Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.
http://www.ub.tuwien.ac.at

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.
http://www.ub.tuwien.ac.at/eng

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

Analyse des Heizwärmeverbrauchs einer Niedrigenergie-Reihenhausanlage mit zentraler Fernwärmeversorgung am Beispiel der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ in Wien

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs
unter der Leitung von

Ao. Univ. Prof. i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Klaus Kreč

E 253

Institut für Architektur und Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Christian Hummer
Matr.Nr. 8426340
Fred-Raymond-Gasse 19/3/4
1220 Wien

Wien, am 23.10.2015

KURZFASSUNG

Die folgende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Analyse des Heizwärmeverbrauchs (HWV) der Niedrigenergie-Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ über den Beobachtungszeitraum von 1998 – 2010. Die zentrale Fernwärmeversorgung der Wohnhausanlage (2-Leiter-System mit kombinierter Wärmeversorgung für Warmwasser und Heizung) steht hierbei im Fokus der Betrachtungen, da auf Grund des weitläufigen Verteilleitungssystems ein nicht unwesentlicher Teil der gelieferten Wärme bereits auf dem Weg zum Endabnehmer verloren geht.

Im ersten Abschnitt wird der Heizwärmebedarf (HWB) der einzelnen Reihenhaustypen anhand von unterschiedlichen Klimadaten sowie Berechnungsmethoden betrachtet. Mangels individueller Messdaten der einzelnen Häuser wird im Folgenden der tatsächliche Nutzenergieverbrauch für Raumheizung (HWV) aus dem Gesamtwärmeverbrauch der Wohnhausanlage ermittelt. Die rechnerische Grundlage bilden hierfür die generierten Leitungs- und Bereitstellungsverluste.

In der Gegenüberstellung der berechneten Soll- und Ist-Werte von Heizwärmebedarf (HWB) und Heizwärmverbrauch (HWV) erfolgt diesbezüglich, unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren, wie dem Nutzerverhalten, eine Bewertung.

Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Bedarfs-, Verlust-, und Verbrauchsanalyse werden abschließend in Planungs- und Ausführungsempfehlungen – hinsichtlich Verbesserung der Haustechnik bei Wohnhausanlagen mit zentraler Fernwärmeversorgung – sowie Nutzungsempfehlungen zusammengefasst.

ABSTRACT

This diploma thesis is concerned with the analysis of the real heating consumption in the low-energy terraced housing complex “Naturnahes Wohnen” over a period of twelve years (1998 – 2010). The focus is laid on the centralized district heating (2-pipe system with combined heat supply for hot water and heating), since due to the extended pipeline system a non-negligible part of the heat is lost already on the way to the final consumer.

At first, the heating demand (HWB) is generated for all different house types in the complex, including several climate data as well as calculation methods. Since data on the individual household are not available, the analysis then derives the real energy consumption for space heating (HWV). The analytical basis for this step are the determined distribution losses and useful energy for hot water.

By comparing the reference and actual values of the heating demand (HWB) and heating consumption (HWV) – and taking into account factors such as user behaviour – an evaluation of these indicators can be made.

The lessons learned from the analysis of heating demand, losses and consumption are finally summarized in recommended usage for inhabitants as well as planning and implementation recommendations – especially in terms of improvement of building service installations within a central district heating system.

DANKSAGUNG

Besonderen Dank möchte ich meinem Diplombetreuer Ao. Univ. Prof. i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Klaus Kreč aussprechen, der mich über die Jahre hinweg mit viel Geduld und Übersicht beim Verfassen meiner Diplomarbeit und schließlich beim Abschluss dieser „unendlichen Geschichte“ unterstützt hat.

Weiters möchte ich mich bei Univ. Prof. Arch. Dipl.-Ing. Dr. Martin Treberspurg bedanken, der mir mit wertvollen Ratschlägen und Anregungen zusätzliche Impulse für meine Arbeit gab.

Ganz besonderer Dank gilt meiner Frau Regina und meinen beiden Töchtern Lisa und Sarah, die mir stets mit viel Geduld und Zuspruch in meinem Studium und bei der Abfassung meiner Diplomarbeit zur Seite standen.

Abschließend möchte ich mich bei all jenen bedanken, die durch ihre vielfältige Unterstützung zur erfolgreichen Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG I

ABSTRACT II

DANKSAGUNG III

INHALTSVERZEICHNIS IV

EINLEITUNG 1

1. OBJEKTBESCHREIBUNG 6

1.1. WOHNHAUSANLAGE „NATURNAHES WOHNEN“ 6
1.2. LAGE 8
1.3. BAUTECHNISCHE AUSFÜHRUNG 8
1.4. GEMEINSCHAFTLICHES WOHNEN 9
1.5. FORSCHUNGSZEILE MUSTERHÄUSER 9
1.5.1. TRANSPARENTE WÄRMEDÄMMUNG 10
1.5.2. OBERLICHTEN SYSTEM OKASOLAR 10
1.5.3. WÄRMESCHUTZGLÄSER 11

2. HEIZWÄRMEBEDARFSBERECHNUNG: ENERGIEAUSWEIS UND SIMULATIONSVERFAHREN 12

2.1. GEBÄUDETYPEN (STG. 2+3, STG. 4, STG. 5+6, STG. 7, 8+9) 12
2.1.1. HAUSTYP A 13
2.1.2. HAUSTYP B 15
2.1.3. HAUSTYP C (DOPPELHAUS) 16
2.2. BEZUGSGRÖßEN FÜR DIE ENERGIEKENNWERTE 17
2.2.1. BRUTTO-GRUNDFLÄCHE (BGF) UND BRUTTO-VOLUMEN (V) 17
2.2.2. CHARAKTERISTISCHE LÄNGE / KOMPAKTHEIT 19
2.3. STANDARDISIERTE NORMNUTZUNG / REAL-NUTZUNG 20
2.4. KLIMADATEN: KLIMADATENKATALOG ALT / NEU, KLIMADATENRECHNER 22
2.5. ENERGIEAUSWEIS UND HBW-ERMITTLUNG NACH ÖNORM B 8110-6 24

2.6. HWB- ANFORDERUNGEN AN NEUBAUTEN UND NIEDRIGENERGIE-GEBÄUDE:.... 25
2.7. HWB-BERECHNUNGEN MITTELS SIMULATIONSVERFAHREN 27
2.8. HEIZWÄRMEBEDARF - ERGEBNISSE UND GEGENÜBERSTELLUNGEN..... 30
2.8.1. HWB_{BGF} IN ABHÄNGIGKEIT DER INNENRAUM-SOLLTEMPERATUR 30
2.8.2. UNTERSCHIEDLICHE HWB_{BGF} –BERECHNUNGEN (SIMULATION / ÖNORM B 8110-6) 32
2.8.3. HEIZWÄRMEBEDARF EINES REIHENHAUSES (JAHRESBEDARFSWERTE 1998 – 2010) 34
2.8.4. HEIZWÄRMEBEDARF DER GESAMTANLAGE UNTER NORM- UND REALBEDINGUNGEN 36

3. WÄRMEVERBRAUCHSERFASSUNG UND –VERRECHNUNG DURCH DIE FERNWÄRME WIEN (WIEN ENERGIE GMBH) 39

3.1. DAS SYSTEM DER FERNWÄRMEVERSORGUNG IN WIEN..... 39
3.1.1. DAS PRIMÄR- UND SEKUNDÄRSYSTEM DES FERNWÄRMENETZES..... 39
3.1.2. DAS 2-LEITER-VERTEILSYSTEM INNERHALB DER GESAMTANLAGE 41
3.1.3. WÄRMEVERBRAUCHSERMITTLUNG IN DEN EINZELNEN ABRECHNUNGSEINHEITEN 42
3.2. VERBRAUCHSABHÄNGIGE WARMWASSER- UND HEIZKOSTENABRECHNUNG..... 43
3.2.1. GESAMTWÄRMEMENGE EINER WIRTSCHAFTLICHEN EINHEIT (GESAMTANLAGE) .. 43
3.2.2. WÄRMEVERBRAUCHSBERECHNUNG FÜR **WARMWASSERBEREITUNG** PRO WOHNEINHEIT..... 45
3.2.3. WÄRMEVERBRAUCHSERFASSUNG FÜR **HEIZWÄRME** PRO WOHNEINHEIT..... 46
3.2.4. PROBLEMATIK DER DATEN 47
3.3. WÄRMEVERBRAUCH UND KOSTENVERRECHNUNG DURCH FERNWÄRME WIEN... 48
3.3.1. ABRECHNUNG UND KOSTENSTRUKTUR..... 48

4. BERECHNUNG DES HEIZWÄRMEVERBRAUCHS UNTER BERÜCK–SICHTIGUNG DER LEITUNGS- UND BEREITSTELLUNGSVERLUSTE.. 51

4.1. DATEN UND GRUNDLAGEN ZUR ERFASSUNG DES HEIZWÄRMEVERBRAUCHS..... 51
4.1.1. ENERGIEVERBRAUCH: PRIMÄRENERGIE, ENDENERGIE UND NUTZENERGIE 51
4.1.2. VERBRAUCHSDATEN DER FERNWÄRME WIEN 1998 - 2010 53
4.1.3. ABWEICHUNGEN IN DEN GRUNDDATEN DURCH EXTERNE EINFLUSSFAKTOREN ... 58
4.1.4. SCHWANKUNGEN IM NUTZWÄRMEVERBRAUCH DURCH INTERNE EINFLÜSSE..... 60

4.2. ABSCHÄTZUNG DES HEIZWÄRMEVERBRAUCHS (DURCHSCHNITT 1998 – 2010). 64
4.2.1. GRUNDPARAMETER UND RANDBEDINGUNGEN 64
4.2.2. NUTZENERGIEVERBRAUCH FÜR WARMWASSERBEREITUNG 65
4.2.3. METHODIK UND ERGEBNISSE DER ERSTEN ABSCHÄTZUNG 65
4.2.4. ZUSAMMENFASSUNG DER ABSCHÄTZUNG 67
4.3. METHODIK ZUR BERECHNUNG DER VERTEILVERLUSTE IN FERNWÄRMELEITUNGEN 68
4.3.1. ANSÄTZE ZUR BERECHNUNG DER LEITUNGS- UND BEREITSTELLUNGSVERLUSTE 68
4.3.2. METHODIK ZUR BERECHNUNG DER LEITUNGS- UND BEREITSTELLUNGSVERLUSTE.. 73
4.3.2.1. Berechnung der Leitungsverluste im Fall 1 und 2 73
4.3.2.2. Berechnung der Leitungsverluste im Fall 3, 4 und 5 77
4.3.2.3. Berechnung der Leitungsverluste im Fall 6 78
4.3.2.4. Berechnung der Leitungsverluste im Fall 7 80
4.3.2.5. Berechnung der Bereitstellungsverluste durch WW-Boilerbetrieb (Fall 8) 81
4.3.2.6. Leitungslängen der Fernwärmeverteilung innerhalb der Wohnhausanlage. 81
4.4. ERMITTLUNG DES HEIZWÄRMEVERBRAUCHS MITTELS BERECHNUNG DER VERTEILVERLUSTE SOWIE DES WARMWASSER-NUTZWÄRMEVERBRAUCHS AM BEISPIEL DES ABRECHNUNGSJAHRES 2004/2005 82
4.4.1. ANALYSE DER GRUNDDATEN 82
4.4.2. ERMITTLUNG DER VORLAUF- UND RÜCKLAUFTEMPERATUREN INKL. SPREIZUNG 84
4.4.3. BERECHNUNG DER LEITUNGS- UND BEREITSTELLUNGSVERLUSTE 85
4.4.4. BERECHNUNG DER BEREITSTELLUNGSVERLUSTE VON TWE-ANLAGEN 89
4.4.5. ANALYSE DER WÄRMEVERLUSTE IM SOMMERBETRIEB 89
4.4.6. ERMITTLUNG DES HEIZWÄRMEVERBRAUCHS UND DER WÄRMEBILANZ 2004/2005 92
4.4.7. WÄRMEBILANZEN DER EINZELJAHRE (ÜBERSICHT 1998 – 2010)..... 94
4.5. WÄRMEBILANZ DER WOHNHAUSANLAGE „NATURNAHES WOHNEN“ 1998 – 2010 95
4.5.1. WÄRMEBILANZ DER GESAMTANLAGE (NUTZWÄRME UND VERTEILVERLUSTE)..... 95
4.5.2. HEIZWÄRMEVERBRAUCH DER EINZELNEN HAUSTYPEN 99
4.5.3. INDIVIDUELLER HEIZWÄRMEVERBRAUCH IN DEN EINZELHÄUSERN 103

5. GEGENÜBERSTELLUNG HWB – HWV: VERGLEICH HEIZWÄRMEBEDARF MIT HEIZWÄRMEVERBRAUCH 110

5.1. GEGENÜBERSTELLUNG HWB –HWV DER GESAMTEN WOHNHAUSANLAGE 110

5.2. GEGENÜBERSTELLUNG HWB –HWV DER HAUSTYPEN UND EINZELHÄUSER... 114

6. PLANUNGS- UND NUTZUNGSEMPFEHLUNGEN 122

7. ZUSAMMENFASSUNG 130

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 133

TABELLENVERZEICHNIS 136

QUELLENVERZEICHNIS 138

A.1. MESSVERFAHREN ZUR ERMITTLUNG DES WÄRMEVERBRAUCHS A.1-1

A.1.1. HEIZKOSTENVERTEILER NACH DEM VERDUNSTUNGSPRINZIP (HKVV) A.1-2

A.1.1.1. BESCHREIBUNG UND FUNKTION (GERÄTETECHNISCHE EIGENSCHAFTEN) ... A.1-2

A.1.1.2. VERDUNSTUNGSPRINZIP UND ABLESUNG (MESSTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN) A.1-4

A.1.1.3. MESSFLÜSSIGKEIT VON HKVV A.1-5

A.1.1.4. KALTVERDUNSTUNG A.1-8

A.1.2. HEIZKOSTENVERTEILER NACH ELEKTRONISCHEN MESSPRINZIPIEN (HKVE) A.1-10

A.1.2.1. BESCHREIBUNG UND FUNKTION A.1-10

A.1.3. WÄRMEZÄHLER A.1-12

A.1.3.1. BESCHREIBUNG UND FUNKTION VON WÄRMEZÄHLERN UND IHREN TEILKOMPONENTEN A.1-12

A.1.3.1.1. DURCHFLUSSSENSOREN A.1-13

A.1.3.1.2. TEMPERATURFÜHLER A.1-14

A.1.3.1.3. RECHENWERK A.1-15

A.1.3.2. ENERGIEVERSORGUNG A.1-16

A.1.3.3. EICHUNG A.1-16

A.2. DATENBLÄTTER UND ENERGIEAUSWEISE A.2-1

A.2.1. ENERGIEAUSWEISE DER EINZELNEN HAUSTYPEN A.2-2

A.2.2. GRUNDDATEN FERNWÄRME (MESSDATEN 1998 – 2010) A.2-13

A.2.3. GESAMTÜBERSICHT BERECHNUNGSMODELL 1998 – 2010 ..... A.2-17

A.2.4. DATENBLÄTTER EINZELJAHRE (1998 – 2010) A.2-21

A.2.5. WÄRMEBILANZEN EINZELJAHRE (1998 – 2010) A.2-34

A.2.6. DATENBLATT UND WÄRMEBILANZ GESAMTANLAGE 1998 – 2010 ..... A.2-41

EINLEITUNG

In Wien werden bereits mehr als 300.000 Haushalte – das entspricht etwa einem Drittel aller Wiener Haushalte[1] – sowie 6.400 Großkunden von der Wien Energie GmbH mit Fernwärme versorgt. Das Wiener Versorgungsnetz besteht mittlerweile aus siebzehn Fernwärmeanlagen an zwölf Standorten, die über ein insgesamt mehr als 1140 km langes, zumeist unteririsches Rohrnetz die Wärme zum Endabnehmer bringen. In der letzten Heizsaison 2014/2015 betrug die Gesamtwärmeabgabe der Fernwärme Wien 5.238 GWh. Davon sind ca. 70% des Gesamtwärmebezugs auf Großkunden zurückzuführen, die restlichen 30% fallen auf Wohnungen.[2] Im Vergleich dazu werden österreichweit 24% der Wohnungen mit Nah- bzw. Fernwärme versorgt. Der mit 61% größte Anteil der Beheizung wird durch Etagen- und Zentralheizungen abgedeckt, die restlichen 15% der Heizwärmeproduktion übernehmen Einzelofenheizungen.[3]

In der Fachliteratur gibt es zum Thema Heizenergieverbrauch und -bedarf bereits eine große Anzahl von Studien, Forschungsarbeiten und Untersuchungen sowie – im technischen Support – zahlreiche Berechnungs- und Simulationsverfahren, die bei der thermischen Bewertung und Evaluation von Gebäuden gute Dienste leisten. Jedoch beruhen normgemäße Berechnungen auf Standardwerten, deren Resultate von den in der Realität anzutreffenden Ergebnissen gravierend abweichen können.

