heizkörperventilen vorgestellt und ihr Potenzial bezüglich der Einsparung von Heizenergie bewertet. Alle drei Systeme der eQ-3 AG werden unter anderem vertrieben von der ELV Elektronik AG. Die Systeme sind im Einzelnen:

- § ETH Comfort 100/200  
Elektronik-Thermostat mit Tür-Fenster-Kontakt  
rechnerische Bewertung des Einsparpotenzials
- § FHT 80TF  
Funk-Heizkörperthermostat-System mit Tür-Fenster-Kontakt  
Auswertung empirischer Daten
- § HomeMatic  
Funkhaussteuerung mit Tür-Fenster-Kontakt  
rechnerische Bewertung des Einsparpotenzials

## 2.1 Berechnung des Einsparpotenzials für das System ETH Comfort 100/200 mit Tür-Fenster-Kontakt

### 2.1.1 Vorgehensweise

Elektronisch gesteuerte Heizungsventile können Heizwärmeenergie einsparen, indem sie die Raumtemperatur in vorgegebenen Zeiträumen absenken. Der Gebäudenutzer könnte eine ähnliche Einsparung erreichen, wenn er die Raumtemperatur in den gleichen Zeiträumen mittels der Thermostatventile manuell einstellt. In diesem Fall hätte er statt einer Energieeinsparung einen Komfortgewinn durch die elektronisch gesteuerten Heizungsventile.

In den folgenden Berechnungen wird stets davon ausgegangen, dass der Nutzer die Thermostatventile nicht betätigt. Für ein Mustergebäude werden Gebäudeenergiebilanzen gemäß DIN 4107-6 und DIN V 4701-10 aufgestellt. Die Berechnungen werden mit dem Programm ENERGIEBERATER PLUS 7.0.2 von Hottgenroth Software durchgeführt.

Als Mustergebäude dient ein reales Gebäude, das einen typischen Standard aufweist:

Baujahr:	1935
Personen:	3
Anzahl der Wohneinheiten:	1 Wohneinheit
Anzahl der Vollgeschosse:	1
Außenwände:	monolithisches Mauerwerk aus Vollsteinen außen und innen verputzt
Dach:	Steildach mit Tonziegeln
Kellerdecke:	Stahlsteindecke mit Dielung
Geschossdecken:	Holzbalkendecken
Nutzung des Kellers:	das Gebäude ist voll unterkellert, unbeheizt, Nutzung für Haustechnik und als Lagerkeller
Fenster:	2 Fenster mit 1-fach-Verglasung Fenster im OG überwiegend Wärmeschutzverglasung, 2003 Fenster im EG überwiegend Kastendoppelfenster
Eingangstür:	leichte Holztür, 1935
besondere Wärmebrücken:	Gaube auf Nordost-Dach geometrische Wärmebrücken an Außenecken und Garagenanschluss
wärmetechnische Investitionen:	Ausbau des Spitzbodens mit Zwischensparrendämmung der Dachschrägen, ca. 10 cm Mineralfaserdämmstoff Austausch von Fenstern gegen Wärmeschutzverglasung, 2003
Lage des Gebäudes:	Wohngebiet mit aufgelockerter Bebauung windschwache Gegend
Beheiztes Volumen $V_e$ :	411 m <sup>3</sup>
Nutzfläche $A_n$ nach EnEV:	132 m <sup>2</sup>
Lüftung:	Das Gebäude wird mittels Fensterlüftung belüftet.
Lüftungswärmeverluste:	im Wohnbereich keine auffälligen Zuglufterscheinungen, Fenster und Türen zum Teil ohne Dichtungen



Um zu zeigen, wie hoch der Einfluss einzelner Faktoren auf die erzielbare Energieeinsparung ist, werden mehrere Rechengänge durchgeführt. In jedem Rechengang werden drei Varianten betrachtet:

- § Referenzvariante, in der mit einem Absenkezeitraum der Raumtemperaturen von 7 Stunden täglich gerechnet wird (gem. Energieeinsparverordnung EnEV)
- § Variante 1: zusätzlicher Absenkezeitraum von 4 Stunden täglich (z.B. 8:00 – 12:00, Schulkinder, Halbtagsstätigkeit)
- § Variante 2: zusätzlicher Absenkezeitraum von 8 Stunden täglich (z.B. 8:00 – 16:00, Vollzeittätigkeit)

In den Rechengängen werden die folgenden Parameter variiert:

- § Nutzerverhalten
  - EnEV  
die Randbedingungen werden gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) angesetzt
  - sparsam  
entspricht dem realen Verbrauch der realen Gebäudebewohner  
unbeheizte Bereiche, abgesenkte Raumtemperaturen und Luftwechselraten
  - Komfort  
erhöhte Raumtemperaturen und Luftwechselraten
- § energetischer Standard
  - 1935  
typischer baulicher Standard für ein Gebäude dieses Baujahres
  - EnEV 2009  
Neubauanforderung gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)  
gut gedämmte Gebäudehülle, moderne Heizungstechnik mit Solaranlage

	Referenz	Variante 1	Variante 2
Randbedingungen Nutzerverhalten	EnEV	EnEV	EnEV
Dauer der Absenkung [h/d]	7	11	15
energetischer Standard	1935	1935	1935

	Referenz	Variante 1	Variante 2
Randbedingungen Nutzerverhalten	EnEV	EnEV	EnEV
Dauer der Absenkung [h/d]	7	11	15
energetischer Standard	EnEV 2009	EnEV 2009	EnEV 2009

	Referenz	Variante 1	Variante 2
Randbedingungen Nutzerverhalten	sparsam	sparsam	sparsam
Dauer der Absenkung [h/d]	7	11	15
energetischer Standard	1935	1935	1935

	Referenz	Variante 1	Variante 2
Randbedingungen Nutzerverhalten	Komfort	Komfort	Komfort
Dauer der Absenkung [h/d]	7	11	15
energetischer Standard	1935	1935	1935

### 2.1.2 Funktionsbeschreibung

Das Elektronik-Thermostat ETH Comfort 100/200 regelt zeitgesteuert die Raumtemperatur. Der Stellantrieb bewegt ein Ventil, um den Wärmezustrom am Heizkörper zu steuern. In einem Wochenprogramm lassen sich für jeden Wochentag separat bis zu 3 Heizphasen (7 Schaltzeitpunkte) einstellen. Die Programmierung erfolgt für die ausgewählten Tage, wobei für einen Zeitraum von 00:00 bis 23:59 Temperaturen hinterlegt werden.

Über einen Funkempfänger kann das Gerät Befehle von angelernten Systemkomponenten empfangen wie Fernbedienung und Fensterkontakte sowie 1 Wandthermostat.

Der Stellantrieb regelt beim Lüften die Temperatur, um Heizkosten zu sparen. Dies kann in zwei Varianten geschehen:

- § Ohne Fensterkontakt: Der Stellantrieb erkennt eine stark absinkende Temperatur durch das Lüften automatisch. Fenster-auf-Temperatur und -Zeit sind einstellbar.
- § Mit angelerntem Fensterkontakt: Die Temperatur wird nur während der Fensteröffnung heruntergeregelt. Die Fenster-auf-Temperatur ist einstellbar.



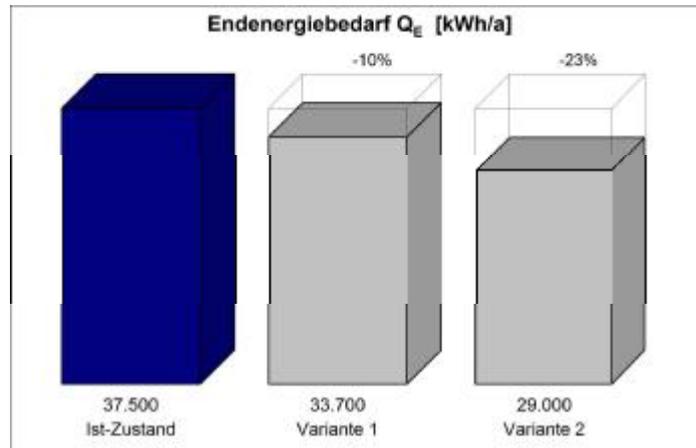
ETH Comfort 100/200  
(Foto: ELV)

### 2.1.3 Darstellung der Messdaten

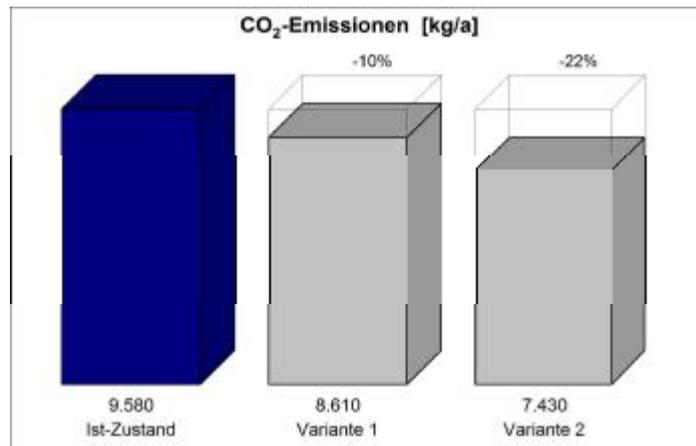
- § Nutzerverhalten
  - EnEV: die Randbedingungen werden gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) angesetzt
- § energetischer Standard
  - 1935: typischer baulicher Standard für ein Gebäude dieses Baujahres

	Referenz	Variante 1	Variante 2
Randbedingungen Nutzerverhalten	EnEV	EnEV	EnEV
Dauer der Absenkung [h/d]	7	11	15
energetischer Standard	1935	1935	1935

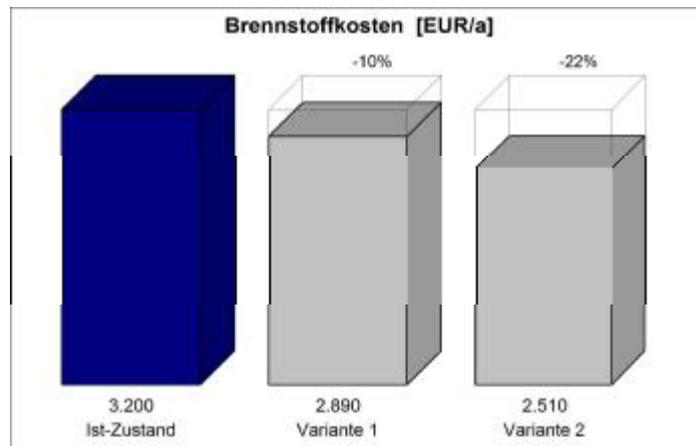
Ist-Zustand - 7 h Absenkung  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



Ist-Zustand - 7 h Absenkung  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



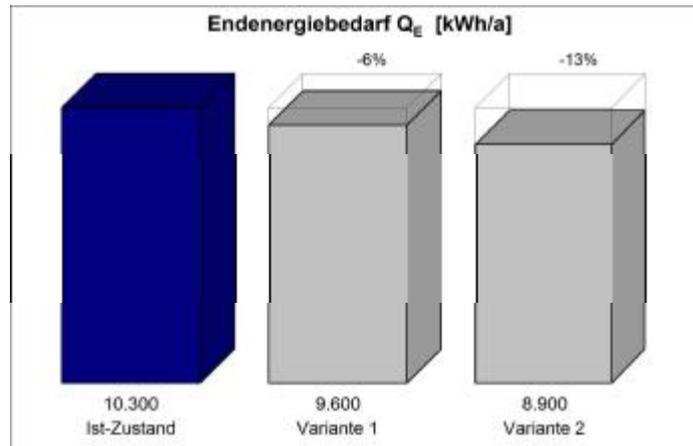
Ist-Zustand - 7 h Absenkung  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



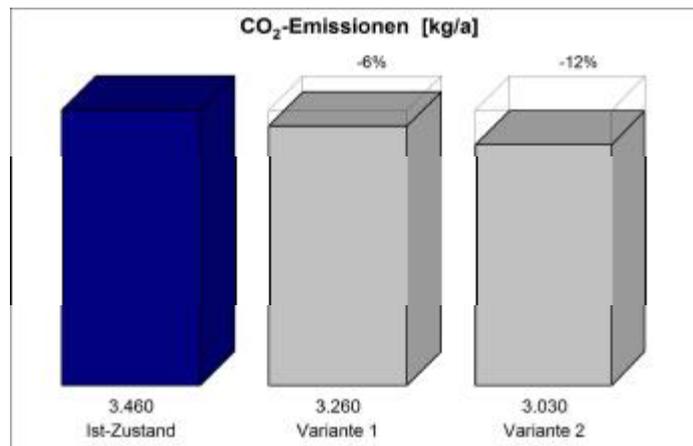
- § Nutzerverhalten
  - EnEV: die Randbedingungen werden gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) angesetzt
- § energetischer Standard
  - EnEV 2009  
Neubauanforderung gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)  
gut gedämmte Gebäudehülle, moderne Heizungstechnik mit Solaranlage

	Referenz	Variante 1	Variante 2
Randbedingungen Nutzerverhalten	EnEV	EnEV	EnEV
Dauer der Absenkung [h/d]	7	11	15
energetischer Standard	EnEV 2009	EnEV 2009	EnEV 2009

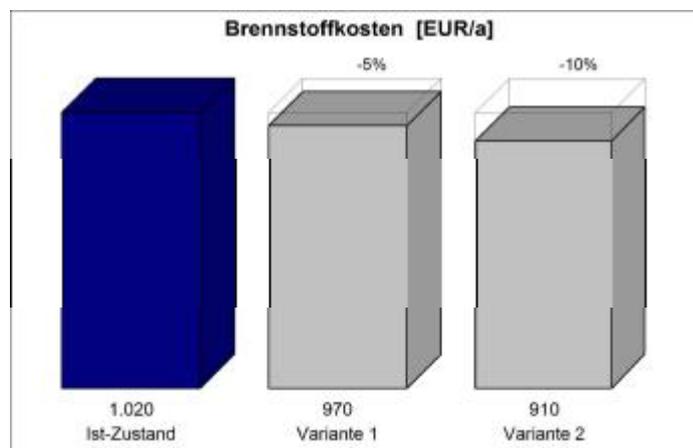
Var.0 - EnEV-Referenzgebäude  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



Var.0 - EnEV-Referenzgebäude  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



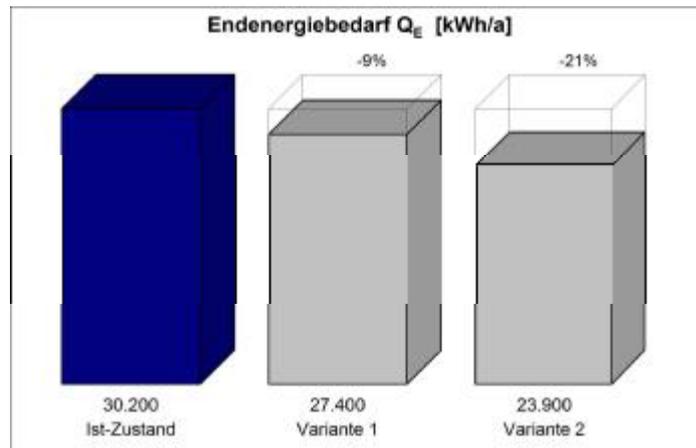
Var.0 - EnEV-Referenzgebäude  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



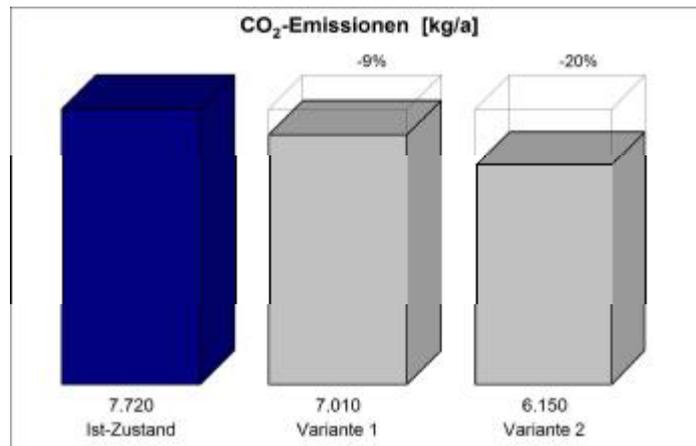
- § Nutzerverhalten
  - sparsam: entspricht dem realen Verbrauch der realen Gebäudebewohner unbeheizte Bereiche, abgesenkte Raumtemperaturen und Luftwechselraten
- § energetischer Standard
  - 1935: typischer baulicher Standard für ein Gebäude dieses Baujahres

	Referenz	Variante 1	Variante 2
Randbedingungen Nutzerverhalten	sparsam	sparsam	sparsam
Dauer der Absenkung [h/d]	7	11	15
energetischer Standard	1935	1935	1935

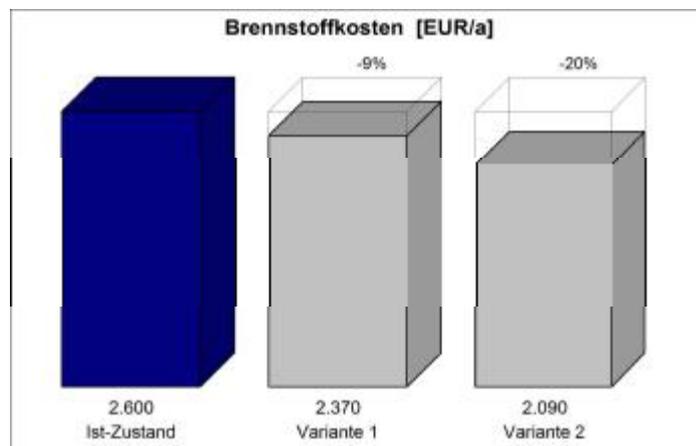
Ist-Zustand - 7 h Absenkung  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



Ist-Zustand - 7 h Absenkung  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



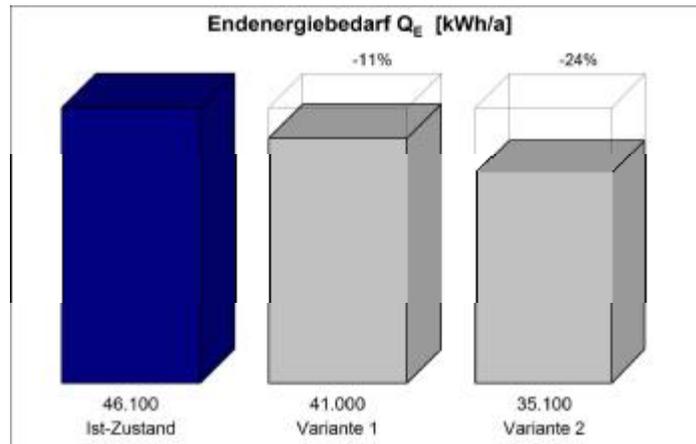
Ist-Zustand - 7 h Absenkung  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



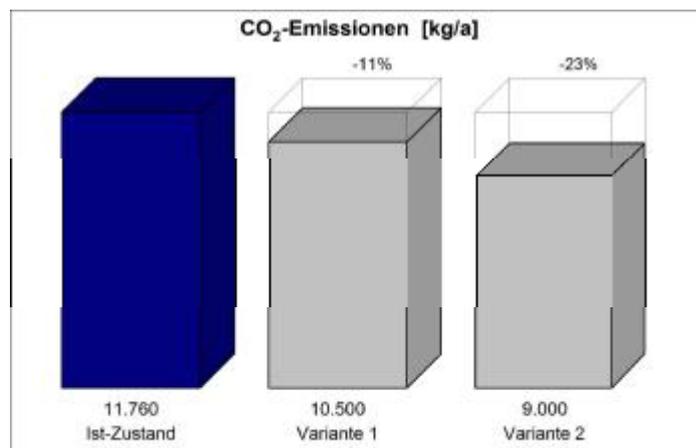
- § Nutzerverhalten
  - Komfort: erhöhte Raumtemperaturen und Luftwechselraten
- § energetischer Standard
  - 1935: typischer baulicher Standard für ein Gebäude dieses Baujahres

	Referenz	Variante 1	Variante 2
Randbedingungen Nutzerverhalten	Komfort	Komfort	Komfort
Dauer der Absenkung [h/d]	7	11	15
energetischer Standard	1935	1935	1935

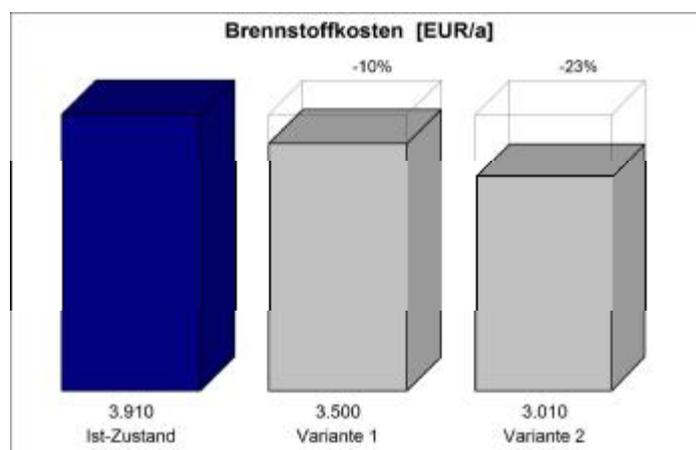
Ist-Zustand - 7 h Absenkung  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



Ist-Zustand - 7 h Absenkung  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung

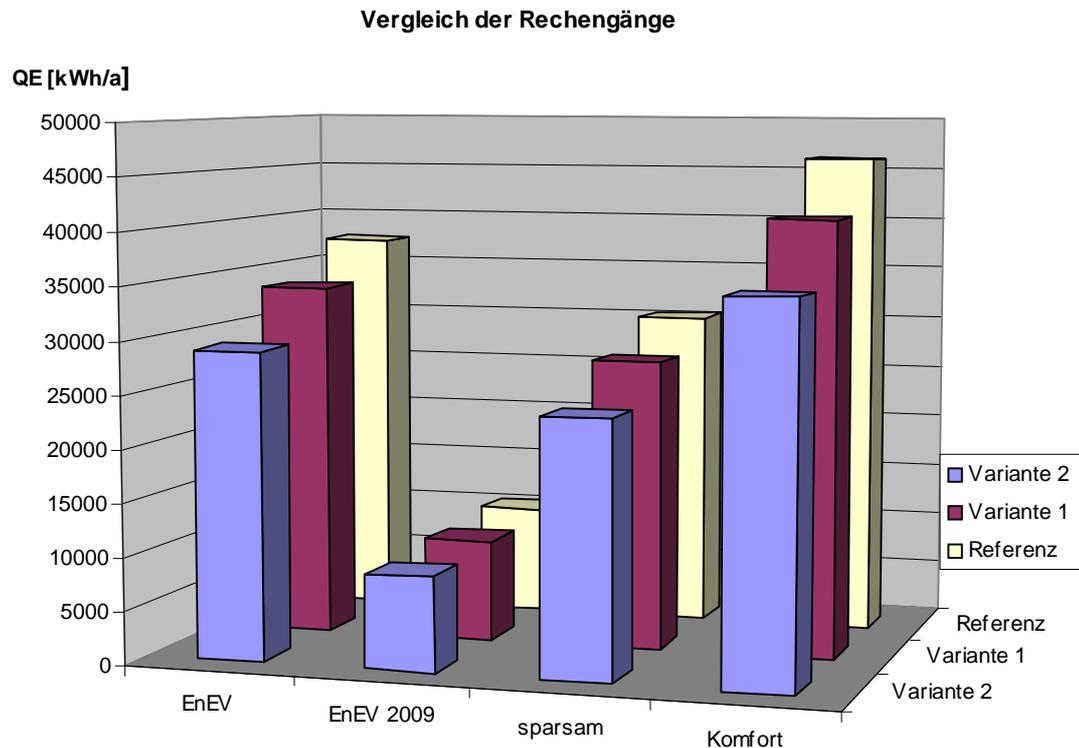


Ist-Zustand - 7 h Absenkung  
 Var.1 - 11 h Absenkung  
 Var.2 - 15 h Absenkung



## 2.1.4 Bewertung

Die Ergebnisse der Endenergie für alle Varianten werden in der folgenden Grafik gegenübergestellt.



Die Rechengänge „EnEV“ und „EnEV 2009“ unterscheiden sich nur hinsichtlich des energetischen Gebäudestandards. Das Nutzerverhalten ist jeweils gleich. Die Rechengänge „EnEV“, „sparsam“ und „Komfort“ unterscheiden sich nur hinsichtlich des Nutzerverhaltens. Der energetische Gebäudestandard ist jeweils gleich.

Das geringste Einsparpotenzial durch den Einbau der elektronisch gesteuerten Heizungsventile ergibt sich in dem energetisch hochwertigen Gebäude nach EnEV 2009-Standard. Hier wird bei einem zusätzlichen Absenkezeitraum von 8 Stunden täglich (Variante 2) nur eine Endenergieeinsparung von 13% gegenüber dem Referenzwert erreicht.

Für unsanierte Altbauten ergibt sich demnach ein höheres - relatives und absolutes - Einsparpotenzial durch elektronisch gesteuerte Heizungsventile als für Neubauten.

Das höchste Einsparpotenzial durch den Einbau der elektronisch gesteuerten Heizungsventile ergibt sich bei dem komfortorientierten Nutzerverhalten. Hier wird bei einem zusätzlichen Absenkezeitraum von 8 Stunden täglich (Variante 2) eine Endenergieeinsparung von 24% gegenüber dem Referenzwert erreicht. Für komfortorientierte Nutzer ergibt sich demnach ein höheres - relatives und absolutes - Einsparpotenzial durch elektronisch gesteuerte Heizungsventile als für sparsame Nutzer.

## 2.2 Auswertung der vorhandenen Messergebnisse einer realen Wohnung

### 2.2.1 Vorgehensweise

Für eine reale Wohnung in München werden die Verbrauchsabrechnungen über einen Zeitraum von sechs Jahren ausgewertet. In den Jahren 2003 bis 2005 waren herkömmliche Thermostatventile montiert. In den Jahren 2006 bis 2008 war die gesamte Wohnung mit dem Funk-Heizkörperthermostat-System mit Tür-Fenster-Kontakt FHT 80 der Firma eQ-3 AG ausgestattet.

Die Wohnung befindet sich in einem Mehrfamilienhaus, Baujahr 1972. Sie hat eine Wohnfläche von 141 m<sup>2</sup> und wird von zwei Personen bewohnt. Das Gebäude wurde im betrachteten Zeitraum nicht energetisch saniert.

Die Verbrauchsabrechnungen wurden von einem Abrechnungsdienstleister erstellt.

Die Verbrauchsdaten werden witterungsbereinigt, um den klimatischen Einfluss herauszurechnen. Ein Leerstand ist in dem betrachteten Zeitraum nicht zu berücksichtigen.

Die bereinigten Daten werden ausgewertet und grafisch dargestellt.

### 2.2.2 Funktionsbeschreibung FHT 80

Das System FHT 80 von dem Anbieter eQ-3 besteht aus einer Regeleinheit und einem oder mehreren Ventilantrieben. Das System ist für die Regelung einzelner Räume konzipiert. In der Regeleinheit FHT 80B wird die Raumtemperatur gemessen und mit der durch das Zeitprogramm bzw. der manuell vorgegebenen Solltemperatur verglichen. Aus der Differenz errechnet der Regelalgorithmus die erforderliche Ventilstellung, um die gewünschte Temperatur zu erreichen. In einem Takt von ca. 2 Minuten werden per Funk Befehle zu dem am Heizkörper montierten Ventilantrieb übertragen, der die zugeführte Heizwärme entsprechend reguliert. Die Fenster werden mit einem Tür-Fenster-Kontakt FHT 80TF überwacht. Während des Lüftens senkt die Regeleinheit automatisch die Solltemperatur ab. Nach dem Schließen der Fenster kehrt der Regler zur ursprünglichen Temperatur zurück.

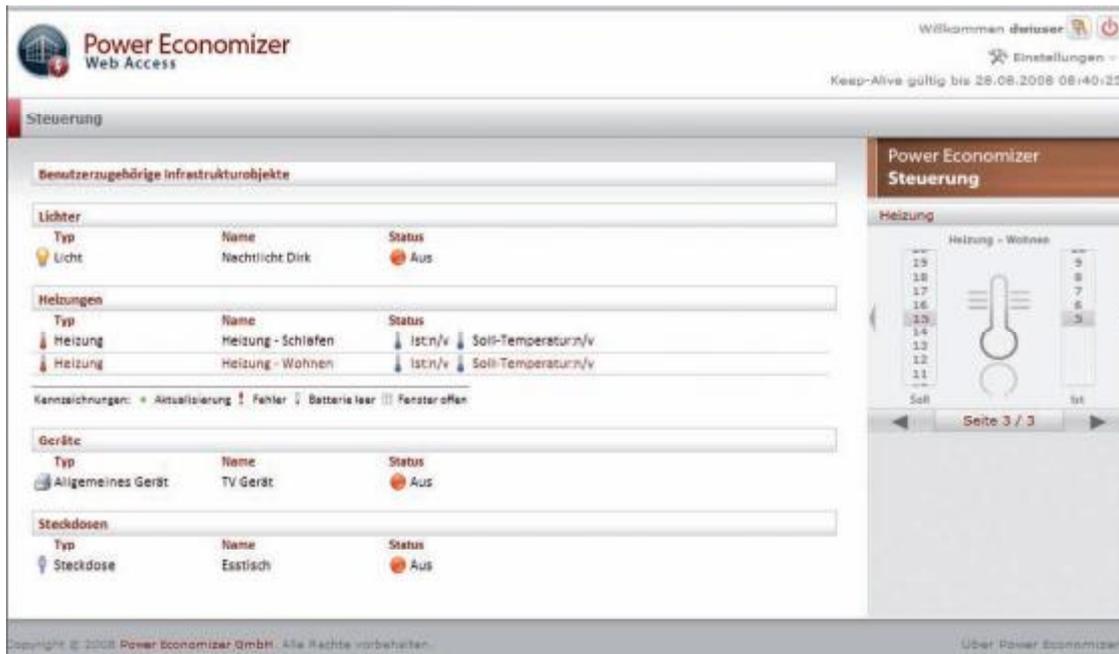


FHT 80 bestehend aus Ventilantrieb, Regeleinheit FHT 80B und Tür-Fenster-Kontakt FHT 80TF (v.l.n.r.)  
(Foto: ELV)

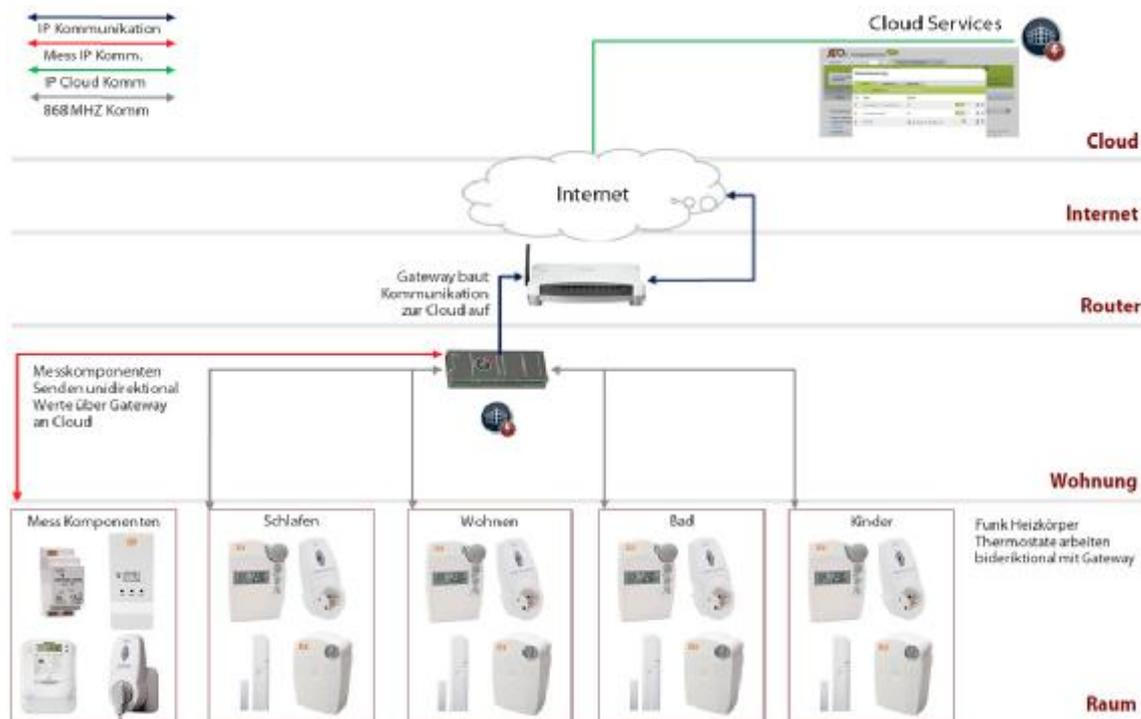
2.2.3 Zusätzliche Ergonomie und Einsparungen durch Software und Gateways

Das Erstellen von Zeitprogrammen kann über ein Web-Interface geschehen. Abweichungen von den Zeitprogrammen lassen sich an der Regelung einstellen. Mittels Gateways lassen sich die FHT Produkte über den Einsatz für einzelne Räume hinaus auch zu Steuerungen ganzer Wohnungen und/oder Gebäude integrieren. Es wird auch eine Steuerung des Hauses über Mobiltelefone und das Internet möglich.

Das LAN-Funk-Gateway I, kurz LFG, ist die Schnittstelle zwischen den Regelungsgeräten des Benutzers und dem Web-Interface zur Bedienung (Konfiguration, Bedienung, Information) über die Power Economizer Software.



Steuerungssoftware Power Economizer (Bild: PECO Software)

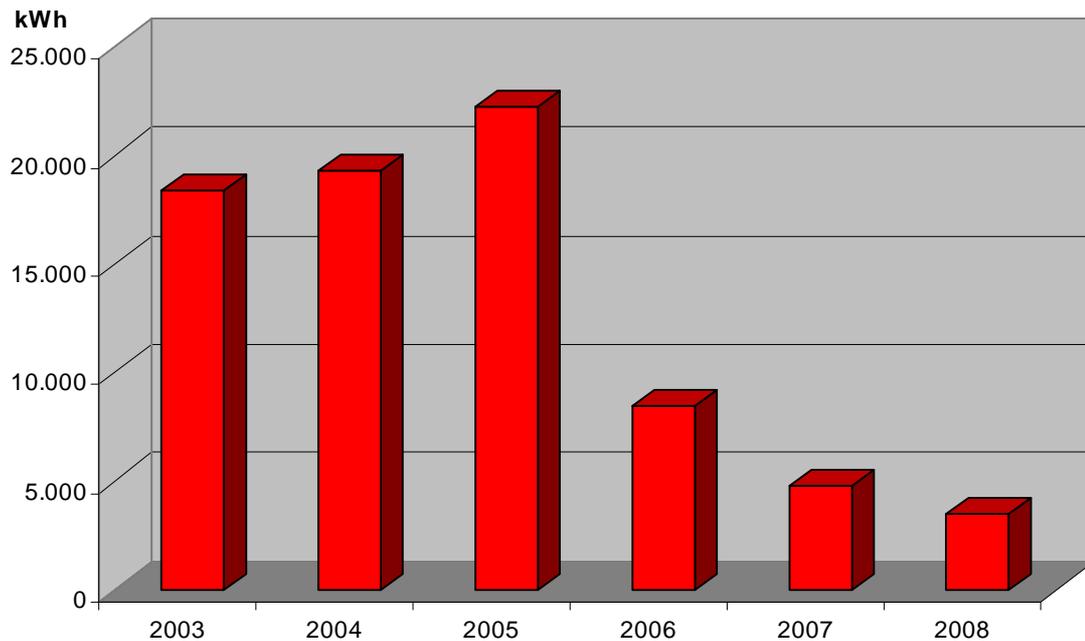


Heizungssteuerung für mehrere Räume mit Verbindung zum Internet (Bild: PECO Software)

## 2.2.4 Darstellung der Messdaten

Die Heizkostenabrechnungen sind im Anhang zu finden. Die Ergebnisse werden im folgenden grafisch gezeigt.

Im Jahr 2006 wurden die vorhandenen Thermostatventile vom Mieter ausgetauscht gegen das System FHT 80 von dem Anbieter eQ-3.



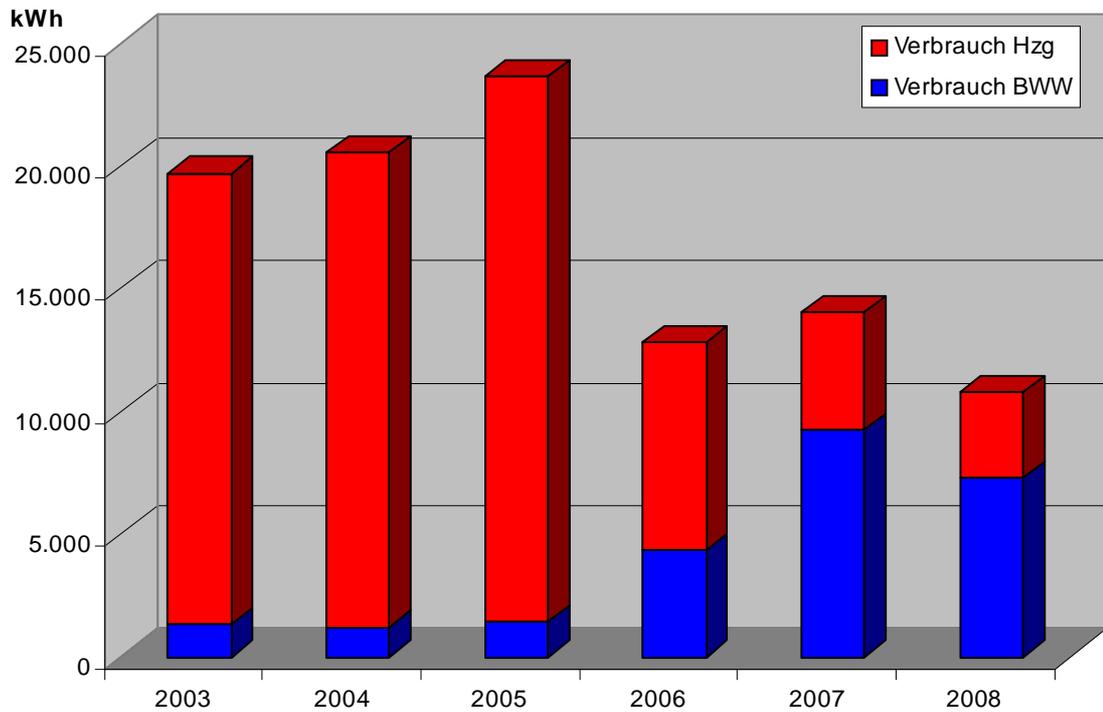
**Abb. 1 Verbrauch Heizung**

Deutlich erkennbar ist der starke Rückgang ab dem Jahr 2006. Der durchschnittliche Heizwärmeverbrauch in den Jahren 2006 bis 2008 liegt um 72,1% unter dem Durchschnittsverbrauch der Jahre 2003 bis 2005.

Im betrachteten Zeitraum haben sich die Abrechnungsmodalitäten wie folgt verändert:

- § im Jahr 2003 wurde der Brauchwarmwasserverbrauch gemessen
- § im Jahr 2004 wurden die Kosten des Brauchwarmwasserverbrauchs mit 18% des Gesamtverbrauchs angesetzt; eine Messung fand parallel statt
- § im Jahr 2005 wurde die Abrechnung des Heizwärmeverbrauchs von einem Schlüssel 50/50 auf 70/30 umgestellt
- § im Jahr 2006 wurde die Abrechnung des Brauchwarmwasserverbrauchs sowohl mit Stricheinheiten als auch mit einer individuellen Messung durchgeführt
- § im Jahr 2007 wurde die Abrechnung des Brauchwarmwasserverbrauchs mit Stricheinheiten abgeschafft

Abbildung 2 zeigt die Summen aus Heizwärmeverbrauch und Brauchwasserwärmeverbrauch. Deutlich erkennbar ist der Anstieg des Brauchwasserwärmeverbrauchs ab 2006. Es ist nicht nachvollziehbar, ob dies an den geänderten Messmethoden liegt.

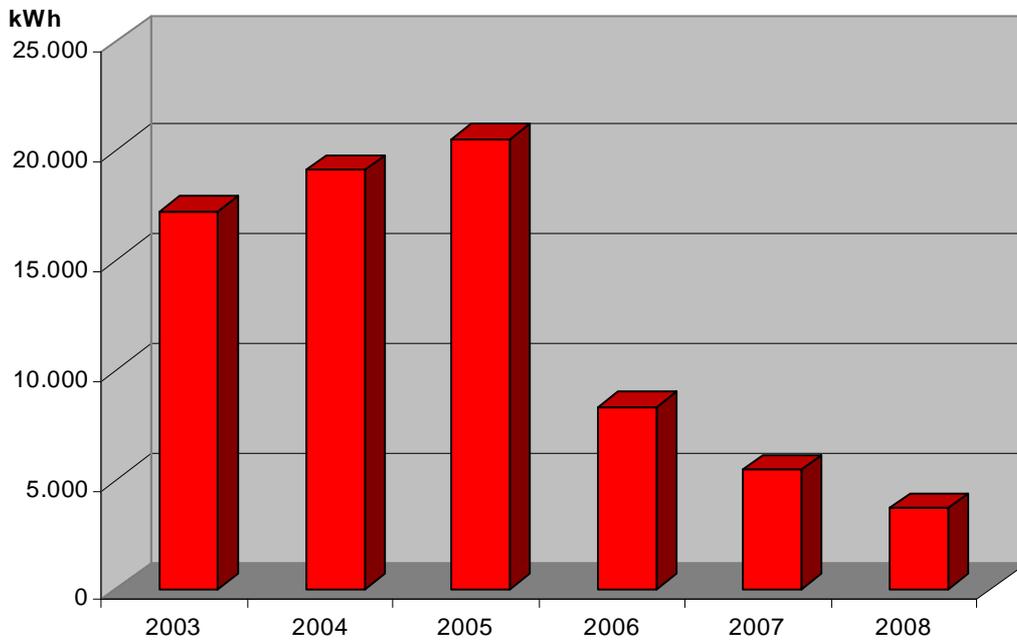


**Abb. 2 Verbrauch Heizung plus Brauchwarmwasser**

Der durchschnittliche Brauchwasserwärmeverbrauch in den Jahren 2006 bis 2008 liegt um 424,3% über dem Durchschnittsverbrauch der Jahre 2003 bis 2005.

Der durchschnittliche Endenergieverbrauch in den Jahren 2006 bis 2008 liegt um 41,1% unter dem Durchschnittsverbrauch der Jahre 2003 bis 2005.

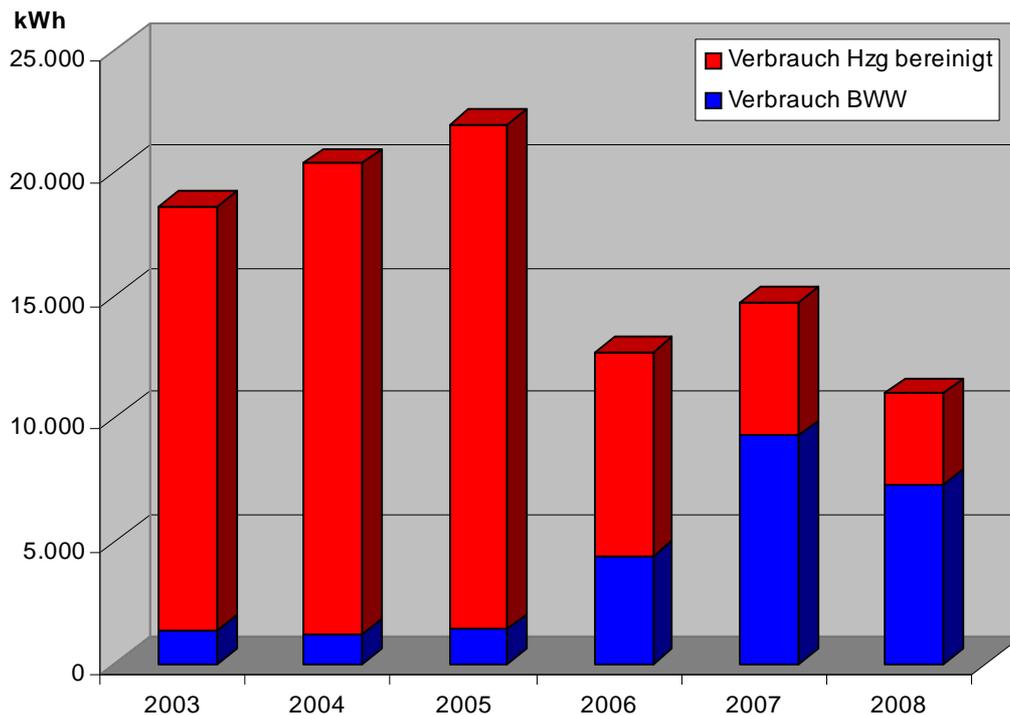
Die Verbrauchsdaten werden witterungsbereinigt, um den klimatischen Einfluss herauszurechnen.



**Abb. 3 bereinigter Verbrauch Heizung**

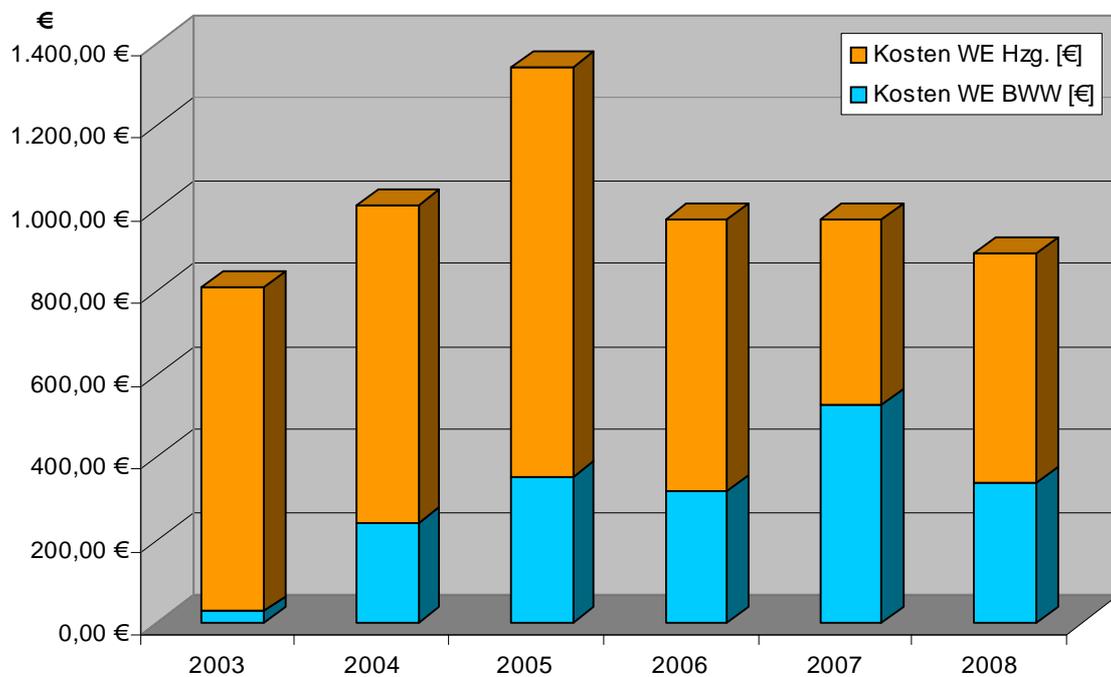
Der durchschnittliche bereinigte Heizwärmeverbrauch in den Jahren 2006 bis 2008 liegt um 69,4% unter dem Durchschnittsverbrauch der Jahre 2003 bis 2005.

Zu Vergleichszwecken werden die Brauchwasserwärmeverbräuche hinzugefügt. Diese werden nicht bereinigt, da sie keinen Witterungseinflüssen unterliegen.



**Abb. 4 bereinigter Verbrauch Heizung plus Brauchwarmwasser**

Der durchschnittliche bereinigte Endenergieverbrauch in den Jahren 2006 bis 2008 liegt um 37% unter dem Durchschnittsverbrauch der Jahre 2003 bis 2005.



**Abb. 5 Energiekosten**

Abbildung 5 zeigt die Wärmeenergiekosten, wie sie von dem Abrechnungsdienstleister aufgestellt wurden.

Die durchschnittlichen Heizenergiekosten in den Jahren 2006 bis 2008 liegen um **34,4% unter** den Durchschnittskosten der Jahre 2003 bis 2005.

Die durchschnittlichen Brauchwasserenergiekosten in den Jahren 2006 bis 2008 liegen um **88,7% über** den Durchschnittskosten der Jahre 2003 bis 2005.

Die durchschnittlichen Gesamtenergiekosten in den Jahren 2006 bis 2008 liegen um **10,0% unter** den Durchschnittskosten der Jahre 2003 bis 2005.

### 2.2.5 Bewertung

Im Zeitraum vor dem Einbau der elektronisch gesteuerten Heizkörperventile betrug der bereinigte jährliche spezifische Wärmeenergieverbrauch durchschnittlich 144 kWh/m<sup>2</sup>a.

Die Höhe des Wertes ist für eine Wohnung dieser Größe und dieses Baualters als durchschnittlich bis leicht erhöht zu betrachten, je nach Lage der Wohnung im Gebäude.

In den betrachteten drei Jahren nach dem Einbau der elektronisch gesteuerten Heizkörperventile betrug der bereinigte jährliche spezifische Wärmeenergieverbrauch durchschnittlich 91 kWh/m<sup>2</sup>a. Dies entspricht einer Verbrauchsminderung um 37%.

Von den elektronisch gesteuerten Heizkörperventilen wird nur der Heizwärmeverbrauch beeinflusst. Der Brauchwasserwärmeverbrauch bleibt davon unberührt. Wird nur der Heizwärmeverbrauch betrachtet, so ist eine Verbrauchsminderung um 69,4% festzustellen.

Die folgenden Faktoren haben einen großen Einfluss auf das Ergebnis, können jedoch nicht bewertet werden: Raumtemperatur, Nachtabsenkung, wirksame Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes, Wärmedämmstandard des Gebäudes, Lüftungswärmeverluste, Effizienz der Heizungsanlage u.v.a.m

## 2.3 Berechnung des Einsparpotenzials für die HomeMatic Funkhaussteuerung

### 2.3.1 Vorgehensweise

Elektronisch gesteuerte Heizungsventile können Heizwärmeenergie einsparen, indem sie die Raumtemperatur in vorgegebenen Zeiträumen absenken. Der Gebäudenutzer könnte eine ähnliche Einsparung erreichen, wenn er die Raumtemperatur in den gleichen Zeiträumen mittels der Thermostatventile manuell einstellt. In diesem Fall hätte er statt einer Energieeinsparung einen Komfortgewinn durch die elektronisch gesteuerten Heizungsventile. In den Berechnungen wird stets davon ausgegangen, dass der Nutzer die Thermostatventile nicht betätigt.

Da das Nutzerverhalten die entscheidende Einflussgröße für das Einsparpotenzial des Systems HomeMatic ist, ergibt sich bei gleichem Nutzerverhalten die gleiche Einsparung wie beim Heizungssteller ETH Comfort 100/200 (siehe 2.2).

Das Potenzial durch die zusätzlichen Funktionen des Systems HomeMatic ist stark von den Abweichungen im Nutzerverhalten abhängig.

### 2.3.2 Funktionsbeschreibung

Die HomeMatic Funkhaussteuerung ist ein funkbasiertes System zur Einzelraumtemperaturregelung. Es ist geeignet für die Nachrüstung in bestehenden Wohnungen bzw. Häusern, da zwischen Hauptregler und den Raumreglern eine Funkverbindung besteht und keine Leitungen verlegt werden müssen.

Der Stellantrieb bewegt ein Ventil um den Zustrom des Wärmeträgers in den Heizkörper zu steuern. Die Ventilposition ( 0 % = geschlossen – 100 % = geöffnet) wird vom Wandthermostat per Funk übermittelt. Beim Öffnen von Fenster oder Terrassentür wird die Temperatur automatisch herabgesenkt.

Der Raumregler wird typischerweise an einer Wand montiert und steuert bis zu 8 Funkventile im gleichen Raum, bzw. in der gleichen Zone.

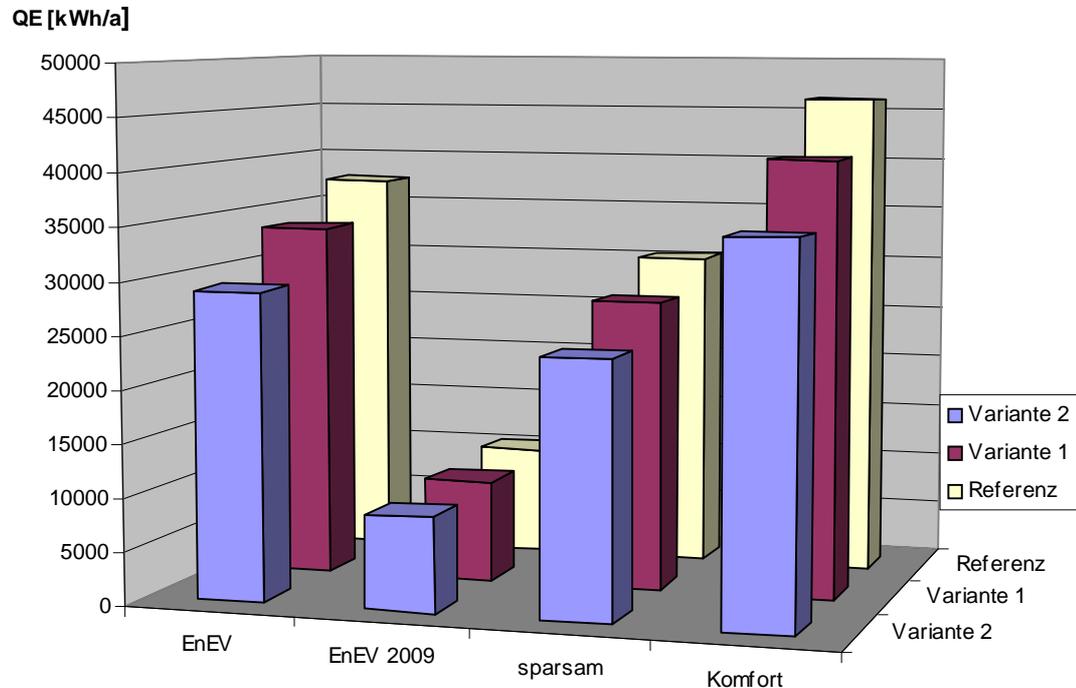
### 2.3.3 Einsparpotenziale

Da das Nutzerverhalten die entscheidende Einflussgröße für das Einsparpotenzial des Systems HomeMatic ist, ergibt sich bei gleichem Nutzerverhalten die gleiche Einsparung wie beim Heizungssteller ETH Comfort 100/200 (siehe 2.2).

Die Einsparpotenziale bei einer zusätzlichen Absenkdauer von 8 Stunden (wie unter 2.2 beschrieben) sind:

- § 23% Endenergieeinsparung bei einem typischen Altbau und Nutzungsrandbedingungen gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV)
- § 13% Endenergieeinsparung bei einem Neubau gemäß EnEV 2009 und Nutzungsrandbedingungen gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV)
- § 21 % Endenergieeinsparung bei einem typischen Altbau und sparsamem Nutzerverhalten
- § 24 % Endenergieeinsparung bei einem typischen Altbau und komfortorientiertem Nutzerverhalten

### Vergleich der Rechengänge



Für bestimmte Nutzergruppen ist ein starrer Wochenzeitplan, wie ihn die bisher gezeigten elektronisch gesteuerten Heizkörperventile bieten, nicht praktikabel. Solche Nutzer sind zum Beispiel:

- § Schichtarbeiter
- § Flugpersonal
- § Berufe mit Reisetätigkeit
- § u.v.a.m.

Solche Nutzer können die Einsparpotenziale nur realisieren, wenn sie die Heizung manuell steuern. Dies wird durch eine zentralisierte Steuermöglichkeit, wie das HomeMatic-System sie bietet, komfortabler. Durch die Möglichkeit der Fernverstellung durch das Internet bzw. mit dem Funktelefon kann die Raumtemperatur bereits vor dem Eintreffen im Gebäude erhöht werden.

Das Einsparpotenzial hängt direkt mit der Nutzungsdauer zusammen. Wenn eine längere durchschnittliche Absenkdauer als die oben angesetzten 8 Stunden möglich ist, können die genannten Einsparungen übertroffen werden.

## 2.4 Berechnung des Einsparpotenzials der Tür-Fenster-Kontakte

Die Energieeinsparverordnung schreibt vor, dass bei zu errichtenden Gebäuden "... die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist." Um dennoch den hygienisch erforderlichen Luftwechsel in den Gebäuden zu gewährleisten, empfiehlt das Umweltbundesamt (UBA) „mehrmaliges kurzes (5-10 min, je nach Zahl und Anordnung der Fenster), intensives Lüften im Laufe des Tages“. Allgemein wird empfohlen, die Thermostatventile während dieser Zeit zu schließen. Wenn die Thermostatventile nicht geschlossen werden, werden sie durch die einfallende kalte Luft heruntergekühlt. In der Folge wird das Ventil zum Heizkörper vollständig geöffnet, was erhöhte Wärmeverluste verursacht. Nach beendeter Stoßlüftung sollen die Thermostatventile wieder in die reguläre Stellung gebracht werden.

Die Tür-Fenster-Kontakte FHT 80TF der Firma eQ-3 registrieren, wenn Fenster oder Türen geöffnet werden. Über ein Funksignal werden dann die Heizkörperventile geschlossen. Nach dem Schließen der Fenster kehrt der Regler zur ursprünglichen Temperatur zurück.

Die folgenden Szenarien werden gegenübergestellt:

- § Stoßlüftung mit herkömmlichen Thermostatventilen, die nicht manuell abgedreht werden
- § Stoßlüftung mit eQ-3-Systemen mit Tür-Fenster-Kontakten

Es werden zwei Rechenverfahren dargestellt, um die vermiedenen Wärmeverluste näherungsweise zu berechnen und um zu zeigen, dass die getroffenen Annahmen praxisnah sind.

- § Berechnung anhand der Lufttemperaturdifferenz
- § Berechnung anhand der Wassertemperaturdifferenz

Sehr viele Faktoren haben erheblichen Einfluss auf das Ergebnis, können aber in dieser einfachen Näherung nicht einbezogen werden. Dies sind zum Beispiel:

- § wirksame Wärmespeicherfähigkeit des Raumes
- § Art des Heizkörpers
- § Überdimensionierung der Heizkörper
- § Abgleich des Heizkreises
- § Einbaulage / Abschirmung des Thermostatkopfes
- § Führungsgröße der Heizungsregelung
- § Art und Größe der Heizkreispumpe

Um eine vereinfachte Berechnung zu ermöglichen, werden praxisnahe Annahmen getroffen.

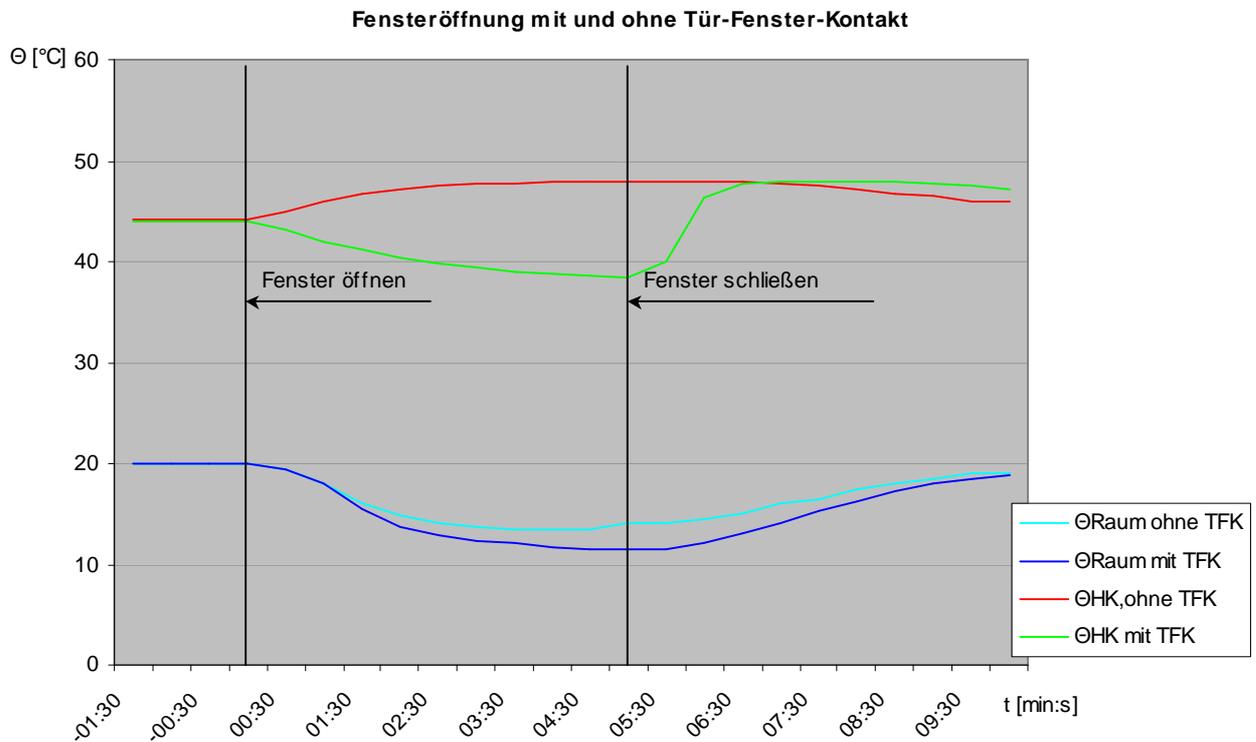
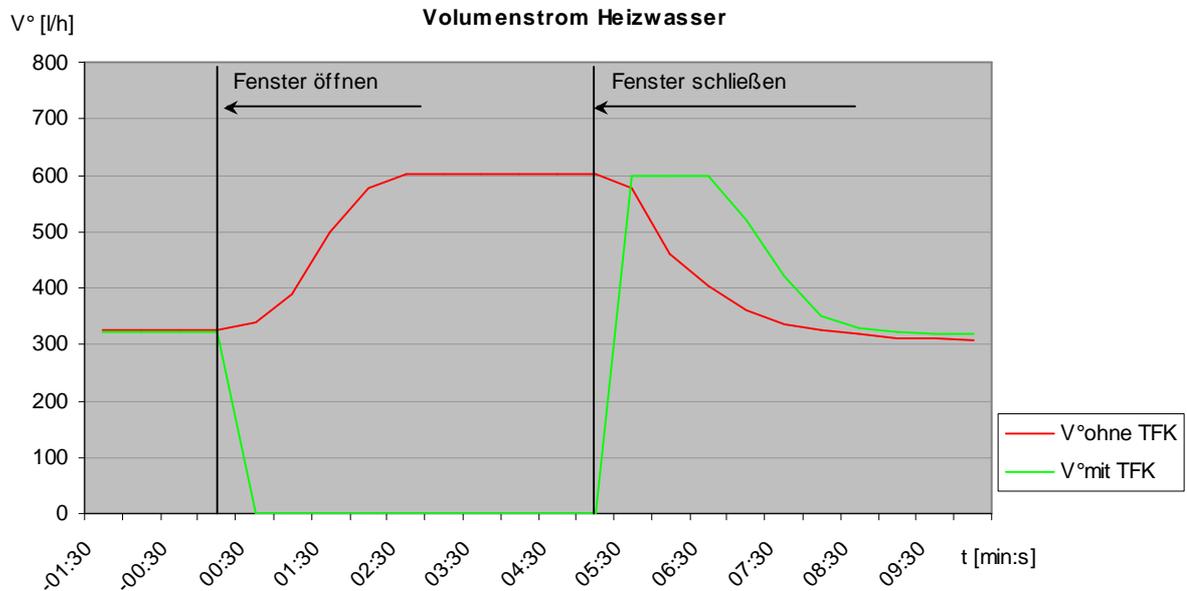
Die folgenden Daten seien gegeben:

			Einfamilienhaus
	1935		Baujahr
			unsaniert
$Q^{\circ}_H$	14	kW	Heizlast nach DIN 12831
			witterungsgeführte Heizungsregelung
			Niedertemperaturkessel
A	140	m <sup>2</sup>	beheizte Wohnfläche
H	2,80	m	mittlere Raumhöhe
t	450	s	Dauer der Stoßlüftung
$\rho_L$	1,188	kg/m <sup>3</sup>	Dichte von Luft bei 20°C
$c_{pL}$	1,007	kJ/kgK	spezifische Wärmekapazität von Luft bei 20°C und 1 bar
$n_d$	4	d <sup>-1</sup>	Anzahl der Stoßlüftungen pro Tag
$n_a$	185	d/a	Dauer der Heizperiode
$e_p$	1,70	-	Anlagenaufwandszahl
$f_p$	1,10	-	Primärenergiefaktor
$\Theta_{VL1}$	53,0	°C	mittlere Vorlauftemperatur während der Heizperiode im regulären Betrieb
$\Theta_{RL1}$	37,0	°C	mittlere Rücklauftemperatur während der Heizperiode im regulären Betrieb
$\Theta_e$	6,0	°C	mittlere Außentemperatur während der Heizperiode (Würzburg)
$\Theta_{R1}$	20,0	°C	mittlere Raumtemperatur im regulären Betrieb
$Q^{\circ}_1$	6,00	kW	mittlere Heizleistung während der Heizperiode im regulären Betrieb

Betrieb			
t	450	s	Dauer der Stoßlüftung
$\Theta_{VL2}$	53,0	°C	Vorlauftemperatur während der Stoßlüftung
$\Theta_{RL2}$	40,0	°C	mittlere Rücklauftemperatur während der Stoßlüftung
$Q^{\circ}_2$	9,00	kW	mittlere Heizleistung während der Stoßlüftung
$\rho_W$	988,04	kg/m <sup>3</sup>	Dichte von Wasser bei 50°C
$c_W$	4,180	kJ/kgK	spezifische Wärmekapazität von Wasser bei 50°C
Buderus Kompakt-Heizkörper, Logatrend K-Profil Typ 21, 600 x 1400 mm			
$\Theta_{VL1}$	75	°C	Vorlauftemperatur Heizkörper 1
$\Theta_{RL1}$	65	°C	Rücklauftemperatur Heizkörper 1
$Q^{\circ}_1$	1782,2	W	Wärmeleistung Heizkörper 1
$\Theta_{VL2}$	70	°C	Vorlauftemperatur Heizkörper 2
$\Theta_{RL2}$	55	°C	Rücklauftemperatur Heizkörper 2
$Q^{\circ}_2$	1425,2	W	Wärmeleistung Heizkörper 2
$\Theta_{VL3}$	55	°C	Vorlauftemperatur Heizkörper 3
$\Theta_{RL3}$	45	°C	Rücklauftemperatur Heizkörper 3
$Q^{\circ}_3$	903,0	W	Wärmeleistung Heizkörper 3
$\Theta_{RSL}$	17,0	°C	mittlere Raumtemperatur während der Stoßlüftung
$m_{HK}$	43,12	kg	Masse des Heizkörpers
$V_{HK}$	10,22	l	Wasserinhalt des Heizkörpers
$c_{St}$	0,470	kJ/kgK	spezifische Wärmekapazität Stahl
$c_W$	4,18	kJ/kgK	spezifische Wärmekapazität Wasser
$n_{HK}$	10	-	Anzahl Heizkörper
	56,00	€/100l	Brennstoffkosten Heizöl EL (Stand 01.12.2009)
$H_i$	10,08	kWh/l	unterer Brennwert Heizöl EL

Der Volumenstrom im Heizkreis wird in der Zeit vor der Stoßlüftung als konstant angenommen. Werden herkömmliche Thermostatventile ohne Tür-Fenster-Kontakt (rote Kurve) während einer Stoßlüftung nicht manuell abgedreht, öffnet das Ventil auf den Maximalwert. Der Volumenstrom steigt stark an. In der Folge steigt die vom Heizkörper abgegebene Wärmeleistung. Nach der Stoßlüftung regelt das Thermostatventil den Volumenstrom wieder herunter. Je nachdem, wie schnell sich der Raum nach der Stoßlüftung wieder erwärmt, dauert die Rückkehr in den Ausgangszustand unterschiedlich lang.

Werden bei der Stoßlüftung die eQ-3-Systeme mit Tür-Fenster-Kontakten eingesetzt, werden die Heizkörperventile von der Heizungssteuerung bei Öffnen des Fensters geschlossen (grüne Kurve). Wenn die Fenster wieder geschlossen werden, werden die Ventile automatisch wieder geöffnet. Die Regelung wird aufgrund der gefallenen Raumtemperatur die Ventile weiter öffnen als vor der Stoßlüftung. Die Dauer bis zur Rückkehr in den Ausgangszustand hängt wiederum von der Erwärmung des Raumes ab.



Werden herkömmliche Thermostatventile ohne Tür-Fenster-Kontakt (rote Kurve) während einer Stoßlüftung nicht manuell abgedreht, steigt die mittlere Temperatur des Heizkörpers während der Stoßlüftung an. Bei Verwendung der eQ-3-Systeme mit Tür-Fenster-Kontakt, fällt die mittlere Temperatur des Heizkörpers während der Stoßlüftung ab (grüne Kurve).

Die mittlere Raumlufttemperatur wird im ersteren Fall höher liegen (hellblaue Kurve) als im zweiten (dunkelblaue Kurve). Nach dem Schließen der Fenster streben die Kurven wieder in die Ausgangsgröße zurück.