Ausgehend von dieser Thematik wird in gegenständlicher Arbeit die Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ aus der Mitte der 1990er Jahre betrachtet, deren Wärmeversorgung für Warmwasser und Beheizung ganzjährig von Wien Energie in Form von Fernwärme zur Verfügung gestellt wird. Durch das zentrale Wärmeverteilsystem sowie dem Mess- und Abrechnungsmodus der Wien Energie treten für die genaue Ermittlung des Wärmeverbrauchs folgende Schwierigkeiten zu Tage:

Die Warmwasserbereitung erfolgt in den einzelnen Reihenhäusern bzw. Wohneinheiten durch kleine Fernwärme-Kombispeicher, die ebenso – wie die einzelnen Heizungsanlagen – aus ein und derselben zentralen Fernwärme-Quelle angespeist werden (2-Leiter-System). Vom zentralen Wärmemengenzähler in der Umformerstation wird nur die Gesamtwärmemenge der Wohnhausanlage für den

[1] Vgl. STATISTIK AUSTRIA (2015), S.1
[2] Vgl. WIEN ENERGIE GMBH (2014), S.17 u.S.59
[3] Vgl. FGW- FACHVERBAND DER WÄRMEVERSORGUNSUNTERNEHMUNGEN (2014), S.21

gesamten Warmwasser- und Heizungsverbrauch inklusive sämtlicher Bereitstellungs- und Verteilungsverluste erfasst. Eine differenzierte Aufgliederung seitens der WienEnergie gibt es lediglich in der jährlichen Abrechnung durch pauschal errechnete Wärmemengen pro m³ Warmwasser und der Restwärmemenge, die dann laut Fernwärme Wien zur Gänze dem Heizenergieverbrauch zugeordnet wird.

Mit der Argumentation des Eigentümers – in diesem Fall der Magistratischen Abteilung der Stadt Wien MA 32- Haustechnik – dass der Gesamtwärmeverbrauch der Anlage viel zu hoch sei, wurden seitens der Fernwärme Wien die nachträgliche Montage von Durchflussregler an sämtlichen Heizkörpern sowie die Anbringung zusätzlicher Thermostat-Regler bzw. sensorgesteuerter WW-Temperaturdrossler in den Fernwärme-Kombispeichern beauftragt. Zusätzlich gab es auch wegen der nicht nachvollziehbaren Heizkostenabrechnung große Unzufriedenheit und anhaltende Diskussionen unter den Nutzern. Unter anderem wurde auch die angewandte Heizwärmeverbrauchsmessung mittels Heizkostenverteiler (Verdunstungsprinzip) heftig kritisiert.

Als Bewohner der Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ – und somit als unmittelbar „Betroffener“ – ist dem Verfasser dieser Arbeit diese anteilige Aufteilung der verbrauchten Wärmemengen für Raumheizung und Warmwasser zu wenig aussagekräftig. Verteilverluste werden dabei nur ungenügend berücksichtigt. Dies stellte eine zusätzliche Motivation dar, dem tatsächlichen Heizwärmeverbrauch in den betrachteten Häusern auf den Grund zu gehen und die angeblich zu hohen Real-Verbräuche auch dem, dieser Aussage zugrunde liegendem, errechnetem Heizwärmebedarf (HWB) der einzelnen Gebäude gegenüberzustellen.

Nach fast 20-jähriger Benutzung kann festgehalten werden, dass es sich bei der betrachteten Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“, die (damals bereits) nach Niedrigenergiehaus (NEH)-Standard errichtet wurde, um eine – hinsichtlich Architektur und Bauausführung – sehr qualitätsvolle Anlage handelt. So ist es auch durchaus zulässig, negative Auswirkungen auf den Heizwärmeverbrauch auf Grund qualitativer bzw. technischer Mängel – zumindest die im Hochbau verwendeten Baustoffe und -produkte betreffend – nahezu auszuschließen.

Ausführungsmängel in Hinblick auf Wärme- und Feuchtigkeitsschutz, sowie Mängel in der Haustechnik, deren Auswirkungen im NEH-Bereich keinesfalls zu unterschätzen sind, treten oft erst nach Jahren der Benutzung und den daraus

resultierenden Erfahrungen zu Tage. Nicht zuletzt aufgrund wärmetechnischer Analysen und Untersuchungen - oder Forschungsarbeiten, wie diese – gelingt es immer mehr, eben solchen Mängeln auf den Grund gehen und hilft dabei, diese in Zukunft zu vermeiden.

Für eine wissenschaftlichen Auswertung ist bei der Art der Wärmemengen-Erfassung, wie sie in der betrachteten Reihenhausanlage seitens der Fernwärme Wien verwendet wird, weder eine genaue Aufteilung des Energieverbrauchs für Warmwasserbereitung und Heizung, noch eine Feststellung von Bereitstellungs- und Leitungsverlusten möglich.

Aufgabenstellung ist es, aus einer grundlegenden Abschätzung der zu erwartenden Ergebnisse über eine Verifizierung durch weiterführende Berechnungen und Simulationen eine möglichst genaue Annäherung an den tatsächlichen Heizwärmeverbrauch zu erreichen. Auf Grund des Fehlens der Möglichkeit, den individuellen Heizwärmeverbrauch einzelner Wohneinheiten – getrennt von der Warmwasserbereitung – mit Wärmemengenzählern exakt zu messen, ist dies nur über ein Berechnungs- bzw. Simulationsverfahren möglich. In diesem werden die weiteren Einzelkomponenten des Gesamtwärmeverbrauchs, nämlich die Einzelwärmemengen für Warmwasser-Aufbereitung, die Bereitschaftsverluste der Boiler sowie die Verteilverluste durch die Zirkulations- und Verteilungsleitungen in einer Annäherung berechnet und dann dem Gesamtwärmeverbrauch gegenübergestellt. Diese daraus resultierende Restwärmemenge entspricht in Annäherung dem tatsächlichen Heizwärmeverbrauch der Wohnhausanlage, der in weiterer Folge noch in der Gegenüberstellung zu den errechneten HWB-Werten hinsichtlich der Abweichung zum Norm- bzw. Realbedarf analysiert wird.

Nach der Objektbeschreibung der Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ in Kapitel 1 wird im Kapitel 2 der Heizwärmebedarf (HWB) der einzelnen Reihenhaustypen anhand unterschiedlicher Klimadatenkataloge (1984[4] bzw. 2000 und 2008[5]) und Berechnungsmethoden (Energieausweis laut Leitfaden zu OIB-RL 6: 2011, basierend auf ÖNORM B-8110-6 und Simulationsrechnung, basierend auf ÖNORM EN 832 bzw. ÖNORM EN ISO 13790) gegenübergestellt. In weiterer Folge wird der Heizwärmebedarf unter Berücksichtigung der realen Außenklimawerte und Innenraumlufttemperaturen mittels Simulationsrechnung mit

[4] Meteorologische Messdaten aus dem Zeitraum von 1930 - 1976 bzw.
[5] Meteorologische Messdaten aus dem Zeitraum von 1971 - 2000 bzw. von 1978 - 2008

dem Programm EuroWAEBED ermittelt und als Grundlage für die weiteren SOLL-IST-Vergleiche im Kapitel 5 herangezogen.

Im Kapitel 3 der Diplomarbeit wird das System der Fernwärmeversorgung in Wien und im Speziellen das Fernwärme-Verteilsystem in der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ vorgestellt. In weiterer Folge wird die Wärmeverbrauchserfassung und -verrechnung durch die Wien Energie GmbH näher betrachtet.

Im Kapitel 4 wird mit Hilfe von Wärmeverbrauchsdaten der gesamten Wohnhausanlage der Heizwärmeverbrauch der einzelnen Häusertypen berechnet. Der Schwerpunkt wird dabei auf eine möglichst exakte Berechnung der Bereitstellungs- und Leitungsverluste gelegt, die unter Berücksichtigung maßgeblicher Umgebungsparameter erfolgt. Dabei kommt unter anderem das Simulationsprogramm AnTherm zur 3-dimensionalen Wärmebrückenberechnung zum Einsatz.

Die dabei ermittelten anlageninternen Netzverluste inklusive der gebäudeinternen Verluste der Speicherung und Verteilung (in % bzw. kWh/m²BGF) liefern wichtige Aussagen in Hinblick auf die Bewertung der gesamten eingesetzten Endenergie im Vergleich zu den Nutzenergien für Raumwärme und für Trinkwassererwärmung. Dabei wird der jeweilige Heizwärmeverbrauch sowohl der Gesamtanlage, der einzelnen Haustypen als auch der einzelnen Reihenhäuser getrennten Bewertungen unterzogen.

Im Kapitel 5 werden die berechneten Energiekennwerte des Heizwärmebedarfs den realen Heizwärmeverbrauchswerten gegenübergestellt und unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren, wie z.B. dem tatsächlichen Nutzerverhalten bewertet. Abschießend werden die individuellen Heizwärmeverbrauchswerte der einzelnen Wohneinheiten in drei Verbrauchskategorien (NIEDRIG – NORMAL – HOCH) zusammengefasst.

Als Schlussfolgerung der, in den vorangegangenen Kapiteln erfolgten Berechnungen und Erkenntnisse werden im Kapitel 6 entsprechende Nutzungs- und Planungsempfehlungen abgegeben. Neben Anregungen zur Heizenergieeinsparung seitens der NutzerInnen werden im Speziellen Überlegungen – insbesondere hinsichtlich alternativer, bivalenter Haustechnik-Konzepte für Reihenhausanlagen mit Fernwärmeversorgung – angestellt, wie in Zukunft hohe Verteilverluste (wie im gegenständlichen Objekt) auf der

Haustechnik-Seite bei der Wärmeversorgung durch Fernwärme eindämmt werden könnten.

Die Ergebnisse dieser Arbeit – zusammengefasst im Kapitel 7 – sollen einen Impuls setzen, die in den Schlussfolgerungen angedachten Empfehlungen hinsichtlich Verbesserung der Haustechnikplanung zukünftig bereits im Vorfeld der Realisierung von derartigen Reihenhaus-Wohnbauprojekten im Niedrigenergiehaussektor zu berücksichtigen und in die Gesamtplanung mit einfließen zu lassen.

1. OBJEKTBESCHREIBUNG

1.1. WOHNHAUSANLAGE „NATURNAHES WOHNEN“

Die Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ der Gemeinde Wien liegt im 22. Wiener Gemeindebezirk – am nordöstlichen Stadtrand von Wien – in der Umgebung des Nationalparks Lobau-Donauauen. Sie wurde in den Jahren 1994 – 1996 im Auftrag der Stadt Wien / MA 24 errichtet. Architekt Dipl.-Ing. Dr. Martin Treberspurg wurde mit dem Entwurf und der Planung von ökologisch zukunftsträchtigen Niedrigenergiehäusern in Siedlungsbauweise[6] beauftragt.

Das knapp 11.000 m² große Grundstück, auf dem die Reihenhausanlage errichtet wurde, ist Teil eines Einfamilienhausgebietes zwischen dem Mühlwasser – einem reaktiviertem Seitenarmgebiet der Alten Donau – und dem neuen Stadterweiterungsgebiet nördlich der Wulzendorfstraße, dem sogenannten Norweger- bzw. Langobarden-Viertel.[7]

Die Bebauung orientiert sich am Maßstab der gewachsenen Strukturen und ist ganz bewusst zum Naherholungsgebiet im Süden ausgerichtet. Sie besteht aus Zeilen von zwei- bzw. dreigeschossigen Reihenhäusern mit maximal sechs Einheiten. In der südlichsten Reihe der Anlage wurden acht Wohnungen (vier im Erdgeschoß und vier im Obergeschoß) mit jeweils ca. 65 m² Wohnnutzfläche errichtet. In Summe wurden in dieser Wohnhausanlage 41 Wohneinheiten errichtet, davon 33 Reihen- bzw. Doppelhäuser.

Ein unversiegelter Weg führt vom Parkplatz im Norden ins Zentrum der Anlage, das – von altem Baumbestand beherrscht – den Kinderspielbereich bildet. Hier befindet sich auch das zentral gelegene Gemeinschaftshaus. Östlich zur Fred-Raymond-Gasse hin befindet sich ein zusätzliches Gebäude, das den Müllraum mit dem darunterliegendem Haustechnik-Keller (Fernwärme-Übergabestation, Pumpenraum mit Hausbrunnenanlage) und der Waschküche mit Nebenräumen enthält. Zwischen den südlichen Zeilen führt der Weg weiter in Richtung Mühlwasser / Lobau.

Bei der Errichtung 1994 - 1996 galt die Niedrigenergie-Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ als eines der neuen Vorzeigeprojekte der Stadt Wien. Erstmals wurde seitens der Stadt Wien ein Gemeindebau in Form einer Reihenhaus-Siedlung mit Niedrigenergiehaus-Standard errichtet.

---

[6] Vgl. STADT WIEN – WIENER WOHNEN (2009), S.26
[7] Vgl. TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.2f

„Obwohl die Wohnhausanlage im engen finanziellen Rahmen des sozialen Wohnbaus realisiert wurde, war es durch eine wirtschaftlich optimierte Baukonstruktion möglich, solartechnische und bauökologische Maßnahmen umzusetzen.“ [8]

Die Niedrigenergie-Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ wurde von der europäischen Sonnenenergievereinigung EURO-SOLAR mit dem Solarpreis 1997 in der Kategorie Architektur ausgezeichnet.

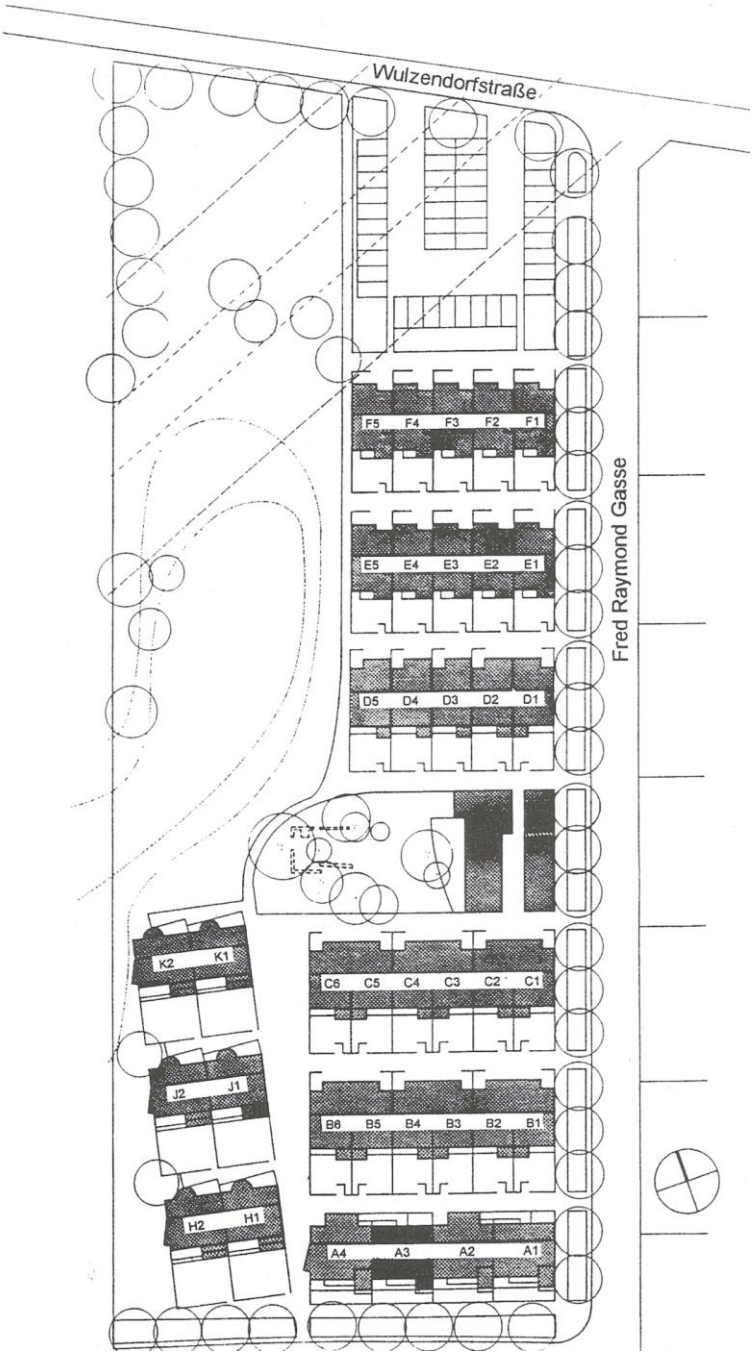


Abbildung 1: Lageplan Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ (Ausschnitt Einreichplan)

[8] TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.2

1.2. LAGE

„Der Name „Naturnahes Wohnen“ leitet sich nicht nur von der besonderen Lage in unmittelbarer Umgebung der Lobau her. Mit dem Bau einer ökologischen Wohnhausanlage wollte man im Rahmen des geförderten Mietwohnungsbaus neue Erfahrungen in Bezug auf die Verwendung ökologischer Baustoffe aber auch hinsichtlich einer energiesparenden Bauweise und der passiven Nutzung der Sonnenenergie gewinnen.“ [9]

„Die Häuser sind entsprechend einer gewinnmaximierenden Solarstrategie ausschließlich nach Süden orientiert. Der Abstand der Zeilen ist dabei so gewählt, dass einerseits eine optimale Besonnung im Winter gewährleistet ist, andererseits aber auch eine dem Grundstück angemessene Dichte erreicht wird (GFZ: 0,58).“[10]

1.3. BAUTECHNISCHE AUSFÜHRUNG

Die Außenwände der Reihenhäuser wurden ausschließlich aus 25cm dickem Schallschutzziegel mit gegenüber herkömmlichem Hochloch-Ziegel verbesserten Speichermassen- und Schallschutzwerten errichtet. Die Wärmedämmung der Außenwand aus 14 cm dickem Kork übertrifft den zur Zeit der Errichtung üblichen Standard und konnte trotz der hohen Kosten bei allen Zeilen ausgeführt werden. Als Deckschicht dient (anstelle des üblichen Kunststoff-Dünnputzes) ein diffusionsoffener mineralischer Dickputz, der als spechtsicheres System ausgeführt wurde. Neben der Verwendung umweltfreundlicher Materialien verfügt die Wohnhausanlage über einen Grundwasserbrunnen, der zur WC-Spülung sowie zur Bewässerung der Gärten und Grasdächer dient. Auch mit der Versickerung der Regenwässer auf dem eigenen Grundstück wurde eine umweltschonende Baugesinnung demonstriert. Schließlich soll die umfangreiche Müllsammelstelle im Anschluss an das Gemeinschaftshaus zur Mülltrennung anregen und das Umweltbewusstsein der Bewohner fördern.

Obwohl der soziale Wohnungsbau nur wenig Spielraum lässt, wurde auf differenzierte, räumlich interessante Grundrisse mit hoher Wohnqualität besonderer Wert gelegt. Gleiche Grundrisse wiederholen sich nur innerhalb einer Zeile. Die einzelnen Wohnungstypen verfügen über kleine Galerien, Dachterrassen, Dachgärten oder Oberlichten.

---

[9] TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.3
[10] TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.2

Die einzelnen Reihenhäuser werden von Norden über einen halböffentlichen Vorplatz erschlossen. Jeder der 41 Wohneinheiten ist im Süden eine Terrasse bzw. Loggia im Freien und ein Wintergarten als Pufferraum und Ergänzung zum Wohnbereich vorgelagert.
Die Wohnungen sind ausschließlich südorientiert. Große Südfenster sorgen für eine ausreichende Besonnung der Innenräume und lassen Blickbeziehungen zum Garten entstehen. Den Schlafräumen sind Loggien vorgelagert. Die speziellen Glasdächer über den Loggien dienen unter anderem der Beschattung der dahinterliegenden Fenstertüren. Beidseitig versetzt aufgebrachte Siebdruckstreifen bewirken, dass die steile Sommersonne reflektiert wird, die flacheren Sonnenstrahlen im Winterhalbjahr hingegen teilweise das Glas durchdringen können.

1.4. Gemeinschaftliches Wohnen

„Ein wichtiger Aspekt bei der Planung der Wohnhausanlage war die Berücksichtigung des Gemeinschaftsgedankens. Die Anlage bildet eine in sich geschlossene und überschaubare Nachbarschaft. Es entstanden überwiegend große Wohnungen für kinderreiche Familien. Auf einen hohen Grad der Mitbestimmung wurde Wert gelegt. Zu diesem Zweck erfolgte auch eine Betreuung der Mieter durch den Österreichischen Wohnbund.“[11] Dies geschah einerseits schon im Vorfeld bei der Vorauswahl interessierter Mieter und andererseits während der Errichtungsphase mit Vorträgen und Wochenend-Workshops zu ausgewählten Themen der Mietermitbestimmung, Selbstorganisation und gelebter Mietergemeinschaft.
„Die Nutzung des Gemeinschaftshauses ist im Wesentlichen den Bewohnern überlassen, die es auch selbst verwalten. Im Keller des Gemeinschaftshauses befinden sich die Gemeinschaftswaschküche, die zentrale Umformerstation der Fernwärme Wien, der Trinkwasseranschluss und ein Grundwasserbrunnen.“ [12]

1.5. Forschungszeile Musterhäuser

„Bei einer Musterzeile aus 5 Wohneinheiten wurden solartechnische Maßnahmen ausgeführt, die bisher im Gemeindewohnbau noch nie Anwendung gefunden haben. Die Gemeinde Wien als der größte Gebäudeerhalter im Wohnbaubereich

[11] TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.4
[12] TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.4

hat besondere Verantwortung zu tragen. Es ist daher nicht möglich, neue Produkte ohne entsprechende, jahrelange Erprobung im großen Maßstab einzusetzen. Mit der Musterzeile der Wohnhausanlage in der Wulzendorfstraße sollen für verschiedene neuartige, energiesparende Produkte Langzeiterfahrungen für künftige Bauvorhaben gewonnen werden.“ [13]

1.5.1. *Transparente Wärmedämmung*

„An der Süd- und Ostfassade wurde transparente Wärmedämmung der Fa. STO eingebaut. Quadratische Felder der Fassade mit einer Seitenlänge von 1 m wurden mit einer 14 cm starken Wärmedämmung aus lichtleitendem Polycarbonat in Kapillarstruktur ausgeführt. Die transluzente Oberfläche setzt sich aus einem durchscheinenden Glaskugelputz aus Kunstharz und Glaskugeln (ca. 2-3 mm) zusammen. Die auftreffende Sonnenstrahlung passiert die Oberfläche des Glasputzes, durchdringt die transluzente Wärmedämmung und wird von der dahinterliegenden, dunkel gestrichenen Mauerwerksoberfläche absorbiert. Die Kapillaren der Dämmschichte stehen senkrecht auf diese Wand, sodass der Energieeintrag bei flachem Sonnenstand im Winter hoch ist, während er bei hohem Sonnenstand im Sommer vergleichsweise klein bleibt. Überdies wird an der rauen Oberfläche des transluzenten Putzes bereits ein großer Anteil der steil einfallenden Strahlung reflektiert. So kann im Sommer auf teure Abschattungssysteme verzichtet werden.
Dieses System ist verhältnismäßig preisgünstig, wartungsfrei und vor allem für den Bereich der Gebäudesanierung sehr interessant.
Auch andere Systeme der transparenten Wärmedämmung werden getestet. Darunter eine großflächige Verglasung mit TWD der Fa. Schweizer in einer Pfosten- Riegelkonstruktion aus Metall.“ [14]

1.5.2. *Oberlichten System OKASOLAR*

„Die Oberlichten im Bereich der Stiegenhäuser wurden aus lichtstreuender Oka Solar- Verglasung, einem Isolierglas mit fest angeordneten, prismatischen Reflektorprofilen im Scheibenzwischenraum ausgeführt. Bei tiefem Sonnenstand dringt das Sonnenlicht ungehindert in den Raum, während die Prismen bei hohem

[13] TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.10
[14] BMVIT- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATON UND TECHNOLOGIE (2015), URL: http://download.nachhaltigwirtschaften.at/pdf/naturnahes_wohnen.pdf, S.3

Sonnenstand das direkte Sonnenlicht fast vollständig reflektieren und einen sehr guten, unbeweglichen und wartungsfreien Sonnenschutz bilden.“[15]

1.5.3. *Wärmeschutzgläser*

„Neben dem üblichen Standardfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzglas (28 mm Gesamtstärke, U_g = 1,1 W/m²K) werden verschiedene Fensterprofile und Verglasungen verglichen:

Ein Standard-Holz-Alufenster mit tieferem Flügelprofil und 3-Scheiben-Wärmeschutzglas, gefüllt mit Argon (44 mm Gesamtstärke, U_g = 0,6 W/m²K), ein Standard Holz-Alufenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutzglas und Füllgas Xenon (28 mm Gesamtstärke, U_g = 0,4 W/m²K) und ein Ertl-Holzfenster (skandinavisches Holzprofilsystem ohne Falz, mit 10 cm Gesamtstärke und guter Dämmung) mit 3-Scheiben-Wärmeschutzglas und Füllgas Argon (44 mm, U_g = 0,6 W/m²K) wurden eingesetzt.

Zwei der Fenstertüren sind Schweizer HIT-Fenster (Hoch-Isolations-Technik) der Fa. Geilinger. Bei diesem Fenster ist die Verglasung 72 mm stark und besteht aus einer inneren und einer äußeren Glasscheibe sowie zwei wärmereflektierend beschichteten PET-Folien, die in einem Spannrahmen dazwischen gehalten werden. Ventile stellen den Druckausgleich her und das Trocknungsmittel für den Scheibenzwischenraum ist nachträglich erneuerbar. Dieses Fenster ist aufwendiger, aber hat im Vergleich zu den Isolierglaskonstruktionen eine wesentlich längere Lebensdauer (U_g = 0,6 W/m²K).“ [16]

---

[15] BMVIT- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATON UND TECHNOLOGIE (2015), URL: http://download.nachhaltigwirtschaften.at/pdf/naturnahes_wohnen.pdf, S.3

[16] TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.12

2. HEIZWÄRMEBEDARFSBERECHNUNG: ENERGIEAUSWEIS UND SIMULATIONSVERFAHREN

2.1. GEBÄUDETYPEN (STG. 2+3, STG. 4, STG. 5+6, STG. 7, 8+9)

Die betrachtete Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ der Gemeinde Wien besteht aus sechs Häuserzeilen, die direkt an die Fred-Raymond-Gasse anschließen, sowie drei hintereinander liegenden Doppelhäusern, die sich im südwestlichen Teil des langgestreckten Grundstückes befinden.

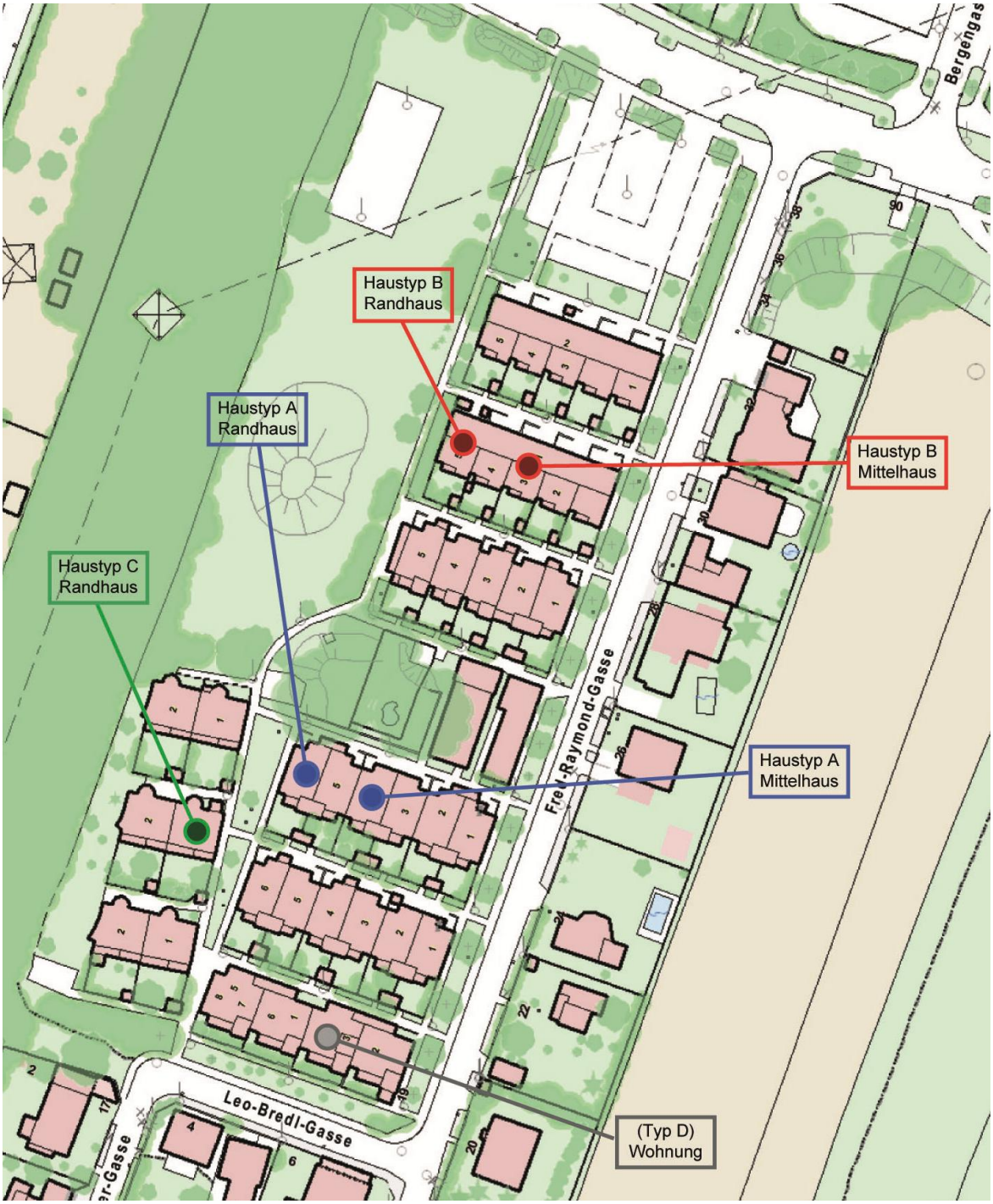


Abbildung 2: Lageplan der WHA „Naturnahes Wohnen“ mit Haustyp A, B und C (inkl. Typ D) (Datenquelle: Stadt Wien - data.wien.gv.at)

Die Abbildung 2 zeigt den Lageplan, in welchem die einzelnen Haustypen (A, B und C; Rand- und Mittelhaus) in ihrer Situierung aufgezeigt werden. In der südlichsten Gebäudezeile (Stiege 1) sind – im Unterschied zu den restlichen Häuserreihen – acht Geschoßwohnungen mit ca. 65 m² Wohnnutzfläche untergebracht. Dabei ist den erdgeschossigen Wohnungen einen südseitiger Eigengarten vorgelagert. Den Wohnungen im Obergeschoss, die über zwei Stiegenhäuser und zum Teil über nordseitige Pawlatschengänge erschlossen sind, stehen – über eine interne Treppe begehbare – Dachterrassen zur Verfügung.
In gegenständlicher Arbeit liegt der Fokus auf den 33 Reihen- bzw. Doppelhäuser, die Wohnungen der Stiege 1 (Typ D) sind aufgrund der zu unterschiedlichen Randbedingungen aus den Berechnungen und Bewertungen (ausgenommen der Gesamtwärmebilanz der Wohnhausanlage) herausgenommen.