### 2.4.1 Berechnung der Restwärmemenge in den Heizkörpern

Obwohl die Ventile bei den Systemen mit Tür-Fenster-Kontakt unmittelbar bei Öffnen der Fenster geschlossen werden, wird die Restwärme der Heizkörper noch an den Raum abgegeben. Es wird angenommen, dass diese Wärmemenge vollständig beim Lüften abtransportiert wird. Die Wärmemenge wird exemplarisch berechnet und von den unten berechneten Brutto-Einsparungen abgezogen.

$$\Delta Q_E = \Delta Q_b - \Delta Q_{Abk} \quad (1)$$

Die Wärmemenge, die bei der Abkühlung der Heizkörper abgegeben wird errechnet sich aus der Masse von Heizkörper und Heizwasserinhalt, aus der gemeinsamen Wärmekapazität von Heizkörper und Heizwasserinhalt und der Temperaturdifferenz, um die der Heizkörper abkühlt.

$$\Delta Q_{Abk} = m_{HK,ges} \cdot c_{HK,ges} \cdot (\Theta_{HK1} - \Theta_{HK,Ende}) \quad (2)$$

Die Temperaturdifferenz, um die der Heizkörper abkühlt errechnet sich nach dem Newton'schen Abkühlungsgesetz.

$$\Theta_{HK,Ende} = \Theta_R + (\Theta_{HK1} - \Theta_R) \cdot e^{-k_{HK} \cdot t} \quad (3)$$

mit dem Wärmeübertragungskoeffizient  $k_{HK}$

$$k_{HK} = \frac{a_{HK} \cdot A_{HK}}{c_{HK,ges} \cdot m_{HK,ges}} = \frac{G_{th}}{c_{HK,ges} \cdot m_{HK,ges}} \quad (4)$$

Die absolute Wärmeleitfähigkeit  $G_{th}$  wird berechnet für die drei im Datenblatt des Heizkörpers angegebenen Auslegungstemperaturen. Da die angenommenen Systemtemperaturen im kühleren Bereich liegen, wird die absolute Wärmeleitfähigkeit des Heizkörpers zunächst für die zwei kühleren Auslegungstemperaturpaare bestimmt und dann daraus gemittelt.

$$G_{th} = \dot{Q}_N / \Delta\Theta_m \quad (5)$$

Die mittlere Übertemperatur wird nach Gleichung (6) für die drei Auslegungstemperaturen berechnet.

$$\Delta\Theta_{mi} = \frac{\Theta_{VLi} - \Theta_{RLi}}{\ln\left(\frac{\Theta_{VLi} - \Theta_R}{\Theta_{RLi} - \Theta_R}\right)} \quad (6)$$

Die gesamte Wärmemenge, die bei der Abkühlung aller Heizkörper in einem Jahr abgegeben wird, beträgt

$$\Delta Q_{Abk} = 719,7 kWh$$

## Buderus Kompakt-Heizkörper, Logatrend K-Profil Typ 21, 600 x 1400 mm

$\Theta_{VL1}$	75	°C	Vorlauftemperatur Heizkörper 1
$\Theta_{RL1}$	65	°C	Rücklauftemperatur Heizkörper 1
$Q^{\circ}_1$	1782,2	W	Wärmeleistung Heizkörper 1
$\Delta\Theta_{m1}$	49,83	K	mittlere Übertemperatur
$G_{th1}$	35,8	W/K	absolute Wärmeleitfähigkeit
$\Theta_{VL2}$	70	°C	Vorlauftemperatur Heizkörper 2
$\Theta_{RL2}$	55	°C	Rücklauftemperatur Heizkörper 2
$Q^{\circ}_2$	1425,2	W	Wärmeleistung Heizkörper 2
$\Delta\Theta_{m2}$	42,06	K	mittlere Übertemperatur
$G_{th2}$	33,9	W/K	absolute Wärmeleitfähigkeit
$\Theta_{VL3}$	55	°C	Vorlauftemperatur Heizkörper 3
$\Theta_{RL3}$	45	°C	Rücklauftemperatur Heizkörper 3
$Q^{\circ}_3$	903,0	W	Wärmeleistung Heizkörper 3
$\Delta\Theta_{m3}$	29,72	K	mittlere Übertemperatur
$G_{th3}$	30,4	W/K	absolute Wärmeleitfähigkeit
$G_{th}$	32,1	W/m <sup>2</sup> K	mittlere absolute Wärmeleitfähigkeit eines Heizkörpers aus 2 und 3
$\Theta_{RSL}$	17,0	°C	mittlere Raumtemperatur während der Stoßlüftung
$m_{HK}$	43,12	kg	Masse des Heizkörpers
$V_{HK}$	10,22	l	Wasserinhalt des Heizkörpers
$c_{St}$	0,470	kJ/kgK	spezifische Wärmekapazität Stahl
$c_w$	4,18	kJ/kgK	spezifische Wärmekapazität Wasser
$\rho_w$	988,04	kg/m <sup>3</sup>	Dichte von Wasser bei 50°C
$c_{HK,ges}$	1,17	kJ/kgK	spezifische Wärmekapazität des gefüllten Heizkörpers
$m_{HK,ges}$	53,2	kg	Masse des gefüllten Heizkörpers
$k_{HK}$	0,000514	1/s	Wärmeübertragungskoeffizient
$\Theta_{HK,Ende}$	38,5	°C	mittlere Temperatur der Heizkörper am Ende der Stoßlüftung
$\Delta Q_{Abk,i}$	0,0973	kWh	von einem Heizkörper bei der Abkühlung abgegebene Wärmemenge
$n_{HK}$	10	-	Anzahl Heizkörper
$n_d$	4	d <sup>-1</sup>	Anzahl der Stoßlüftungen pro Tag
$n_a$	185	d/a	Dauer der Heizperiode
<b><math>\Delta Q_{Abk,ges}</math></b>	<b>719,7</b>	<b>kWh/a</b>	<b>jährlich von den Heizkörpern bei der Abkühlung abgegebene Wärmemenge</b>

## 2.4.2 Berechnung anhand der Lufttemperaturdifferenz

$Q^{\circ}_1$	6,00	kW	mittlere Heizleistung während der Heizperiode im regulären Betrieb
t	450	s	Dauer der Stoßlüftung
$Q^{\circ}_2$	9,00	kW	mittlere Heizleistung während der Stoßlüftung
A	140	m <sup>2</sup>	beheizte Wohnfläche
H	2,80	m	mittlere Raumhöhe
t	450	s	Dauer der Stoßlüftung
V	392	m <sup>3</sup>	beheiztes Luftvolumen
$\rho_L$	1,188	kg/m <sup>3</sup>	Dichte von Luft bei 20°C
$m_L$	465,70	kg	Masse des beheizten Luftvolumens
$c_{pL}$	1,007	kJ/kgK	spezifische Wärmekapazität von Luft bei 20°C und 1 bar
$\Delta\Theta_L$	1,17	K	mittlere Luft-Temperaturdifferenz während der Lüftung zwischen Variante mit und ohne Tür-Fenster-Kontakt
$\Delta Q_{iB}$	0,766	kWh	eingesparte Wärmemenge durch Tür-Fenster-Kontakt pro Stoßlüftung brutto
$n_{HK}$	10	-	Anzahl Heizkörper
$n_d$	4	d <sup>-1</sup>	Anzahl der Stoßlüftungen pro Tag
$n_a$	185	d/a	Dauer der Heizperiode
$e_p$	1,70	-	Anlagenaufwandszahl
$f_p$	1,10	-	Primärenergiefaktor
<b><math>\Delta Q_E</math></b>	<b>566,9</b>	<b>kWh/a</b>	<b>eingesparte Endenergie durch Tür-Fenster-Kontakte pro Jahr</b>

Es wird angenommen, dass die Heizleistung während der Stoßlüftung von 6,0 kW auf 9,0 kW ansteigt.

Die Wärmemenge, die bei Verwendung der Tür-Fenster-Kontakte während der Stoßlüftungen jährlich eingespart werden kann, ergibt sich nach Gleichung (7)

$$\Delta Q_E = m_L \cdot c_{pL} \cdot \Delta\Theta_L \cdot n_d \cdot n_a \quad (7)$$

Die mittlere Luft-Temperaturdifferenz während der Lüftung zwischen den Varianten mit und ohne Tür-Fenster-Kontakt errechnet sich nach Gleichung (8) aus der erhöhten Wärmeabgabe abzüglich der Restwärme der Heizkörper.

$$\Delta\Theta_L = \frac{\dot{Q}_2 \cdot t - \Delta Q_{Abk,i} \cdot n_{HK}}{(m_L \cdot c_{pL})} \quad (8)$$

Durch die Verwendung der Tür-Fenster-Kontakte ist die ausgetauschte Luftmenge im Mittel 1,17 K kälter als bei herkömmlichen Thermostatventilen.

Die Wärmemenge, die bei Verwendung der Tür-Fenster-Kontakte während der Stoßlüftungen jährlich eingespart werden kann, wird mit Hilfe einer angenommenen Anlagenaufwandszahl  $e_p$  und dem Primärenergiefaktor  $f_p$  in eine Endenergieeinsparung umgerechnet. Als Endenergie wird diejenige Energiemenge bezeichnet, die vom Energielieferanten abgerechnet wird.

$$\Delta Q_E = 566,9 \text{ kWh/a}$$

### 2.4.3 Berechnung anhand der Wassertemperaturdifferenz

$\Theta_{VL1}$	53,0	°C	mittlere Vorlauftemperatur während der Heizperiode im regulären Betrieb
$\Theta_{RL1}$	37,0	°C	mittlere Rücklauftemperatur während der Heizperiode im regulären Betrieb
$\Theta_e$	6,0	°C	mittlere Außentemperatur während der Heizperiode (Würzburg)
$\Theta_{R1}$	20,0	°C	mittlere Raumtemperatur im regulären Betrieb
$\Delta\Theta_{m1}$	24,12	K	mittlere Übertemperatur im regulären Betrieb
$\Theta_{HK1}$	44,12	°C	mittlere Heizkörpertemperatur vor der Stoßlüftung
$Q^{\circ}_1$	6,00	kW	mittlere Heizleistung während der Heizperiode im regulären Betrieb
$V^{\circ}_1$	326,9	l/h	Volumenstrom im Heizkreis im regulären Betrieb
$t$	450	s	Dauer der Stoßlüftung
$\Theta_{VL2}$	53,0	°C	Vorlauftemperatur während der Stoßlüftung
$\Theta_{RL2}$	40,0	°C	mittlere Rücklauftemperatur während der Stoßlüftung
$Q^{\circ}_2$	9,00	kW	mittlere Heizleistung während der Stoßlüftung
$V^{\circ}_2$	603,5	l/h	mittlerer Volumenstrom während der Stoßlüftung
$V_W$	0,0754	m <sup>3</sup>	kumuliertes Heizwasservolumen in der Dauer der Stoßlüftung
$\rho_W$	988,04	kg/m <sup>3</sup>	Dichte von Wasser bei 50°C
$m_W$	74,53	kg	kumulierte Masse des Heizwassers in der Dauer der Stoßlüftung
$c_W$	4,180	kJ/kgK	spezifische Wärmekapazität von Wasser bei 50°C
$\Delta Q_{iB}$	1,125	kWh	eingesparte Wärmemenge durch Tür-Fenster-Kontakt pro Lüftung brutto
$n_d$	4	d <sup>-1</sup>	Anzahl der Stoßlüftungen pro Tag
$n_a$	185	d	Dauer der Heizperiode
$e_p$	1,7	-	Anlagenaufwandszahl
$f_p$	1,1	-	Primärenergiefaktor
$\Delta Q_{EB}$	1286,6	kWh	eingesparte Endenergie durch Tür-Fenster-Kontakte pro Jahr brutto
$\Delta Q_{Abk,ges}$	719,7	kWh/a	jährlich von den Heizkörpern bei der Abkühlung abgegebene Wärmemenge
<b><math>\Delta Q_E</math></b>	<b>566,9</b>	<b>kWh/a</b>	<b>eingesparte Endenergie durch Tür-Fenster-Kontakte pro Jahr</b>

Es wird angenommen, dass die Heizleistung während der Stoßlüftung von 6,0 kW auf 9,0 kW ansteigt. Der Anstieg resultiert aus den voll geöffneten Thermostatventilen, die zu einem höheren Volumenstrom führen. Bei einer witterungsgeführten Heizungsregelung bleibt die Vorlauftemperatur jedoch konstant. Durch den höheren Volumenstrom wird die Rücklauftemperatur angehoben – die mittlere Temperatur der Heizkörper steigt an. Die Wärmemenge, die bei Verwendung der Tür-Fenster-Kontakte während der Stoßlüftungen jährlich eingespart werden kann, ergibt sich nach Gleichung (9) als Differenz aus der Bruttoeinsparung und der Restwärme aus Abkühlung der Heizkörper.

$$\Delta Q_E = \Delta Q_{EB} - \Delta Q_{Abk,ges} \quad (9)$$

Die Wärmemenge, die bei Verwendung der Tür-Fenster-Kontakte während der Stoßlüftungen jährlich eingespart werden kann, wird mit Hilfe einer angenommenen Anlagenaufwandszahl  $e_p$  und dem Primärenergiefaktor  $f_p$  in eine Endenergieeinsparung umgerechnet. Als Endenergie wird diejenige Energiemenge bezeichnet, die vom Energielieferanten abgerechnet wird.

$$\Delta Q_{EB} = \dot{m}_W \cdot t \cdot c_W \cdot (\Theta_{VL2} - \Theta_{RL2}) \cdot \frac{e_p}{f_p} \cdot n_d \cdot n_a \quad (10)$$

$$\Delta Q_E = 566,9 \text{ kWh/a}$$

## 2.5 Weitere Einsparpotenziale von elektronisch gesteuerten Heizungsventilen

Wenn elektronisch gesteuerte Heizungsventile für die Steuerung der Nachtabsenkung verwendet werden, haben sie ein Einsparpotenzial gegenüber der üblichen Nachtabsenkung über die Absenkung der Kesseltemperatur. Wenn in Heizungsanlagen mit herkömmlichen Thermostatventilen die Kesseltemperatur nachts abgesenkt wird, registrieren die Thermostatventile einen Abfall der Raumtemperatur und öffnen die Heizkörperventile. In der Folge erhöht sich der Volumenstrom (wenn nicht eine Heizkreispumpe mit Nachtabsenkefunktion vorhanden ist). Die Raumtemperaturen sinken dadurch nicht in dem geplanten Maß. Elektronisch gesteuerte Heizungsventile, die auf eine Nachtabsenkung programmiert sind, verringern den Volumenstrom bis die gewünschte Absenkttemperatur erreicht ist.

Herkömmliche Thermostatventile können nur in einem bestimmten Druckbereich richtig regeln. Die Drücke in einem Rohrleitungsnetz können jedoch stark variieren. Mit dem hydraulischen Abgleich sollen die Druckverhältnisse korrigiert werden. Anzeichen für schlecht abgegliche Heizkreise sind:

- § Fließgeräusche
- § schlecht regelbare Wärmeabgabe

Das Einsparpotenzial des hydraulischen Abgleichs ist umso höher, je „unabgeglichener“ ein Heizkreis ist. Es wird mit bis zu 20% angegeben.

Durch den Einbau von elektronisch gesteuerten Heizungsventilen und den Austausch der Heizkreispumpe kann der gleiche Einspareffekt erreicht werden wie mit dem herkömmlichen hydraulischen Abgleich. Die KfW-Förderbank erkennt dies als förderfähige Heizungsoptimierung im Programm 431 „Energieeffizient Sanieren - Sonderförderung“ an.

## 3. Fazit

Elektronisch gesteuerte Heizungsventile können den Heizenergiebedarf von Gebäuden deutlich senken. Ihre Stärke liegt vor allem darin, dass sie dem Nutzer eine komfortable Möglichkeit der Raumtemperatursteuerung bieten. Auf diese Weise können die Potenziale leichter realisiert werden.

Die Messdaten einer realen Wohnung ergeben eine Verminderung des Heizwärmeverbrauchs um 69,4%.

Das berechnete Einsparpotenzial für ein typisches Einfamilienhaus zeigt je nach Randbedingungen eine Bandbreite von 13 – 24%.

Das Einsparpotenzial der Tür-Fenster-Kontakte wird exemplarisch berechnet. Für den gezeigten Fall beträgt es 567 kWh/a.

Elektronisch gesteuerte Heizungsventile haben Effizienz-Vorteile gegenüber einer herkömmlichen Nachtabsenkung.

Mit elektronisch gesteuerten Heizungsventilen kann eine Optimierung des Heizkreises im Sinne eines hydraulischen Abgleichs durchgeführt werden. Das Einsparpotenzial wird mit bis zu 20% angegeben.

4. Anhang

4.1 Heizkostenabrechnungen

**BRUNATA** Heizkosten- und Warmwasserkosten-Abrechnung

Erstellt im Auftrag von: [Redacted] für Nutzeinheit: 1 UG Liegenschafts-Nr. [Redacted]  
 Nutzeinheit-Nr. [Redacted]

428614 Abrechnungszeitraum 01.01.2003 - 31.12.2003  
 Herr/Herrin/Frau [Redacted] Ihr Nutzungszeitraum 01.01.2003 - 31.12.2003

Abrechnung erstellt am 10.02.2005

**Kostenaufstellung**

Energieart	Menge	Einheit	Betrag EUR	Wichtige Kosten der Heizungsanlage	Datum	Betrag EUR
Anfangsbestand	1.400	l	614,87	Übertrag Brennstoffkosten		4.296,21
Zuzug:				Betriebskosten	11.12.2003	27,70
10.01.2003	5.813	l	2.399,09	Wartung	13.01.2003	221,36
27.06.2003	6.011	l	1.892,97	Kontakthand-Messung	08.02.2003	236,55
12.11.2003	8.338	l	1.307,95	Verbrauchsabrechnung		530,42
abzüglich Endbestand	5.300	l	1.858,47			
<b>Brennstoffkosten</b>	<b>11.452</b>	<b>l</b>	<b>4.296,21</b>	<b>Summe der Kosten</b>		<b>5.812,24</b>

**Aufteilung der Kosten**

Aufteilung der Kosten von 5.812,24 EUR

Heizung 5.117,28 EUR davon 50 % Grundkosten = 2.558,64 EUR  
 50 % Verbrauchskosten = 2.558,64 EUR

Warmwasser 194,96 EUR davon 50 % Grundkosten = 97,48 EUR  
 50 % Verbrauchskosten = 97,48 EUR diese werden weiterverteilt:  
 55,91 EUR auf Wasserzähler  
 41,57 EUR auf Warmwasserkostenverteil.

-----  
 Erläuterung zur Ermittlung der Warmwasserkosten:  
 $2,5 \times 39,68 \text{ m}^3 \times (50-10) \text{ Grad} = 421,15 \text{ l}$  wurden für die Wassererwärmung benötigt,  
 das entspricht 3,67 % des Gesamtverbrauchs.  
 10,00 kWh/l

Die Warmwasserkosten errechnen sich somit aus 3,67 % der Kosten  
 von 5.812,24 EUR = 194,96 EUR

**Ihre Abrechnung**

	Betrag EUR	Gesamteinheiten	Betrag je Einheit	Ihre Einheiten	Zeitfaktor	Ihre Kosten EUR
<b>Heizung</b>						
Grundkosten	2.558,64	1.000,00 Anteile	= 2,558640	141,00		= 360,77
Verbrauchskosten	2.558,64	567,10 Stromeinheiten	= 4,511796	89,50		= 421,85
<b>Warmwasser</b>						
Grundkosten	97,48	1.000,00 Anteile	= 0,097480	141,00		= 13,74
Verbrauchskosten	41,57	287,10 Stromeinheiten	= 0,144807	89,50		= 13,28
<b>Ihre Gesamtkosten</b>						<b>809,74</b>

*Handwritten: 2003, Heizkosten, Peter Mellwig*

**EXETROL**

BRUNATA Wärmemessel GmbH & Co. KG, D-336 München, Telefon (0521) 7899-0, Telefax (0521) 7899-110  
 Bitte Rückzahl beachten!

erstellt im Auftrag von [redacted] für Nutzereinheit [redacted] erstellt am 10.02.2005 Liegenschafts-Nr. [redacted]  
 Abrechnungszeitraum 01.01.2003 - 31.12.2003 Nutzereinheit-Nr. [redacted]

**Erläuterungen**

	Kosten EUR
<b>Verbrauchskosten Warmwasser</b>	
Verbrauchskosten gesamt	97,48 EUR
davon 1. Verbrauchskosten für Nutzer mit Wasserzählern:	
Verbrauch 33,66 m <sup>3</sup> * 3,320071 EUR/m <sup>3</sup>	= 111,82 EUR
50 % Verbrauchskosten von	= 55,91
2. Verbrauchskosten für Nutzer mit Warmwasserkostenverteilern:	
Verbrauchskosten gesamt	97,48 EUR
Verbrauchskosten für Warmwasserzähler	= 55,91 EUR

**Hinweise:**

- Grundlage für das Abrechnungssystem ist die Heizkostenverordnung in der bis März 1998 geltenden Fassung.
- Ermittlung der Wassererwärmungskosten**  
 a) Ermittlung der Wassermenge mittels Durchflusszähler:  

$$2,5 \times \text{Wassermenge} \times (\text{Warmwasseremperatur} - 10) = \text{Brennstoffverbrauch für die Wassererwärmung}$$
  
 Heizwert des Brennstoffes  
 (Bei Fernwärme wird der Factor 2,0 anstatt 2,5 angewendet).  
 Der Anteil der Wassererwärmungskosten zu den Gesamtkosten ergibt sich aus dem Verhältnis des in der Formel ermittelten Brennstoffverbrauchs zum Gesamtbrennstoffverbrauch.  
 b) Wenn die Wassermenge nicht erfasst werden kann, werden für die Wassererwärmung 10 % der zu verteilenden Gesamtkosten angewendet.
- Gehalten oder Nachzahlung**  
 Rücklagen- oder Nachzahlungsbeträge sind nur mit Ihrer Hausverwaltung zu verrechnen. Leisten Sie diese Zahlungen an uns. Sollte sich ein Nachzahlungsbetrag erheben lassen, bedenken Sie bitte, dass die Nachzahlung allein kein geeigneter Maßstab zum Vergleich der jährlichen Heizkosten sein kann. Wählen Sie bitte hierzu Ihre Gesamtkosten.

**4. Tabelle zur Aufteilung der Kosten bei Netzanwechsel**  
 nach 10. Absatz §12(1), 13(2) Nr. 2, Ausgabe Dezember 1993

Monat	Prozent		Monat	Prozent	
	Anteil	Tag		Anteil	Tag
September	29	21/29 = 7,24...	März	30	100/30 = 3,33...
Oktober	30	31/30 = 1,03...	April	31	30/31 = 0,97...
November	30	31/30 = 1,03...	Mai	31	30/31 = 0,97...
Dezember	31	31/31 = 1,00...	Juni	30	30/30 = 1,00...
Januar	31	31/31 = 1,00...	Juli	31	30/31 = 0,97...
Februar	28	28/28 = 1,00...	August	31	30/31 = 0,97...
<b>Summe pro Jahr</b>					<b>1000</b>

- Schätzungen**  
 Schätzungen der Verbrauchszähler werden angenommen, wenn nach zwei angebotenen Besichtigungen keine Ablesung möglich war oder aus anderen Gründen insgesamt oder teilweise keine Verbrauchswerte vorliegen. Im Falle einer Schätzung werden von uns folgende Zeichen angebracht:  
 S - Einheiten geschätzt nach Statistik  
 H - Einheiten geschätzt nach Hausdurchschnitt  
 T - Einheiten teilweise geschätzt
- Sollten Sie Fragen zur Kostenzuweisung haben, wenden Sie sich bitte an Ihre Hausverwaltung.
- Die im Zusammenhang mit der Abrechnung benötigten Daten werden bei Einräum der Bundesdatenschutzgesetze verarbeitet.

Form 12/03/11/038



# Heizkosten- und Warmwasserkosten-Abrechnung

Erstellt im Auftrag von:  für Nutzereinheit: 1 OG Liegenschafts-Nr.   
 Nutzereinheit-Nr.

428914

Abrechnungszeitraum 01.01.2004 - 31.12.2004

Herrn/Frau/Firma

Ihr Nutzungszeitraum 01.01.2004 - 31.12.2004

Abrechnung erstellt am 17.05.2005

## Kostenaufstellung

Energiekosten	Menge (l)	Betrag EUR	Weitere Kosten der Heizungsanlage	Datum	Betrag EUR
Anfangsbestand	3.600 l	1.952,47	Jahresabgrenzung Brennstoffkosten		5.942,72
Zuzug:			Betriebslohn	21.12.2004	105,84
06.08.2004	7.814 l	2.887,95	Wartung	19.01.2004	225,68
15.07.2004	5.318 l	2.288,90	Kaliblenplan-Messung	20.02.2004	289,55
21.10.2004	1.743 l	1.091,65	Verbrauchsabrechnung		534,2
Abzugs-Endsbestand	4.500 l	2.197,35			
<b>Brennstoffkosten</b>	<b>15.923 l</b>	<b>5.949,72</b>	<b>Summe der Kosten</b>		<b>7.052,99</b>
			Nutzerwechselgebühr		28,56 *
			<b>Gesamtbeitrag Liegenschaft</b>		<b>7.079,55</b>

\* auf einzelne Nutzer zu verteilende Kosten

## Aufteilung der Kosten

Aufteilung der Kosten von 7.052,99 EUR

Heizung	5.780,45 EUR	davon	30 % Grundkosten	=	2.891,78 EUR
			30 % Verbrauchskosten	=	2.891,72 EUR
Warmwasser	1.269,54 EUR	davon	30 % Grundkosten	=	384,77 EUR
			30 % Verbrauchskosten	=	634,77 EUR
(s. Rückseite) diese werden weiterverteilt: 60,36 EUR auf Wasserzähler 574,41 EUR auf Warmwasserkostenverteil.					

Erklärung zur Ermittlung der Warmwasserkosten:

Lt. Heizkostenverordnung sind 18 % der Kosten für die Wassererwärmung zugrunde zu legen.

Die Warmwasserkosten errechnen sich somit aus 18 % von 7.052,99 EUR = 1.269,54 EUR

## Ihre Abrechnung

	Betrag EUR	Gesamteinheiten	Betrag je Einheit	Ihre Einheiten	Zeitfaktor	Ihre Kosten EUR
<b>Heizung</b>						
Grundkosten	2.891,78	1.000,00 Anteile	= 2,891780 x	141,00		= 407,73
Verbrauchskosten	2.891,72	599,50 Sticheinheiten	= 4,823552 x	71,40		= 358,87
<b>Warmwasser</b>						
Grundkosten	384,77	1.000,00 Anteile	= 0,384770 x	141,00		= 54,25
Verbrauchskosten	574,41	332,00 Sticheinheiten	= 1,730150 x	89,00		= 153,98
<b>Ihre Gesamtkosten</b>						<b>1.010,08</b>

Form. B02001 (04/03)

BRUNATA Warmwasser GmbH

72528-0, Telefax (055) 75991-100

Bitte Rückseite beachten!

erstellt im Auftrag von [REDACTED] für Nutzereinheit [REDACTED] erstellt am 17.05.2005 Liegenschafts-Nr. [REDACTED] Nutzereinheit-Nr. [REDACTED]  
 Abrechnungszeitraum 01.01.2004 - 31.12.2004 Seite 2

**Erläuterungen**

**Verbrauchskosten Warmwasser**

Verbrauchskosten gesamt	634,77 EUR		
davon 1. Verbrauchskosten für Nutzen mit Wasserzählern:			
Verbrauch: 38,36 m <sup>3</sup> * 3,920102 EUR/m <sup>3</sup>		=	150,72 EUR
50 % Verbrauchskosten von:	120,72 EUR	=	60,36 EUR
2. Verbrauchskosten für Nutzen mit Warmwasserkostenverteilern:			
Verbrauchskosten gesamt:	634,77 EUR		
Verbrauchskosten für Warmwasserzähler:	60,36 EUR	=	574,41 EUR

**Hinweise:**

1. Grundlage für das Abrechnungssystem ist die Heizkostenverordnung in der ab März 1990 geltenden Fassung.
2. Ermittlung der Wasservermischungskosten
  - a) Erfassung der Wassermenge mittels Durchflusszähler:
    - 2,0 l/s Wassermenge x (Warmwassertemperatur - 10) = Brennstoffverbrauch für die Wasserverwärmung
    - Heizwert des Brennstoffes
    - (Der Heizwert wird der Faktor 2,0 anstatt 2,5 eingesetzt)
    - Einheit der Wasservermischungskosten zu den Gesamtkosten ergibt sich aus dem Verhältnis des in der Formel ermittelten Brennstoffverbrauchs zum Gesamtheizstoffverbrauch.
  - b) Wenn die Wassermenge nicht erfasst werden kann, werden für die Wasserverwärmung 10 % der zu verteilenden Gesamtkosten angesetzt.
3. Guthaben oder Nachzahlung
  - Guthaben oder Nachzahlungsbeträge sind nur mit Ihrer Hausverwaltung zu verrechnen. Leisten Sie keine Zahlungen an uns. Sollte sich ein Nachzahlungsbetrag ergeben haben, bedenken Sie bitte, dass die Nachzahlung allein kein geeigneter Maßstab zum Vergleich der jährlichen Heizkosten sein kann. Wählen Sie bitte nicht Ihre Gesamtkosten.

**4. Tabelle zur Aufteilung der Kosten bei Naturerwärmung nach VDI 2067 Blatt 1, Tabelle 21, Ausgabe Dezember 1993**

Monat	Premie-Anteile je Monat		Monat	Premie-Anteile je Monat	
	Monat	Tag		Monat	Tag
September	30	30/31 = 1,0	März	31	130/31 = 4,19...
Oktober	31	30/31 = 2,58...	April	30	80/30 = 2,65...
November	30	120/31 = 4,0	Mai	31	40/31 = 1,29...
Dezember	31	100/31 = 3,16	Juni	30	40/32 = 0,42...
Januar	31	170/31 = 5,48	Juli	31	
Februar	28	150/28 = 5,35...	August	31	
Summe pro Jahr		150/29 = 5,17...			100%

5. Schätzungen
  - Schätzungen der Verbrauchseinheiten werden einmündlich, wenn nach zwei angebotenen Besuchsterminen keine Ablesung möglich war oder aus anderen Gründen insgesamt oder teilweise keine Verbrauchswerte vorliegen. Im Falle einer Schätzung werden von uns folgende Zeichen angedruckt:
    - S = Einheiten geschätzt nach 10-Jah
    - I = Einheiten geschätzt nach Hausdurchschnitt
    - T = Einheiten teilweise geschätzt
6. Sollten Sie Fragen zur Kostenaufstellung haben, wenden Sie sich bitte an Ihre Hausverwaltung.
7. Die im Zusammenhang mit der Abrechnung benötigten Daten werden im Sinne des Bundesdatenschutzgesetzes verarbeitet.

**Ermittlung der Verbrauchswerte**

**Heizungs-Verbrauch**

Geräte-Nr.	Geräte-Art	Raum	Skala	Ablesewert rechts	ZZ01-Kalve	entf. Faktor	Verbrauch	Bemerkung
1536	HKP	FLU	19	3,2			3,20	Gerät fehlt, kein Gemeinschaft
1843	HKP	KUE	25	0,0			0,00	
1852	HKP	WDH	34	26,5			26,50	
1868	HKP	WDH	34	28,2			28,20	
B014	HKP	RUF	42	5,0			5,00	
B121	HKP	BUE	31	5,0			5,00	
BE86	HKP	KIN	31	0,0			0,00	
B792	HKP	FLU	11	5,9			5,90	
<b>gesamt</b>			<b>Str.</b>	<b>74,4</b>			<b>74,40</b>	

**Warmwasser-Verbrauch**

Geräte-Nr.	Geräte-Art	Raum	Einheit	Zählerstand neu	Zählerstand alt	Verbrauch	Bemerkung
AL2342	WKR	KUE	Str.	42,0	1,0	41,00	
CK9200	WKR	BAD	Str.	49,0	1,0	48,00	
<b>gesamt</b>			<b>Str.</b>	<b>91,0</b>	<b>2,0</b>	<b>89,00</b>	

## BRUNATA METRONA Heizkosten- und Warmwasserkosten-Abrechnung

Erstellt im Auftrag von: [Redacted] für Nutzinheit: 1 00 Liegenschafts-Nr. [Redacted]  
 [Redacted] [Redacted] Nutzinheit-Nr. [Redacted]

22 1088 Abrechnungszeitraum 01.01.2005 - 31.12.2005

Herrn/Frau/Firma [Redacted] Ihr Nutzungszeitraum 01.01.2005 - 31.12.2005

Abrechnung erstellt am 10.02.2006

---

### Kostenaufstellung

Energiekosten		Menge	Einheit	Betrag EUR	Weitere Kosten der Heizungsanlage		Betrag EUR
Anfangsbestand	4.500	l		2.187,55	Übertrag-Brennstoffkosten		7.258,03
Bezüge:					Rechtsabtrag	31.12.2005	107,75
07.08.2005	8.011	l		3.921,04	Wartung	02.12.2005	132,70
20.10.2005	5.006	l		3.083,62	Kaminkehrer-Messung	29.03.2005	239,90
Abzügl. Endbestand	2.000	l		1.223,95	Verbrauchsabrechnung		559,38
<b>Brennstoffkosten</b>	<b>15.517</b>			<b>7.258,03</b>	<b>Summe der Kosten</b>		<b>8.297,76</b>

---

### Aufteilung der Kosten

Aufteilung der Kosten von 8.297,76 EUR

Heizung: 5.804,16 EUR davon 30 % Grundkosten = 2.041,25 EUR  
 70 % Verbrauchskosten = 4.762,91 EUR

Warmwasser: 1.493,60 EUR davon 30 % Grundkosten = 448,08 EUR  
 70 % Verbrauchskosten = 1.045,52 EUR diese werden weiterverteilt:  
 88,71 EUR auf Wasserzähler  
 956,81 EUR auf Warmwasserkostenverteiler

Erläuterung zur Ermittlung der Warmwasserkosten  
 I.L. Heizkostenverordnung sind 18 % der Kosten für die Wasserverwärmung zugrunde zu legen.  
 Die Warmwasserkosten errechnen sich somit aus 18 % von 8.297,76 EUR = 1.493,60 EUR

---

### Ihre Abrechnung

	Betrag EUR	Gesamteinheiten	Betrag je Einheit	Ihre Einheiten	Zeitfaktor	Ihre Kosten EUR
<b>Heizung</b>		<i>600 m²</i>				
Grundkosten	2.041,25	1.000,00 Anteile	= 2.041,250 x	141,00		= 287,52
Verbrauchskosten	4.762,91	579,20 Einheiten	= 8.223,256 x	85,00		= 695,98
<b>Warmwasser</b>						
Grundkosten	448,08	1.000,00 Anteile	= 0,448080 x	141,00		= 63,16
Verbrauchskosten	956,81	204,20 Einheiten	= 4.695,445 x	82,00		= 291,12
<b>Ihre Gesamtkosten</b>						<b>1.341,10</b>

*600 m² gesamt*  
*14,1 %*

*Wärme  
2005  
Werte  
Wohnung*

Form BRUNATA 0303  
 BRUNATA Wärmeservice GmbH & Co. KG, 81549 München, Telefon: (089) 7600-0, Telefax: (089) 7600-100  
 Bitte Rückporto bezeichnen

**Erläuterungen**

Kosten: EUR

**Verbrauchskosten Warmwasser**

Verbrauchskosten gesamt 1.045,52 EUR  
 davon: 1. Verbrauchskosten für Nutzer mit Wasserzählern:  
 Verbrauch 37,31 m<sup>3</sup> \* 3,320021 EUR/m<sup>3</sup> = 123,87 EUR = 36,71  
 70 % Verbrauchskosten von 123,87 EUR  
 2. Verbrauchskosten für Nutzer mit Warmwasserkostenverteilern:  
 Verbrauchskosten gesamt 1.045,52 EUR  
 Verbrauchskosten für Warmwasserzähler 86,71 EUR = 855,81

**Hinweise:**

1. Grundlage für das Abrechnungssystem ist die Heizkostenverordnung in der ab März 1989 geltenden Fassung.

**2. Ermittlung der Wassererwärmungskosten**

a) Ermittlung der Wassermenge mittels Durchflusszähler:

$$2,5 \times \text{Wassermenge} \times (\text{Warmwassertemperatur} - 10) = \text{Brennstoffverbrauch für die Wassererwärmung}$$

Halbwert des Brennstoffes

(Der Heizwärme wird mit Faktor 2,0 anstatt 2,5 eingewertet)

Der Anteil der Wassererwärmungskosten zu den Gesamtkosten ergibt sich aus dem Verhältnis des in der Formel ermittelten Brennstoffverbrauchs zum Gesamtbruttostoffverbrauch

b) Wenn die Wassermenge nicht erfasst werden kann, werden 10% der Wassererwärmung 10 % der zu verteilenden Gesamtkosten zugewandt.