2.1.1. *Haustyp A*

Die zwei parallelen Häuserreihen der Stiege 2 und 3, die nördlich an die Reihe 1 anschließen, setzen sich aus jeweils sechs zweigeschossigen Reihenhäusern zusammen. Diese Reihenhäuser werden in Folge als Haustyp A bezeichnet. Die Besonderheit an diesem Haustyp A ist die Innenraumerschließung durch eine offene, zentral im Wohnraum liegende, dreiläufige Stiege mit zwei Zwischenpodesten. Durch eine großzügige, über dem Luftraum der Erschießungstreppe liegende, Shed-Oberlichte wird dabei das gesamte Haus lichtdurchflutet. Der südlich vorgelagerte Wintergarten ist gegenüber der restlichen Gebäudekontur überhöht ausgeführt und bietet so die Möglichkeit, überschüssige Wärme über nördliche Lüftungsklappen abzuführen. Die Reihenhäuser des Typs A verfügen über keinen Keller. Lediglich ein schmaler, begehbarer Kollektorgang, in dem sämtliche Ver- und Entsorgungsleitungen geführt werden, befindet sich unter diesen Häusern.
Von den insgesamt zwölf Reihenhäusern des Haustyps A ist die Hälfte in gespiegelter Form ausgeführt. Die abwechselnd gespiegelte Ausführung mit SO- bzw. SW-orientierten Wintergärten erhöht die Kompaktheit der gesamten Häuserreihe und verringert somit auch die Gesamtfläche der konditionierten Außenhülle.
Eine Sonderrolle in der Wohnhausanlage nimmt die nördlich des zentral liegenden Spielplatzes gelegene Stiege 4 ein, deren fünf Reihenhäuser mit unterschiedlichen

solartechnischen Maßnahmen ausgeführt wurden. Wie bereits unter Punkt 1.5 beschrieben, wurden hier innovative Materialien, wie transparente Wärmedämmung, Sondergläser für Fenster und Oberlichten sowie spezielle Wärmeschutzverglasungen erstmals zu Versuchszwecken im sozialen Wohnbau eingesetzt.

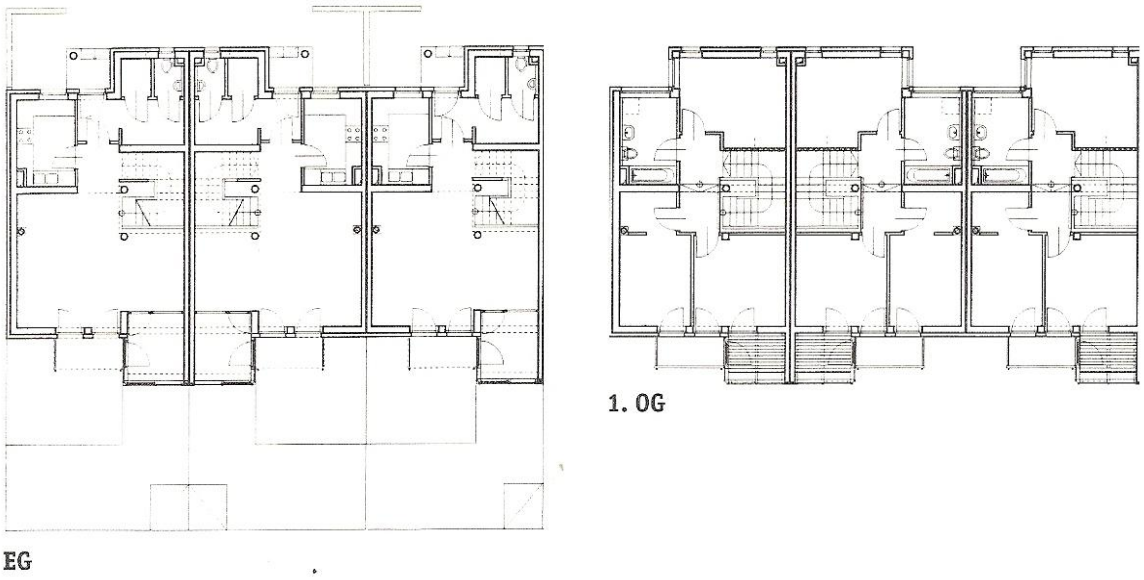


Abbildung 3: Haustyp A (Rand- und Mittelhäuser), Grundriss EG und 1.OG [17]

Die Reihenhäuser der Stiege 4 entsprechen – abgesehen von den solartechnischen Sonderbauteile – exakt dem Gebäudetyp A. Besonders hinsichtlich der Grundparameter für die thermische Bewertung von Gebäuden, wie Baukörper-Volumen, Gestaltung der Außenfassaden, Außenmaße des Wintergartens sowie der Innenraumkonzeption sind diese Gebäude dem Haustyp A annähernd gleichzusetzen[18]. Auch die Tatsache, dass sich mittig unter der gesamten Häuserzeile der Stiege 4 ein ca. fünf Meter breites, gedämmtes Kellergeschoß befindet, welches die Einlagerungsräume für die acht Wohnungen von Stiege 1 beherbergt, beeinflusst diese Zuordnung nicht. Gemäß ÖNORM B 8110-6, Punkt 5.3.1, Tabelle 4 und 5 sind die Temperaturkorrekturfaktoren der Decke zu Erdreich bzw. zu einem gedämmten Keller mit jeweils einem Wert von 0,7 gleich und so die Wärmeverluste annähernd als ident zu betrachten.

[17] Vgl. TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.11
[18] Ausgenommen ist die Bruttogeschoßfläche (BGF), die bei diesen Häusern durch Ausführung eines Galeriegangs im erweiterten Wintergarten geringer ausfällt

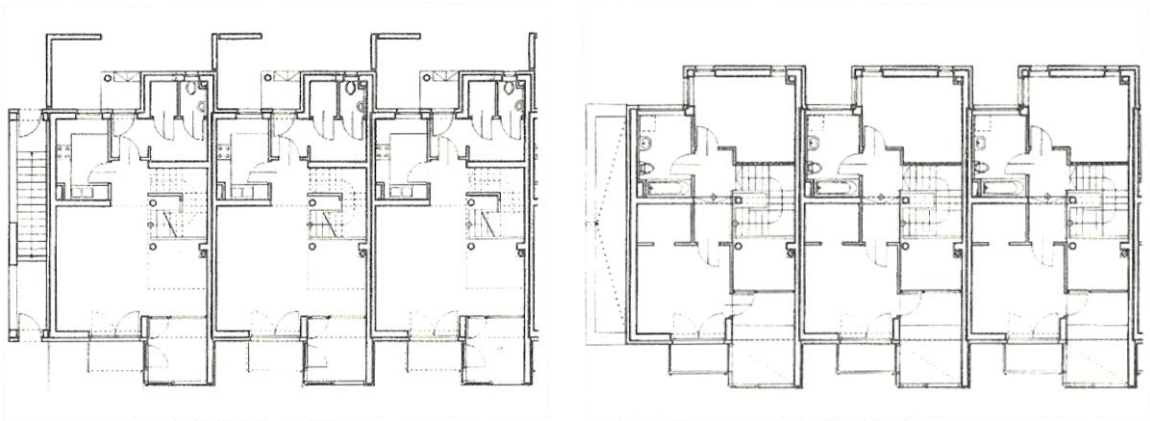


Abbildung 4: Haustyp A (Musterzeile: Rand- u. Mittelhäuser), Grundriss EG und 1.OG [19]

2.1.2. *Haustyp B*

Im nördlichen Teil der Wohnhausanlage befinden sich die zwei Häuserreihen der Stiegen 5 und 6, die sich in ihrer Ausführung sehr markant von den anderen Reihenhäusern unterscheiden: Sie sind dreigeschossig ausgeführt und vollflächig unterkellert. Die interne Erschließung vom Erdgeschoss bis ins Dachgeschoss erfolgt über, parallel zur Haustrennwand verlaufende, einläufige Treppen. Das Kellergeschoß wird direkt über den Vorraum erschlossen. Der südseitige Wintergarten ist bei diesem Haustyp vergleichsweise stark in das Gesamtgebäude integriert. Eine Dachterrasse, die den Räumlichkeiten des Dachgeschosses vorgelagert ist, schließt den Wintergarten nach oben ab. Die sehr kompakt konzipierte Grundrissgestaltung dieses Haustyps wirkt sich vor allem zugunsten der Wohnnutzfläche aus. Dieser Gebäudetyp wird in weiterer Folge als Haustyp B bezeichnet. Es befinden sich zehn Reihenhäuser dieses Typs in der Wohnhausanlage.

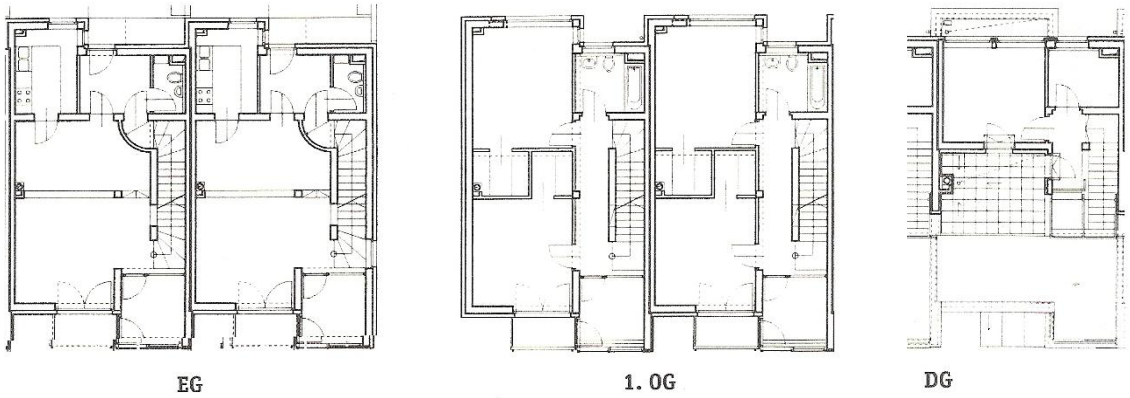


Abbildung 5: Haustyp B (Rand- und Mittelhaus), Grundriss EG, 1.OG und DG [20]

[19] Vgl. TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.7
[20] Vgl. TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.4

2.1.3. *Haustyp C (Doppelhaus)*

Die drei zweigeschossigen Doppelhäuser der Stiege 7, 8 und 9, die sich entlang der südwestlichen Grundgrenze der Wohnhausanlage aufreihen werden im Weiteren als Haustyp C bezeichnet. Sie unterscheiden sich von den anderen Reihenhäusern im Wesentlichsten durch ihre, nördlich den Gebäudefronten vorgelagerten Treppenhäuser, die die interne Erschließung von Erdgeschoss ins Obergeschoss mittels halbgewendelter Treppe übernehmen.

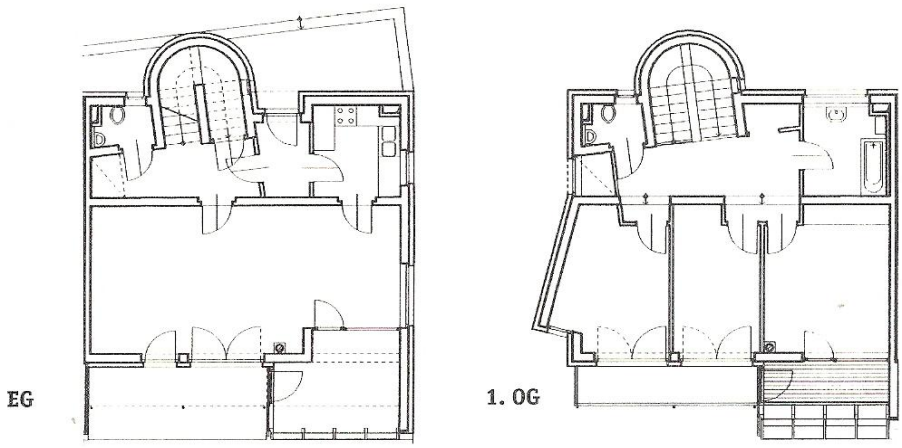


Abbildung 6: Haustyp C (Doppelhaus), Grundriss EG und 1.OG [21]

Im Besonderen ist bei diesem Haustyp die großzügige und formell sehr auffällige Wintergartenausführung mit seiner schrägen Südverglasung zu erwähnen. Im Vergleich ist die Breite dieses Haustyps C mit fast 9,20 Metern um ca. 2,70 Meter breiter als die der anderen Reihenhäusern. Auch das Volumen des Wintergartens ist mehr als ein Drittel größer als das der Wintergärten vom Haustyp A und B.

[21] Quelle: TREBERSPURG, M., WOLFERT, B. (1998), S.8

2.2. BEZUGSGRÖßEN FÜR DIE ENERGIEKENNWERTE

2.2.1. *Brutto-Grundfläche (BGF) und Brutto-Volumen (V)*

Als maßgebliche Bezugsgrößen für die Berechnung des spezifischen Heizwärmebedarfs konditionierter Wohngebäude werden die, gemäß OIB-Begriffsbestimmungen[22] bzw. ÖNORM B 8110-1 bzw. 6 definierte, konditionierte Brutto-Grundfläche (vormals Brutto-Geschoßfläche genannt) herangezogen. Das konditionierte Brutto-Volumen ist bei Gebäuden anderer Nutzung zu verwenden.
Die folgende Tabelle 1 zeigt die Bruttogrundflächen sowie die konditionierten Gebäudevolumen der einzelnen Haustypen und ihrer Wintergärten.

Haustyp A				**Haustyp B**		**Haustyp C**	
BGF (Stg. 2+3)	V (Stg.2+3)	BGF (Stg.4)	V (Stg.4)	BGF (Stg.5+6)	V (Stg.5+6)	BGF (Stg.7-9)	V (Stg.7-9)
[m²]	[m³]	[m²]	[m³]	[m²]	[m³]	[m²]	[m³]
129,32	419,75	124,28	403,16	163,40	457,70	150,45	500,95
Wintergarten				Wintergarten		Wintergarten	
14,98	45,75	20,02	62,34	13,57	46,27	17,73	70,91

Tabelle 1: Überblick Haustypen A,B und C: Bruttogrundfläche und Bruttovolumen

<u>Definition der konditionierten Brutto-Grundfläche (BGF)</u> gemäß ÖNORM B 8110-1: „Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Gebäudes, die konditioniert sind“[23]
„Konditionierte Brutto-Grundflächen, insbesondere in Dachgeschoßen, werden nur ab einer Netto-Raumhöhe von 1,5 m berücksichtigt. In diesem Fall wird für die Ermittlung der BGF als fiktive umschließende Wanddicke 0,4 m angenommen. In Treppenhäusern, Aufzugsschächten sowie Ver- und Entsorgungsschächten wird die BGF errechnet, als wäre die Geschoßdecke durchgezogen. Das gilt auch für Treppenaugen bis zu einer maximalen Fläche von 2 m² je Geschoß und Treppe. Treppenaugen mit einer größeren Fläche werden – abzüglich der maximal anrechenbaren Fläche von 2 m² je Geschoß und Treppe – von der betreffenden

[22] Vgl. OIB (2011a), S.3
[23] ÖNORM B 8110-1 (2011), S.5

BGF in Abzug gebracht. Sonstige Deckenöffnungen (z. B. bei Galerien) sind nicht in die konditionierte Brutto-Grundfläche einzurechnen.“[24]

Definition des konditionierten Brutto-Volumens (V) gemäß ÖNORM B 8110-1: „Rauminhalt des Gebäudes, der von den äußeren Begrenzungsflächen und nach unten von der Unterfläche der konstruktiven Gebäudesohle umschlossen wird, der konditioniert ist“[25] sowie ergänzend laut ÖNORM B 8110-6: „Summe der Brutto-Rauminhalte aller konditionierten Räume eines Gebäudes/ Gebäudeteiles, über das eine Wärmebilanz mit einer bestimmten Raumtemperatur erstellt wird“[26]

„Um den konditionierten Bereich eines Gebäudes eindeutig als Grundlage für die Berechnungen festzulegen, ist das konditionierte Brutto-Volumen unter Voraussetzungen zu ermitteln, die in der ÖNORM B 8110-6 vorgegeben sind. Es betrifft alle Räume, die unmittelbar oder über einen Raumverbund konditioniert werden. Bei einer Mitbeheizung über einen Raumverbund muss sichergestellt sein, dass die Temperaturdifferenz zu den unmittelbar konditionierten Räumen nicht größer als 4 K ist. Die Brutto-Rauminhalte werden aus den Außenabmessungen gemäß ÖNORM B 1800 gerechnet.“ [27]

	Haustyp A		**Haustyp B**	**Haustyp C**	**Typ D**
Stiege / Reihe	Stg. 2+3	Stg. 4	Stg. 5+6	Stg. 7,8+9	Stg.1 (Whg.)
BGF [m²]	**129,32**	**124,28**	**163,40**	**150,45**	**74,02**
Anzahl	8+4R	3+2R	6+4R	6	8
Zw.-Summe	1551,84	621,40	1634,00	902,70	592,16
∑ RH | Whg.	**4709,94 m²**				**592,16**
GESAMT	**5302,10 m² BGF**				

Tabelle 2: Übersicht Brutto-Grundflächen (BGF) der Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“

In der Tabelle 2 wird als Ergänzung zu den Häusertypen A, B, und C der Vollständigkeit halber der Typ D, der die acht Geschosswohnungen der Stiege 1 repräsentiert, hinzugefügt, um die für weitere Berechnungen notwendige Brutto-Grundfläche der Gesamtanlage ausweisen zu können.

[24] ÖNORM B 8110-6 (2014), S.5
[25] ÖNORM B 8110-1 (2011), S.5
[26] ÖNORM B 8110-6 (2014), S.5
[27] ÖNORM B 8110-6 (2014), S.7

Erkennbar ist hierbei, dass zum Beispiel die Stiegen 2 und 3 aus 8 innenliegenden Reihenhäusern und 4 Randhäusern bestehen (8+4R), wobei jedes dieser Häuser eine BGF von 129,32 m² aufweist.
Die Daten der Tabelle 2 bilden als Bezugsgrößen die Grundlage für die Heizwärmebedarfsanalyse einerseits der spezifischen Heizwärmebedarfswerte (HWB-Werte) der einzelnen Haustypen, andererseits der gesamten Anlage bezogen auf die konditionierte Gesamtbruttogrundfläche, die in weiterer Folge auch dem tatsächlichen Verbrauch gegenübergestellt wird.

2.2.2. *Charakteristische Länge / Kompaktheit*

Besonders in Hinblick auf die geometrischen Verhältnisse ist das Maß für die Kompaktheit eines Gebäudes, dargestellt in Form des Verhältnisses des konditionierten Volumens V zur umschließenden Oberfläche A dieses Volumens zu erwähnen. Die entsprechende Bezugsgröße, die charakteristische Länge l_c ist laut ÖNORM B 8110-6 wie folgt zu berechnen: $l_c = V / A$ [m].[28]
Alternativ dazu ist auch die Kompaktheit als Kehrwert der charakteristischen Länge gebräuchlich, das so genannte A/V-Verhältnis. Beide Kennzahlen sind in der nachfolgenden Tabelle 3 für die Haustypen A, B und C angeführt.

Haustyp A				**Haustyp B**		**Haustyp C**
l_c [m] (Stg. 2+3)		**l_c** [m] (Stg. 4)		**l_c** [m] (Stg. 5+6)		**l_c** [m] (Stg. 7,8+9)
Mittelhaus	Randhaus	Mittelhaus	Randhaus	Mittelhaus	Randhaus	Randhaus
1,680	**1,368**	**1,632**	**1,335**	**1,624**	**1,325**	**1,391**
A/V [1/m]		A/V [1/m]		A/V [1/m]		A/V [1/m]
0,595	**0,729**	**0,613**	**0,749**	**0,616**	**0,755**	**0,719**

Tabelle 3: Überblick Häusertypen, charakteristische Länge l_c / Kompaktheit A/V

In der Tabelle 3 ist die unterschiedliche Kompaktheit der einzelnen Häusertypen sehr deutlich auf Grund der Lage innerhalb der jeweiligen Häuserreihe erkennbar. Dabei gilt: je kleiner der A/V-Wert umso größer die Kompaktheit; je größer die charakteristisch Länge l_c umso kompakter ist das betrachtete Gebäude.
Die Werte der Kompaktheit A/V der einzelnen Rand-Reihenhäuser bewegen sich hier im Bereich von 0,719 bis 0,755 und sind bedeutend größer als die der

[28] Vgl. ÖNORM B 8110-6 (2014), S.8

innenliegenden Reihenhäuser, die auf Grund der geringeren Außenflächen des konditionierten Bruttovolumens – bei jeweils innerhalb des gleichen Haustyps gleichbleibenden Volumens – um circa 20 Prozent niedrigere Werte zwischen 0,595 und 0,616 und somit eine höhere Kompaktheit aufweisen. Die Werte der charakteristischen Länge l_c der einzelnen Haustypen verhalten sich reziprok zu den Werten der Kompaktheit A/V.

Diese Kennwerte für die geometrische Beschaffenheit eines Gebäudes bzw. Gebäudeteiles sind besonders in Hinblick auf die erforderlichen Mindestanforderungen an den Heizwärmebedarf relevant. Durch die Harmonisierung der unterschiedlichen, bautechnischen (Landes-) Verordnungen in Österreich, die unter Miteinbeziehung einschlägiger Normen in Form von OIB-Richtlinien vom OIB[29] ausgearbeitet wurden, entstand ein österreichweit geltendes Regelwerk, das einheitliche Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden definiert. Darin wird einerseits die Methodik beschrieben, die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden – primär durch Energiekennzahlen, wie den Heizwärmebedarf (HWB) – auszudrücken, andererseits die Anforderungen an diese formuliert.

2.3. STANDARDISIERTE NORMNUTZUNG / REAL-NUTZUNG SOLLTEMPERATUR 20°C / REALTEMPERATUR 23°C

Bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs wird die Wärmemenge errechnet, die einem Gebäude innerhalb einer Heizperiode zuzuführen ist, um eine gewünschte Innentemperatur aufrechtzuerhalten. Als eine der Nutzungsanforderungen für die standardisierte HWB-Berechnung wird laut ÖNORM eine Solltemperatur von 20°C vorgeschrieben.[30] Bei der Erstellung der Energieausweise (siehe Punkt 2.5) , als auch in den mit Hilfe des Programmes EuroWAEBED durchgeführten Gebäudesimulationen (siehe Punkt 2.7) für die zuvor beschriebenen Haustypen wird diese Soll-Innenraumtemperatur von 20°C als Basis für die normgerechte Berechnung herangezogen.

Im Hinblick auf die weitere Fragestellung, wie viel Heizwärme die Niedrigenergie-Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ tatsächlich verbrauchen „darf“, ist es notwendig, die Heizwärmebedarfsberechnungen auch an die realen Verhältnisse anzupassen. Angelehnt an die Untersuchungen von Neururer (2009) und Wagner

[29] Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien
[30] Vgl. ÖNORM B 8110-1 (2011), S.8

(2009) [31] wird in der nachfolgenden Analyse eine Innenraumtemperatur von 23°C für die weiteren Simulationsrechnungen angenommen. Die Ergebnisse – im Speziellen die Gegenüberstellung der verschiedener Berechnungsverfahren mit unterschiedlichen Berechnungsparametern – werden in Punkt 2.6 und Punkt 2.8.2 genauer betrachtet.

In nachfolgender Abbildung 7 wird in einem ersten Überblick der spezifische Heizwärmebedarf (HWB/m²BGFa) der einzelnen Haustypen in Abhängigkeit von der gewählten Solltemperatur dargestellt.

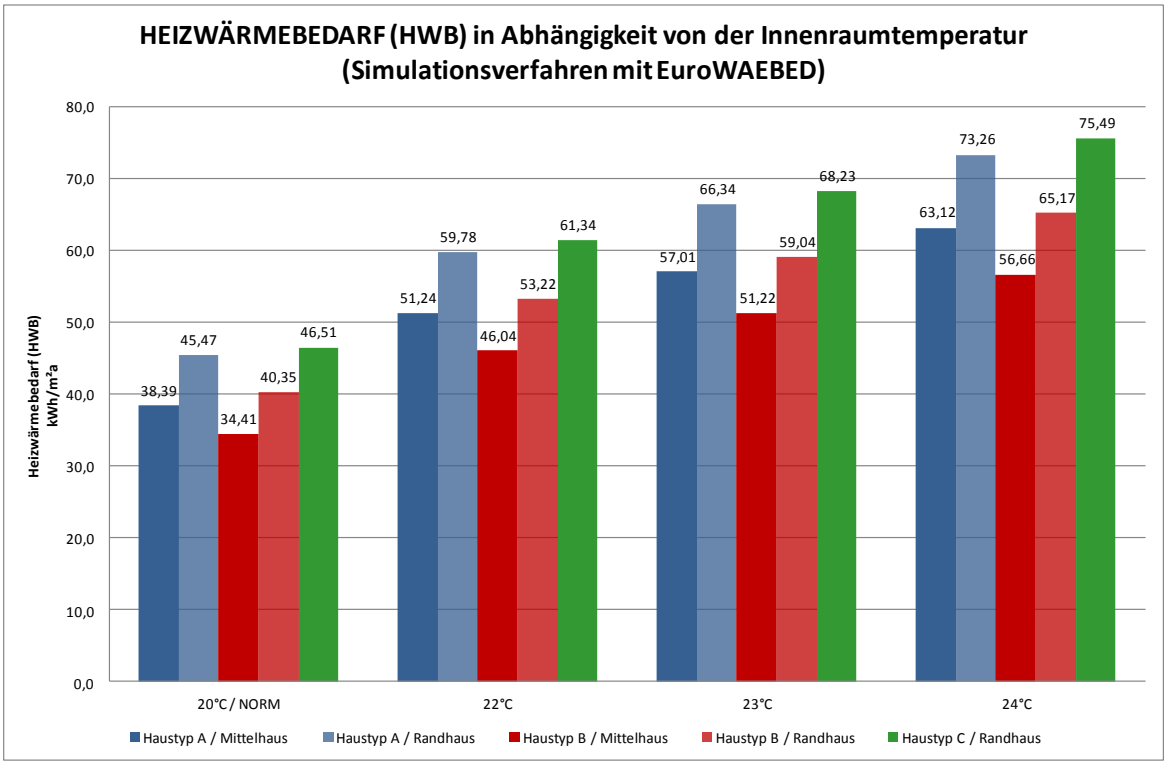


Abbildung 7: Spez. HWB einzelner Haustypen in Anhängigkeit von der Solltemperatur

Die HWB-Berechnungen wurden dabei mittels Simulationsprogramm unter der Annahme von Normnutzung, ausgenommen der Soll-Innentemperatur, vorgenommen. Auffällig ist dabei, dass es sich beim Haustyp B um den „sparsamsten“ Haustyp in der Gesamtanlage mit dem geringsten spezifischen Heizwärmebedarf handelt. Der Haustyp C hingegen weist die höchsten spezifischen Heizwärmebedarfswerte auf.

[31] "Die Simulationsergebnisse von ausgewählten Wohnhausanlagen stimmen am ehesten mit den realen Verbrauchswerten überein, wenn eine Raumlufttemperatur von 23 °C angesetzt wird." [NEURURER, C. (2009), S.1, Abstract]
"Die üblicherweise gemessene Raumlufttemperatur in der Heizsaison bewegt sich bei den meisten Untersuchungen im Bereich von 22 °C bis 24 °C." [WAGNER, W. (2009)]

2.4. KLIMADATEN: KLIMADATENKATALOG ALT / NEU, KLIMADATENRECHNER

Für die Simulation des thermischen Verhaltens von Gebäuden und Baukonstruktionen sind Klimadaten in Form von mittleren Außentemperaturen und Sonneneinstrahlung wichtige Parameter, die die Berechnungsergebnisse je nach Lage des Standortes erheblich beeinflussen können.

Der erste Klimadatenkatalog für Österreich wurde Anfang der 1980er-Jahre im Büro für Angewandte Mathematik des Wiener Mathematikers Dr. W. Heindl entwickelt und im Jahr 1984 vom damaligen Bundesministerium für Bauten und Technik als gedrucktes Werk herausgegeben. Dabei wurden diesem Katalog langjährige, meteorologische Messdaten aus dem Zeitraum zwischen 1930 und 1976 zu Grunde gelegt.[32]

Zur Zeit der Errichtung der Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“, Mitte der 1990er Jahre, galt dieser Klimadatenkatalog als Grundlage für die normgemäße Berechnung des Heizwärmebedarfs.

Nicht zuletzt auf Grund des Klimawandels war im Laufe der letzten Jahre eine Überarbeitung bzw. Aktualisierung der, zur Berechnung des für Gebäude erforderlichen Energieaufwandes, herangezogenen Klimadaten dringend erforderlich. In der ÖNORM B 8110-5:2011[33], deren Klimamodelle im verwendeten Softwareprogramm ArchiPHYSIK als Grundlage für die Erstellung der Energieausweise gemäß dem OIB-Leitfaden „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ und der OIB-Richtlinie 6 und herangezogen werden, sind die ZAMG[34]-Datensätze der Lufttemperaturen der Jahre 1961 - 1990 (ÖKLIM 1961-1990)[35] als Basis für die Monatsmitteltemperaturen für das Standortklima in Verwendung. Zur Berechnung der mittleren Monatssummen der Globalstrahlung werden hingegen als Datenbasis die bereits aktualisierten Messergebnisse aus den Jahren 1971 - 2000 (ÖKLIM 1971-2000) angegeben.