**3. Gebühren oder Nachzahlung**

Gebühren oder Nachzahlungsbeträge sind nur mit Ihrer Mitwirkung zu vermeiden. Leisten Sie diese Zahlungen an uns. Sollte sich ein Nachzahlungsbetrag ergeben haben, bedanken Sie bitte, dass die Nachzahlung mittels dem geeigneten Mittel, zum Vergleich der jährlichen Heizkosten sein kann. Wählen Sie bitte hierzu Ihre Gesamtkosten.

**4. Tabelle zur Aufteilung der Kosten bei Mieterwechsel vom 01.01.2005/Start 1. Tabelle 22. Ausgabe Dezember 1983**

Monat	Prozent Anteil je		Monat	Prozent Anteil je	
	Monat	Tag		Monat	Tag
September	30	30/30 = 1,0	März	31	31/31 = 1,0
Oktober	31	31/31 = 1,0	April	30	30/30 = 1,0
November	30	30/30 = 1,0	Mai	31	31/31 = 1,0
Dezember	31	31/31 = 1,0	Juni	30	30/30 = 1,0
Januar	31	31/31 = 1,0	Juli	31	31/31 = 1,0
Februar	28	28/28 = 1,0	August	31	31/31 = 1,0
Summe pro Jahr		365	Summe pro Jahr		365

**5. Schlüssel**

Schlüsseln der Verbrauchseinheiten wurden zufällig, wenn auch zwei angelegene Baueinheiten keine Ablesung möglich war oder aus anderen Gründen insgesamt oder teilweise keine Verbrauchswerte vorliegen. Im Falle einer Schätzung werden von uns folgende Zeichen eingesetzt:  
 S = Einheiten geschätzt nach Vorgang  
 H = Einheiten geschätzt nach Hausdurchschnitt  
 T = Einheiten teilweise geschätzt

6. Sollten Sie Fragen zur Kostenaufstellung haben, wenden Sie sich bitte an Ihre Hausverwaltung.

7. Die im Zusammenhang mit der Abrechnung benötigten Daten werden im Sinne des Bundesdatenschutzgesetzes verarbeitet.

**Ermittlung der Verbrauchswerte**

**Heizungs-Verbrauch**

Geräte-Nr.	Geräte-Art	Reim	Stk	Anteilswert rechts incl. KV	incl. Kalkulativ- dunkelg.	Anteil-Faktor	Verbrauch	Bemerkung
1536	HKP	FLU	18	6,0			6,00	
TR73	HKP	KLUF	25	2,0			2,00	
1852	HKP	VOH	34	26,0			26,00	
1968	HKP	VOH	34	24,0			24,00	
8014	HKP	BUC	62	10,0			10,00	
8123	HKP	BUC	31	9,0			9,00	
8666	HKP	KTN	31	3,0			3,00	
8782	HKP	FLU	11	3,0			3,00	
<b>gesamt</b>			<b>Str</b>	<b>85,0</b>			<b>85,00</b>	

**Warmwasser-Verbrauch**

Geräte-Nr.	Geräte-Art	Reim	Einheit	Zählerstand neu	Zählerstand alt	Verbrauch	Bemerkung
AL2342	WKN	KUE	Str	27,0	1,0	26,00	
OK8200	WKN	BAD	Str	37,0	1,0	36,00	Gerät defekt
<b>gesamt</b>			<b>Str</b>	<b>64,0</b>	<b>2,0</b>	<b>62,00</b>	

Form 1208/1 10/05



# Heizkosten- und Warmwasserkosten-Abrechnung

Ergänzt im Auftrag von: [Redacted] für Nutzeinheit: 1 06 003 Liegenschafts-Nr. [Redacted]  
 [Redacted] Nutzeinheit-Nr. [Redacted]

221085

Abrechnungszeitraum 01.01.2006 - 31.12.2006

Hahn/Frau/Firma [Redacted]

Ihr Nutzungszeitraum 01.01.2006 - 31.12.2006

Abrechnung erstellt am 20.12.2006

## Kostenaufstellung

Energiekosten	Menge	Einheit	Betrag EUR	Weitere Kosten der Heizungsanlage	Datum	Betrag EUR
Anfangsbestand	2.000	l	1.225,88	Übertrag Brennstoffkosten		7.511,97
Bezüge:				Betriebsstrom	31.12.2006	67,03
21.02.2006	6.005	l	3.465,10	Wartung	17.12.2006	212,23
28.07.2006	4.671	l	2.886,99	Kalibehalten+Mastung	12.12.2006	249,14
Abzügl. Endbestand	100	l	61,80	Verbrauchsabrechnung		575,22
Brennstoffkosten	12.575	l	7.511,97			
<b>Summe der Kosten</b>						<b>8.615,60</b>
Sonderkosten						2,35
<b>Gesamtbetrag Liegenschaft</b>						<b>8.617,95</b>

\* auf einzelne Nutzer zu verteilende Kosten

## Aufteilung der Kosten

Aufteilung der Kosten von 8.615,60 EUR

Heizung	7.064,78 EUR	davon:	30 % Grundkosten	=	2.119,44 EUR	
			70 % Verbrauchskosten	=	4.945,35 EUR	
Warmwasser	1.550,81 EUR	davon:	30 % Grundkosten	=	465,24 EUR	
			70 % Verbrauchskosten	=	1.085,57 EUR	diese werden weiterverteilt:
			(s. Rückseite)		201,24 EUR auf Wasserzähler	
					884,33 EUR auf Warmwasserkostenverteilung	

*Handwritten note: 7000 Heizkost*

Erläuterung zur Ermittlung der Warmwasserkosten

Lt. Heizkostenverordnung wird 15 % der Kosten für die Wasserverwärmung zugrunde zu legen.

Die Warmwasserkosten errechnen sich somit aus 10 % von 8.615,60 EUR = 1.550,81 EUR

## Ihre Abrechnung

	Betrag EUR	Gesamteinheiten	Betrag je Einheit	Ihre Einheiten	Zeitfaktor	Ihre Kosten EUR
<b>Heizung</b>						
Grundkosten	2.119,44	1.000,00 Anteile	= 2.119,44	x 141,00	=	298,84
Verbrauchskosten	4.945,35	597,80 Heizkollektoren	= 8.272,62	x 43,60	=	360,68
<b>Warmwasser</b>						
Grundkosten	465,24	1.000,00 Anteile	= 0,465240	x 141,00	=	65,60
Verbrauchskosten	884,33	162,30 Wasserzähler	= 5.448,730	x 40,50	=	220,67
Verbrauchskosten	201,24	88,59 Kaltmeter	= 2.270,55	x 13,25	=	30,82
<b>Ihre Gesamtkosten</b>						<b>975,61</b>

Form 522001.1.2003

**Erläuterungen**

Kosten EUR

**Verbrauchskosten Warmwasser**

Verbrauchskosten gesamt 1.085,57 EUR  
 davon 1. Verbrauchskosten für Nutzer mit Wassenzählern:  
 Verbrauch 86,58 m³ \* 3,320128 EUR/m³ = 287,48 EUR  
 70 % Verbrauchskosten von 287,48 EUR = 201,24  
 2. Verbrauchskosten für Nutzer mit Warmwasserkostenverteilern:  
 Verbrauchskosten gesamt 1.085,57 EUR  
 Verbrauchskosten für Warmwassersähler 201,24 EUR = 884,33

**Hinweise:**

1. Grundlage für das Abrechnungssystem ist die Heizkostenverordnung in der ab März 1989 geltenden Fassung.

2. Ermittlung der Wasserverbrauchswerte

a) Ermittlung der Wassermenge mittels Durchflusszähler:

$$25 \times \text{Wassermenge} \times (\text{Warmwassererwärmungs-} \Delta T) = \text{Drehzahlveränderung} \times \text{für die Wasserverminderung}$$

(Bei Feinwaage wird der Faktor 2,0 ersetzt 2,5 eingesetzt)

Der Anteil der Wasserverwärmungskosten an den Gesamtkosten ergibt sich aus dem Verhältnis von in der Formel ermitteltem Drehstoffverbrauch zum Gesamt-Heizstoffverbrauch.

b) Wenn die Wassermenge nicht erfasst werden kann, werden für die Wasserverwärmung 15% der zu verteilenden Gesamtkosten angesetzt.

3. Tabelle zur Aufteilung der Kosten bei Nutzerwechsel

nach VDI 2057 Blatt 1, Tabelle 22, Ausgabe Dezember 1983

Monat	Prämie-Anteile je Monat		Monat	Prämie-Anteile je Monat	
	Monat	Tag		Monat	Tag
September	30	30/30 = 1,0	März	31	31/31 = 1,0
Oktober	31	30/31 = 0,97	April	30	30/30 = 1,0
November	30	30/30 = 1,0	Mai	31	31/31 = 1,0
Dezember	31	30/31 = 0,97	Juni	30	30/30 = 1,0
Januar	31	30/31 = 0,97	Juli	31	31/31 = 1,0
Februar	28	30/28 = 1,07	August	31	31/31 = 1,0
Summe pro Jahr: 100%					

**4. Schätzungen**

Schätzungen der Verbrauchswerte werden erforderlich, wenn nach zwei angebotenen Besuchsterminen keine Ablesung möglich war oder aus anderen Gründen insgesamt oder teilweise keine Verbrauchswerte vorliegen. Im Falle einer Schätzung werden von uns folgende Zeichen angedruckt:  
 S = Einheiten geschätzt nach Vorjahr  
 H = Einheiten geschätzt nach Hausdurchschnitt  
 T = Einheiten teilweise geschätzt

**5. Kaltverdrängung**

Physikalisch bedingt verdrängt die Wassermenge in Heizkörperverleihen nach dem Verdrängungsprinzip gasförmige Luft, wenn der Heizkörper nicht in Betrieb ist. Diese so genannte Kaltverdrängung wird durch eine Zugabe bei der Füllung der Kapillare/Ampulle ausgeglichen.

In einem verkürzten Nutzungszeitraum hat der Vermieter ggf. diese für zugehörigen Anteil der Kaltverdrängungsvergütung des Nachnutzers vorzubereiten. Diese Anteile werden dem Zwischenabrechnungswert des Vermieters (Spalte "Anteile") hinzugebucht. Die Berechnung der Kaltverdrängungsanteile hierbei erfolgt nach DIN EN 826.

**6. Guthaben oder Nachzahlung**

Guthaben- oder Nachzahlungsbeträge sind nur mit Ihrer Hausverwaltung zu verrechnen. Lassen Sie keine Zahlungen an uns. Sollte sich ein Nachzahlungsbetrag ergeben haben, bedanken Sie bitte, dass die Nachzahlung allein beim geeigneten Marktzeit zum Vergleich der jährlichen Heizkosten sein kann. Wollen Sie bitte hierzu Ihre Gesamtkosten.

7. Sollten Sie Fragen zur Kostensubstanz haben, wenden Sie sich bitte an Ihre Hausverwaltung.

8. Die im Zusammenhang mit der Abrechnung benötigten Daten werden im Sinne des Bundesdatenschutzgesetzes verarbeitet.

**Ermittlung der Verbrauchswerte**

**Heizungs-Verbrauch**

Str.	Geräte Art	Raum	Kategorie	Ablesewert nachtr. incl. KV	davor	enth. Kstwert	Verbrauch	Bemerkung
1536	HKP	FLU	19	2,5			2,50	
1843	HKP	KUE	25	3,0			3,00	
1852	HKP	MOH	31	13,0			13,00	
1966	HKP	MOH	34	11,0			11,00	
2014	HKP	RIJF	62	5,00			5,00	
2123	HKP	BUE	31	3,00			3,00	
2686	HKP	K1N	31	2,5			2,50	
2792	HKP	FLU	11	3,6			3,60	
gesamt			Str	42,5			42,50	

**Warmwasser-Verbrauch**

Str.	Geräte Art	Raum	Einheit	Zählerstand nachtr.	Zählerstand davor	Verbrauch	Bemerkung
1921992	VZ	KUE	m³	3,15			
1921990	VZ	BAD	m³	10,13			
gesamt			m³	13,27	0,11	12,28	

Form B738/11/28



**BRUNATA**  
OSTROVA

## Heizkosten- und Warmwasserkosten-Abrechnung

Erstellt im Auftrag von: [redacted] für Nutzeinheit: 1 06 003 Liegenschafts-Nr. [redacted]  
 [redacted] Nutzeinheit Nr. [redacted]

221098

Herrn/Frau/Firma  
[redacted]

Abrechnungszeitraum 01.01.2007 - 31.12.2007

Ihr Nutzungszeitraum 01.01.2007 - 31.12.2007

2007

Abrechnung erstellt am 16.02.2008

### Kostenaufstellung

Energiekosten	Menge in	Betrag EUR	Weitere Kosten der Heizungsanlage	Datum	Betrag EUR
Anfangsbestand	100 l	01,80	Übertrag Brennstoffkosten		6.195,76
Bezüge:			Betriebsstrom	31.12.2007	101,62
5.931 l	3.280,16		Wartung	01.10.2007	277,57
4.747 l	2.370,00		Kaminkehrer+Messung	12.01.2007	246,10
4.231 l	2.619,43		Brannenwartung	24.01.2007	249,94
Abzugl. Endbestand	3.500 l	2.136,57	Verbrauchsabrechnung		604,48
<b>Brennstoffkosten</b>	<b>11.999 l</b>	<b>6.195,76</b>			
			<b>Summe der Kosten</b>		<b>7.675,49</b>
			Sonderkosten		2,50 *
			<b>Gesamtbetrag Liegenschaft</b>		<b>7.677,99</b>

\* auf einzelne Nutzer zu verteilende Kosten

### Aufteilung der Kosten

Aufteilung der Kosten von 7.675,49 EUR

Heizung	5.421,97 EUR	davon	30 % Grundkosten	=	1.626,59 EUR
			70 % Verbrauchskosten	=	3.795,38 EUR
Warmwasser	2.253,52 EUR	davon	30 % Grundkosten	=	676,06 EUR
			70 % Verbrauchskosten	=	1.577,46 EUR

---

Erklärung zur Ermittlung der Warmwasserkosten:

2,5 x 272,16 m<sup>3</sup> x (60-10) Grad  
 ----- = 3.402 l Öl wurden für die Wassere-wärmung benötigt,  
 10,00 kWh/l das entspricht 29,36 % des Gesamtverbrauches.

Die Warmwasserkosten errechnen sich somit aus 29,36 % der Kosten  
 von 7.675,49 EUR = 2.253,52 EUR

### Ihre Abrechnung

	Betrag EUR	Gesamteinheiten	Betrag je Einheit	Ihre Einheiten	Zeitfaktor	Ihre Kosten EUR
<b>Heizung</b>						
Grundkosten	1.626,59	1.000,00 Anteile	= 1,626590 x	141,00		= 229,35
Verbrauchskosten	3.795,38	670,60 Strömeinheiten	= 5,657350 x	96,00		= 539,66
<b>Warmwasser</b>						
Grundkosten	676,06	1.000,00 Anteile	= 0,676060 x	141,00		= 95,32
Verbrauchskosten	1.577,46	272,16 Kubikmeter	= 5,796076 x	71,21		= 413,19
<b>Ihre Gesamtkosten</b>						<b>978,46</b>

Form: BR200 - 0002

BRUNATA Wärmemesser GmbH & Co. KG, 81369 München, Telefon: (089) 7699-0, Telefax: (089) 7699-100

Bitte Rücksende beachten.

erstellt im Auftrag von [REDACTED] für Nutzereinheit

erstellt am  
18.02.2008

Liegenschafts-Nr. [REDACTED]  
Nutzereinheit-Nr. [REDACTED]

Abrechnungszeitraum  
01.01.2007 - 31.12.2007

Seite

**Erläuterungen**

**Hinweise:**

- Grundlage für das Abrechnungssystem ist die Heizkostenverordnung in der ab März 1992 geltenden Fassung.
- Ermittlung der Wasserverbrauchskosten
  - Erfassung der Wassermenge mittels Durchflussschalter:  
 $2,5 \times \text{Wassermenge} \times (\text{Warmwassertemperatur } 10) = \text{Brennstoffverbrauch für die Wasserverwärmung}$   
 Heizwert des Brennstoffes  
 Bei Fernwärme wird der Faktor 2,0 anstatt 2,5 eingesetzt.  
 Der Anteil der Wasserverwärmungskosten zu den Gesamtkosten ergibt sich aus dem Verhältnis des in der Formel ermittelten Brennstoffverbrauchs zum Gesamtbrennstoffverbrauch.
  - Wenn die Wassermenge nicht erfasst werden kann, werden für die Wasserverwärmung 18 % der zu verteilenden Gesamtkosten angesetzt.
- Tabelle zur Aufteilung der Kosten bei Nutzerwechsel nach VDI 2167 Blatt 1, Tabelle 23, Ausgabe Dezember 1993

Monat	Prozentuale Anteile		Monat	Prozentuale Anteile	
	Monat	Tag		Monat	Tag
September	30	30/30 = 1,0	September	30	30/31 = 0,97...
Oktober	31	31/31 = 1,0	Oktober	31	31/31 = 1,0
November	30	30/30 = 1,0	November	30	30/31 = 0,97...
Dezember	31	31/31 = 1,0	Dezember	31	31/31 = 1,0
Januar	31	31/31 = 1,0	Januar	31	31/31 = 1,0
Februar	28	28/28 = 1,0	Februar	28	28/29 = 0,97...
Summe pro Jahr				365	365

- Schätzungen**  
Schätzungen der Verbrauchseinheiten werden erforderlich, wenn nach zwei angebotenen Besuchsterminen keine Ablesung möglich war oder aus anderen Gründen insgesamt oder teilweise keine Verbrauchswerte vorliegen. Im Falle einer Schätzung werden von einer folgenden Zählung angedrückt:  
 0 = Einheiten geschätzt nach Vorgabe  
 1 = Einheiten geschätzt nach Hausdurchschnitt  
 2 = Einheiten teilweise geschätzt
- Kaltpreiserhebung**  
Preisänderung bedingt verändertete die Messfähigkeit in Heizkostenverteilern nach dem Verdunstungsprinzip geringfügig nach oben, wenn die Heizkosten nicht in Betrieb ist. Diese zu generelle Kaltpreiserhebung wird durch eine Zugabe bei der Füllung der Kapillare/Ampulle ausgeglichen.  
 In einem verbuchten Nutzungszeitraum bei der Nutzer ggfl. durch Heizkostenbetrieb Anteil der Kaltpreiserhebung des Nachnutzers vorzuziehen. Diese Anteile werden dem Zähleranlasswert des Vermessers (Spalte "Ablesung") hinzugefügt. Die Berechnung der Kaltpreiserhebung erfolgt hierbei analog nach DIN EN 955.
- Guthaben oder Nachzahlung**  
Guthaben oder Nachzahlungsbeträge sind nur mit Ihrer Hausverwaltung zu verrechnen. Lassen Sie keine Zahlungen an uns. Sollte sich ein Nachzahlungsbetrag ergeben haben, besetzen Sie bitte, dass die Nachzahlung allen kein geeigneter Maßstab zum Vergleich der jährlichen Heizkosten sein kann. Wählen Sie bitte hierzu Ihre Gesamtkosten.
- Wenn Sie Fragen zur Kostenaufstellung haben, wenden Sie sich bitte an Ihre Hausverwaltung.
- Die im Zusammenhang mit der Abrechnung benötigten Daten werden in Sinne des Bundesdatenschutzgesetzes verarbeitet.

**Ermittlung der Verbrauchswerte**

**Heizungs-Verbrauch**

Geräte Nr.	Geräte Art	Raum	Skala	Ableswert rechts incl. KV	davor Kaltverdienstg	anth. Faktor	Verbrauch	Bemerkung
1836	HKP	FLU	19	3,5			3,50	
1843	HKP	KUE	25	2,0			2,00	
1852	HKP	MUH	34	12,0			12,00	
1868	HKP	MCH	34	10,0			10,00	
3014	HKP	BUE	62	5,0			5,00	
3123	HKP	BUE	31	3,0			3,00	
3688	HKP	KIN	31	2,5			2,50	
3782	HKP	FLU	11	1,0			1,00	
gesamt			Str	39,0			39,00	

**Warmwasser-Verbrauch**

Geräte Nr.	Geräte Art	Raum	Einheit	Zählerstand neu	Zählerstand alt	Verbrauch	Bemerkung
1321992	VTZ	KUE	m³	29,12	3,18	25,94	
1321993	VTZ	EAD	m³	58,46	10,18	48,27	
gesamt			m³	87,58	13,37	74,21	

**In den vorstehend abgerechneten Kosten enthaltene anteilige Arbeitskosten:**

Leistungsart	Kostenart	Gesamtbetrag Arbeitskosten in Eur	Ihr Kostenanteil in Eur	Ihr Anteil in %	Kostenbereich
HL	Wartung	253,77	32,25	12,708	Heiz- und Warmwasserkosten
	Kaminkehrer+Messung	246,10	31,28	12,709	Heiz- und Warmwasserkosten
	Brennerwartung	249,94	31,76	12,708	Heiz- und Warmwasserkosten
<b>Gesamtsumme HL</b>		<b>749,81</b>	<b>95,29</b>		

- BVG = geringfügige haushaltsnahe Beschäftigungsverhältnisse
- BVS = sozialversicherungspflichtige haushaltsnahe Beschäftigungsverhältnisse
- DL = haushaltsnahe Dienstleistungsverhältnisse
- HL = Handwerkerleistung
- n.a. = nicht angegeben

Die zugewiesenen Arbeitskostenanteile können für Steuerermäßigungen gemäß § 35a des Einkommensteuergesetzes relevant sein. Der Ausweis der Arbeitskostenanteile in dieser Abrechnung stellt jedoch keine steuerrechtliche Würdigung, Bewertung oder Beratung dar. Ob und in welcher Höhe bestimmte Aufwendungen unter die Bestimmungen des § 35a Einkommensteuergesetz fallen oder nicht, obliegt allein der Klärung zwischen dem Steuerpflichtigen und der für ihn zuständigen Finanzbehörde.

Po m 370671\_002



# Heizkosten- und Warmwasserkosten-Abrechnung

Erstellt im Auftrag von: [redacted] für Nutzereinheit: 1 CG 003 Liegenschafts-Nr. [redacted]  
 Nutzereinheit-Nr. [redacted]

221098 **2008** Abrechnungszeitraum 01.01.2008 - 31.12.2008  
 Herr/Frau/Firma [redacted] Ihr Nutzungszeitraum 01.01.2008 - 31.12.2008

23. FEB. 2009

Abrechnung erstellt am 02.02.2009

## Kostenaufstellung

Energiekosten	Menge	Einheit	Preis EUR	Wert der Kosten der Liegenschaft	Datum	Einheit EUR
Anfangsbestand	9.500	l	2.136,97	Überschlag Brennstoffkosten		7.566,56
Bezüge:				Betriebsstoffe	31.12.2008	76,05
20.02.2008	6.463	l	4.737,66	Wartung	31.01.2008	254,88
08.10.2008	5.768	l	4.816,49	Kaminkehren/Messung	30.01.2008	248,40
Abzugl. Endbestand	5.000	l	4.174,40	Reinigung	19.10.2008	130,50
<b>Brennstoffkosten</b>	<b>10.734</b>	<b>l</b>	<b>7.556,26</b>	Reinigung	31.10.2008	181,50
				Verbrauchsabrechnung		634,40
				<b>Summe der Kosten</b>		<b>9.082,21</b>
				Sonderkosten		26,07
				<b>Gesamtbeitrag Liegenschaft</b>		<b>9.108,28</b>

\* auf einzelne Nutzer zu verteilende Kosten

## Aufteilung der Kosten

Aufteilung der Kosten von 9.082,21 EUR

Heizung 7.447,41 EUR davon 30 % Grundkosten = 2.234,22 EUR  
 70 % Verbrauchskosten = 5.213,19 EUR

Warmwasser 1.634,80 EUR davon 30 % Grundkosten = 490,44 EUR  
 70 % Verbrauchskosten = 1.144,36 EUR diese werden weiterverteilt:  
 (s. Rückseite) 1.099,81 EUR auf Wassenzähler  
 105,55 EUR auf Warmwasserkostenverteiler

Erläuterung zur Ermittlung der Warmwasserkosten:  
 Lt. Heizkostenverordnung sind 18 % der Kosten für die Wasserverwärmung zugrunde zu legen.  
 Die Warmwasserkosten errechnen sich somit aus 18 % von 9.082,21 EUR = 1.634,80 EUR

## Ihre Abrechnung

	Betrag EUR	Gesamteinheiten	Betrag je Einheit	Ihre Einheiten	Zeitfaktor	Ihre Kosten EUR
<b>Heizung</b>						
Grundkosten	2.234,22	1.000,00 Anteile	= 2,234220 x	146,00		= 326,20
Verbrauchskosten	5.213,19	584,30 Stichenheiten	= 8,922111 x	25,86		= 228,41
<b>Warmwasser</b>						
Grundkosten	490,44	1.000,00 Anteile	= 0,490440 x	146,00		= 71,60
Verbrauchskosten	1.099,81	225,91 Kubikmeter	= 4,86887 x	39,26		= 205,12
						<b>Ihre Gesamtkosten 691,39</b>

Form BR201.0003

**Erläuterungen**

Kosten EUR

**Verbrauchskosten Warmwasser**

Verbrauchskosten gesamt 1.144,36 EUR

davon 1. Verbrauchskosten für Nutzer mit Wasserzählern:  
 Verbrauch 226,31 m<sup>3</sup> \* 6,488878 EUR/m<sup>3</sup> = 1.484,01 EUR  
 70 % Verbrauchskosten von 1.484,01 EUR = 1.038,81

2. Verbrauchskosten für Nutzer mit Warmwasserkostenverteilung:  
 Verbrauchskosten gesamt 1.144,36 EUR  
 Verbrauchskosten für Warmwasserzähler 1.038,81 EUR

**Hinweise**

- Grundlage für die Abrechnungssystem ist die Heizkostenverordnung in der ab März 1989 geltenden Fassung.
- Ermittlung der Wasserverzehrungskosten
  - Erfassung der Wassermenge mittels Durchflusssensoren  
 $23 \times \text{Wassermenge} \times (\text{Warmwassertemperatur} - 10)$  Ergebnis ist Verbrauch für die Wasserverzehrung  
 Hinweis: der Bemesslungsfaktor ist die Wasserverzehrung  
 (Bei Fernwärme wird der Faktor 2,0 anstelle 2,5 eingesetzt)  
 Der Anteil der Wasserverzehrungskosten zu den Gesamtkosten ergibt sich aus dem Verhältnis der in der Formel ermittelten Verbrauchsdaten zum Gesamtverbrauchsverbrauch
  - Wenn die Wassermenge nicht erfasst werden kann, werden für die Wasserverzehrung 18 % der zu verteilenden Gesamtkosten zugerechnet

- Schätzungen**  
 Schätzungen der Verbrauchswerte werden erforderlich, wenn nach zwei angabebereiten Bemesslungsterminen keine Ablesung möglich war oder aus anderen Gründen insgesamt oder teilweise keine Verbrauchswerte vorliegen. Im Falle einer Schätzung werden von uns folgende Zeichen angegeben:  
 S = Einheiten geschätzt nach Verjährung  
 H = Einheiten geschätzt nach Hausdurchschnitt  
 T = Einheiten teilweise geschätzt
- Kaltverwendung**  
 Physikalisch bedingt verunreinigt die Maximaltemperatur in Heizkostenverteilern nach dem Verdunstungsprinzip springfährig auch dann, wenn der Heizkörper nicht in Betrieb ist. Diese so genannte Kaltverwendung wird durch eine Zugabe bei der Fällung der Kapillarenzyp die ausgeglichen.  
 In einem verteilten Nutzungssystem hat der Verbraucher ggf. durch Heizungsbetrieb Anteile der Kaltverwendungsgewinne des Nachbarn verbraucht. Diese Anteile werden dem Zwischenablasswert des Verbrauchers (Spalte Ablesewert) hinzugerechnet. Die Berechnung der Kaltverwendungsanteile hierbei erfolgt nach DIN EN 835.

9. Tabelle zur Aufteilung der Kosten bei Betriebswechsel nach VDI 2037 Blatt 1, Tabelle 22, Ausgabe Dezember 1999

Monat	Strom-Anteile a	Monat	Strom-Anteile b
Januar	30/70 = 1,0	Januar	100/0 = 4,18...
Februar	80/20 = 2,0	April	50/50 = 2,50...
März	120/80 = 4,0	Mai	40/60 = 1,23...
April	180/20 = 5,16...	Juni	40/60 = 1,23...
Mai	170/30 = 5,46...	Juli	
Juni	150/50 = 5,28...	August	
Juli	100/100 = 5,17...		
Summe pro Jahr			1000

- Guthaben oder Nachzahlung**  
 Guthaben- oder Nachzahlungsbeträge sind nur mit Ihrer Hausverwaltung zu verrechnen. Leisten Sie keine Zahlungen an uns, Sollte sich ein Nachzahlungsbetrag ergeben haben, bedenken Sie bitte, dass die Nachzahlung allein kein geeigneter Maßstab zum Vergleich der monatlichen Heizkosten sein kann. Wählen Sie bitte hierzu Ihre Gesamtkosten.
- Sollten Sie Fragen zur Kostenaufstellung haben, wenden Sie sich bitte an Ihre Hausverwaltung.
- Die in Zusammenhang mit der Abrechnung benötigten Daten wurden im Sinne des Bundesdatenschutzgesetzes verarbeitet.