In der jüngsten Überarbeitung des österreichischen Klimadatenkatalogs wurde ein Update der Klimadatenbasis auf den 30-jährigen Messzeitraum zwischen 1978 und 2007 durchgeführt. Die elektronische Version des aktuellen Klimadatenkatalogs (mit dem zugehörigen Klimadatengenerator OEKLIM von Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Klaus Kreč, Büro für Bauphysik, Schönberg am Kamp) wurde nun in einer vereinfachten Form auf der Homepage des

[32] Vgl. HEINDL, W. et al. (1984)
[33] Vgl. ÖNORM B 8110-5 (2011), S.6f
[34] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien
[35] Vgl. AUER, I. et al. (2001)

Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft der breiten Öffentlichkeit als Klimadatenrechner zugänglich gemacht. Dieses Berechnungsportal ermöglicht dem Nutzer, die genauen standortbezogenen langjährigen Monats-Mittelwerte von Temperatur, Global- und Himmelsstrahlung zu generieren und abzurufen.[36]

Den in dieser Arbeit durchgeführten Berechnungen des Heizwärmebedarfs mittels Simulationsverfahren werden die Klimadaten aus diesem Klimadatenrechner mit Monatsdurchschnittswerten aus den Jahren 1978 – 2007 zugrunde gelegt.

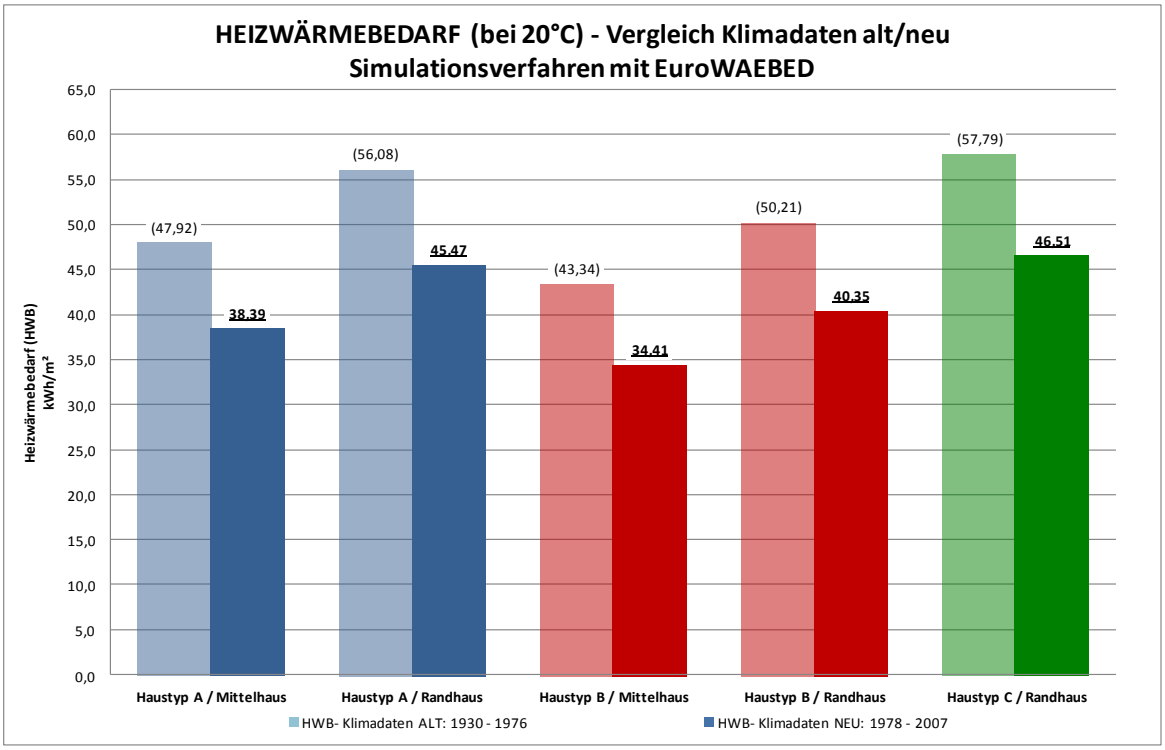


Abbildung 8: Standardisierte HWB-Berechnung (20°C) / Vergleich Klimadatenkatalog ALT / NEU

Wie aus Abbildung 8 ersichtlich, sind bei der Gegenüberstellung von Heizwärmebedarfs-Berechnungen, basierend auf den drei zuvor beschriebenen, Klimadatenkataloge, erhebliche Klimaveränderungen in den letzten achtzig Jahren deutlich ablesbar. Bei allen Häusertypen hat sich der, auf Basis der neuesten Klimadaten (1978 – 2007) errechnete, spezifische Nutzwärmebedarf für Raumheizung um ca. 10 kWh/m²$_{BGF}$a gegenüber der Berechnung mit den „alten“ Klimadaten (1930 – 1976) verringert. Dies entspricht einer Reduktion des spezifischen Heizwärmebedarfs um fast exakt 20 %. Zur weiteren

[36] Klimadatenrechner des Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (2015), URL: http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/klimadatenrechner/Seiten/default.aspx

Gegenüberstellung des realen Heizwärmebedarfs mit dem tatsächlichen Heizwärmeverbrauch werden in den Kapiteln 4 und 5 dieser Arbeit nur real vergleichbare Berechnungen auf Basis der aktuellsten, langjährigen Klimadaten vom Klimadatenrechner (1978 - 2007) durchgeführt. In der Realjahr-Betrachtung einzelner Häusertypen werden die Jahresklimadaten (mittleren Monatsklimawerte pro jeweiligem Kalenderjahr) der ZAMG als Grundlage für die Simulationsrechnung herangezogen.

2.5. ENERGIEAUSWEIS UND HBW-ERMITTLUNG NACH ÖNORM B 8110-6

Seit Inkrafttreten des novellierten Energieausweis-Vorlage-Gesetzes 2012 (EAVG 2012), in der die Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD 2010) umgesetzt wurde, ist es bei Vermietung, Verpachtung und Verkauf von Gebäuden verpflichtend, einen Energieausweis in entsprechender Form vorzulegen.

Bedarfskennzahlen der Energieausweisberechnung, wie der HWB_{SK} geben dabei einen grundsätzlichen Einblick in die thermische Qualität des betrachteten Gebäudes. Ab 01.12.2012 sind auch der Primärenergiebedarf, die Kohlendioxidemissionen und der sogenannte Gesamtenergieeffizienz-Faktor auszuweisen. Diese Kennzahlen geben die Auskunft über die ökologische Qualität des aus Gebäude und Haustechnik bestehenden Gesamtsystems.

Der OIB-Leitfaden „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“, der unter anderem die Berechnungsmethoden für Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf, Kohlendioxidemissionen und Gesamtenergieeffizienz-Faktor enthält, beschreibt in einem eigenen Kapitel die Möglichkeit des vereinfachten Verfahrens.[37] Dieses darf ausschließlich für bestehende Gebäude angewendet werden, wobei hier Vereinfachungen bei der Erfassung der Gebäudegeometrie, der Bauphysik und der Haustechnik vorgenommen werden können.

Bei der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Neuerstellung der Energieausweise für die einzelnen Haustypen der betrachteten Wohnhausanlage wird diese Art des vereinfachten Verfahrens nicht angewendet. Bei der Berechnung der Wärmebrücken, sowie bei den unkonditionierten und erdberührenden Gebäudeteilen wurde das vereinfachte Berechnungsverfahren

[37] Vgl. OIB (2011b), S.15ff

gemäß ÖNORM B 8110-6 mit Temperaturkorrekturfaktoren für die entsprechenden Bauteile gewählt.[38]

Der seitens der Hausverwaltung Wiener Wohnen zur Verfügung gestellte Energieausweis aus dem Jahr 2008, erstellt von der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Magistratsabteilung 39 - VFA der Stadt Wien wurde genau nach diesem vereinfachten Verfahren erstellt. Ein repräsentativer, annähernd realistischer Heizwärmebedarf am Beispiel eines ausgewählten Doppelhauses (Haustyp C) scheint hier nicht auffindbar: Der spezifische HWB_{BGF} beträgt in diesem Fall 95,48 kWh/m²a; ein Wert, der auf bauphysikalischen Default-Werten („Worst-Case-Prinzip“[39]) und Geometrievereinfachungen beruht und in gegenständlicher Arbeit nur als Vergleichswert herangezogen wird.

2.6. HWB- Anforderungen an Neubauten und Niedrigenergie-Gebäude: Entwicklung und Gegenüberstellung: HWB_{SK} lt. ÖNORM B 8110-6: 2014, HWB_{MAX} lt. ÖNORM B 8110-1: 2011, Nationaler Plan: 2014 bzw. OIB-RL 6 neu (2015)

Zur Zeit der Errichtung der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ war die Definition des Niedrigenergiehauses (NEH) an die des „low energy house“, einem Begriff, der bereits seit Ende der 1970er Jahre aus Kanada und den skandinavischen Ländern – insbesondere Schweden – geprägt wurde, angelehnt. Dabei wurden Niedrigenergiehäuser folgendermaßen über den Heizwärmebedarf definiert: „Der spezifische Jahresheizwärmebedarf, bezogen auf die beheizbare Nutzfläche (NF) und die Heizgradzahl, ist kleiner oder gleich 0,02 kWh/m²Kd“.[40]

Demnach durfte ein Niedrigenergiehaus (NEH) bei Wiener Verhältnissen mit mittleren Heizgradtagen von ca. 3400 Kd/a einen maximalen Energiekennwert für Heizwärme HWB_{NF} von 68 kWh/m²a aufweisen, um als solches zu gelten.

Umgelegt auf die mittlerweile normierte Bezugsgröße der Bruttogeschoßfläche heißt das bei einem Umrechnungsfaktor von BGF auf NF[41] von 0,8:

I. Niedrigenergiehaus (NEH): $HWB_{BGF} \leq 54{,}4$ kWh/m²a

Mit der Überarbeitung der ÖNORM B 8110 im Jahr 2011 wurde der Begriff Niedrigenergie-Gebäude (und Niedrigstenergie-Gebäude) erstmals in die ÖNORM B 8110-1 übernommen und dieser NEH-Gebäudestandard auch über den gemäß

[38] Vgl. ÖNORM B 8110-6 (2014), S.14ff
[39] STADT WIEN – MA 39 - VFA (2009), S.2
[40] FEIST, W. (1997), S.1
[41] Bezugsfläche *BF*: NF-Entsprechung und Umrechnung von BGF gemäß ÖNORM B 8110-6, S.8

ÖNORM B 8110-6 ermittelten Heizwärmebedarf in Abhängigkeit von der charakteristischen Länge l_c, bezogen auf das Referenzklima definiert:

II. Niedrigenergie-Gebäude: $HWB_{BGF,nE\text{-}WG,RK} \leq 17 \times (1 + 2{,}5 / l_c)$ [kWh/m2a] [42]

Parallel dazu wurde im Jahr 2011 auch in der Überarbeitung der OIB-Richtlinie 6 Mindestanforderungen an den Heizwärmebedarf bei Neubauten von Wohngebäuden festgeschrieben, die sich ebenfalls an der charakteristischen Länge l_c des betrachteten Gebäudes orientieren:

III. $HWB_{BGF,WG,max,RK} = 16 \times (1 + 3{,}0 / l_c)$ höchstens jedoch 54,4 [kWh/m2a] [43]

Der „Nationale Plan“ (2014) stellt eine Erweiterung zur OIB-Richtlinie 6 (2011) bezüglich zukünftiger Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden dar. Dabei werden in einem Zweijahresrhythmus diese Mindestanforderungen, entsprechend der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, sukzessive an die Zielwerte bis zum Jahr 2020 angehoben. In der neuesten Ausgabe der OIB-Richtlinie 6 (März 2015) sind diese Mindestanforderungen an die vier Energiekennwerte bereits eingearbeitet und werden schrittweise umgesetzt.[44]

In der nachfolgenden Abbildung 9 werden die gerade erläuterten Mindestanforderungen (**I., II., III.**) an den HWB (rechte Hälfte des Diagramms) dem berechneten Heizwärmebedarf (linke Hälfte des Diagramms) gegenübergestellt.

Hier wird der berechnete Heizwärmebedarf sämtlicher 33 Reihen- und Doppelhäuser als Vergleichsgröße herangezogen. Dabei ist besonders auffällig, dass die vor fast 20 Jahren errichtete Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ auch heute noch annähernd die geforderten Standards erfüllt und hinsichtlich der Anforderungen an die thermische Qualität den heutigen Wohngebäude-Neubauten durchaus entspricht. Der im Energieausweis (EA) nach der ÖNORM B 8110-6:2011 berechnete, durchschnittliche Heizwärmbedarf von 277,0 MWh/a, bezogen auf das Referenzklima, entspricht noch annähernd den heutigen Mindestanforderungen von 54,4 kWh/m²BGFa die für neuerrichtete Wohngebäude in der OIB-Richtlinie 6 (2011) festgeschrieben sind (siehe **III.**). Entsprechend umgerechnet auf die Summe der Reihenhäuser beträgt dieser Wert 256,2 MWh/a.

[42] ÖNORM B 8110-1 (2011), S.9 (Tabelle 2)
[43] OIB (2011c), S.3
[44] Vgl. OIB (2015), S.3f

Diese seit 2011 gültige OIB-Mindestanforderung an den HWB von Wohngebäuden entspricht exakt dem umgerechneten HWB-Wert, der seit über 30 Jahren das Niedrigenergiehaus als Gebäudestandard definiert (siehe **I.**).

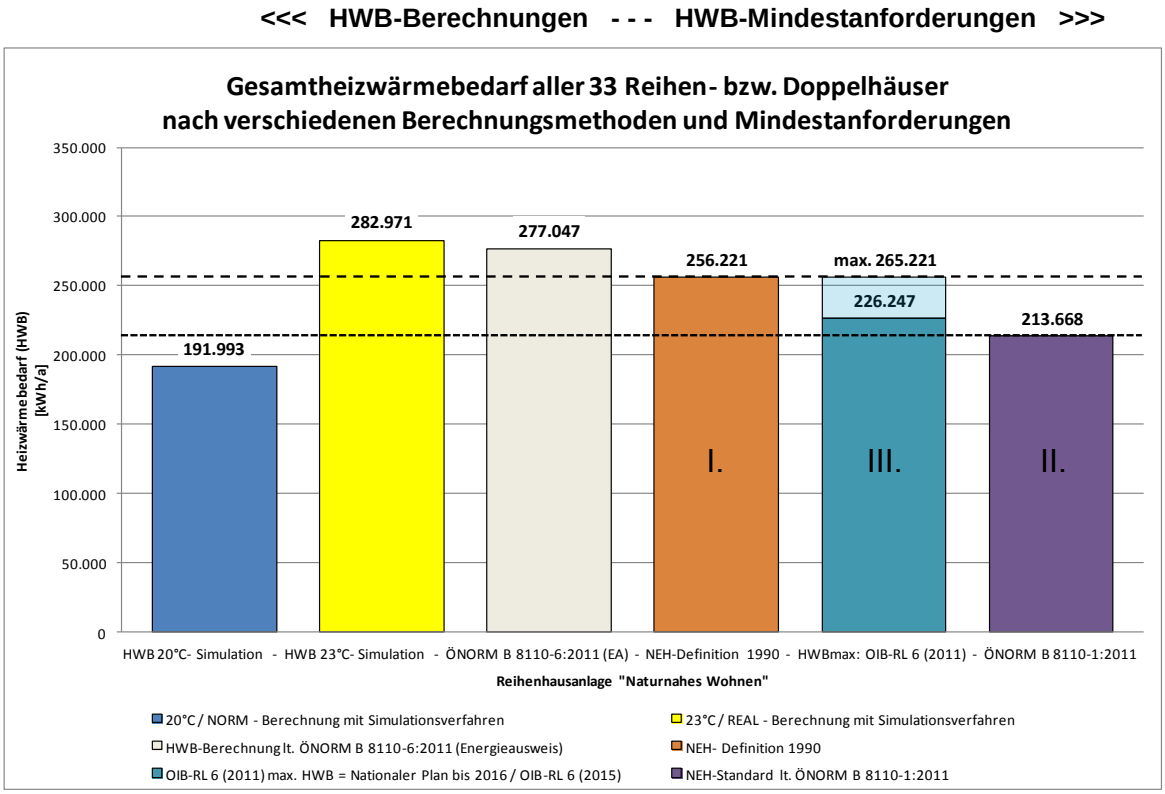


Abbildung 9: Gesamt-HWB-Berechnungen sämtlicher Reihenhäuser mit HWB-Mindestanforderungen

Die Werte der beiden linken HWB-Balken basieren auf Berechnungen, die mittels instationärem Simulationsverfahren durchgeführt werden und durchaus realistische, in diesem Fall gemittelte, Bedarfszahlen für Heizwärme pro Reihenhaus wiedergeben.

In der weiteren Analyse werden in Kapitel 4 und 5 die nach Simulationsverfahren berechneten Heizwärmebedarfswerte als Referenzwerte den jeweiligen realen Heizwärmeverbräuchen gegenübergestellt.

2.7. HWB-Berechnungen mittels Simulationsverfahren

„Mittels Simulationsprogramm kann der Heizwärmebedarf unter Verwendung eines geeigneten Computerprogramms mit hoher Genauigkeit errechnet werden. Grundlage eines jeden Simulationsprogramms ist die Aufstellung und Lösung der Wärmebilanzgleichung. Über die Möglichkeit von Handrechnungsverfahren hinausgehend kann hierbei zusätzlich der Effekt der Wärmespeicherfähigkeit des

Gebäudes bei instationärer Simulation sehr genau erfasst werden. Zudem ist es möglich, auch die innere Struktur des Gebäudes zu modellieren und somit den Einfluss von Wärmeströmen zwischen verschiedenen Temperaturzonen zu erfassen („Mehrzonenmodell"). Erwähnt sei zudem, dass in der Simulation auch auf Besonderheiten beim Betrieb des Heizsystems Rücksicht genommen wird und deren Auswirkungen auf den Heizwärmebedarf untersucht werden kann."[45]

Im Zuge dieser Diplomarbeit kommt das Programmpaket EuroWAEBED, Version 1.0 zur Berechnung des Heizwärmebedarfes zur Anwendung.

Wesentlich ist, dass beim Simulationsverfahren – im Vergleich zum Handrechenverfahren nach ÖNORM EN ISO 13790[46] (vormals ÖNORM EN 832) oder zum Berechnungsverfahren nach ÖNORM B 8110-6 – die Problematik der Bestimmung des Nutzungsgrades der Wärmegewinne η nicht auftritt. „Da im Zuge einer Simulation auch die Raumlufttemperaturen in den Räumen eines Gebäudes in ihrem Zeitablauf berechnet werden, ist bekannt, ob die Raumtemperatur unter, gleich oder über der für den jeweiligen Raum gesetzten Soll-Temperatur liegt. Steigt die Raumlufttemperatur über die Solltemperatur an, so simuliert das Programm das Abschalten der Heizung: der Heizwärmebedarf wird auf Null gesetzt. Der Nutzungsgrad der Wärmegewinne kann somit in seinem zeitlichen Verlauf von einem Simulationsprogramm als eines der Berechnungsergebnisse ausgewiesen werden."[47]

Simulationsprogramme bieten außerdem - neben der Norm-Berechnung- die Möglichkeit, durch Veränderung heizungsrelevanter bzw. nutzungsspezifischer Angaben auch reale Ist-Zustände genau nachzuvollziehen. In speziellen Nutzungsdatenkatalogen und den dazugehörigen Dateien sind die für eine detaillierte Wärmebedarfsberechnung wichtigsten Objekt- und Raumnutzungsdaten aufgenommen. Mit der Veränderbarkeit der Nutzungsdatei obliegt es nun dem Programmanwender selbst, entsprechende Daten, wie z.B. auf Grund der Nutzung erwünschte Raumtemperaturen, die Wärmeleistung von Beleuchtung und Geräten, Raumnutzungszeiten, nutzerbedingte Personenbelegung (= Raumnutzungsdaten), aber auch Heizunterbrechungszeiten in Ferien, an Wochenenden etc. (= Objektnutzungsdaten) der konkreten Situation angepasst, selbst festzulegen oder standardisierte, den einschlägigen Normen angepasste Nutzungskataloge zu verwenden.

---

[45] KREČ, K. (2001), S.57
[46] Vgl. ÖNORM EN ISO 13790 (2008), S.20ff
[47] KREČ, K. (2001), S.57

In gegenständlicher Arbeit wird aus Gründen der Vergleichbarkeit – u.a. von unterschiedlichen Berechnungsverfahren – grundsätzlich eine „Normnutzung“, angelehnt an die Nutzungsprofile der ÖNORM B 8110-5:2011 (siehe auch Punkt 2.3), zur Modellierung der Heizwärmebedarfsberechnung herangezogen. Einzig die aktuellsten Klimadaten aus den Jahren 1978 - 2007 (Klimadatenrechner des BMWFW) , reale Monatsklimadaten pro Kalenderjahr des Beobachtungszeitraums von 1998 - 2010 sowie Varianten der zu berechnenden Sollinnentemperaturen fließen in verschiedene, vergleichende Berechnungsmodelle ein.

2.8. HEIZWÄRMEBEDARF - ERGEBNISSE UND GEGENÜBERSTELLUNGEN

2.8.1. *HWB_{BGF} in Abhängigkeit der Innenraum-Solltemperatur*

Durch die generell steigenden Komfort-Präferenzen der Bewohner ist das Nutzerverhalten, welches besonders deutlich in der daraus resultierenden Wahl der Solltemperaturen festzumachen ist, ein maßgeblicher Faktor zur Bewertung des Energiebedarfes eines Gebäudes. In gegenständlicher Betrachtung werden die unterschiedlichen Haustypen A, B und C (jeweils Mittel- und Randhaus), hinsichtlich ihres spezifischen Heizwärmebedarfs, berechnet mit der Innenraum-Solltemperatur von normgemäßen 20°C als Referenzwert und weiteren Vergleichs-Innentemperaturen (22°C, 23°C und 24°C), gegenübergestellt. Als Klimadaten werden – wie bereits erwähnt – die langjährigen Monatsmittelwerte aus den Jahren 1978 - 2007 (Klimadatenrechner BMWFW)[48] verwendet.

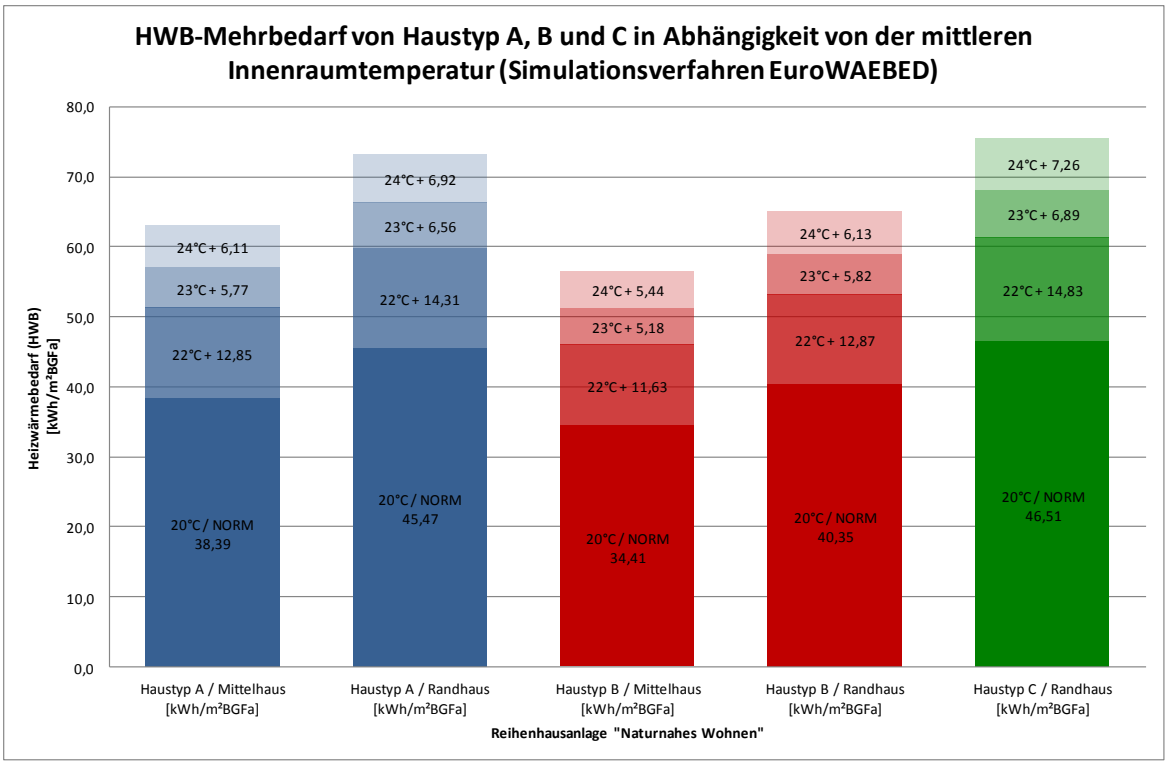


Abbildung 10: Mehrbedarf des spez. HWB in Abhängigkeit von der Innenraumtemperatur [kWh/m²]

In der Abbildung 10 ist zu erkennen, dass sich der mittlere spezifische Heizwärmedarf der Reihenhäuser bei einer Steigerung der Innentemperatur um

[48] BMWFW – Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (2015), URL: http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/klimadatenrechner/Seiten/zurBerechnung.aspx

+2°C auf 22°C bereits um über 12 kWh/m²BGFa erhöht; jedes weitere Grad bedeutet eine Erhöhung von durchschnittlich 6 kWh/m²BGFa.

Die immer wieder (bzw. noch immer) in diversen einschlägigen Broschüren, Ratgebern und Online-Foren kolportierte, „allgemein bekannte Formel“, dass eine Erhöhung der Raumtemperatur um 1°C ca. 6% mehr an Heizenergie erfordert, bzw. der Umkehrschluss, dass jedes Grad an Absenkung der mittleren Innenraumtemperatur ca. 6% Heizenergie einspart, wird hier deutlich widerlegt. Diese alte „Formel“ entspricht schon lange nicht mehr den heutigen Gegebenheiten. Lediglich im thermisch nicht sanierten Altbau mit einem spezifischen HWB von über 100 kWh/m²BGFa ist diese Faustregel noch mit Vorsicht anwendbar.

Die prozentuelle Aufgliederung der einzelnen Mehrverbräuche pro Haustyp in Anhängigkeit von der Innenraumtemperatur zeigt hier in der nachstehend angeführten Abbildung 11 ein klares Bild.

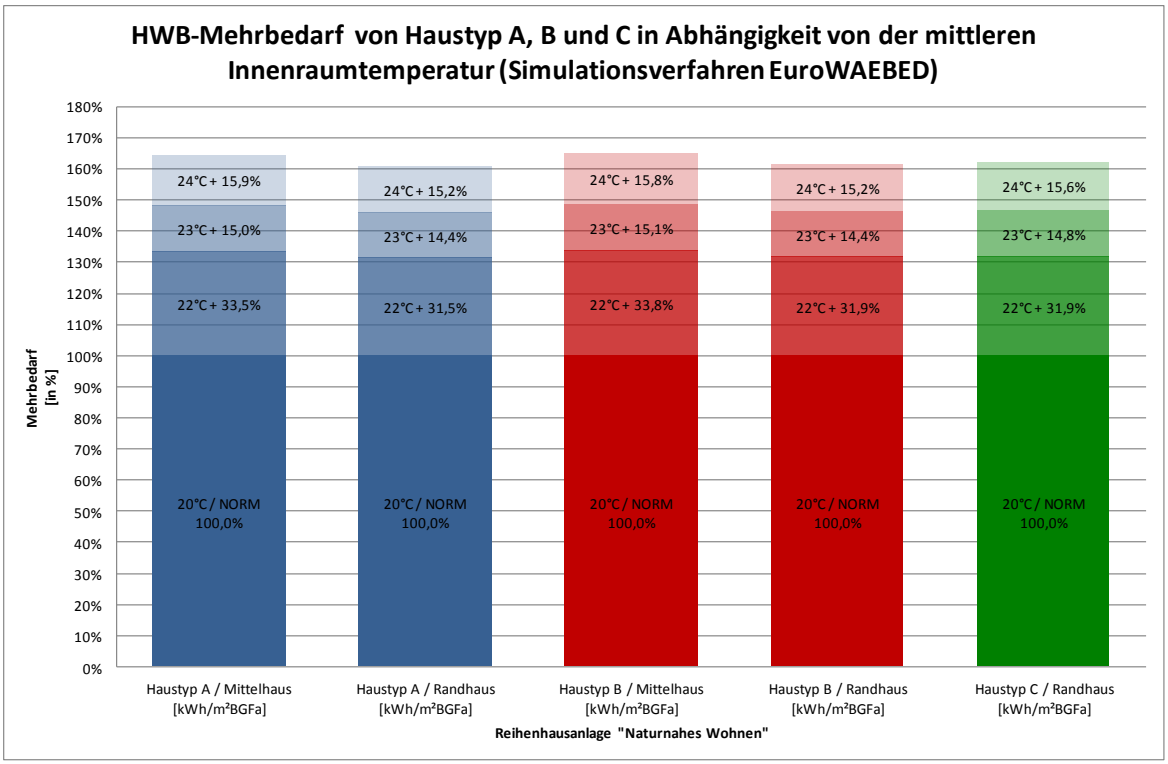


Abbildung 11: Mehrbedarf des spezifischer HWB in Abhängigkeit zur Innenraumtemperatur [in %]

Bei den betrachteten Gebäuden im Niedrigenergiehaus-Standard mit spezifischen Heizwärmebedarfswerten von durchschnittlich 41 kWh/m²BGFa bewegt sich der Mehrbedarf an Heizwärme pro +1°C Erhöhung der Innentemperatur um die 15,75%. Bei einer durchschnittlichen Raumtemperatur von 23°C, die heutzutage in

Wohngebäuden durchaus als Normalfall anzusehen ist, erhöht sich der berechnete Heizwärmebedarf im Verhältnis zum Norm-HWB (mit 20°C) um 47%. Je höher die thermisch-energetische Qualität eines Gebäudes und je geringer der dadurch implizierte, berechnete Heizwärmebedarf ausfällt, umso größer ist der prozentuelle Mehrverbrauch pro nutzerseitiger +1°C Erhöhung der mittleren Innenraumtemperatur.

2.8.2. *Unterschiedliche HWB_{BGF}–Berechnungen (Simulation / ÖNORM B 8110-6)*

Da bei der Bewertung von Energiekenngrößen die Berechnungsart samt den dazugehörigen Rahmenbedingungen eine wichtige Rolle spielt, wird im Folgenden ein detaillierterer Vergleich der beiden zur Anwendung gekommenen HWB-Berechnungsarten gegeben.