**Ermittlung der Verbrauchswerte**

**Heizungs-Verbrauch**

Geräte Nr.	Geräte Art	Raum	Skala	Ablesewert rechts incl. KV	davon Kaltver-dunstg	enth. Faktor	Verbrauch	Bemerkung
1536	HKP	FLU	19	2,5			2,50	
1843	HKP	KUE	25	0,0			0,00	
1822	HKP	WGH	34	4,4			8,60	
1908	HKP	WGH	34	8,0			8,00	
2014	HKP	SJE	62	0,0			0,00	
2123	HKP	SJE	31	4,0			4,00	
2586	HKP	KIN	31	1,5			1,50	
2782	HKP	FLU	11	1,0			1,00	
gesamt		Str		26,6			25,60	

**Warmwasser-Verbrauch**

Geräte Nr.	Geräte Art	Raum	Einheit	Zählerstand neu	Zählerstand alt	Verbrauch	Bemerkung
1371992	VTZ	KUE	m <sup>3</sup>	37,23	29,12	8,11	
321990	VTZ	BAD	m <sup>3</sup>	108,63	58,46	50,17	
gesamt			m <sup>3</sup>	145,87	87,58	58,28	

In den vorstehend abgerechneten Kosten enthaltene anteilige Arbeitskosten:

Leistungs-art	Kostenart	Gesamtbetrag Arbeitskosten in Eur	Ihr Kostenanteil in Eur	Ihr Anteil in %	Kostenbereich
HL	Wartung	254,68	25,00	9,815	Heiz- und Warmwasserkosten
	Kaminkehrer+Messung	248,40	24,38	9,815	Heiz- und Warmwasserkosten
	Reinigung	181,50	17,87	9,815	Heiz- und Warmwasserkosten
	<b>Gesamtsumme HL</b>	<b>684,58</b>	<b>67,25</b>		

## 4.2 Bereinigung des Energieverbrauchs

<b>Bereinigung des Endenergieverbrauchs</b>			
Bauvorhaben			
Wohneinheit			
Anzahl der Bewohner n	2	Personen	
täglicher BWW-Verbrauch pro Bewohner V		l/d	gem. DIN V 4108-6
Temperatur Kaltwasser T <sub>1</sub>		°C	
Temperatur Warmwasser T <sub>2</sub>		°C	
Wirkungsgrad der Brauchwassererwärmung $\eta_{BWW}$		[-]	
Wohnfläche A <sub>N</sub>	141	m <sup>2</sup>	

Beginn des Verbrauchszeitraums t <sub>1</sub>	01.01.2003		
Ende des Verbrauchszeitraums t <sub>2</sub>	31.12.2003		
Länge des Verbrauchszeitraums $\Delta t$	364	d	$\Delta t = t_2 - t_1$
Brennstoffverbrauch Q <sub>WEÖl</sub>		l Heizöl/a	aus Verbrauchabrechnung
Brennstoffverbrauch Q <sub>WE</sub>		kWh/a	$Q_{WE} = Q_{WEÖl} * 10,08$
Heizgradtage (VDI 3807), langjähriges Mittel HT <sub>m</sub>	2533	Kd	Klimadaten Deutscher Stationen, Deutscher Wetterdienst
Heizgradtage (VDI 3807), betrachtetes Jahr HT <sub>i</sub>	2697	Kd	

Trinkwasserwärmeverbrauch Q <sub>TW</sub>	1.355	kWh/a	$Q_{TW} = n * V * c_p * 365 / \eta_{BWW}$
spezifischer Trinkwasserwärmebedarf q <sub>TW</sub>	9,6	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW} = Q_{TW} / A_N$
Anteil Trinkwasserwärmeverbrauch y	7,3	%	$y = Q_{TW} / Q_{WEb}$
Heizwärmeverbrauch des betrachteten Jahres Q <sub>Hi</sub>	18.349	kWh/a	aus Verbrauchsabrechnung
bereinigter Heizwärmeverbrauch Q <sub>Hb</sub>	17.234	kWh/a	$Q_{Hb} = Q_{Hi} * HT_m / HT_i$
bereinigter spezifischer Heizwärmeverbrauch q <sub>Hb</sub>	122,2	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{Hb} = Q_{Hb} / A_N$
bereinigter Wärmeenergieverbrauch Q <sub>WEb'</sub>	18.589	kWh/a	$Q_{WEb'} = Q_{Hb} + Q_{TW}$
bereinigter spez. Wärmeenergieverbrauch q <sub>WEb'</sub>	131,8	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{WEb'} = Q_{WEb} / A_N$

<b>bereinigter jährl. Wärmeenergieverbrauch Q<sub>WEb</sub></b>	<b>18.636</b>	<b>kWh/a</b>	<b><math>Q_{WEb} = Q_{Hb} * 365 / \Delta t + Q_{TW}</math></b>
<b>ber. jährl. spez. Wärmeenergieverbrauch q<sub>WEb</sub></b>	<b>132,2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b><math>q_{WEb} = Q_{WEb} / A_N</math></b>

**Klimadaten deutscher Stationen** 

Datenquelle: Klimadaten Deutscher Stationen, Deutscher Wetterdienst, Offenbach - www.dwd.de

Postleitzahl  **Wetterstation** München/Flughafen  **Jahr** 2003  **Start** Januar

PLZ ist nicht korrekt, Station: München/Flughafen verwendet Klimazone 14 nach DIN V 4108-6:2003

Innentemperatur  zur Berechnung der Heizgradtage

Heizgrenztemperatur

**Ausgabegröße**

Gradtagszahl

Heizgradtage

Monat	2003				Langjähriges Mittel *			
	Heizgradtage		Außen- temperatur	Außentemp. an Heiztagen	Heizgradtage		Außen- temperatur	Außentemp. an Heiztagen
	G15	Heiztage			G15	Heiztage		
Januar 2003	607	31	-1,3	-1,3	483	31	-0,6	-0,6
Februar 2003	542	28	-4,4	-4,4	397	28	0,9	0,9
März 2003	297	31	5,4	5,4	327	31	4,4	4,4
April 2003	193	26	8,7	7,6	179	28	9,1	8,5
Mai 2003	42	13	15,4	11,8	59	19	14,2	11,8
Juni 2003	0	0	21,5		21	9	17,3	12,7
Juli 2003	0	0	19,5		7	4	18,5	13,4
August 2003	2	1	22,4	12,8	8	5	18,1	13,3
September 2003	50	20	13,9	12,5	68	20	13,4	11,6
Oktober 2003	272	30	6,2	5,9	182	29	9,2	8,8
November 2003	329	30	4,0	4,0	348	30	3,4	3,4
Dezember 2003	464	31	0,0	0,0	453	31	0,4	0,4
<b>Jahr</b>	<b>2697</b>	<b>241</b>	<b>9,4</b>	<b>3,8</b>	<b>2533</b>	<b>265</b>	<b>9,1</b>	<b>5,4</b>

\* 16 Jahre bis 2008 (evtl. mit Lücken)

Verhältnis der Heizgradtage G15 2003 zu langjährigem Mittel

Klimafaktor für Energieverbrauchskennwerte nach EnEV <sup>1</sup>

## Bereinigung des Endenergieverbrauchs

Bauvorhaben			
Wohneinheit			
Anzahl der Bewohner n	2	Personen	
täglicher BWW-Verbrauch pro Bewohner V		l/d	gem. DIN V 4108-6
Temperatur Kaltwasser T <sub>1</sub>		°C	
Temperatur Warmwasser T <sub>2</sub>		°C	
Wirkungsgrad der Brauchwassererwärmung $\eta_{BWW}$		[-]	
Wohnfläche A <sub>N</sub>	141	m <sup>2</sup>	

Beginn des Verbrauchszeitraums t <sub>1</sub>	01.01.2004		
Ende des Verbrauchszeitraums t <sub>2</sub>	31.12.2004		
Länge des Verbrauchszeitraums $\Delta t$	365	d	$\Delta t = t_2 - t_1$
Brennstoffverbrauch Q <sub>WEÖl</sub>		l Heizöl/a	aus Verbrauchabrechnung
Brennstoffverbrauch Q <sub>WE</sub>		kWh/a	$Q_{WE} = Q_{WEÖl} * 10,08$
Heizgradtage (VDI 3807), langjähriges Mittel HT <sub>m</sub>	2533	Kd	Klimadaten Deutscher Stationen,
Heizgradtage (VDI 3807), betrachtetes Jahr HT <sub>i</sub>	2562	Kd	Deutscher Wetterdienst

Trinkwasserwärmeverbrauch Q <sub>TW</sub>	1.218	kWh/a	$Q_{TW} = n * V * c_p * 365 / \eta_{BWW}$
spezifischer Trinkwasserwärmebedarf q <sub>TW</sub>	8,6	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW} = Q_{TW} / A_N$
Anteil Trinkwasserwärmeverbrauch y	6,0	%	$y = Q_{TW} / Q_{WEb}$
Heizwärmeverbrauch des betrachteten Jahres Q <sub>Hi</sub>	19.351	kWh/a	aus Verbrauchsabrechnung
bereinigter Heizwärmeverbrauch Q <sub>Hb</sub>	19.131	kWh/a	$Q_{Hb} = Q_{Hi} * HT_m / HT_i$
bereinigter spezifischer Heizwärmeverbrauch q <sub>Hb</sub>	135,7	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{Hb} = Q_{Hb} / A_N$
bereinigter Wärmeenergieverbrauch Q <sub>WEb'</sub>	20.350	kWh/a	$Q_{WEb'} = Q_{Hb} + Q_{TW}$
bereinigter spez. Wärmeenergieverbrauch q <sub>WEb'</sub>	144,3	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{WEb'} = Q_{WEb'} / A_N$

<b>bereinigter jährl. Wärmeenergieverbrauch Q<sub>WEb</sub></b>	<b>20.350</b>	<b>kWh/a</b>	<b><math>Q_{WEb} = Q_{Hb} * 365 / \Delta t + Q_{TW}</math></b>
<b>ber. jährl. spez. Wärmeenergieverbrauch q<sub>WEb</sub></b>	<b>144,3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b><math>q_{WEb} = Q_{WEb} / A_N</math></b>

**Klimadaten deutscher Stationen**  
Datenquelle: Klimadaten Deutscher Stationen, Deutscher Wetterdienst, Offenbach - www.dwd.de



Postleitzahl:  **Wetterstation:** München/Flughafen **Jahr:** 2004 **Start:** Januar

PLZ ist nicht korrekt, Station: München/Flughafen verwendet Klimazone 14 nach DIN V 4108-6:2003

Innentemperatur:  zur Berechnung der Heizgradtage

Heizgrenztemperatur:

Ausgabegröße:  
 Gradtagszahl  
 Heizgradtage

Monat	2004				langjähriges Mittel *			
	Heizgradtage		Außen-temperatur	Außen-temp. an Heiztagen	Heizgradtage		Außen-temperatur	Außen-temp. an Heiztagen
	G15	Heiztage	[°C]	[°C]	G15	Heiztage	[°C]	[°C]
Januar 2004	496	31	-1,0	-1,0	483	31	-0,6	-0,6
Februar 2004	381	29	1,9	1,9	397	28	0,9	0,9
März 2004	366	31	3,2	3,2	327	31	4,4	4,4
April 2004	165	28	9,6	9,1	179	28	9,1	8,5
Mai 2004	108	28	11,8	11,2	59	19	14,2	11,8
Juni 2004	21	10	16,1	13,0	21	9	17,3	12,7
Juli 2004	10	5	17,8	13,1	7	4	18,5	13,4
August 2004	1	1	19,0	14,4	8	5	18,1	13,3
September 2004	41	18	14,4	12,7	68	20	13,4	11,6
Oktober 2004	149	29	10,3	9,9	182	29	9,2	8,8
November 2004	337	30	3,8	3,8	348	30	3,4	3,4
Dezember 2004	489	31	-0,8	-0,8	453	31	0,4	0,4
<b>Jahr</b>	<b>2562</b>	<b>271</b>	<b>8,9</b>	<b>5,5</b>	<b>2533</b>	<b>265</b>	<b>9,1</b>	<b>5,4</b>

\* 16 Jahre bis 2008 (evtl. mit Lücken)

Verhältnis der Heizgradtage G15 2004 zu langjährigem Mittel:

Klimafaktor für Energieverbrauchskennwerte nach EnEV <sup>1</sup>:

## Bereinigung des Endenergieverbrauchs

Bauvorhaben			
Wohneinheit			
Anzahl der Bewohner n	2	Personen	
täglicher BWW-Verbrauch pro Bewohner V		l/d	gem. DIN V 4108-6
Temperatur Kaltwasser T <sub>1</sub>		°C	
Temperatur Warmwasser T <sub>2</sub>		°C	
Wirkungsgrad der Brauchwassererwärmung $\eta_{BWW}$		[-]	
Wohnfläche A <sub>N</sub>	141	m <sup>2</sup>	

Beginn des Verbrauchszeitraums t <sub>1</sub>	01.01.2005		
Ende des Verbrauchszeitraums t <sub>2</sub>	31.12.2005		
Länge des Verbrauchszeitraums $\Delta t$	364	d	$\Delta t = t_2 - t_1$
Brennstoffverbrauch Q <sub>WEÖl</sub>		l Heizöl/a	aus Verbrauchabrechnung
Brennstoffverbrauch Q <sub>WE</sub>		kWh/a	$Q_{WE} = Q_{WEÖl} * 10,08$
Heizgradtage (VDI 3807), langjähriges Mittel HT <sub>m</sub>	2533	Kd	Klimadaten Deutscher Stationen,
Heizgradtage (VDI 3807), betrachtetes Jahr HT <sub>i</sub>	2748	Kd	Deutscher Wetterdienst

Trinkwasserwärmeverbrauch Q <sub>TW</sub>	1.416	kWh/a	$Q_{TW} = n * V * c_p * 365 / \eta_{BWW}$
spezifischer Trinkwasserwärmebedarf q <sub>TW</sub>	10,0	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW} = Q_{TW} / A_N$
Anteil Trinkwasserwärmeverbrauch y	6,4	%	$y = Q_{TW} / Q_{WEb}$
Heizwärmeverbrauch des betrachteten Jahres Q <sub>Hi</sub>	22.272	kWh/a	aus Verbrauchsabrechnung
bereinigter Heizwärmeverbrauch Q <sub>Hb</sub>	20.529	kWh/a	$Q_{Hb} = Q_{Hi} * HT_m / HT_i$
bereinigter spezifischer Heizwärmeverbrauch q <sub>Hb</sub>	145,6	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{Hb} = Q_{Hb} / A_N$
bereinigter Wärmeenergieverbrauch Q <sub>WEb'</sub>	21.945	kWh/a	$Q_{WEb'} = Q_{Hb} + Q_{TW}$
bereinigter spez. Wärmeenergieverbrauch q <sub>WEb'</sub>	155,6	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{WEb'} = Q_{WEb} / A_N$

<b>bereinigter jährl. Wärmeenergieverbrauch Q<sub>WEb</sub></b>	<b>22.002</b>	<b>kWh/a</b>	<b><math>Q_{WEb} = Q_{Hb} * 365 / \Delta t + Q_{TW}</math></b>
<b>ber. jährl. spez. Wärmeenergieverbrauch q<sub>WEb</sub></b>	<b>156,0</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b><math>q_{WEb} = Q_{WEb} / A_N</math></b>

**Klimadaten deutscher Stationen**   
Datenquelle: Klimadaten Deutscher Stationen, Deutscher Wetterdienst, Offenbach - www.dwd.de

Postleitzahl  **Wetterstation** München/Flughafen  **Jahr** 2005  **Start** Januar

PLZ ist nicht korrekt, Station: München/Flughafen verwendet

Klimazone 14 nach DIN V 4108-6:2003

Innentemperatur  zur Berechnung der Heizgradtage

Ausgabegröße  
 Gradtagszahl  
 Heizgradtage

Heizgrenztemperatur

Monat	2005			
	Heizgradtage		Außen- temperatur	Außentemp. an Heiztagen
	G15 [Kd]	Heiztage [d]		
Januar 2005	468	31	-0,1	-0,1
Februar 2005	509	28	-3,2	-3,2
März 2005	384	31	2,6	2,6
April 2005	167	29	9,5	9,2
Mai 2005	89	20	13,5	10,6
Juni 2005	24	10	17,7	12,7
Juli 2005	5	3	18,4	13,3
August 2005	9	5	16,3	13,2
September 2005	47	16	14,9	12,1
Oktober 2005	161	29	9,8	9,5
November 2005	382	30	2,3	2,3
Dezember 2005	505	31	-1,3	-1,3
<b>Jahr</b>	<b>2748</b>	<b>263</b>	<b>8,4</b>	<b>4,6</b>

Monat	langjähriges Mittel *			
	Heizgradtage		Außen- temperatur	Außentemp. an Heiztagen
	G15 [Kd]	Heiztage [d]		
Januar	483	31	-0,6	-0,6
Februar	397	28	0,9	0,9
März	327	31	4,4	4,4
April	179	28	9,1	8,5
Mai	59	19	14,2	11,8
Juni	21	9	17,3	12,7
Juli	7	4	18,5	13,4
August	8	5	18,1	13,3
September	68	20	13,4	11,6
Oktober	182	29	9,2	8,8
November	348	30	3,4	3,4
Dezember	453	31	0,4	0,4
<b>Jahr</b>	<b>2533</b>	<b>265</b>	<b>9,1</b>	<b>5,4</b>

\* 16 Jahre bis 2008 (evtl. mit Lücken)

Verhältnis der Heizgradtage G15 2005 zu langjährigem Mittel

Klimafaktor für Energieverbrauchskennwerte nach EnEV <sup>1</sup>

## Bereinigung des Endenergieverbrauchs

Bauvorhaben			
Wohneinheit			
Anzahl der Bewohner n	2	Personen	
täglicher BWW-Verbrauch pro Bewohner V		l/d	gem. DIN V 4108-6
Temperatur Kaltwasser T <sub>1</sub>		°C	
Temperatur Warmwasser T <sub>2</sub>		°C	
Wirkungsgrad der Brauchwassererwärmung $\eta_{BWW}$		[-]	
Wohnfläche A <sub>N</sub>	141	m <sup>2</sup>	

Beginn des Verbrauchszeitraums t <sub>1</sub>	01.01.2006		
Ende des Verbrauchszeitraums t <sub>2</sub>	31.12.2006		
Länge des Verbrauchszeitraums $\Delta t$	364	d	$\Delta t = t_2 - t_1$
Brennstoffverbrauch Q <sub>WEÖl</sub>		l Heizöl/a	aus Verbrauchabrechnung
Brennstoffverbrauch Q <sub>WE</sub>		kWh/a	$Q_{WE} = Q_{WEÖl} * 10,08$
Heizgradtage (VDI 3807), langjähriges Mittel HT <sub>m</sub>	2533	Kd	Klimadaten Deutscher Stationen, Deutscher Wetterdienst
Heizgradtage (VDI 3807), betrachtetes Jahr HT <sub>i</sub>	2579	Kd	

Trinkwasserwärmeverbrauch Q <sub>TW</sub>	4.358	kWh/a	$Q_{TW} = n * V * c_p * 365 / \eta_{BWW}$
spezifischer Trinkwasserwärmebedarf q <sub>TW</sub>	30,9	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW} = Q_{TW} / A_N$
Anteil Trinkwasserwärmeverbrauch y	34,4	%	$y = Q_{TW} / Q_{WEb}$
Heizwärmeverbrauch des betrachteten Jahres Q <sub>Hi</sub>	8.450	kWh/a	aus Verbrauchabrechnung
bereinigter Heizwärmeverbrauch Q <sub>Hb</sub>	8.299	kWh/a	$Q_{Hb} = Q_{Hi} * HT_m / HT_i$
bereinigter spezifischer Heizwärmeverbrauch q <sub>Hb</sub>	58,9	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{Hb} = Q_{Hb} / A_N$
bereinigter Wärmeenergieverbrauch Q <sub>WEb'</sub>	12.658	kWh/a	$Q_{WEb'} = Q_{Hb} + Q_{TW}$
bereinigter spez. Wärmeenergieverbrauch q <sub>WEb'</sub>	89,8	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{WEb'} = Q_{WEb'} / A_N$

<b>bereinigter jährl. Wärmeenergieverbrauch Q<sub>WEb</sub></b>	<b>12.680</b>	<b>kWh/a</b>	<b><math>Q_{WEb} = Q_{Hb} * 365 / \Delta t + Q_{TW}</math></b>
<b>ber. jährl. spez. Wärmeenergieverbrauch q<sub>WEb</sub></b>	<b>89,9</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b><math>q_{WEb} = Q_{WEb} / A_N</math></b>

**Klimadaten deutscher Stationen** 

Datenquelle: Klimadaten Deutscher Stationen, Deutscher Wetterdienst, Offenbach - www.dwd.de

Postleitzahl  **Wetterstation** München/Flughafen  **Jahr** 2006  **Start** Januar

PLZ ist nicht korrekt, Station: München/Flughafen verwendet Klimazone 14 nach DIN V 4108-6:2003

Innentemperatur  zur Berechnung der Heizgradtage

Heizgrenztemperatur

**Ausgabegröße**

Gradtagszahl

Heizgradtage

Monat	2006				langjähriges Mittel *			
	Heizgradtage		Außen- temperatur	Außentemp. an Heiztagen	Heizgradtage		Außen- temperatur	Außentemp. an Heiztagen
	G15	Heiztage			G15	Heiztage		
[Kd]	[d]	[°C]	[°C]	[Kd]	[d]	[°C]	[°C]	
Januar 2006	592	31	-4,1	-4,1	483	31	-0,6	-0,6
Februar 2006	472	28	-1,8	-1,8	397	28	0,9	0,9
März 2006	407	31	1,9	1,9	327	31	4,4	4,4
April 2006	183	30	8,9	8,9	179	28	9,1	8,5
Mai 2006	57	22	13,5	12,4	59	19	14,2	11,8
Juni 2006	38	9	17,6	10,8	21	9	17,3	12,7
Juli 2006	0	0	21,9		7	4	18,5	13,4
August 2006	22	11	15,4	13,0	8	5	18,1	13,3
September 2006	8	8	16,3	14,0	68	20	13,4	11,6
Oktober 2006	113	27	11,5	10,8	182	29	9,2	8,8
November 2006	284	30	5,6	5,6	348	30	3,4	3,4
Dezember 2006	404	31	2,0	2,0	453	31	0,4	0,4
<b>Jahr</b>	<b>2579</b>	<b>258</b>	<b>9,1</b>	<b>5,0</b>	<b>2533</b>	<b>265</b>	<b>9,1</b>	<b>5,4</b>

\* 18 Jahre bis 2008 (evtl. mit Lücken)

Verhältnis der Heizgradtage G15 2006 zu langjährigem Mittel

Klimafaktor für Energieverbrauchskennwerte nach EnEV <sup>1</sup>

## Bereinigung des Endenergieverbrauchs

Bauvorhaben	Brentanostr. 28, 80807 München		
Wohneinheit	Wohnung 3		
Anzahl der Bewohner n	2	Personen	
täglicher BWW-Verbrauch pro Bewohner V		l/d	gem. DIN V 4108-6
Temperatur Kaltwasser T <sub>1</sub>		°C	
Temperatur Warmwasser T <sub>2</sub>		°C	
Wirkungsgrad der Brauchwassererwärmung $\eta_{BWW}$		[-]	
Wohnfläche A <sub>N</sub>	141	m <sup>2</sup>	

Beginn des Verbrauchszeitraums t <sub>1</sub>	01.01.2007		
Ende des Verbrauchszeitraums t <sub>2</sub>	31.12.2007		
Länge des Verbrauchszeitraums $\Delta t$	364	d	$\Delta t = t_2 - t_1$
Brennstoffverbrauch Q <sub>WEÖl</sub>		l Heizöl/a	aus Verbrauchabrechnung
Brennstoffverbrauch Q <sub>WE</sub>		kWh/a	$Q_{WE} = Q_{WEÖl} * 10,08$
Heizgradtage (VDI 3807), langjähriges Mittel HT <sub>m</sub>	2533	Kd	Klimadaten Deutscher Stationen,
Heizgradtage (VDI 3807), betrachtetes Jahr HT <sub>i</sub>	2240	Kd	Deutscher Wetterdienst

Trinkwasserwärmeverbrauch Q <sub>TW</sub>	9.276	kWh/a	$Q_{TW} = n * V * c_p * 365 / \eta_{BWW}$
spezifischer Trinkwasserwärmebedarf q <sub>TW</sub>	65,8	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW} = Q_{TW} / A_N$
Anteil Trinkwasserwärmeverbrauch y	63,0	%	$y = Q_{TW} / Q_{WEb}$
Heizwärmeverbrauch des betrachteten Jahres Q <sub>Hi</sub>	4.798	kWh/a	aus Verbrauchabrechnung
bereinigter Heizwärmeverbrauch Q <sub>Hb</sub>	5.426	kWh/a	$Q_{Hb} = Q_{Hi} * HT_m / HT_i$
bereinigter spezifischer Heizwärmeverbrauch q <sub>Hb</sub>	38,5	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{Hb} = Q_{Hb} / A_N$
bereinigter Wärmeenergieverbrauch Q <sub>WEb'</sub>	14.702	kWh/a	$Q_{WEb'} = Q_{Hb} + Q_{TW}$
bereinigter spez. Wärmeenergieverbrauch q <sub>WEb'</sub>	104,3	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{WEb'} = Q_{WEb'} / A_N$

<b>bereinigter jährl. Wärmeenergieverbrauch Q<sub>WEb</sub></b>	<b>14.717</b>	<b>kWh/a</b>	<b><math>Q_{WEb} = Q_{Hb} * 365 / \Delta t + Q_{TW}</math></b>
<b>ber. jährl. spez. Wärmeenergieverbrauch q<sub>WEb</sub></b>	<b>104,4</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b><math>q_{WEb} = Q_{WEb} / A_N</math></b>

**Klimadaten deutscher Stationen**  
Datenquelle: Klimadaten Deutscher Stationen, Deutscher Wetterdienst, Offenbach - www.dwd.de



Postleitzahl  Wetterstation München/Flughafen  Jahr 2007  Start Januar

PLZ ist nicht korrekt, Station: München/Flughafen verwendet

Klimazone 14 nach DIN V 4108-6:2003

Innentemperatur

zur Berechnung der Heizgradtage

Heizgrenztemperatur

Ausgabegröße

Gradtagszahl

Heizgradtage

Monat	2007			
	Heizgradtage		Außen- temperatur	Außentemp. an Heiztagen
	G15 [Kd]	Heiztage [d]		
Januar 2007	333	31	4,3	4,3
Februar 2007	300	28	4,3	4,3
März 2007	288	31	5,7	5,7
April 2007	96	21	12,0	10,4
Mai 2007	55	17	15,0	11,8
Juni 2007	5	4	18,4	13,7
Juli 2007	12	7	18,5	13,3
August 2007	6	8	17,2	14,3
September 2007	82	28	12,4	12,1
Oktober 2007	221	29	8,0	7,4
November 2007	385	30	2,2	2,2
Dezember 2007	457	31	0,3	0,3
<b>Jahr</b>	<b>2240</b>	<b>265</b>	<b>9,9</b>	<b>6,5</b>

Monat	langjähriges Mittel *			
	Heizgradtage		Außen- temperatur	Außentemp. an Heiztagen
	G15 [Kd]	Heiztage [d]		
Januar	483	31	-0,6	-0,6
Februar	397	28	0,9	0,9
März	327	31	4,4	4,4
April	179	28	9,1	8,5
Mai	59	19	14,2	11,8
Juni	21	9	17,3	12,7
Juli	7	4	18,5	13,4
August	8	5	18,1	13,3
September	68	20	13,4	11,6
Oktober	182	29	9,2	8,8
November	348	30	3,4	3,4
Dezember	453	31	0,4	0,4
<b>Jahr</b>	<b>2533</b>	<b>265</b>	<b>9,1</b>	<b>6,4</b>

\* 16 Jahre bis 2008 (evtl. mit Lücken)

Verhältnis der Heizgradtage G15 2007 zu langjährigem Mittel

Klimafaktor für Energieverbrauchskennwerte nach EnEV <sup>1</sup>

## Bereinigung des Endenergieverbrauchs

Bauvorhaben	Brentanostr. 28, 80807 München		
Wohneinheit	Wohnung 3		
Anzahl der Bewohner n	2	Personen	
täglicher BWW-Verbrauch pro Bewohner V		l/d	gem. DIN V 4108-6
Temperatur Kaltwasser T <sub>1</sub>		°C	
Temperatur Warmwasser T <sub>2</sub>		°C	
Wirkungsgrad der Brauchwassererwärmung $\eta_{BWW}$		[-]	
Wohnfläche A <sub>N</sub>	141	m <sup>2</sup>	

Beginn des Verbrauchszeitraums t <sub>1</sub>	01.01.2008		
Ende des Verbrauchszeitraums t <sub>2</sub>	31.12.2008		
Länge des Verbrauchszeitraums $\Delta t$	365	d	$\Delta t = t_2 - t_1$
Brennstoffverbrauch Q <sub>WEÖl</sub>		l Heizöl/a	aus Verbrauchabrechnung
Brennstoffverbrauch Q <sub>WE</sub>		kWh/a	$Q_{WE} = Q_{WEÖl} * 10,08$
Heizgradtage (VDI 3807), langjähriges Mittel HT <sub>m</sub>	2533	Kd	Klimadaten Deutscher Stationen,
Heizgradtage (VDI 3807), betrachtetes Jahr HT <sub>i</sub>	2375	Kd	Deutscher Wetterdienst

Trinkwasserwärmeverbrauch Q <sub>TW</sub>	7.285	kWh/a	$Q_{TW} = n * V * c_p * 365 / \eta_{BWW}$
spezifischer Trinkwasserwärmebedarf q <sub>TW</sub>	51,7	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW} = Q_{TW} / A_N$
Anteil Trinkwasserwärmeverbrauch y	66,2	%	$y = Q_{TW} / Q_{WEb}$
Heizwärmeverbrauch des betrachteten Jahres Q <sub>Hi</sub>	3.480	kWh/a	aus Verbrauchsabrechnung
bereinigter Heizwärmeverbrauch Q <sub>Hb</sub>	3.712	kWh/a	$Q_{Hb} = Q_{Hi} * HT_m / HT_i$
bereinigter spezifischer Heizwärmeverbrauch q <sub>Hb</sub>	26,3	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{Hb} = Q_{Hb} / A_N$
bereinigter Wärmeenergieverbrauch Q <sub>WEb'</sub>	10.997	kWh/a	$Q_{WEb'} = Q_{Hb} + Q_{TW}$
bereinigter spez. Wärmeenergieverbrauch q <sub>WEb'</sub>	78,0	kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{WEb'} = Q_{WEb} / A_N$

<b>bereinigter jährl. Wärmeenergieverbrauch Q<sub>WEb</sub></b>	<b>10.997</b>	<b>kWh/a</b>	<b><math>Q_{WEb} = Q_{Hb} * 365 / \Delta t + Q_{TW}</math></b>
<b>ber. jährl. spez. Wärmeenergieverbrauch q<sub>WEb</sub></b>	<b>78,0</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b><math>q_{WEb} = Q_{WEb} / A_N</math></b>



Postleitzahl:  Wetterstation: München/Flughafen  Jahr: 2008  Start: Januar

PLZ ist nicht korrekt, Station: München/Flughafen verwendet

Klimazone 14 nach DIN V 4108-6:2003

Innentemperatur:

zur Berechnung der Heizgradtage

Heizgrenztemperatur:

Ausgabegröße:

Gradtagszahl

Heizgradtage

Monat	2008		Außen- temperatur [°C]	Außentemp. an Heiztagen [°C]
	Heizgradtage G15 [Kd]	Heiztage [d]		
Januar 2008	391	31	2,4	2,4
Februar 2008	344	29	3,1	3,1
März 2008	321	31	4,6	4,6
April 2008	196	30	8,5	8,5
Mai 2008	49	16	14,8	11,9
Juni 2008	11	5	18,1	12,8
Juli 2008	3	5	18,3	14,3
August 2008	3	5	18,1	14,4
September 2008	115	19	12,4	9,0
Oktober 2008	180	29	9,2	8,8
November 2008	323	30	4,2	4,2
Dezember 2008	439	31	0,8	0,8
<b>Jahr</b>	<b>2375</b>	<b>261</b>	<b>9,6</b>	<b>6,9</b>

Monat	langjähriges Mittel *		Außen- temperatur [°C]	Außentemp. an Heiztagen [°C]
	Heizgradtage G15 [Kd]	Heiztage [d]		
Januar	483	31	-0,6	-0,6
Februar	397	28	0,9	0,9
März	327	31	4,4	4,4
April	179	28	9,1	8,5
Mai	59	19	14,2	11,8
Juni	21	9	17,3	12,7
Juli	7	4	18,5	13,4
August	8	5	18,1	13,3
September	68	20	13,4	11,6
Oktober	182	29	9,2	8,8
November	348	30	3,4	3,4
Dezember	453	31	0,4	0,4
<b>Jahr</b>	<b>2533</b>	<b>266</b>	<b>9,1</b>	<b>6,4</b>

\* 16 Jahre bis 2008 (evtl. mit Lücken)

Verhältnis der Heizgradtage G15 2008 zu langjährigem Mittel:

Klimafaktor für Energieverbrauchskennwerte nach EnEV <sup>1</sup>:

### 4.3 Berechnungsgrundlagen Bedarfsberechnung

#### 1. Allgemeine Projektdaten

Projekt :	EnEV
	7 h Absenkung
Gebäudetyp:	Wohngebäude
Innentemperatur:	normale Innentemperatur
Anzahl Vollgeschosse:	1
Anzahl Wohneinheiten:	1

#### 2. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren:	Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren
Berechnungsprogramm:	- Energieberater PLUS 7.0.2 - Hottgenroth Software -

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

**Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 24. Juli 2007**

<b>DIN EN 832 : 2003 - 06</b>	<b>Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs – Wohngebäude</b>
<b>DIN V 4108-6 : 2003 - 06</b>	<b>Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs</b>
<b>DIN V4701-10/A1 : 2006 - 12</b>	<b>Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwasser, Lüftung</b>
DIN EN ISO 13370 : 1998 - 12	Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003 - 10	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077 - 1: 2006 - 12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701 - 12: 2004 - 02	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand – Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789: 1999 - 10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlust-Koeffizient – Berechnungsverfahren
DIN V 4108 - 2: 2003 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2 : Mindestanforderung an den Wärmeschutz, Änderung A1
DIN V 4108 - 3: 2001 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3 : Klimabedingter Feuchtschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108 - 4: 2004 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 4 : Wärme und feuchteschutz-technische Bemessungswerte
DIN V 4108 - 5: 1981 - 08	Wärmeschutz im Hochbau – Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl. 2: 2006 - 03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524: 2000 - 07	Baustoffe und – produkte – Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften Tabellierte Bemessungswerte

### 3. Gebäudegeometrie

#### 3.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto	Fläche netto	Flächen- anteil
				m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%
1	Dachfläche NO	NO 50,0°	8,4*7,31	61,40	58,87	17,6
2	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	2 * (0,8*0,7)	-	1,12	0,3
3	Pultdachgaube NO	NO 90,0°		2,68	1,96	0,6
4	AF DG NO	NO 90,0°	0,90 * 0,80	-	0,72	0,2
5	Dachfläche SW	SW 50,0°	8,4*7,31	61,40	53,82	16,1
6	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	0,5*0,4 + 2 * (0,8*0,6)	-	1,16	0,3
7	Pultdachgaube 1 SW	SW 90,0°		5,88	4,25	1,3
8	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,05 * 1,55	-	1,63	0,5
9	Pultdachgaube 2 SW	SW 90,0°		5,88	4,25	1,3
10	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,05 * 1,55	-	1,63	0,5
11	Außenwand NO	NO 90,0°	8,4*3,06	25,70	21,41	6,4
12	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	3 * (1,3*1,1)	-	4,29	1,3
13	Außenwand NW	NW 90,0°		47,17	41,39	12,4
14	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	2 * (1,1*0,9) + 1,1*1,3	-	3,41	1,0
15	AF NW DG	NW 90,0°	0,60 * 0,80	-	0,48	0,1
16	AT NW	NW 90,0°	0,90 * 2,10	-	1,89	0,6
17	Außenwand SW	SW 90,0°	8,4*3,06	25,70	21,96	6,6
18	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	1,3*1,1 + 2,1*1,1	-	3,74	1,1
19	Außenwand SO	SO 90,0°		47,17	34,24	10,2
20	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	2 * (1,1*0,9)	-	1,98	0,6
21	AF WSV SO	SO 90,0°	0,5*0,5 + 0,5*1,6	-	1,05	0,3
22	IW Garage	SO 90,0°	6,60 * 1,50	-	9,90	3,0
23	Kellerdecke	0,0°	8,4*8,25	69,30	69,30	20,7

#### 3.2 Gebäudegeometrie - Volumen

Nr.	Bezeichnung	Berechnung	Volumen brutto	Volumen- anteil
			m <sup>3</sup>	%
1	EG	8,4*3,06*8,25	212,06	51,6
2	DG	8,4*5,6*8,25/2	194,04	47,2
3	Gaube SW	2 * (1,7*1,5*1,7/2)	4,34	1,1
4	Gaube NO	1,2*1*0,9/2	0,54	0,1

#### 3.3 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

<b>Gebäudehüllfläche :</b>	<b>334,56 m<sup>2</sup></b>
<b>Gebäudevolumen :</b>	<b>411,11 m<sup>3</sup></b>
<b>Beheiztes Luftvolumen :</b>	<b>312,45 m<sup>3</sup></b>
<b>Gebäudenutzfläche :</b>	<b>131,56 m<sup>2</sup></b>
<b>A/V<sub>e</sub> - Verhältnis :</b>	<b>0,81 1/m</b>

#### 4. U - Wert – Ermittlung

Bauteilbezeichnung : Dachfläche NO / Gefachanteil 1 = 0,85 ( 85,11% )					Ausrichtung : NO
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 -WLG 040)	10,00	0,040	260,0	2,50
4	schwach belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke	4,00	-	1,0	0,08
5	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,75</b>			<b>R<sub>1</sub> = 2,63</b>
Bauteilbezeichnung : Dachfläche NO / Gefachanteil 2 = 0,15 ( 14,89% )					
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	14,00	0,130	500,0	1,08
4	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
					<b>R<sub>1</sub> = 1,13</b>
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.,gesamt</sub> = 1,0</b>			<b>R<sub>1,gesamt</sub> = 2,12</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04
58,87 m <sup>2</sup>	17,6 %	43,9 kg/m <sup>2</sup>	26,09 W/K	7,5 %	<b>0,44</b>
				10cm-Regel : 355 Wh/K 3cm-Regel : 218 Wh/K	<b>U - Wert = W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Dachfläche SW / Gefachanteil 1 = 0,85 ( 85,11% )					Ausrichtung : SW
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 040)	10,00	0,040	260,0	2,50
4	schwach belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke	4,00	-	1,0	0,08
5	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,75</b>			<b>R<sub>1</sub> = 2,63</b>
Bauteilbezeichnung : Dachfläche SW / Gefachanteil 2 = 0,15 ( 14,89% )					
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	14,00	0,130	500,0	1,08
4	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
					<b>R<sub>1</sub> = 1,13</b>
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.,gesamt</sub> = 1,0</b>			<b>R<sub>1,gesamt</sub> = 2,12</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04
53,82 m <sup>2</sup>	16,1 %	43,9 kg/m <sup>2</sup>	23,85 W/K	6,8 %	<b>0,44</b>
				10cm-Regel : 324 Wh/K 3cm-Regel : 200 Wh/K	<b>U - Wert = W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Außenwand NO						Ausrichtung : NO		
Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
					cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit				1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )				36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk				1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>					<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>			<b>R<sub>1</sub> = 0,57</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04		<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>
21,41 m <sup>2</sup>	6,4 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	29,10 W/K	8,3 %	10cm-Regel : 934 Wh/K 3cm-Regel : 268 Wh/K			

Bauteilbezeichnung : Außenwand NW						Ausrichtung : NW		
Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
					cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit				1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )				36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk				1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>					<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>			<b>R<sub>1</sub> = 0,57</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04		<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>
41,39 m <sup>2</sup>	12,4 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	56,25 W/K	16,1 %	10cm-Regel : 1805 Wh/K 3cm-Regel : 517 Wh/K			

Bauteilbezeichnung : Außenwand SW						Ausrichtung : SW		
Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
					cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit				1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )				36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk				1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>					<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>			<b>R<sub>1</sub> = 0,57</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04		<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>
21,96 m <sup>2</sup>	6,6 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	29,85 W/K	8,6 %	10cm-Regel : 958 Wh/K 3cm-Regel : 275 Wh/K			

Bauteilbezeichnung : Außenwand SO						Ausrichtung : SO		
Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
					cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit				1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )				36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk				1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>					<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>			<b>R<sub>1</sub> = 0,57</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04		<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>
34,24 m <sup>2</sup>	10,2 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	46,54 W/K	13,3 %	10cm-Regel : 1493 Wh/K 3cm-Regel : 428 Wh/K			



Bauteilbezeichnung : IW Garage					Ausrichtung : SO	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W	
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1,50	0,700	1400,0	0,02	
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1800 kg/m <sup>3</sup> )	36,00	0,810	1800,0	0,44	
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,50	1,000	1800,0	0,02	
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>1,zul.</sub> = 0,07</b>		<b>R<sub>1</sub> = 0,48</b>	
Beschreibung	Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,13	
	9,90 m <sup>2</sup>	696,0 kg/m <sup>2</sup>	10cm-Regel : 973 Wh/K 3cm-Regel : 280 Wh/K		<b>U - Wert = 1,35</b> <b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	

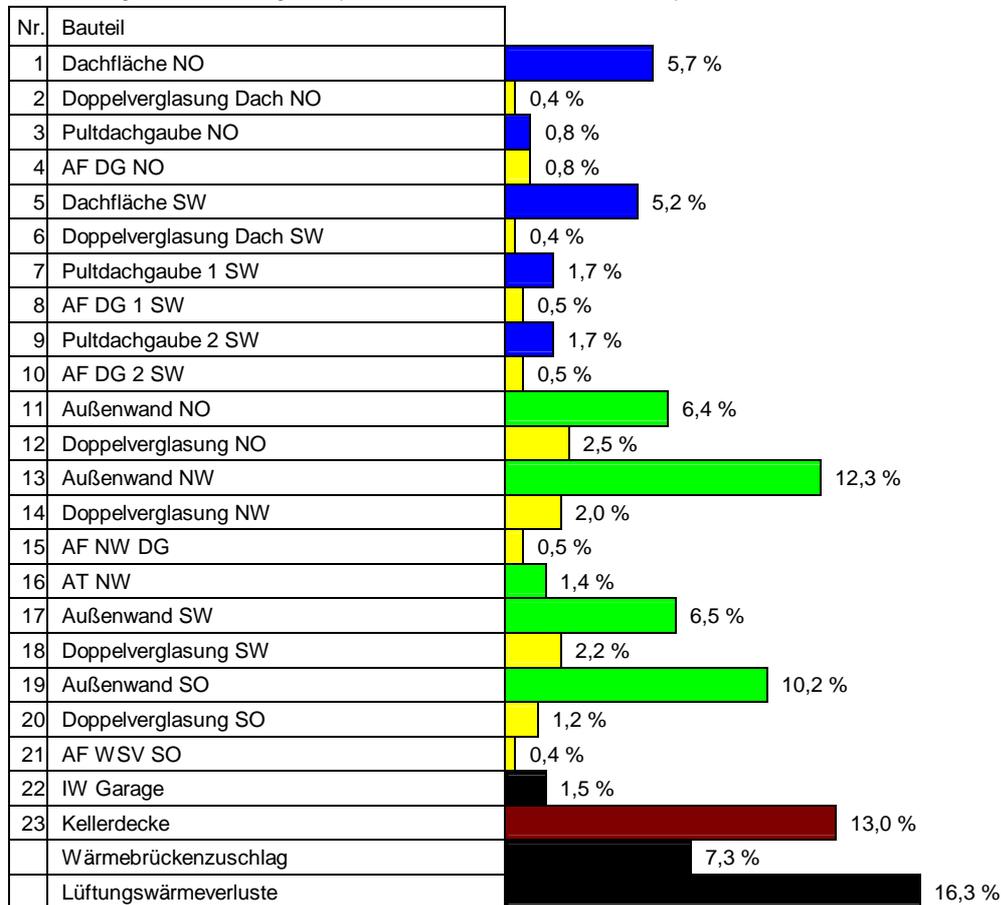
## 5. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

### 5.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Faktor F <sub>x</sub>	F <sub>x</sub> * U * A	
						W/K	%
1	Dachfläche NO	NO 50,0°	58,87	0,443	1,00	26,09	5,7
2	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	1,12	1,500	1,00	1,68	0,4
3	Pultdachgaube NO	NO 90,0°	1,96	1,800	1,00	3,53	0,8
4	AF DG NO	NO 90,0°	0,72	5,000	1,00	3,60	0,8
5	Dachfläche SW	SW 50,0°	53,82	0,440	1,00	23,68	5,2
6	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	1,16	1,500	1,00	1,74	0,4
7	Pultdachgaube 1 SW	SW 90,0°	4,25	1,800	1,00	7,66	1,7
8	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,63	1,500	1,00	2,44	0,5
9	Pultdachgaube 2 SW	SW 90,0°	4,25	1,800	1,00	7,66	1,7
10	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,63	1,500	1,00	2,44	0,5
11	Außenwand NO	NO 90,0°	21,41	1,360	1,00	29,12	6,4
12	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	4,29	2,700	1,00	11,58	2,5
13	Außenwand NW	NW 90,0°	41,39	1,360	1,00	56,30	12,3
14	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	3,41	2,700	1,00	9,21	2,0
15	AF NW DG	NW 90,0°	0,48	5,000	1,00	2,40	0,5
16	AT NW	NW 90,0°	1,89	3,500	1,00	6,62	1,4
17	Außenwand SW	SW 90,0°	21,96	1,360	1,00	29,87	6,5
18	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	3,74	2,700	1,00	10,10	2,2
19	Außenwand SO	SO 90,0°	34,24	1,360	1,00	46,57	10,2
20	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	1,98	2,700	1,00	5,35	1,2
21	AF WSV SO	SO 90,0°	1,05	1,800	1,00	1,89	0,4
22	IW Garage	SO 90,0°	9,90	1,350	0,50	6,68	1,5
23	Kellerdecke	0,0°	69,30	1,220	0,70	59,18	13,0
$\Sigma A_i =$			<b>334,56</b>	$\Sigma(F_x * U * A) =$		<b>348,69</b>	

<b>Wärmebrückenzuschlag DU</b>	$\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Delta U_{WB} * A = 33,46 \text{ W/K}$	7,3 %
--------------------------------	--	---	-------

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste der Heizperiode



### 5.2 Lüftungsverluste

<b>Lüftungswärmeverluste</b>	<b>n = 0,70 h<sup>-1</sup></b>	<b>74,36 W/K</b>	<b>16,3 %</b>
------------------------------	--------------------------------	------------------	---------------

### 5.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche
			m <sup>2</sup>						m <sup>2</sup>
1	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	1,12	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,38
2	AF DG NO	NO 90,0°	0,72	0,70	0,90	1,00	0,9	0,87	0,36
3	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	1,16	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,39
4	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,63	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,55
5	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,63	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,55
6	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	4,29	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	1,82
7	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	3,41	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	1,45
8	AF NW DG	NW 90,0°	0,48	0,70	0,90	1,00	0,9	0,87	0,24
9	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	3,74	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	1,59
10	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	1,98	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	0,84
11	AF WSV SO	SO 90,0°	1,05	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,36

## 5.4 Monatsbilanzierung

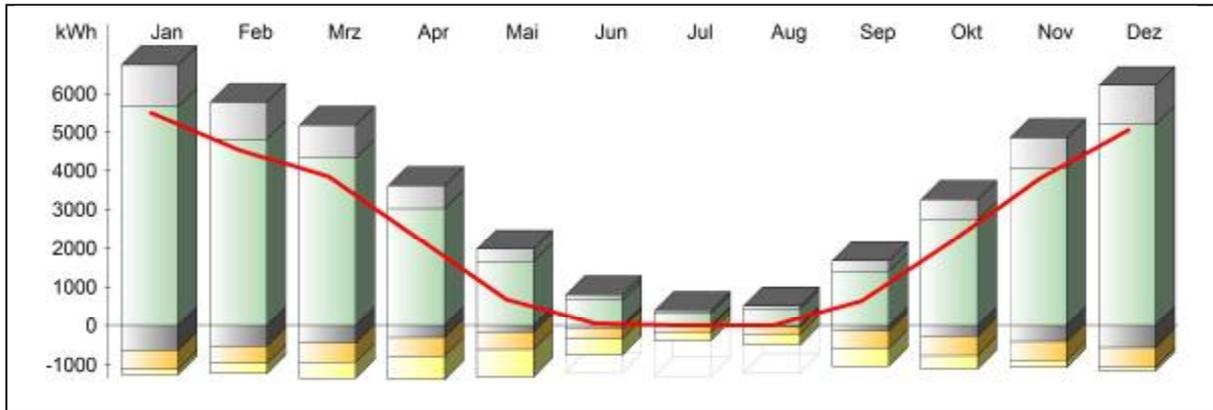
Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Transmissionswärmeverluste</b>												
Transmissionsverluste	5163	4405	3969	2762	1505	603	285	389	1280	2491	3716	4748
Wärmebrückenverluste	495	423	381	265	144	58	27	37	123	239	357	456
Summe	5658	4828	4350	3027	1649	660	313	426	1403	2729	4072	5203
<b>Lüftungswärmeverluste</b>												
Lüftungsverluste	1101	939	846	589	321	128	61	83	273	531	792	1012
<b>reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabschaltung, -senkung</b>												
reduzierte Wärmeverluste	-619	-517	-442	-300	-163	-65	-31	-42	-139	-270	-412	-553
<b>Gesamtwärmeverluste</b>												
<b>Gesamtwärmeverluste</b>	<b>6140</b>	<b>5250</b>	<b>4754</b>	<b>3316</b>	<b>1807</b>	<b>723</b>	<b>343</b>	<b>467</b>	<b>1537</b>	<b>2990</b>	<b>4453</b>	<b>5663</b>

Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Interne Wärmegewinne</b>												
Interne Wärmegewinne	489	442	489	474	489	474	489	489	474	489	474	489
<b>Solare Wärmegewinne</b>												
Fenster NO 50°	5	8	17	29	42	42	45	35	22	12	5	3
Fenster NO 90°	3	6	11	18	26	26	28	22	14	8	4	2
Fenster SW 50°	10	20	31	45	57	52	59	54	38	27	13	8
Fenster SW 90°	13	24	34	45	52	47	54	53	39	30	17	10
Fenster SW 90°	13	24	34	45	52	47	54	53	39	30	17	10
Fenster NO 90°	16	29	58	95	134	134	145	114	71	42	20	11
Fenster NW 90°	13	23	46	75	104	105	115	93	57	33	16	9
Fenster NW 90°	2	4	8	12	17	17	19	15	9	5	3	1
Fenster SW 90°	38	69	97	128	149	135	154	151	113	88	48	28
Fenster SO 90°	20	36	53	69	85	73	84	80	60	47	25	15
Fenster SO 90°	9	15	23	29	36	31	36	34	25	20	11	6
Solare Wärmegewinne	142	260	413	590	754	710	792	705	489	344	178	104
<b>Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat</b>												
<b>Gesamtwärmegewinne</b>	<b>632</b>	<b>702</b>	<b>902</b>	<b>1064</b>	<b>1243</b>	<b>1184</b>	<b>1281</b>	<b>1194</b>	<b>963</b>	<b>833</b>	<b>651</b>	<b>593</b>

Heizwärmebedarf in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	1,000	0,999	0,991	0,910	0,571	0,266	0,384	0,930	0,994	0,999	1,000
<b>Heizwärmebedarf</b>	<b>5509</b>	<b>4548</b>	<b>3853</b>	<b>2262</b>	<b>675</b>	<b>47</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>642</b>	<b>2162</b>	<b>3802</b>	<b>5070</b>
<b>Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage</b>												
Heizgrenztemperatur	17,53	17,19	16,90	16,44	16,10	16,15	16,01	16,21	16,68	17,06	17,43	17,62
Mittl. Außentemperatur:	-0,90	0,20	3,70	8,00	13,20	16,60	17,90	17,50	13,90	9,40	4,20	0,70
<b>Heiztage</b>	<b>31,0</b>	<b>28,0</b>	<b>31,0</b>	<b>30,0</b>	<b>31,0</b>	<b>10,8</b>	<b>0,0</b>	<b>6,2</b>	<b>30,0</b>	<b>31,0</b>	<b>30,0</b>	<b>31,0</b>

**5.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung**

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



**Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens:**

**Jahres-Heizwärmebedarf = 28.580 kWh/a**

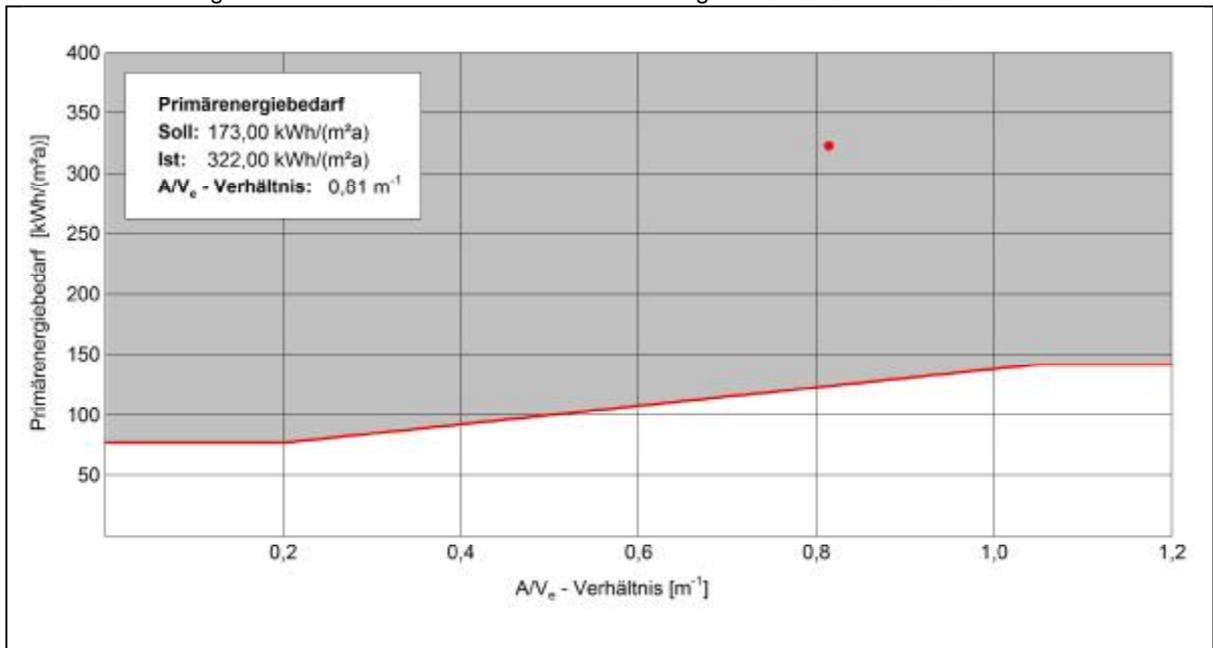
**flächenbezogener  
Jahres-Heizwärmebedarf = 217,25 kWh/(m²a)**

**volumenbezogener  
Jahres-Heizwärmebedarf = 69,52 kWh/(m³a)**

**Zahl der Heiztage = 290,0 d/a**  
**Heizgradtagzahl = 3.625 Kd/a**

- Heizwärmebedarf
- Lüftungswärmeverluste
- Transmissionswärmeverluste
- Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)
- nutzbare interne Wärmegewinne
- nutzbare solare Wärmegewinne
- nicht nutzbare Wärmegewinne

Bild 3 : Primärenergiebedarf des betrachteten Gebäudes im Vergleich zu EnEV - Grenzwerten



## 6. Anlagenbewertung nach DIN 4701-10

### 6.1 Anlagenbeschreibung

#### Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung NT-Kessel - 20 kW, Erdgas E
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen: halbe EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve) Umwälzpumpe nicht leistungsgeregt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

#### Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	Indirekt beheizter Speicher - 180 Liter, Dämmung gut (1987-1994)
Verteilung	Dämmung der Leitungen: halbe EnEV

## 6.2 Ergebnisse

Gebäude/ -teil: \_\_\_\_\_

Straße, Hausnummer: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort: \_\_\_\_\_

**Eingaben:**  $A_N = 131,6 \text{ m}^2$   $t_{HP} = 290 \text{ Tage}$

	TRINKWASSER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 1644 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 28580 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_h = 217,25 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	

### Ergebnisse:

Deckung von $q$	$q_{h,tw} = 2,57 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,H} = 214,68 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,L} = 0,00 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
-----------------	---	--	--

$\Sigma$ WÄRME	$Q_{TW,E} = 3637 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 33178 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
$\Sigma$ HILFS- ENERGIE	$38 \text{ kWh/a}$	$675 \text{ kWh/a}$	$0 \text{ kWh/a}$
$\Sigma$ PRIMÄR- ENERGIE	$Q_{TW,P} = 4105 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 38318 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 0 \text{ kWh/a}$

#### ENDENERGIE

$Q_E = 36815 \text{ kWh/a}$	$\Sigma$ WÄRME
-----------------------------	----------------

$713 \text{ kWh/a}$	$\Sigma$ HILFSENERGIE
---------------------	-----------------------

#### PRIMÄRENERGIE

$Q_P = 42423 \text{ kWh/a}$	$\Sigma$ PRIMÄRENERGIE
-----------------------------	------------------------

$q_P = 322,47 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
--

#### ANLAGEN- AUFWANDSZAHL

$e_P = 1,40 \text{ [-]}$
--------------------------

#### ENDENERGIE

nach eingesetzten Energieträgern

$Q_{E,0} = 36815 \text{ kWh/a}$	$\Sigma$ Erdgas E
---------------------------------	-------------------

## 6.3 Detailbeschreibung

### Berechnungsverfahren:

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs  $q_p$  und der Anlagenaufwandszahl  $e_p$  erfolgt nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4701-10 : 2003-08. Soweit nicht anders angegeben werden hierbei die von der DIN 470110 vorgegebenen Standardwerte für die Berechnungsparameter verwendet. Diese werden nach Abschnitt 5 unter den dort angegebenen Randbedingungen berechnet.

Nutzfläche des Gebäudes : 131,6 m<sup>2</sup>

### Heizung und Lüftung:

Das Gebäude enthält **einen** Heizungsbereich

#### Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Bezeichnung : Strang 1

Nutzfläche : 131,6 m<sup>2</sup>

Bereich **ohne** Lüftungsanlage

Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

#### Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 70 / 55 °C

Außenverteilung (Strangleitungen an den Außenwänden)

Verteil-Leitungen außerhalb der therm. Hülle, Keller

Umwälzpumpe **nicht** leistungsgeregelt

Übergabe-Komponente : freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Regelung : Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Überdimensionierung des Heizkreises : Faktor 1,20 -
- \* Fehlender hydraulischer Abgleich und flachere Heizkurve - typisch für Altbau
- \* Länge der Verteilleitungen (Bereich V) : 10,0 m
- \* Länge der Strangleitungen (Bereich S) : 12,0 m
- \* Dämmung der Leitungen: halbe EnEV
- \* U-Wert der Verteilleitungen (Bereich V) : 0,300 W/(m.K)
- \* U-Wert der Strangleitungen (Bereich S) : 0,300 W/(m.K)
- \* U-Wert der Anbindeleitungen (Bereich A) : 0,300 W/(m.K)

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

#### Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

#### Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Wärmeerzeuger-Typ : NT-Kessel

Brennstoff : Erdgas E

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Kessel-Nennwärmeleistung : 20,0 kW

### Trinkwarmwasser :

Das Gebäude enthält **einen** Trinkwasserbereich

#### Trinkwasser-Bereich Nr. 1 :

Bezeichnung : Strang 1

Nutzfläche : 131,6 m<sup>2</sup>

Die Versorgung des Bereiches erfolgt zentral

#### zentraler Trinkwasser-Strang :

Lage der Verteilleitungen : außerhalb der therm. Hülle, Keller

**ohne** Zirkulation

Standardverrohrung ( keine gemeinsame Installationswand )

Verteilleitungen außerhalb der therm. Hülle, Keller.

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Dämmung der Leitungen: halbe EnEV
- \* Leitungslänge Bereich V : 7,0 m
- \* U-Wert Bereich V : 0,300 W/(m.K)
- \* Leitungslänge Bereich S : 6,0 m
- \* U-Wert Bereich S : 0,300 W/(m.K)
- \* U-Wert Bereich SL : 0,300 W/(m.K)

#### Warmwasser-Bereiter :

Art : indirekt beheizter Speicher

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Speicherdämmung : gut (1987-1994)
- \* Bereitschafts-Wärmeaufwand : 2,09 kWh/d

Die Beheizung des Speichers erfolgt durch **einen** Wärmeerzeuger (monovalent)

#### Wärmeerzeuger Nr. 1 ( monovalent ) :

Wärmeerzeuger-Typ : NT-Kessel

Brennstoff : Erdgas E

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Kombibetrieb ( Warmwasser + Heizung )

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Kessel-Nennwärmeleistung : 20,0 kW

## 1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : EnEV 2009 - 7 h Absenkung

EnEV-Referenzgebäude

Gebäudetyp: Wohngebäude  
 Innentemperatur: normale Innentemperatur  
 Anzahl Vollgeschosse: 1  
 Anzahl Wohneinheiten: 1

## 2. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren: Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung  
 Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren

Berechnungsprogramm: - Energieberater PLUS 7.0.2 - Hottgenroth Software -

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

**Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 24. Juli 2007**

<b>DIN EN 832 : 2003 - 06</b>	<b>Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs – Wohngebäude</b>
<b>DIN V 4108-6 : 2003 - 06</b>	<b>Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs</b>
<b>DIN V4701-10/A1 : 2006 - 12</b>	<b>Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwasser, Lüftung</b>
DIN EN ISO 13370 : 1998 - 12	Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003 - 10	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077 - 1: 2006 - 12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701 - 12: 2004 - 02	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand – Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789: 1999 - 10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlust-Koeffizient – Berechnungsverfahren
DIN V 4108 - 2: 2003 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2 : Mindestanforderung an den Wärmeschutz, Änderung A1
DIN V 4108 - 3: 2001 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3 : Klimabedingter Feuchtschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108 - 4: 2004 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 4 : Wärme und feuchteschutz-technische Bemessungswerte
DIN V 4108 - 5: 1981 - 08	Wärmeschutz im Hochbau – Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl. 2: 2006 - 03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524: 2000 - 07	Baustoffe und – produkte – Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften Tabellierte Bemessungswerte

### 3. Gebäudegeometrie

#### 3.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto m <sup>2</sup>	Fläche netto m <sup>2</sup>	Flächen- anteil %
1	Dachfläche NO	NO 50,0°	8,4*7,31	61,40	58,87	17,6
2	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	2 * (0,8*0,7)	-	1,12	0,3
3	Pultdachgaube NO	NO 90,0°		2,68	1,96	0,6
4	AF DG NO	NO 90,0°	0,90 * 0,80	-	0,72	0,2
5	Dachfläche SW	SW 50,0°	8,4*7,31	61,40	53,82	16,1
6	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	0,5*0,4 + 2 * (0,8*0,6)	-	1,16	0,3
7	Pultdachgaube 1 SW	SW 90,0°		5,88	4,25	1,3
8	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,05 * 1,55	-	1,63	0,5
9	Pultdachgaube 2 SW	SW 90,0°		5,88	4,25	1,3
10	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,05 * 1,55	-	1,63	0,5
11	Außenwand NO	NO 90,0°	8,4*3,06	25,70	21,41	6,4
12	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	3 * (1,3*1,1)	-	4,29	1,3
13	Außenwand NW	NW 90,0°		47,17	41,39	12,4
14	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	2 * (1,1*0,9) + 1,1*1,3	-	3,41	1,0
15	AF NW DG	NW 90,0°	0,60 * 0,80	-	0,48	0,1
16	AT NW	NW 90,0°	0,90 * 2,10	-	1,89	0,6
17	Außenwand SW	SW 90,0°	8,4*3,06	25,70	21,96	6,6
18	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	1,3*1,1 + 2,1*1,1	-	3,74	1,1
19	Außenwand SO	SO 90,0°		47,17	34,24	10,2
20	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	2 * (1,1*0,9)	-	1,98	0,6
21	AF WSV SO	SO 90,0°	0,5*0,5 + 0,5*1,6	-	1,05	0,3
22	IW Garage	SO 90,0°	6,60 * 1,50	-	9,90	3,0
23	Kellerdecke	0,0°	8,4*8,25	69,30	69,30	20,7

#### 3.2 Gebäudegeometrie - Volumen

Nr.	Bezeichnung	Berechnung	Volumen brutto m <sup>3</sup>	Volumen- anteil %
1	EG	8,4*3,06*8,25	212,06	51,6
2	DG	8,4*5,6*8,25/2	194,04	47,2
3	Gaube SW	2 * (1,7*1,5*1,7/2)	4,34	1,1
4	Gaube NO	1,2*1*0,9/2	0,54	0,1

#### 3.3 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

<b>Gebäudehüllfläche :</b>	<b>334,56 m<sup>2</sup></b>
<b>Gebäudevolumen :</b>	<b>411,11 m<sup>3</sup></b>
<b>Beheiztes Luftvolumen :</b>	<b>312,45 m<sup>3</sup></b>
<b>Gebäudenutzfläche :</b>	<b>131,56 m<sup>2</sup></b>
<b>A/V<sub>e</sub> - Verhältnis :</b>	<b>0,81 1/m</b>

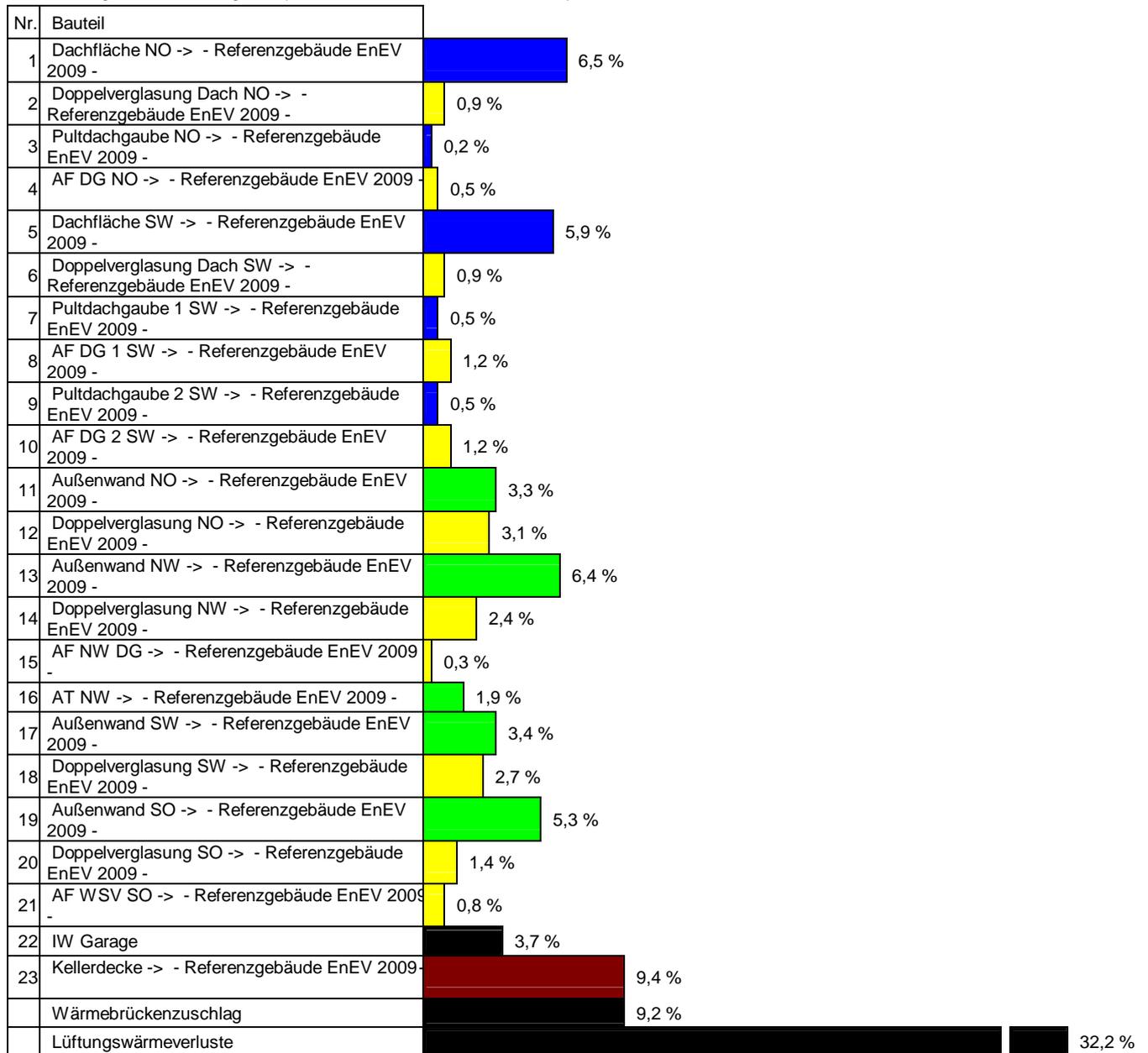
## 4. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

### 4.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A	U <sub>i</sub> -Wert	Faktor F <sub>x</sub>	F <sub>x</sub> * U * A	
						m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)
1	Dachfläche NO -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	NO 50,0°	58,87	0,200	1,00	11,77	6,5
2	Doppelverglasung Dach NO -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	NO 50,0°	1,12	1,400	1,00	1,57	0,9
3	Pultdachgaube NO -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	NO 90,0°	1,96	0,200	1,00	0,39	0,2
4	AF DG NO -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	NO 90,0°	0,72	1,300	1,00	0,94	0,5
5	Dachfläche SW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SW 50,0°	53,82	0,200	1,00	10,76	5,9
6	Doppelverglasung Dach SW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SW 50,0°	1,16	1,400	1,00	1,62	0,9
7	Pultdachgaube 1 SW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SW 90,0°	4,25	0,200	1,00	0,85	0,5
8	AF DG 1 SW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SW 90,0°	1,63	1,300	1,00	2,12	1,2
9	Pultdachgaube 2 SW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SW 90,0°	4,25	0,200	1,00	0,85	0,5
10	AF DG 2 SW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SW 90,0°	1,63	1,300	1,00	2,12	1,2
11	Außenwand NO -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	NO 90,0°	21,41	0,280	1,00	6,00	3,3
12	Doppelverglasung NO -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	NO 90,0°	4,29	1,300	1,00	5,58	3,1
13	Außenwand NW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	NW 90,0°	41,39	0,280	1,00	11,59	6,4
14	Doppelverglasung NW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	NW 90,0°	3,41	1,300	1,00	4,43	2,4
15	AF NW DG -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	NW 90,0°	0,48	1,300	1,00	0,62	0,3
16	AT NW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	NW 90,0°	1,89	1,800	1,00	3,40	1,9
17	Außenwand SW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SW 90,0°	21,96	0,280	1,00	6,15	3,4
18	Doppelverglasung SW -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SW 90,0°	3,74	1,300	1,00	4,86	2,7
19	Außenwand SO -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SO 90,0°	34,24	0,280	1,00	9,59	5,3
20	Doppelverglasung SO -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SO 90,0°	1,98	1,300	1,00	2,57	1,4
21	AF WSV SO -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	SO 90,0°	1,05	1,300	1,00	1,37	0,8
22	IW Garage	SO 90,0°	9,90	1,350	0,50	6,68	3,7
23	Kellerdecke -> - Referenzgebäude EnEV 2009 -	0,0°	69,30	0,350	0,70	16,98	9,4
$\Sigma A_i =$			<b>334,56</b>	$\Sigma(F_x * U * A) =$		<b>106,13</b>	

<b>Wärmebrückenzuschlag DU</b>	$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Delta U_{WB} * A = 16,73 \text{ W/K}$	9,2 %
--------------------------------	--	---	-------

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste der Heizperiode



#### 4.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	$n = 0,55 \text{ h}^{-1}$	58,43 W/K	32,2 %
-----------------------	---------------------------	-----------	--------

### 4.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche
			m <sup>2</sup>						m <sup>2</sup>
1	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	1,12	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,38
2	AF DG NO	NO 90,0°	0,72	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,24
3	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	1,16	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,39
4	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,63	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,55
5	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,63	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,55
6	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	4,29	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	1,46
7	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	3,41	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	1,16
8	AF NW DG	NW 90,0°	0,48	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,16
9	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	3,74	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	1,27
10	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	1,98	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,67
11	AF WSV SO	SO 90,0°	1,05	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,36

### 4.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Transmissionswärmeverluste</b>												
Transmissionsverluste	1571	1341	1208	841	458	183	87	118	390	758	1131	1445
Wärmebrückenverluste	248	211	190	132	72	29	14	19	61	119	178	228
Summe	1819	1552	1399	973	530	212	101	137	451	877	1309	1673
<b>Lüftungswärmeverluste</b>												
Lüftungsverluste	865	738	665	463	252	101	48	65	215	417	623	796
<b>reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabschaltung, -senkung</b>												
reduzierte Wärmeverluste	-111	-92	-77	-51	-28	-11	-5	-7	-24	-46	-71	-98
<b>Gesamtwärmeverluste</b>												
<b>Gesamtwärmeverluste</b>	<b>2573</b>	<b>2199</b>	<b>1987</b>	<b>1385</b>	<b>755</b>	<b>302</b>	<b>143</b>	<b>195</b>	<b>642</b>	<b>1249</b>	<b>1860</b>	<b>2371</b>

Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Interne Wärmegewinne</b>												
Interne Wärmegewinne	489	442	489	474	489	474	489	489	474	489	474	489
<b>Solare Wärmegewinne</b>												
Fenster NO 50°	5	8	17	29	42	42	45	35	22	12	5	3
Fenster NO 90°	2	4	8	13	18	18	19	15	10	6	3	1
Fenster SW 50°	10	20	31	45	57	52	59	54	38	27	13	8
Fenster SW 90°	13	24	34	45	52	47	54	53	39	30	17	10
Fenster SW 90°	13	24	34	45	52	47	54	53	39	30	17	10
Fenster NO 90°	13	24	47	76	107	107	116	91	57	34	16	9
Fenster NW 90°	10	19	37	60	83	84	92	74	46	27	13	7
Fenster NW 90°	1	3	5	8	12	12	13	10	6	4	2	1
Fenster SW 90°	30	56	78	103	119	108	123	121	91	70	38	23
Fenster SO 90°	16	29	43	55	68	59	67	64	48	38	20	12
Fenster SO 90°	9	15	23	29	36	31	36	34	25	20	11	6
Solare Wärmegewinne	123	225	356	507	646	607	678	606	422	298	154	90
<b>Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat</b>												
<b>Gesamtwärmegewinne</b>	<b>613</b>	<b>667</b>	<b>845</b>	<b>981</b>	<b>1135</b>	<b>1081</b>	<b>1167</b>	<b>1095</b>	<b>895</b>	<b>787</b>	<b>628</b>	<b>579</b>

<b>Heizwärmebedarf in kWh/Monat</b>												
<b>Monat</b>	<b>Jan</b>	<b>Feb</b>	<b>Mrz</b>	<b>Apr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Aug</b>	<b>Sep</b>	<b>Okt</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	1,000	0,999	0,981	0,656	0,280	0,123	0,178	0,703	0,991	1,000	1,000
<b>Heizwärmebedarf</b>	<b>1961</b>	<b>1531</b>	<b>1142</b>	<b>422</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>469</b>	<b>1233</b>	<b>1791</b>
<b>Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage</b>												
Heizgrenztemperatur	14,96	14,12	13,42	12,31	11,51	11,63	11,30	11,77	12,90	13,81	14,72	15,18
Mittl. Außentemperatur:	-0,90	0,20	3,70	8,00	13,20	16,60	17,90	17,50	13,90	9,40	4,20	0,70
<b>Heiztage</b>	<b>31,0</b>	<b>28,0</b>	<b>31,0</b>	<b>30,0</b>	<b>6,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>9,4</b>	<b>31,0</b>	<b>30,0</b>	<b>31,0</b>

## 4.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung

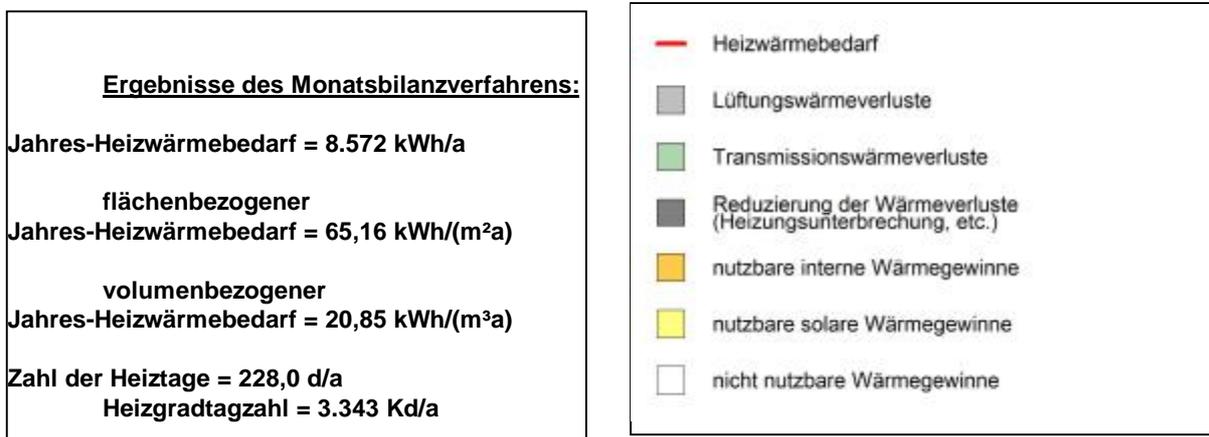
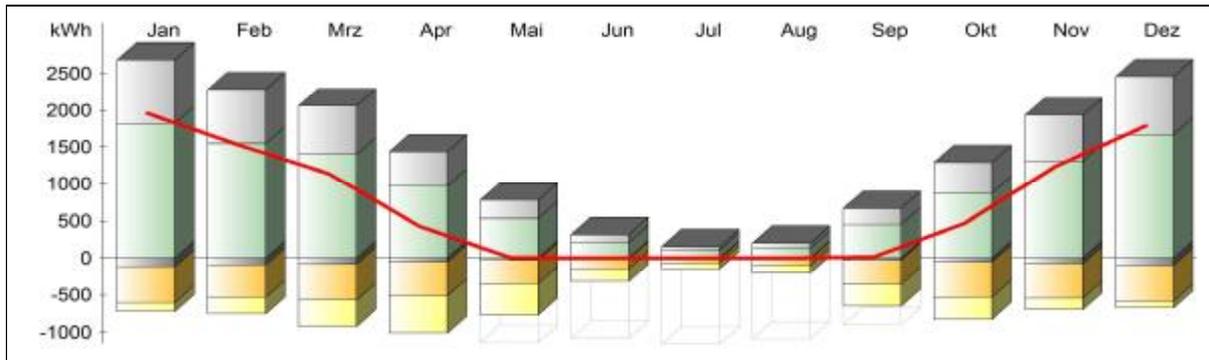
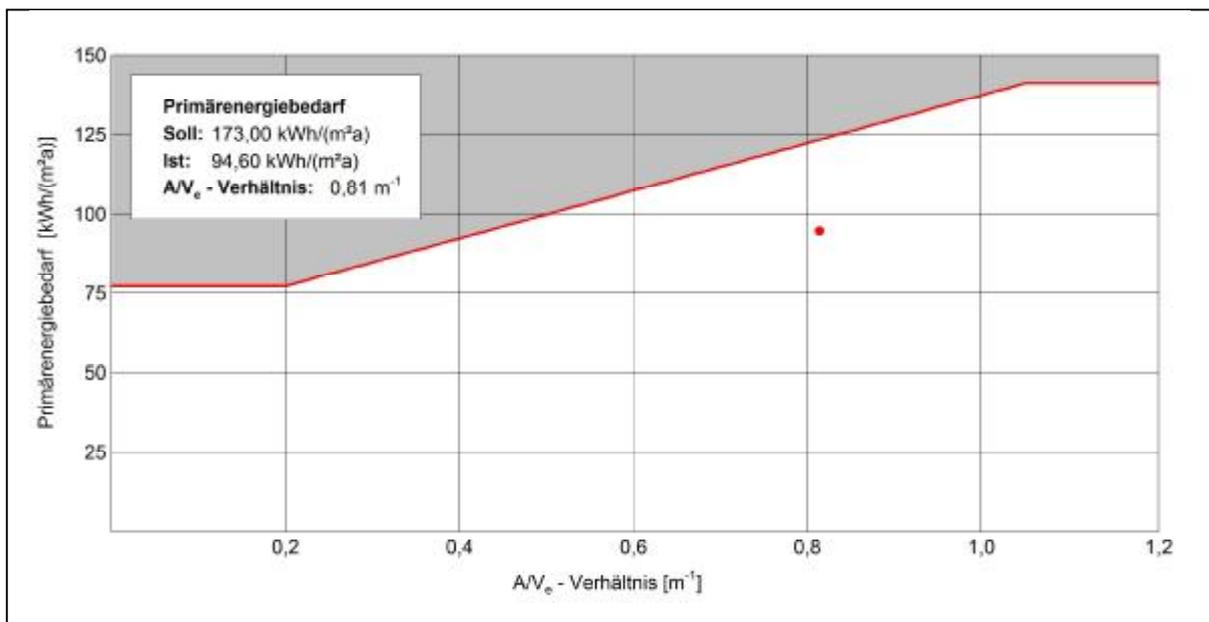


Bild 3 : Primärenergiebedarf des betrachteten Gebäudes im Vergleich zu EnEV - Grenzwerten



## 5. Anlagenbewertung nach DIN 4701-10

### 5.1 Anlagenbeschreibung

#### Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Kessel - 13 kW, Heizöl EL
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45°C Dämmung der Leitungen: nach EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Lüftungsanlage	Abluftanlage

#### Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 55% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Wärmeerzeuger 2 - 45% Deckungsanteil Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	bivalenter Solarspeicher - 340 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV

## 5.2 Ergebnisse

Gebäude/ -teil: \_\_\_\_\_

Straße, Hausnummer: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort: \_\_\_\_\_

**Eingaben:**

$A_N = 131,6 \text{ m}^2$

$t_{HP} = 228 \text{ Tage}$

	TRINKWASSER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 1644 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 8572 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$Q_h = 65,16 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	

**Ergebnisse:**

Deckung von $q_p$	$q_{h,tw} = 7,06 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,H} = 58,10 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,L} = 0,00 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
-------------------	---	---	--

$\Sigma$ WÄRME	$Q_{TW,E} = 1740 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 7782 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
$\Sigma$ HILFS- ENERGIE	$198 \text{ kWh/a}$	$354 \text{ kWh/a}$	$180 \text{ kWh/a}$
$\Sigma$ PRIMÄR- ENERGIE	$Q_{TW,P} = 2449 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 9515 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 486 \text{ kWh/a}$

**ENDENERGIE**

$Q_E = 9522 \text{ kWh/a}$

$\Sigma$  WÄRME

$732 \text{ kWh/a}$

$\Sigma$  HILFSENERGIE

**PRIMÄRENERGIE**

$Q_P = 12450 \text{ kWh/a}$

$\Sigma$  PRIMÄRENERGIE

$q_P = 94,63 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

**ANLAGEN-  
AUFWANDSZAHL**

$e_P = 1,22 \text{ [-]}$

**ENDENERGIE**

nach eingesetzten Energieträgern

$Q_{E,0} = 9522 \text{ kWh/a}$

$\Sigma$  Heizöl EL

## 5.3 Detailbeschreibung

### Berechnungsverfahren:

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs  $q_p$  und der Anlagenaufwandszahl  $e_p$  erfolgt nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4701-10 : 2003-08. Soweit nicht anders angegeben werden hierbei die von der DIN 4701-10 vorgegebenen Standardwerte für die Berechnungsparameter verwendet. Diese werden nach Abschnitt 5 unter den dort angegebenen Randbedingungen berechnet.

Nutzfläche des Gebäudes : 131,6 m<sup>2</sup>

### Heizung und Lüftung:

Das Gebäude enthält **einen** Heizungsbereich

#### Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Bezeichnung : - Referenzgebäude EnEV 2009 -

Nutzfläche : 131,6 m<sup>2</sup>

Bereich **mit** Lüftungsanlage

Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

#### Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 55 / 45 °C

Innenverteilung (Strangleitungen an den Innenwänden)

Verteil-Leitungen innerhalb der thermischen Hülle

leistungsgeregelte Umwälzpumpe

Übergabe-Komponente : freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Regelung : Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

#### Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

#### Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Wärmeerzeuger-Typ : Brennwert-Kessel

Brennstoff : Heizöl EL

Aufstellort : innerhalb der thermischen Hülle

**Achtung:** Nach DIN 4701-10, Kapitel 5.3.4.2.1 ist die Aufstellung innerhalb der ...

... therm. Hülle nur zulässig für Kessel, die raumlufunabhängig betrieben werden !

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

\* Es wurde der Standardwert "Brennwertkessel verbessert" für den 30%-Wirkungsgrad verwendet !

\* Eingesetzte Kessel müssen daher mindestens einen 30%-Wirkungsgrad von 99,1 % erreichen !

#### Lüftungsanlage des Bereiches:

Der belüftete Flächenanteil des Bereichs beträgt 100,0 % der Bereichsfläche

Art : Abluftanlage

belüftete Nutzfläche : 131,6 m<sup>2</sup>

Gleichstrom-Ventilatoren (DC)

### Trinkwarmwasser :

Das Gebäude enthält **einen** Trinkwasserbereich

#### Trinkwasser-Bereich Nr. 1 :

Bezeichnung : - Referenzgebäude EnEV 2009 -

Nutzfläche : 131,6 m<sup>2</sup>

Die Versorgung des Bereiches erfolgt zentral

Übergabe in aneinander grenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand.

#### zentraler Trinkwasser-Strang :

Lage der Verteilleitungen : innerhalb der thermischen Hülle

**mit** Zirkulation

Übergabe in angrenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand

Verteilleitungen innerhalb der thermischen Hülle.

#### Warmwasser-Bereiter :

Art : bivalenter Solarspeicher

Aufstellort : innerhalb der thermischen Hülle

Die Beheizung des Speichers erfolgt durch eine Solaranlage und ...

... einen Spitzenlast-Wärmeerzeuger.

#### Wärmeerzeuger Nr. 1 ( Solaranlage, ganzjährig ) :

Wärmeerzeuger-Typ : Solaranlage

Kollektortyp : Flachkollektor

Ausrichtung : -20 °

Neigung : 30 °

#### Wärmeerzeuger Nr. 2 ( Spitzenlast, ganzjährig ) :

Wärmeerzeuger-Typ : Brennwert-Kessel

Brennstoff : Heizöl EL

Aufstellort : innerhalb der thermischen Hülle

**Achtung:** Nach DIN 4701-10, Kapitel 5.3.4.2.1 ist die Aufstellung innerhalb der ...

... therm. Hülle nur zulässig für Kessel, die raumlufunabhängig betrieben werden !

Kombibetrieb ( Warmwasser + Heizung )

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

\* Es wurde der Standardwert "Brennwertkessel verbessert" für den 100%-Wirkungsgrad verwendet !

\* Eingesetzte Kessel müssen daher mindestens einen 100%-Wirkungsgrad von 95,1 % erreichen !

## 1. Allgemeine Projektdaten

Projekt :	sparsam
	7 h Absenkung
Gebäudetyp:	Wohngebäude
Innentemperatur:	normale Innentemperatur
Anzahl Vollgeschosse:	1
Anzahl Wohneinheiten:	1

## 2. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren: Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung  
Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren

Berechnungsprogramm: - Energieberater PLUS 7.0.2 - Hottgenroth Software -

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

**Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 24. Juli 2007**

<b>DIN EN 832 : 2003 - 06</b>	<b>Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs – Wohngebäude</b>
<b>DIN V 4108-6 : 2003 - 06</b>	<b>Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs</b>
<b>DIN V4701-10/A1 : 2006 - 12</b>	<b>Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwasser, Lüftung</b>
DIN EN ISO 13370 : 1998 - 12	Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003 - 10	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077 - 1: 2006 - 12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701 - 12: 2004 - 02	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand – Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789: 1999 - 10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlust-Koeffizient – Berechnungsverfahren
DIN V 4108 - 2: 2003 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2 : Mindestanforderung an den Wärmeschutz, Änderung A1
DIN V 4108 - 3: 2001 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3 : Klimabedingter Feuchtschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108 - 4: 2004 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 4 : Wärme und feuchteschutz-technische Bemessungswerte
DIN V 4108 - 5: 1981 - 08	Wärmeschutz im Hochbau – Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl. 2: 2006 - 03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524: 2000 - 07	Baustoffe und – produkte – Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften Tabellierte Bemessungswerte

### 3. Gebäudegeometrie

#### 3.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto	Fläche netto	Flächen- anteil
				m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%
1	Dachfläche NO	NO 50,0°	8,4*7,31	61,40	58,87	17,6
2	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	2 * (0,8*0,7)	-	1,12	0,3
3	Pultdachgaube NO	NO 90,0°		2,68	1,96	0,6
4	AF DG NO	NO 90,0°	0,90 * 0,80	-	0,72	0,2
5	Dachfläche SW	SW 50,0°	8,4*7,31	61,40	53,82	16,1
6	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	0,5*0,4 + 2 * (0,8*0,6)	-	1,16	0,3
7	Pultdachgaube 1 SW	SW 90,0°		5,88	4,25	1,3
8	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,05 * 1,55	-	1,63	0,5
9	Pultdachgaube 2 SW	SW 90,0°		5,88	4,25	1,3
10	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,05 * 1,55	-	1,63	0,5
11	Außenwand NO	NO 90,0°	8,4*3,06	25,70	21,41	6,4
12	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	3 * (1,3*1,1)	-	4,29	1,3
13	Außenwand NW	NW 90,0°		47,17	41,39	12,4
14	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	2 * (1,1*0,9) + 1,1*1,3	-	3,41	1,0
15	AF NW DG	NW 90,0°	0,60 * 0,80	-	0,48	0,1
16	AT NW	NW 90,0°	0,90 * 2,10	-	1,89	0,6
17	Außenwand SW	SW 90,0°	8,4*3,06	25,70	21,96	6,6
18	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	1,3*1,1 + 2,1*1,1	-	3,74	1,1
19	Außenwand SO	SO 90,0°		47,17	34,24	10,2
20	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	2 * (1,1*0,9)	-	1,98	0,6
21	AF WSV SO	SO 90,0°	0,5*0,5 + 0,5*1,6	-	1,05	0,3
22	IW Garage	SO 90,0°	6,60 * 1,50	-	9,90	3,0
23	Kellerdecke	0,0°	8,4*8,25	69,30	69,30	20,7

#### 3.2 Gebäudegeometrie - Volumen

Nr.	Bezeichnung	Berechnung	Volumen brutto	Volumen- anteil
			m <sup>3</sup>	%
1	EG	8,4*3,06*8,25	212,06	51,6
2	DG	8,4*5,6*8,25/2	194,04	47,2
3	Gaube SW	2 * (1,7*1,5*1,7/2)	4,34	1,1
4	Gaube NO	1,2*1*0,9/2	0,54	0,1

#### 3.3 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

<b>Gebäudehüllfläche :</b>	<b>334,56 m<sup>2</sup></b>
<b>Gebäudevolumen :</b>	<b>411,11 m<sup>3</sup></b>
<b>Beheiztes Luftvolumen :</b>	<b>312,45 m<sup>3</sup></b>
<b>Gebäudenutzfläche :</b>	<b>131,56 m<sup>2</sup></b>
<b>A/V<sub>e</sub> - Verhältnis :</b>	<b>0,81 1/m</b>

#### 4. U - Wert - Ermittlung

Bauteilbezeichnung : Dachfläche NO / Gefachanteil 1 = 0,85 ( 85,11% )					Ausrichtung : NO
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlass- widerstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 040)	10,00	0,040	260,0	2,50
4	schwach belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke	4,00	-	1,0	0,08
5	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,75</b>			<b>R<sub>1</sub> = 2,63</b>
Bauteilbezeichnung : Dachfläche NO / Gefachanteil 2 = 0,15 ( 14,89% )					
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	14,00	0,130	500,0	1,08
4	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
					<b>R<sub>1</sub> = 1,13</b>
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.,gesamt</sub> = 1,0</b>			<b>R<sub>1,gesamt</sub> = 2,12</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissions- wärmeverlust	wirksame Wärme- speicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04
58,87 m <sup>2</sup>	17,6 %	43,9 kg/m <sup>2</sup>	26,09 W/K	7,5 %	10cm-Regel : 355 Wh/K 3cm-Regel : 218 Wh/K
					<b>U - Wert = 0,44 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Dachfläche SW / Gefachanteil 1 = 0,85 ( 85,11% )					Ausrichtung : SW
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlass- widerstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 040)	10,00	0,040	260,0	2,50
4	schwach belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke	4,00	-	1,0	0,08
5	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,75</b>			<b>R<sub>1</sub> = 2,63</b>
Bauteilbezeichnung : Dachfläche SW / Gefachanteil 2 = 0,15 ( 14,89% )					
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	14,00	0,130	500,0	1,08
4	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
					<b>R<sub>1</sub> = 1,13</b>
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.,gesamt</sub> = 1,0</b>			<b>R<sub>1,gesamt</sub> = 2,12</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissions- wärmeverlust	wirksame Wärme- speicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04
53,82 m <sup>2</sup>	16,1 %	43,9 kg/m <sup>2</sup>	23,85 W/K	6,8 %	10cm-Regel : 324 Wh/K 3cm-Regel : 200 Wh/K
					<b>U - Wert = 0,44 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Außenwand NO					Ausrichtung : NO		
Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
				cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit			1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )			36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk			1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>				<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R<sub>1</sub> = 0,57</b>	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04
21,41 m <sup>2</sup>	6,4 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	29,10 W/K	8,3 %	10cm-Regel : 934 Wh/K 3cm-Regel : 268 Wh/K	<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	

Bauteilbezeichnung : Außenwand NW					Ausrichtung : NW		
Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
				cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit			1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )			36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk			1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>				<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R<sub>1</sub> = 0,57</b>	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04
41,39 m <sup>2</sup>	12,4 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	56,25 W/K	16,1 %	10cm-Regel : 1805 Wh/K 3cm-Regel : 517 Wh/K	<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	

Bauteilbezeichnung : Außenwand SW					Ausrichtung : SW		
Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
				cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit			1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )			36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk			1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>				<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R<sub>1</sub> = 0,57</b>	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04
21,96 m <sup>2</sup>	6,6 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	29,85 W/K	8,6 %	10cm-Regel : 958 Wh/K 3cm-Regel : 275 Wh/K	<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	

Bauteilbezeichnung : Außenwand SO					Ausrichtung : SO		
Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
				cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit			1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )			36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk			1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>				<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R<sub>1</sub> = 0,57</b>	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04
34,24 m <sup>2</sup>	10,2 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	46,54 W/K	13,3 %	10cm-Regel : 1493 Wh/K 3cm-Regel : 428 Wh/K	<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	

Bauteilbezeichnung : IW Garage					Ausrichtung : SO
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1800 kg/m <sup>3</sup> )	36,00	0,810	1800,0	0,44
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.</sub> = 0,07</b>			<b>R<sub>1</sub> = 0,48</b>
Beschreibung	Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,13
	9,90 m <sup>2</sup>	696,0 kg/m <sup>2</sup>	10cm-Regel : 3cm-Regel :	973 Wh/K 280 Wh/K	<b>U - Wert = 1,35 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

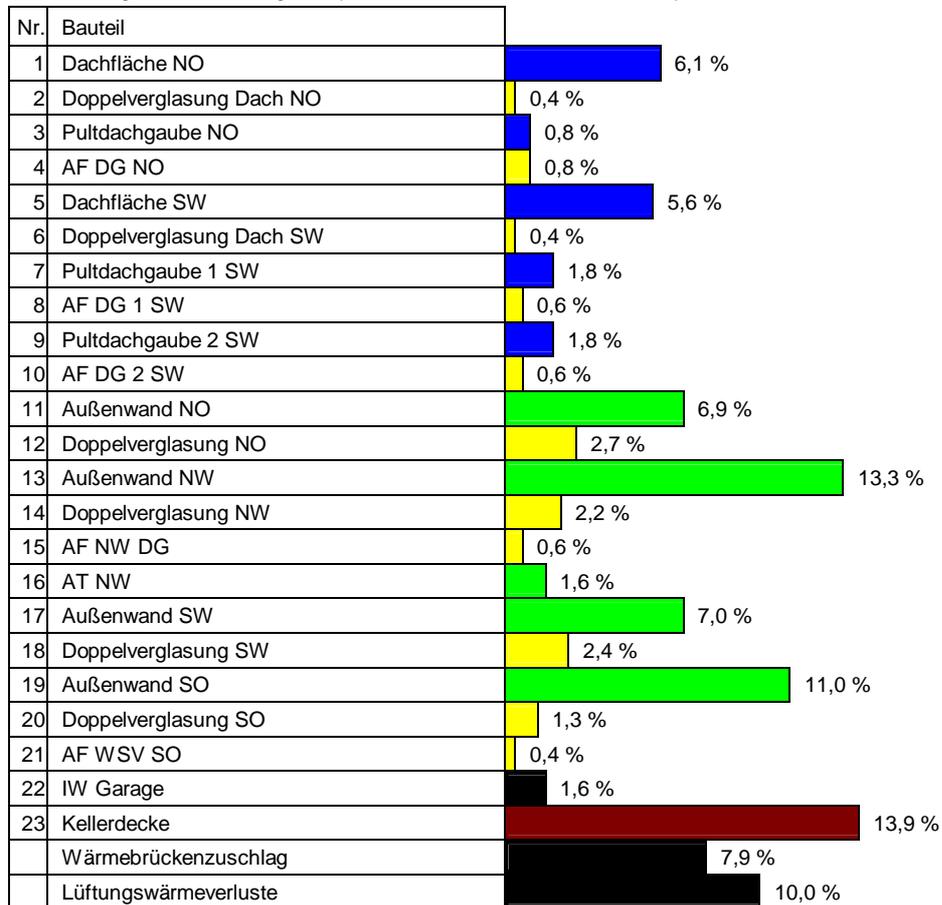
## 5. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

### 5.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A	U <sub>t</sub> -Wert	Faktor F <sub>x</sub>	F <sub>x</sub> * U * A	
						m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)
1	Dachfläche NO	NO 50,0°	58,87	0,443	1,00	26,09	6,1
2	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	1,12	1,500	1,00	1,68	0,4
3	Pultdachgaube NO	NO 90,0°	1,96	1,800	1,00	3,53	0,8
4	AF DG NO	NO 90,0°	0,72	5,000	1,00	3,60	0,8
5	Dachfläche SW	SW 50,0°	53,82	0,440	1,00	23,68	5,6
6	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	1,16	1,500	1,00	1,74	0,4
7	Pultdachgaube 1 SW	SW 90,0°	4,25	1,800	1,00	7,66	1,8
8	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,63	1,500	1,00	2,44	0,6
9	Pultdachgaube 2 SW	SW 90,0°	4,25	1,800	1,00	7,66	1,8
10	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,63	1,500	1,00	2,44	0,6
11	Außenwand NO	NO 90,0°	21,41	1,360	1,00	29,12	6,9
12	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	4,29	2,700	1,00	11,58	2,7
13	Außenwand NW	NW 90,0°	41,39	1,360	1,00	56,30	13,3
14	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	3,41	2,700	1,00	9,21	2,2
15	AF NW DG	NW 90,0°	0,48	5,000	1,00	2,40	0,6
16	AT NW	NW 90,0°	1,89	3,500	1,00	6,62	1,6
17	Außenwand SW	SW 90,0°	21,96	1,360	1,00	29,87	7,0
18	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	3,74	2,700	1,00	10,10	2,4
19	Außenwand SO	SO 90,0°	34,24	1,360	1,00	46,57	11,0
20	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	1,98	2,700	1,00	5,35	1,3
21	AF WSV SO	SO 90,0°	1,05	1,800	1,00	1,89	0,4
22	IW Garage	SO 90,0°	9,90	1,350	0,50	6,68	1,6
23	Kellerdecke	0,0°	69,30	1,220	0,70	59,18	13,9
$\Sigma A_i =$			<b>334,56</b>	$\Sigma(F_x * U * A) =$		<b>348,69</b>	

<b>Wärmebrückenzuschlag DU</b>	$\Delta U_{WB} =$ <b>0,10</b> <b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	$\Delta U_{WB} * A =$ <b>33,46 W/K</b>	<b>7,9 %</b>
--------------------------------	--	--	--------------

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste der Heizperiode



## 5.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	$n = 0,40 \text{ h}^{-1}$	42,49 W/K	10,0 %
-----------------------	---------------------------	-----------	--------

## 5.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche
			m <sup>2</sup>						m <sup>2</sup>
1	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	1,12	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,38
2	AF DG NO	NO 90,0°	0,72	0,70	0,90	1,00	0,9	0,87	0,36
3	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	1,16	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,39
4	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,63	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,55
5	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,63	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,55
6	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	4,29	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	1,82
7	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	3,41	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	1,45
8	AF NW DG	NW 90,0°	0,48	0,70	0,90	1,00	0,9	0,87	0,24
9	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	3,74	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	1,59
10	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	1,98	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	0,84
11	AF WSV SO	SO 90,0°	1,05	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,36

## 5.4 Monatsbilanzierung

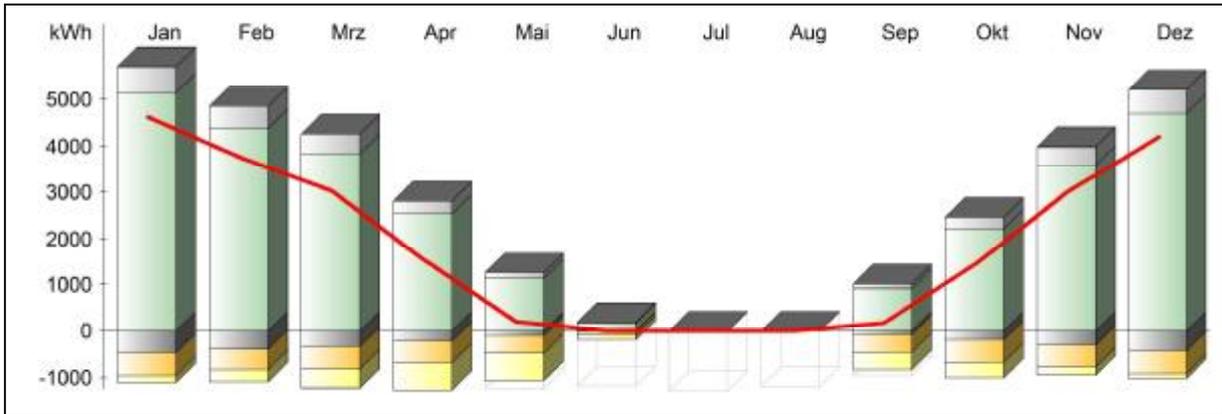
Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Transmissionswärmeverluste</b>												
Transmissionsverluste	4702	3989	3509	2316	1044	157	0	0	835	2030	3270	4287
Wärmebrückenverluste	451	383	337	222	100	15	0	0	80	195	314	411
Summe	5153	4372	3845	2538	1144	172	0	0	915	2225	3584	4698
<b>Lüftungswärmeverluste</b>												
Lüftungsverluste	573	486	428	282	127	19	0	0	102	247	398	522
<b>reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabschaltung, -senkung</b>												
reduzierte Wärmeverluste	-473	-395	-337	-221	-100	-15	0	0	-80	-194	-313	-422
<b>Gesamtwärmeverluste</b>												
<b>Gesamtwärmeverluste</b>	<b>5253</b>	<b>4463</b>	<b>3936</b>	<b>2599</b>	<b>1172</b>	<b>176</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>937</b>	<b>2278</b>	<b>3669</b>	<b>4798</b>

Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Interne Wärmegewinne</b>												
Interne Wärmegewinne	489	442	489	474	489	474	489	489	474	489	474	489
<b>Solare Wärmegewinne</b>												
Fenster NO 50°	5	8	17	29	42	42	45	35	22	12	5	3
Fenster NO 90°	3	6	11	18	26	26	28	22	14	8	4	2
Fenster SW 50°	10	20	31	45	57	52	59	54	38	27	13	8
Fenster SW 90°	13	24	34	45	52	47	54	53	39	30	17	10
Fenster SW 90°	13	24	34	45	52	47	54	53	39	30	17	10
Fenster NO 90°	16	29	58	95	134	134	145	114	71	42	20	11
Fenster NW 90°	13	23	46	75	104	105	115	93	57	33	16	9
Fenster NW 90°	2	4	8	12	17	17	19	15	9	5	3	1
Fenster SW 90°	38	69	97	128	149	135	154	151	113	88	48	28
Fenster SO 90°	20	36	53	69	85	73	84	80	60	47	25	15
Fenster SO 90°	9	15	23	29	36	31	36	34	25	20	11	6
Solare Wärmegewinne	142	260	413	590	754	710	792	705	489	344	178	104
<b>Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat</b>												
<b>Gesamtwärmegewinne</b>	<b>632</b>	<b>702</b>	<b>902</b>	<b>1064</b>	<b>1243</b>	<b>1184</b>	<b>1281</b>	<b>1194</b>	<b>963</b>	<b>833</b>	<b>651</b>	<b>593</b>

Heizwärmebedarf in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	1,000	0,998	0,984	0,777	0,149	0,000	0,000	0,790	0,989	0,999	1,000
<b>Heizwärmebedarf</b>	<b>4622</b>	<b>3761</b>	<b>3036</b>	<b>1553</b>	<b>206</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>176</b>	<b>1454</b>	<b>3018</b>	<b>4205</b>
<b>Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage</b>												
Heizgrenztemperatur	15,62	15,25	14,94	14,44	14,07	14,12	13,98	14,20	14,70	15,11	15,52	15,72
Mittl. Außentemperatur:	-0,90	0,20	3,70	8,00	13,20	16,60	17,90	17,50	13,90	9,40	4,20	0,70
<b>Heiztage</b>	<b>31,0</b>	<b>28,0</b>	<b>31,0</b>	<b>30,0</b>	<b>23,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>21,1</b>	<b>31,0</b>	<b>30,0</b>	<b>31,0</b>

**5.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung**

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



**Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens:**

Jahres-Heizwärmebedarf = 22.032 kWh/a

flächenbezogener  
Jahres-Heizwärmebedarf = 167,47 kWh/(m²a)

volumenbezogener  
Jahres-Heizwärmebedarf = 53,59 kWh/(m³a)

Zahl der Heiztage = 256,1 d/a  
Heizgradtagzahl = 3.043 Kd/a

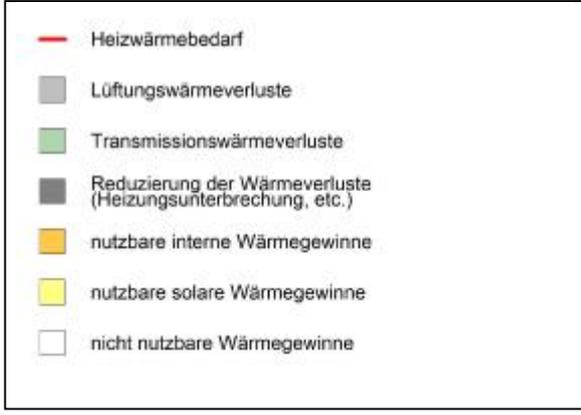
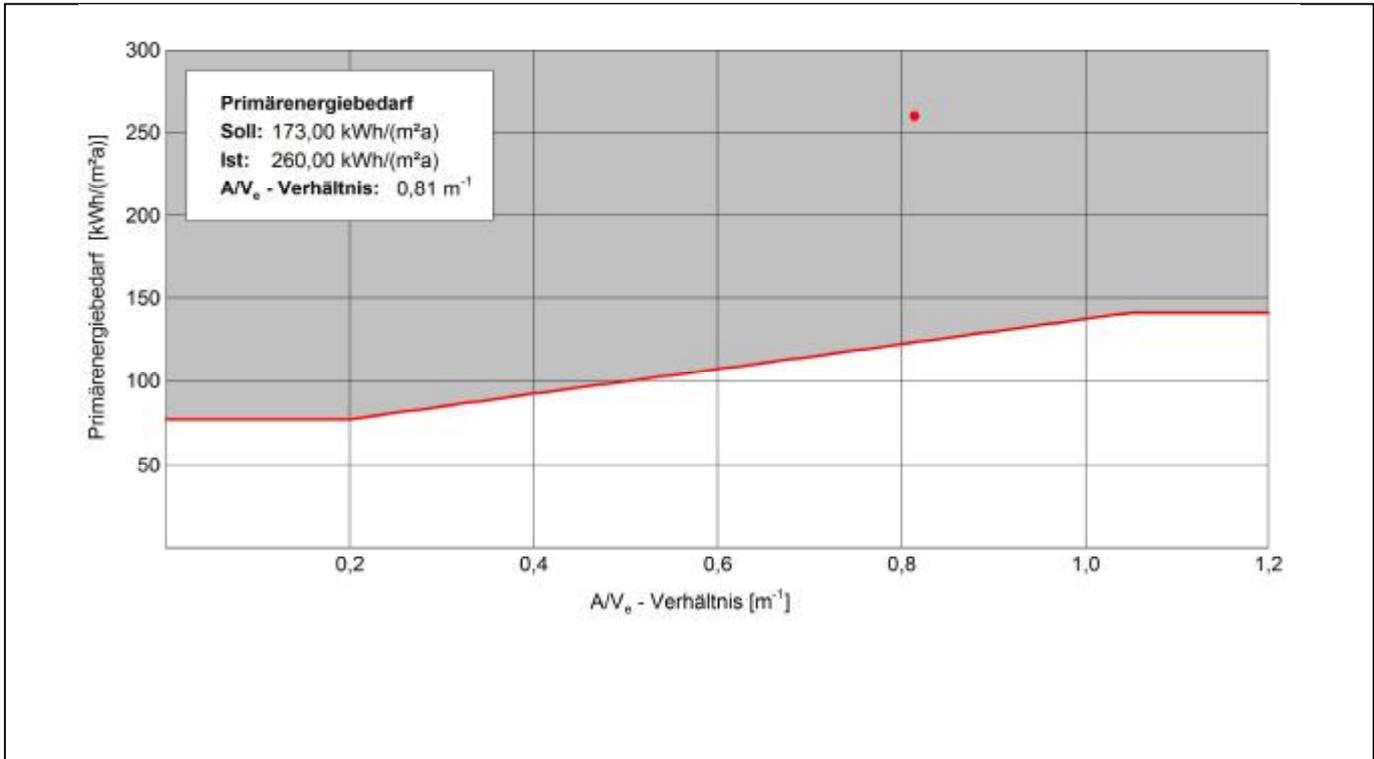


Bild 3 : Primärenergiebedarf des betrachteten Gebäudes im Vergleich zu EnEV - Grenzwerten



## 6. Anlagenbewertung nach DIN 4701-10

### 6.1 Anlagenbeschreibung

#### Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung NT-Kessel - 20 kW, Erdgas E
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen: halbe EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve) Umwälzpumpe nicht leistungsgeregt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

#### Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	Indirekt beheizter Speicher - 180 Liter, Dämmung gut (1987-1994)
Verteilung	Dämmung der Leitungen: halbe EnEV

## 6.2 Ergebnisse

Gebäude/ -teil: \_\_\_\_\_

Straße, Hausnummer: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort: \_\_\_\_\_

**Eingaben:**

$A_N = 131,6 \text{ m}^2$

$t_{HP} = 256 \text{ Tage}$

	TRINKWASSERERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 1644 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 22032 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_h = 167,47 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	

**Ergebnisse:**

Deckung von $q_p$	$q_{h,tw} = 2,27 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,H} = 165,20 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,L} = 0,00 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
-------------------	---	--	--

$\Sigma \text{ WÄRME}$	$Q_{TW,E} = 3706 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 25890 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
$\Sigma \text{ HILFS-ENERGIE}$	$38 \text{ kWh/a}$	$563 \text{ kWh/a}$	$0 \text{ kWh/a}$
$\Sigma \text{ PRIMÄR-ENERGIE}$	$Q_{TW,P} = 4181 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 29998 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 0 \text{ kWh/a}$

**ENDENERGIE**

$Q_E = 29596 \text{ kWh/a}$

$\Sigma \text{ WÄRME}$

$601 \text{ kWh/a}$

$\Sigma \text{ HILFSENERGIE}$

**PRIMÄRENERGIE**

$Q_P = 34179 \text{ kWh/a}$

$\Sigma \text{ PRIMÄRENERGIE}$

$q_P = 259,80 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

**ANLAGEN-AUFWANDSZAHL**

$e_P = 1,44 \text{ [-]}$

**ENDENERGIE**

nach eingesetzten Energieträgern

$Q_{E,0} = 29596 \text{ kWh/a}$

$\Sigma \text{ Erdgas E}$

## 6.3 Detailbeschreibung

### Berechnungsverfahren:

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs  $q_p$  und der Anlagenaufwandszahl  $\epsilon_p$  erfolgt nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4701-10 : 2003-08. Soweit nicht anders angegeben werden hierbei die von der DIN 470110 vorgegebenen Standardwerte für die Berechnungsparameter verwendet. Diese werden nach Abschnitt 5 unter den dort angegebenen Randbedingungen berechnet.

Nutzfläche des Gebäudes : 131,6 m<sup>2</sup>

### Heizung und Lüftung:

Das Gebäude enthält **einen** Heizungsbereich

#### Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Bezeichnung : Strang 1

Nutzfläche : 131,6 m<sup>2</sup>

Bereich **ohne** Lüftungsanlage

Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

#### Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 70 / 55 °C

Außenverteilung (Strangleitungen an den Außenwänden)

Verteil-Leitungen außerhalb der therm. Hülle, Keller

Umwälzpumpe **nicht** leistungsgeregt

Übergabe-Komponente : freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Regelung : Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Überdimensionierung des Heizkreises : Faktor 1,20 -
- \* Fehlender hydraulischer Abgleich und flachere Heizkurve - typisch für Altbau
- \* Länge der Verteilleitungen (Bereich V) : 10,0 m
- \* Länge der Strangleitungen (Bereich S) : 12,0 m
- \* Dämmung der Leitungen: halbe EnEV
- \* U-Wert der Verteilleitungen (Bereich V) : 0,300 W/(m.K)
- \* U-Wert der Strangleitungen (Bereich S) : 0,300 W/(m.K)
- \* U-Wert der Anbindeleitungen (Bereich A) : 0,300 W/(m.K)

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

#### Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

#### Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Wärmeerzeuger-Typ : NT-Kessel

Brennstoff : Erdgas E

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Kessel-Nennwärmeleistung : 20,0 kW

### Trinkwarmwasser :

Das Gebäude enthält **einen** Trinkwasserbereich

#### Trinkwasser-Bereich Nr. 1 :

Bezeichnung : Strang 1

Nutzfläche : 131,6 m<sup>2</sup>

Die Versorgung des Bereiches erfolgt zentral

#### zentraler Trinkwasser-Strang :

Lage der Verteilleitungen : außerhalb der therm. Hülle, Keller

**ohne** Zirkulation

Standardverrohrung ( keine gemeinsame Installationswand )

Verteilleitungen außerhalb der therm. Hülle, Keller.

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Dämmung der Leitungen: halbe EnEV
- \* Leitungslänge Bereich V : 7,0 m
- \* U-Wert Bereich V : 0,300 W/(m.K)
- \* Leitungslänge Bereich S : 6,0 m
- \* U-Wert Bereich S : 0,300 W/(m.K)
- \* U-Wert Bereich SL : 0,300 W/(m.K)

#### Warmwasser-Bereiter :

Art : indirekt beheizter Speicher

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Speicherdämmung : gut (1987-1994)
- \* Bereitschafts-Wärmeaufwand : 2,09 kWh/d

Die Beheizung des Speichers erfolgt durch**einen** Wärmeerzeuger (monovalent)

#### Wärmeerzeuger Nr. 1 ( monovalent ) :

Wärmeerzeuger-Typ : NT-Kessel

Brennstoff : Erdgas E

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Kombibetrieb ( Warmwasser + Heizung )

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Kessel-Nennwärmeleistung : 20,0 kW

## 1. Allgemeine Projektdaten

Projekt :	Komfort
	7 h Absenkung
Gebäudetyp:	Wohngebäude
Innentemperatur:	normale Innentemperatur
Anzahl Vollgeschosse:	1
Anzahl Wohneinheiten:	1

## 2. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren:	Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren
Berechnungsprogramm:	- Energieberater PLUS 7.0.2 - Hottgenroth Software -

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

**Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 24. Juli 2007**

<b>DIN EN 832 : 2003 - 06</b>	<b>Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs – Wohngebäude</b>
<b>DIN V 4108-6 : 2003 - 06</b>	<b>Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs</b>
<b>DIN V4701-10/A1 : 2006 - 12</b>	<b>Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwasser, Lüftung</b>
DIN EN ISO 13370 : 1998 - 12	Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003 - 10	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077 - 1: 2006 - 12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701 - 12: 2004 - 02	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand – Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789: 1999 - 10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlust-Koeffizient – Berechnungsverfahren
DIN V 4108 - 2: 2003 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2 : Mindestanforderung an den Wärmeschutz, Änderung A1
DIN V 4108 - 3: 2001 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3 : Klimabedingter Feuchtschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108 - 4: 2004 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 4 : Wärme und feuchteschutz-technische Bemessungswerte
DIN V 4108 - 5: 1981 - 08	Wärmeschutz im Hochbau – Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl. 2: 2006 - 03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524: 2000 - 07	Baustoffe und – produkte – Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften Tabellierte Bemessungswerte

### 3. Gebäudegeometrie

#### 3.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto	Fläche netto	Flächen- anteil
				m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%
1	Dachfläche NO	NO 50,0°	8,4*7,31	61,40	58,87	17,6
2	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	2 * (0,8*0,7)	-	1,12	0,3
3	Pultdachgaube NO	NO 90,0°		2,68	1,96	0,6
4	AF DG NO	NO 90,0°	0,90 * 0,80	-	0,72	0,2
5	Dachfläche SW	SW 50,0°	8,4*7,31	61,40	53,82	16,1
6	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	0,5*0,4 + 2 * (0,8*0,6)	-	1,16	0,3
7	Pultdachgaube 1 SW	SW 90,0°		5,88	4,25	1,3
8	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,05 * 1,55	-	1,63	0,5
9	Pultdachgaube 2 SW	SW 90,0°		5,88	4,25	1,3
10	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,05 * 1,55	-	1,63	0,5
11	Außenwand NO	NO 90,0°	8,4*3,06	25,70	21,41	6,4
12	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	3 * (1,3*1,1)	-	4,29	1,3
13	Außenwand NW	NW 90,0°		47,17	41,39	12,4
14	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	2 * (1,1*0,9) + 1,1*1,3	-	3,41	1,0
15	AF NW DG	NW 90,0°	0,60 * 0,80	-	0,48	0,1
16	AT NW	NW 90,0°	0,90 * 2,10	-	1,89	0,6
17	Außenwand SW	SW 90,0°	8,4*3,06	25,70	21,96	6,6
18	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	1,3*1,1 + 2,1*1,1	-	3,74	1,1
19	Außenwand SO	SO 90,0°		47,17	34,24	10,2
20	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	2 * (1,1*0,9)	-	1,98	0,6
21	AF WSV SO	SO 90,0°	0,5*0,5 + 0,5*1,6	-	1,05	0,3
22	IW Garage	SO 90,0°	6,60 * 1,50	-	9,90	3,0
23	Kellerdecke	0,0°	8,4*8,25	69,30	69,30	20,7

#### 3.2 Gebäudegeometrie - Volumen

Nr.	Bezeichnung	Berechnung	Volumen brutto	Volumen- anteil
			m <sup>3</sup>	%
1	EG	8,4*3,06*8,25	212,06	51,6
2	DG	8,4*5,6*8,25/2	194,04	47,2
3	Gaube SW	2 * (1,7*1,5*1,7/2)	4,34	1,1
4	Gaube NO	1,2*1*0,9/2	0,54	0,1

#### 3.3 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

<b>Gebäudehüllfläche :</b>	<b>334,56 m<sup>2</sup></b>
<b>Gebäudevolumen :</b>	<b>411,11 m<sup>3</sup></b>
<b>Beheiztes Luftvolumen :</b>	<b>312,45 m<sup>3</sup></b>
<b>Gebäudenutzfläche :</b>	<b>131,56 m<sup>2</sup></b>
<b>A/V<sub>e</sub> - Verhältnis :</b>	<b>0,81 1/m</b>

#### 4. U - Wert - Ermittlung

Bauteilbezeichnung : Dachfläche NO / Gefachanteil 1 = 0,85 ( 85,11% )					Ausrichtung : NO
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 040)	10,00	0,040	260,0	2,50
4	schwach belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke	4,00	-	1,0	0,08
5	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,75</b>			<b>R<sub>1</sub> = 2,63</b>
Bauteilbezeichnung : Dachfläche NO / Gefachanteil 2 = 0,15 ( 14,89% )					
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	14,00	0,130	500,0	1,08
4	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
					<b>R<sub>1</sub> = 1,13</b>
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.,gesamt</sub> = 1,0</b>			<b>R<sub>1,gesamt</sub> = 2,12</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04
58,87 m <sup>2</sup> 17,6 %		43,9 kg/m <sup>2</sup>	26,09 W/K 7,5 %	10cm-Regel : 355 Wh/K 3cm-Regel : 218 Wh/K	<b>U - Wert = 0,44 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Dachfläche SW / Gefachanteil 1 = 0,85 ( 85,11% )					Ausrichtung : SW
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 040)	10,00	0,040	260,0	2,50
4	schwach belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke	4,00	-	1,0	0,08
5	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,75</b>			<b>R<sub>1</sub> = 2,63</b>
Bauteilbezeichnung : Dachfläche SW / Gefachanteil 2 = 0,15 ( 14,89% )					
1	Gipskartonplatten (DIN 12524)	1,25	0,250	900,0	0,05
2	PP-Folien Dicke > 0,05 mm	0,06	0,300	100,0	0,00
3	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	14,00	0,130	500,0	1,08
4	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,03	0,330	0,0	0,00
					<b>R<sub>1</sub> = 1,13</b>
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.,gesamt</sub> = 1,0</b>			<b>R<sub>1,gesamt</sub> = 2,12</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>ei</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04
53,82 m <sup>2</sup> 16,1 %		43,9 kg/m <sup>2</sup>	23,85 W/K 6,8 %	10cm-Regel : 324 Wh/K 3cm-Regel : 200 Wh/K	<b>U - Wert = 0,44 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Außenwand NO					Ausrichtung : NO
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )	36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>			<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R<sub>i</sub> = 0,57</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04
21,41 m <sup>2</sup>		6,4 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	29,10 W/K	8,3 %
				10cm-Regel : 934 Wh/K 3cm-Regel : 268 Wh/K	<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Außenwand NW					Ausrichtung : NW
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )	36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>			<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R<sub>i</sub> = 0,57</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04
41,39 m <sup>2</sup>		12,4 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	56,25 W/K	16,1 %
				10cm-Regel : 1805 Wh/K 3cm-Regel : 517 Wh/K	<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Außenwand SW					Ausrichtung : SW
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )	36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>			<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R<sub>i</sub> = 0,57</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04
21,96 m <sup>2</sup>		6,6 %	624,0 kg/m <sup>2</sup>	29,85 W/K	8,6 %
				10cm-Regel : 958 Wh/K 3cm-Regel : 275 Wh/K	<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Außenwand SO					Ausrichtung : SO
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> )	36,00	0,680	1600,0	0,53
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>			<b>R<sub>1,zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R<sub>i</sub> = 0,57</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04

34,24 m <sup>2</sup> 10,2 %    624,0 kg/m <sup>2</sup> 46,54 W/K    13,3 %    10cm-Regel : 1493 Wh/K 3cm-Regel : 428 Wh/K					<b>U - Wert = 1,36 W/(m<sup>2</sup>K)</b>
<b>Bauteilbezeichnung : IW Garage</b>					<b>Ausrichtung : SO</b>
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
		cm	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> K/W
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1,50	0,700	1400,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1800 kg/m <sup>3</sup> )	36,00	0,810	1800,0	0,44
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,50	1,000	1800,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>1,zul.</sub> = 0,07</b>			<b>R<sub>1</sub> = 0,48</b>
Beschreibung	Bauteilfläche spezif. Bauteilmasse	wirksame Wärmespeicherfähigkeit			R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,13
9,90 m <sup>2</sup>	696,0 kg/m <sup>2</sup>	10cm-Regel : 3cm-Regel :		973 Wh/K 280 Wh/K	<b>U - Wert = 1,35 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

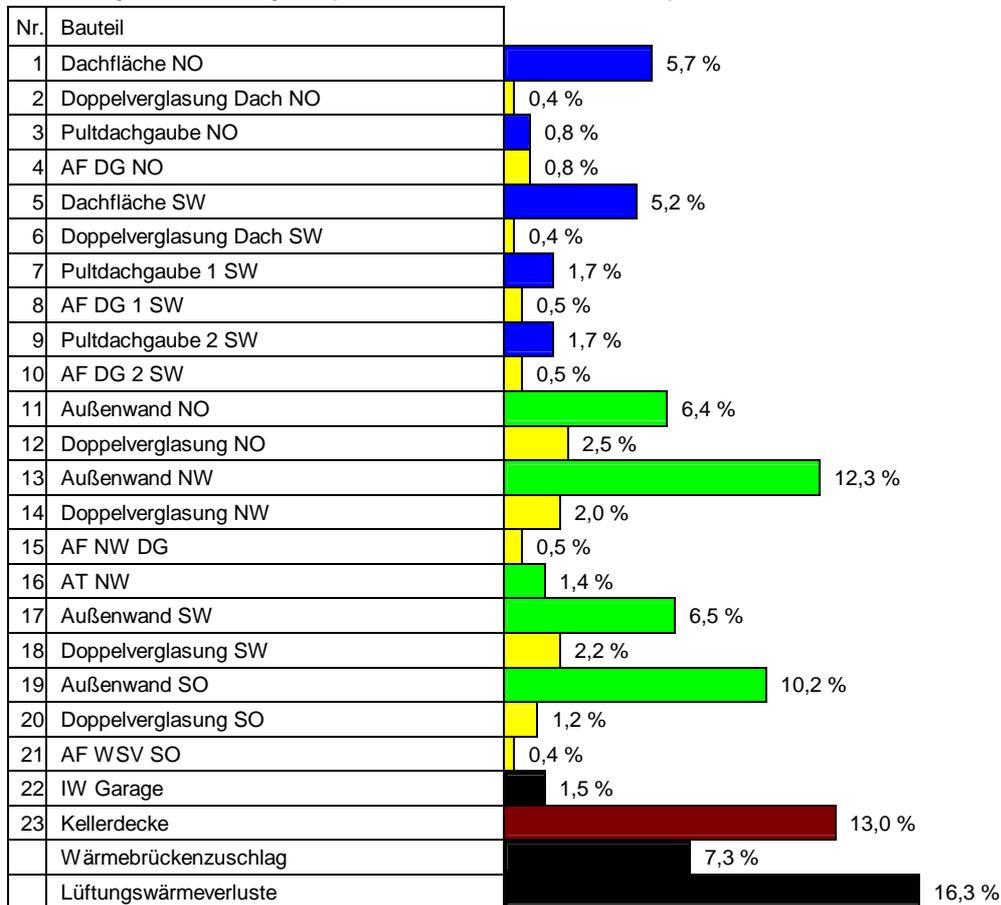
## 5. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

### 5.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Faktor F <sub>x</sub>	F <sub>x</sub> * U * A	
						W/K	%
1	Dachfläche NO	NO 50,0°	58,87	0,443	1,00	26,09	5,7
2	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	1,12	1,500	1,00	1,68	0,4
3	Pultdachgaube NO	NO 90,0°	1,96	1,800	1,00	3,53	0,8
4	AF DG NO	NO 90,0°	0,72	5,000	1,00	3,60	0,8
5	Dachfläche SW	SW 50,0°	53,82	0,440	1,00	23,68	5,2
6	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	1,16	1,500	1,00	1,74	0,4
7	Pultdachgaube 1 SW	SW 90,0°	4,25	1,800	1,00	7,66	1,7
8	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,63	1,500	1,00	2,44	0,5
9	Pultdachgaube 2 SW	SW 90,0°	4,25	1,800	1,00	7,66	1,7
10	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,63	1,500	1,00	2,44	0,5
11	Außenwand NO	NO 90,0°	21,41	1,360	1,00	29,12	6,4
12	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	4,29	2,700	1,00	11,58	2,5
13	Außenwand NW	NW 90,0°	41,39	1,360	1,00	56,30	12,3
14	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	3,41	2,700	1,00	9,21	2,0
15	AF NW DG	NW 90,0°	0,48	5,000	1,00	2,40	0,5
16	AT NW	NW 90,0°	1,89	3,500	1,00	6,62	1,4
17	Außenwand SW	SW 90,0°	21,96	1,360	1,00	29,87	6,5
18	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	3,74	2,700	1,00	10,10	2,2
19	Außenwand SO	SO 90,0°	34,24	1,360	1,00	46,57	10,2
20	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	1,98	2,700	1,00	5,35	1,2
21	AF WSV SO	SO 90,0°	1,05	1,800	1,00	1,89	0,4
22	IW Garage	SO 90,0°	9,90	1,350	0,50	6,68	1,5
23	Kellerdecke	0,0°	69,30	1,220	0,70	59,18	13,0
$\Sigma A_i =$			<b>334,56</b>	$\Sigma(F_x * U * A) =$		<b>348,69</b>	

<b>Wärmebrückenzuschlag DU</b>	$\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Delta U_{WB} * A = 33,46 \text{ W/K}$	7,3 %
--------------------------------	--	---	-------

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste der Heizperiode



## 5.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	$n = 0,70 \text{ h}^{-1}$	74,36 W/K	16,3 %
-----------------------	---------------------------	-----------	--------

## 5.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche
			m <sup>2</sup>						m <sup>2</sup>
1	Doppelverglasung Dach NO	NO 50,0°	1,12	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,38
2	AF DG NO	NO 90,0°	0,72	0,70	0,90	1,00	0,9	0,87	0,36
3	Doppelverglasung Dach SW	SW 50,0°	1,16	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,39
4	AF DG 1 SW	SW 90,0°	1,63	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,55
5	AF DG 2 SW	SW 90,0°	1,63	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,55
6	Doppelverglasung NO	NO 90,0°	4,29	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	1,82
7	Doppelverglasung NW	NW 90,0°	3,41	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	1,45
8	AF NW DG	NW 90,0°	0,48	0,70	0,90	1,00	0,9	0,87	0,24
9	Doppelverglasung SW	SW 90,0°	3,74	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	1,59
10	Doppelverglasung SO	SO 90,0°	1,98	0,70	0,90	1,00	0,9	0,75	0,84
11	AF WSV SO	SO 90,0°	1,05	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	0,36

## 5.4 Monatsbilanzierung

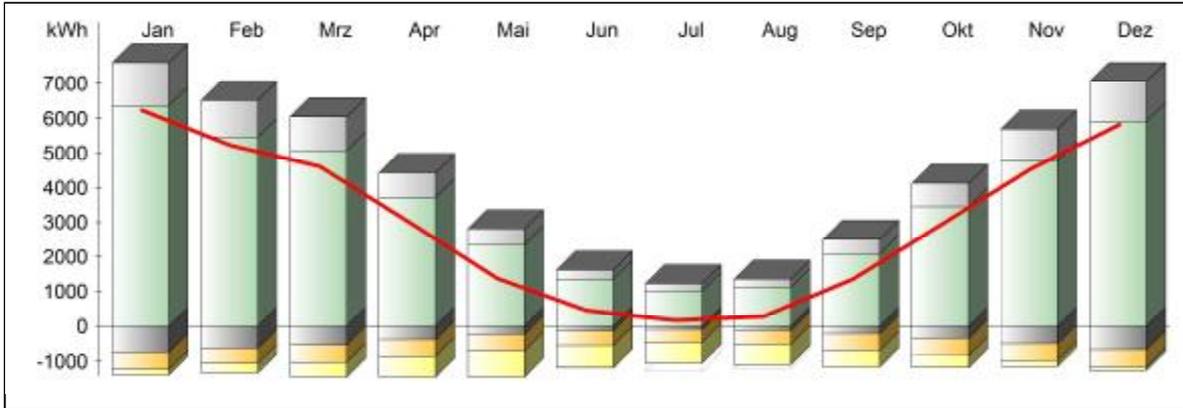
Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Transmissionswärmeverluste</b>												
Transmissionsverluste	5811	4991	4618	3389	2153	1230	934	1038	1908	3139	4343	5396
Wärmebrückenverluste	558	479	443	325	207	118	90	100	183	301	417	518
Summe	6369	5470	5061	3714	2360	1348	1024	1137	2091	3440	4760	5914
<b>Lüftungswärmeverluste</b>												
Lüftungsverluste	1239	1064	985	723	459	262	199	221	407	669	926	1151
<b>reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabschaltung, -senkung</b>												
reduzierte Wärmeverluste	-734	-615	-533	-371	-234	-133	-101	-113	-207	-341	-497	-658
<b>Gesamtwärmeverluste</b>												
<b>Gesamtwärmeverluste</b>	<b>6874</b>	<b>5919</b>	<b>5513</b>	<b>4066</b>	<b>2585</b>	<b>1477</b>	<b>1121</b>	<b>1246</b>	<b>2291</b>	<b>3769</b>	<b>5189</b>	<b>6406</b>

Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Interne Wärmegewinne</b>												
Interne Wärmegewinne	489	442	489	474	489	474	489	489	474	489	474	489
<b>Solare Wärmegewinne</b>												
Fenster NO 50°	5	8	17	29	42	42	45	35	22	12	5	3
Fenster NO 90°	3	6	11	18	26	26	28	22	14	8	4	2
Fenster SW 50°	10	20	31	45	57	52	59	54	38	27	13	8
Fenster SW 90°	13	24	34	45	52	47	54	53	39	30	17	10
Fenster SW 90°	13	24	34	45	52	47	54	53	39	30	17	10
Fenster NO 90°	16	29	58	95	134	134	145	114	71	42	20	11
Fenster NW 90°	13	23	46	75	104	105	115	93	57	33	16	9
Fenster NW 90°	2	4	8	12	17	17	19	15	9	5	3	1
Fenster SW 90°	38	69	97	128	149	135	154	151	113	88	48	28
Fenster SO 90°	20	36	53	69	85	73	84	80	60	47	25	15
Fenster SO 90°	9	15	23	29	36	31	36	34	25	20	11	6
Solare Wärmegewinne	142	260	413	590	754	710	792	705	489	344	178	104
<b>Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat</b>												
<b>Gesamtwärmegewinne</b>	<b>632</b>	<b>702</b>	<b>902</b>	<b>1064</b>	<b>1243</b>	<b>1184</b>	<b>1281</b>	<b>1194</b>	<b>963</b>	<b>833</b>	<b>651</b>	<b>593</b>

Heizwärmebedarf in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	1,000	0,999	0,996	0,967	0,870	0,736	0,809	0,978	0,998	1,000	1,000
<b>Heizwärmebedarf</b>	<b>6242</b>	<b>5217</b>	<b>4611</b>	<b>3007</b>	<b>1383</b>	<b>448</b>	<b>178</b>	<b>280</b>	<b>1349</b>	<b>2937</b>	<b>4538</b>	<b>5813</b>
<b>Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage</b>												
Heizgrenztemperatur	20,03	19,69	19,40	18,94	18,60	18,65	18,51	18,71	19,18	19,56	19,93	20,12
Mittl. Außentemperatur:	-0,90	0,20	3,70	8,00	13,20	16,60	17,90	17,50	13,90	9,40	4,20	0,70
<b>Heiztage</b>	<b>31,0</b>	<b>28,0</b>	<b>31,0</b>	<b>30,0</b>	<b>31,0</b>	<b>30,0</b>	<b>31,0</b>	<b>31,0</b>	<b>30,0</b>	<b>31,0</b>	<b>30,0</b>	<b>31,0</b>

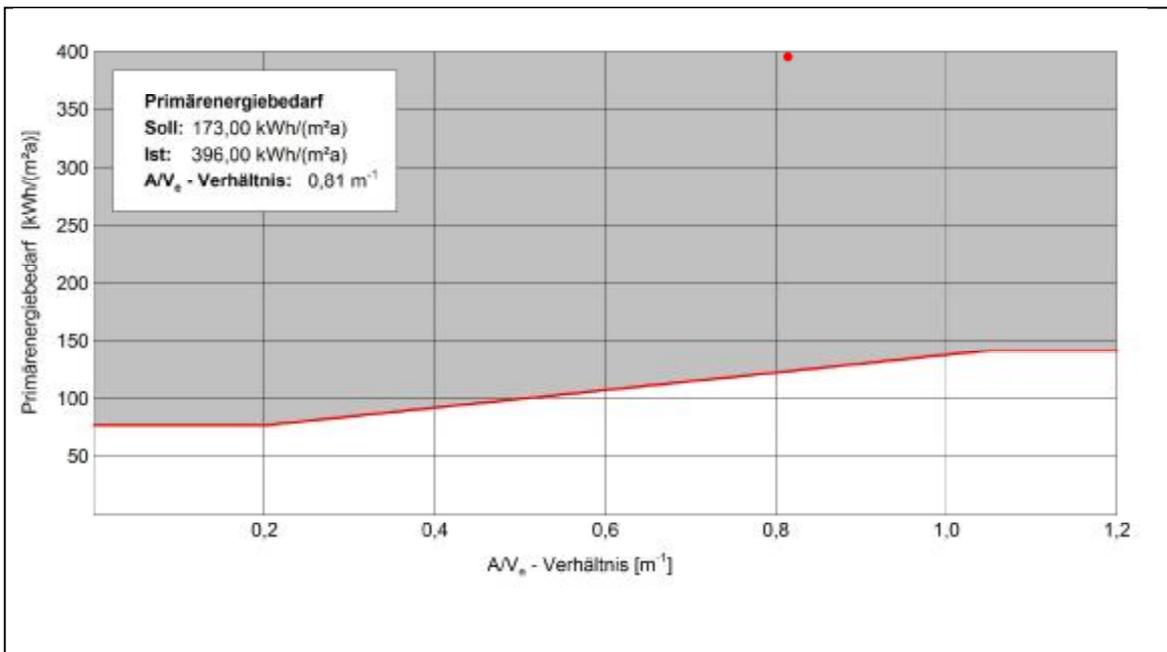
**5.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung**

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



<p><b>Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens:</b></p> <p><b>Jahres-Heizwärmebedarf = 36.004 kWh/a</b></p> <p><b>flächenbezogener</b>  <b>Jahres-Heizwärmebedarf = 273,67 kWh/(m²a)</b></p> <p><b>volumenbezogener</b>  <b>Jahres-Heizwärmebedarf = 87,58 kWh/(m³a)</b></p> <p><b>Zahl der Heiztage = 365,0 d/a</b>  <b>Heizgradtagzahl = 4.654 Kd/a</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">—</span> Heizwärmebedarf</li> <li><span style="color: grey;">■</span> Lüftungswärmeverluste</li> <li><span style="color: green;">■</span> Transmissionswärmeverluste</li> <li><span style="color: grey;">■</span> Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)</li> <li><span style="color: orange;">■</span> nutzbare interne Wärmegewinne</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> nutzbare solare Wärmegewinne</li> <li><span style="color: white;">■</span> nicht nutzbare Wärmegewinne</li> </ul>
--	--

Bild 3 : Primärenergiebedarf des betrachteten Gebäudes im Vergleich zu EnEV - Grenzwerten



## 6. Anlagenbewertung nach DIN 4701-10

### 6.1 Anlagenbeschreibung

#### Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung NT-Kessel - 20 kW, Erdgas E
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen: halbe EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve) Umwälzpumpe nicht leistungsgeregt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

#### Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	Indirekt beheizter Speicher - 180 Liter, Dämmung gut (1987-1994)
Verteilung	Dämmung der Leitungen: halbe EnEV

## 6.2 Ergebnisse

Gebäude/ -teil: \_\_\_\_\_

Straße, Hausnummer: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort: \_\_\_\_\_

**Eingaben:**  $A_N = 131,6 \text{ m}^2$   $t_{HP} = 365 \text{ Tage}$

	TRINKWASSERERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 1644 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 36004 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$Q_h = 273,67 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	

### Ergebnisse:

Deckung von $q_p$	$q_{h,tw} = 3,23 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,H} = 270,44 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,L} = 0,00 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
-------------------	---	--	--

$\Sigma \text{ WÄRME}$	$Q_{TW,E} = 3485 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 41685 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
$\Sigma \text{ HILFS-ENERGIE}$	$38 \text{ kWh/a}$	$849 \text{ kWh/a}$	$0 \text{ kWh/a}$
$\Sigma \text{ PRIMÄR-ENERGIE}$	$Q_{TW,P} = 3937 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 48145 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 0 \text{ kWh/a}$

#### ENDENERGIE

$Q_E = 45170 \text{ kWh/a}$

$\Sigma \text{ WÄRME}$

$887 \text{ kWh/a}$

$\Sigma \text{ HILFSENERGIE}$

#### PRIMÄRENERGIE

$Q_P = 52082 \text{ kWh/a}$

$\Sigma \text{ PRIMÄRENERGIE}$

$q_P = 395,89 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

#### ANLAGEN-AUFWANDSZAHL

$e_P = 1,38 \text{ [-]}$

#### ENDENERGIE

nach eingesetzten Energieträgern

$Q_{E,0} = 45170 \text{ kWh/a}$

$\Sigma \text{ Erdgas E}$

## 6.3 Detailbeschreibung

### Berechnungsverfahren:

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs  $q_p$  und der Anlagenaufwandszahl  $e_p$  erfolgt nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4701-10 : 2003-08. Soweit nicht anders angegeben werden hierbei die von der DIN 4701-10 vorgegebenen Standardwerte für die Berechnungsparameter verwendet. Diese werden nach Abschnitt 5 unter den dort angegebenen Randbedingungen berechnet.

Nutzfläche des Gebäudes : 131,6 m<sup>2</sup>

### Heizung und Lüftung:

Das Gebäude enthält **einen** Heizungsbereich

#### Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Bezeichnung : Strang 1

Nutzfläche : 131,6 m<sup>2</sup>

Bereich **ohne** Lüftungsanlage

Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

#### Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 70 / 55 °C

Außenverteilung (Strangleitungen an den Außenwänden)

Verteil-Leitungen außerhalb der therm. Hülle, Keller

Umwälzpumpe **nicht** leistungsgeregelt

Übergabe-Komponente : freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Regelung : Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Überdimensionierung des Heizkreises : Faktor 1,20 -
- \* Fehlender hydraulischer Abgleich und flachere Heizkurve - typisch für Altbau
- \* Länge der Verteilleitungen (Bereich V) : 10,0 m
- \* Länge der Strangleitungen (Bereich S) : 12,0 m
- \* Dämmung der Leitungen: halbe EnEV
- \* U-Wert der Verteilleitungen (Bereich V) : 0,300 W/(m.K)
- \* U-Wert der Strangleitungen (Bereich S) : 0,300 W/(m.K)
- \* U-Wert der Anbindeleitungen (Bereich A) : 0,300 W/(m.K)

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

#### Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

#### Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Wärmeerzeuger-Typ : NT-Kessel

Brennstoff : Erdgas E

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Kessel-Nennwärmeleistung : 20,0 kW

### Trinkwarmwasser :

Das Gebäude enthält **einen** Trinkwasserbereich

#### Trinkwasser-Bereich Nr. 1 :

Bezeichnung : Strang 1

Nutzfläche : 131,6 m<sup>2</sup>

Die Versorgung des Bereiches erfolgt zentral

#### zentraler Trinkwasser-Strang :

Lage der Verteilleitungen : außerhalb der therm. Hülle, Keller

**ohne** Zirkulation

Standardverrohrung ( keine gemeinsame Installationswand )

Verteilleitungen außerhalb der therm. Hülle, Keller.

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Dämmung der Leitungen: halbe EnEV
- \* Leitungslänge Bereich V : 7,0 m
- \* U-Wert Bereich V : 0,300 W/(m.K)
- \* Leitungslänge Bereich S : 6,0 m
- \* U-Wert Bereich S : 0,300 W/(m.K)
- \* U-Wert Bereich SL : 0,300 W/(m.K)

#### Warmwasser-Bereiter :

Art : indirekt beheizter Speicher

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Speicherdämmung : gut (1987-1994)
- \* Bereitschafts-Wärmeaufwand : 2,09 kWh/d

Die Beheizung des Speichers erfolgt durch**einen** Wärmeerzeuger (monovalent)

#### Wärmeerzeuger Nr. 1 ( monovalent ) :

Wärmeerzeuger-Typ : NT-Kessel

Brennstoff : Erdgas E

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Kombibetrieb ( Warmwasser + Heizung )

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

- \* Kessel-Nennwärmeleistung : 20,0 kW