Durch die bereits erwähnte verpflichtende Einführung des Energieausweises für Wohngebäude wurden Energiekennwerte, wie der spezifische Heizwärmebedarf in einer Art „Typenschein“ für Gebäude immer mehr in den Fokus der Aufmerksamkeit gerückt. Ergänzend zur OIB-Richtlinie 6, in der die Anforderungen an den Nutz- und Endenergiebedarf, die wärmeübertragenden Bauteile sowie das gebäudetechnische System definiert sind, wird im OIB-Leitfaden „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ die Methode für die Berechnung des Heizwärme- und Kühlbedarf gemäß ÖNORM B 8110-6 vorgeschrieben. Hinsichtlich der Erfassung der Gebäudegeometrie, der bauphysikalischen Bauteil-Kennwerte und der Haustechnik können bei Bestandsgebäuden Vereinfachungen vorgenommen werden, die jedoch wissenschaftlich fundierte Vergleiche unterschiedlicher Haustypen fast unmöglich machen.

Aus diesem Grund ist eine Vergleichbarkeit mit anderen Berechnungsmethoden nicht gegeben. Das vereinfachte Verfahren wird somit in dieser Arbeit bewusst nicht angewendet.

Wie bereits unter Punkt 2.4 besprochen, wird bei der Erstellung von Energieausweisen das Klimamodell aus der ÖNORM B 8110-5:2011 als Grundlage für Referenzklima und standortbezogene Klimadaten herangezogen. Das hier zur Anwendung gekommene Softwareprogramm ArchiPHYSIK, Version 11, greift ebenfalls auf dieses Datenmodell der ÖKLIM zurück. Im Vergleich dieser Klimadaten zu den aktuellsten Klimadaten vom Klimadatenrechner des BMWFW, die bei der bereits erwähnten Gebäude-Simulation in die HWB-Berechnungen einfließen, gibt es in den langjährigen Monatsmittelwerten der standortbezogenen

Außentemperaturen eine Abweichung von bis zu 1°C kühlere Temperaturen. Diese Tatsache wirkt sich auf einen in etwa 10% zu hohen standortbezogenen Heizwärmebedarf im Energieausweis aus.

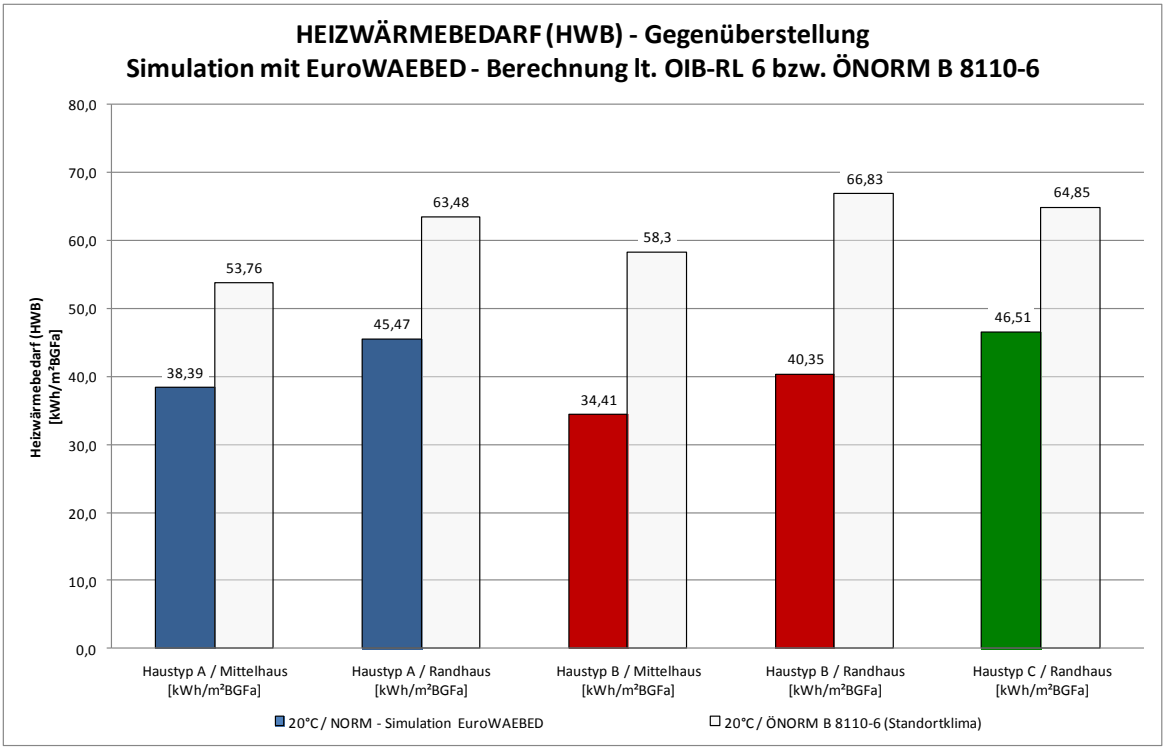


Abbildung 12: HWB-Berechnungen - Simulation 20°C vs. ÖNORM B 8110-6 (Energieausweis) 20°C

In Abbildung 12 werden die spezifischen Heizwärmebedarfszahlen der einzelnen Haustypen in Abhängigkeit von der Innenraumtemperatur, berechnet mit den beiden erwähnten Berechnungsmethoden – Simulationsverfahren und Berechnung nach ÖNORM B 8110-6 (Energieausweis) – gegenübergestellt. Dabei ist deutlich ablesbar, dass die HWB-Werte (hellgraue Balken) von Haustyp A und C mit einer Innenraum-Solltemperatur von 20°C, die entsprechend der Energieausweis-Berechnungsmethode nach ÖNORM B 8110-6 ausgewiesen sind, um 40% höhere Werte aufweisen, als die Kennzahlen, die unter gleichen Temperaturverhältnissen mit 20°C mittels Simulation berechnet wurden.

Zudem weisen die gegenübergestellten HBW-Werte beim Haustyp B – sowohl beim Mittel- als auch beim Randhaustyp – ein auffälliges Bild auf: Im Vergleich zu den Haustypen A und C fällt beim Haustyp B der im Energieausweis ausgewiesene spezifische Heizwärmebedarf noch einmal um 25% bzw. 30% höher aus als die zuvor erwähnten 40%. Als Referenzwert 100% wurde auch hier der jeweilige, mittels Simulation berechnete HWB-Wert lt. Normnutzung mit 20°C

Innenraum-Solltemperatur herangezogen. Eine mögliche Erklärung dieses Phänomens liegt in der Berechnungsmethode der ÖNORM B 8110-6. Dabei werden bei der vereinfachten Berechnung der Transmissionswärmeverluste die Leitwerte der wärmeübertragenden Bauteile gegenüber unkonditionierten Räumen und bodenberührende Bauteile mittels Temperaturkorrekturfaktoren berechnet. Die Leitwertzuschläge für zwei- und dreidimensionale Wärmebrücken werden nach der Formel 12a der ÖNORM B 8110-6[49] berechnet. Durch die im Verhältnis zu den anderen Haustypen größeren Außenwand- und Fensterflächenanteile des Reihenhauses vom Haustyp B vergrößern sich auch die entsprechenden Wärmebrückenanteile, die mittels pauschalierten Korrekturkoeffizienten in Verknüpfung mit den Außenbauteilen und den Trennbauteilen zu den unkonditionierten Räumen bzw. zum Erdreich berechnet werden. Die höheren Transmissionswärmeverluste, die in diesem Fall durch diese Berechnungsmethode zum Nachteil des betrachteten Objekts entstehen, erhöht sich bei diesem Haustyp B zwangsläufig der entsprechende spezifische Heizwärmebedarf im Energieausweis.

Die Simulationsberechnungen mit EuroWAEBED hingegen werfen überraschenderweise die niedrigsten spezifischen HMB-Werte aller betrachteten Haustypen aus. Das hier simulierte Mehrzonenmodell, mit den durchaus zum Vorteil gelangenden, optimalen thermischen Wechselwirkungen zwischen konditionierter Wohnzone und den Pufferzonen des sehr kompakten Wintergartens bzw. des Kellers, sowie die zusätzlichen Solargewinne über mehr transparente Flächen in der Außenhülle des konditionierten Volumens dürften die Ursache für diese verhältnismäßig niedrigen Energiekennwerte sein.

2.8.3. *Heizwärmebedarf eines Reihenhauses (Jahresbedarfswerte 1998 – 2010)*

In den bisherigen Heizwärmebedarfsberechnungen wurden als Klimadaten langjährige, über einen Zeitraum von 30 Jahre gemessene, Monatsmittelwerte von mittlerer Lufttemperatur, Globalstrahlung und Himmelsstrahlung verwendet. Interessant ist nicht nur die Frage, wie hoch der Heizwärmebedarf eines Gebäude im langjährigen Durchschnitt (auf Basis langjähriger Klimamittelwerte) ist, sondern auch die Fragestellung, wie sich gemessene Klimawerte in einer konkreten Heizperiode auf den Real-Heizwärmebedarf auswirkt. In folgender Grafik

[49] Vgl. ÖNORM B 8110-6 (2014), S.16f

(Abbildung 13) kommen bei den HWB-Berechnungen mittels Simulationsverfahren reale Jahresklimadaten in Form von Monatsmittelwerten der ZAMG zur Anwendung, was eine spezifischere Analyse des berechneten Heizwärmebedarf in Wechselbeziehung zum Realklima ermöglicht.

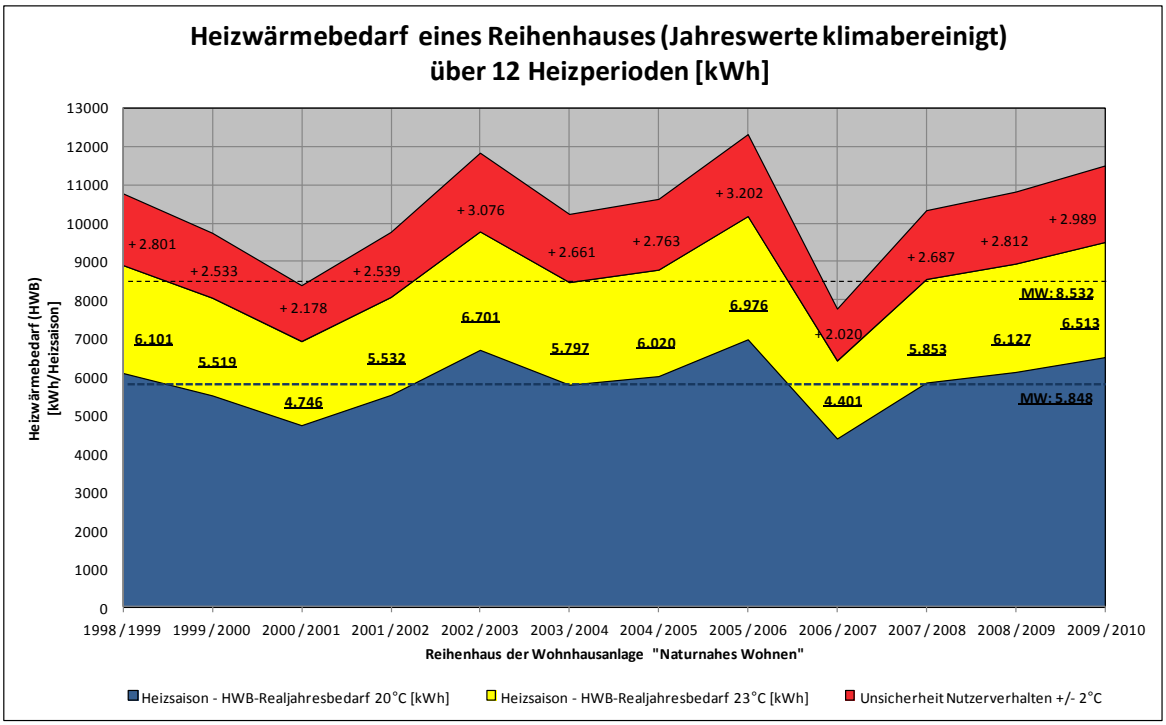


Abbildung 13: Heizwärmebedarf eines Reihenhauses über einen Zeitraum von 12 Heizperioden (1998 – 2010)

Der in Abbildung 13 dargestellte HWB-Verlauf eines repräsentativen Reihenhauses (Haustyp A) betrachtet einen Zeitraum von zwölf Abrechnungsperioden, die sich von 01.09.1998 bis 31.08.2010 erstrecken. Die Auswahl fällt dabei auf das Randhaus Haustyp A, da dieser Typ mit seinem Gesamt-Heizwärmebedarf von 5.880 kWh/a (Norm-HWB bei 20°C) bzw. 8.580 kWh/a (Real-HWB bei 23°C) annähernd dem gewichteten HWB-Mittelwert sämtlicher Reihenhäuser der WHA „Naturnahes Wohnen“ von 5.818 kWh/a (20°C) bzw. 8.575 kWh/a (23°C) entspricht und so als vergleichbarer Referenztyp herangezogen werden kann. Dabei werden die realklimabasierenden Berechnungen der Jahresheizwärmebedarfswerte laut standardisierten Nutzerprofil mit 20°C Innenraum-Solltemperatur als Basis für die weiteren Hochrechnungen herangezogen. Die Gegenüberstellung des Heizwärmebedarfs, abhängig von der gewählten Innenraumtemperatur, wurde bereits in Punkt 2.8.1 näher erläutert. Angelehnt an diese Erkenntnisse wird dieser Zwölfjahresverlauf

entsprechend der Abbildung 11 um die Bedarfswerte für eine Sollinnentemperatur von 23°C – das entspricht in diesem Fall des Haustyps A-Randhaus eine Erhöhung des normgemäßen $HWB_{REAL\text{-}SK}$ um 45,9% – ergänzt. Diese berechneten Sollwerte sind, wie schon zuvor erwähnt, unter standardisierten Rahmenbedingungen generiert; der nicht unerhebliche Faktor Nutzerverhalten, wird hier nur in Hinblick auf die gewählte Innenraumtemperatur als ein eindeutig messbaren Parameter betrachtet. Die Unsicherheit „Nutzer“ bezüglich des individuellen Temperatur- und Behaglichkeitsempfindens, welches sich eindeutig in der Wahl der Umgebungstemperatur in der Wohnzone auswirkt, lässt eine konkrete Prognose für den individuellen Heizwärmebedarf pro Reihenhaus, der sich schließlich mit dem tatsächlich Heizwärme-Verbrauch decken sollte, nicht zu. Diese Unsicherheit „Nutzerverhalten bezüglich Innenraumtemperatur“ wird mit +/- 2°C Innentemperatur in der Grafik mit einem Mehrbedarf an Heizwärme von 76,5% – bezogen auf die 20°C-Norm-Fläche – dargestellt.
In Abbildung 13 ist in den Schwankungen das jeweilige Jahresklima sehr gut ablesbar: Einerseits die drei kältesten Heizperioden 2002/2003, 2005/2006 und 2009/2010, in denen der HWB 15%, 19% bzw. 11% über dem betrachteten Zwölfjahres-Mittelwert von 5.848 kWh/a pro Reihenhaus liegt, andererseits die „warmen Winter“ in den Jahren 2000/2001 (mit einem HWB von 19% unter dem Mittel) und im besonderen in der Heizperiode 2006/2007, in dem der Heizwärmebedarf 25% unter dem Zwölfjahres-Mittel von 5.848 kWh/a liegt.

2.8.4. *Heizwärmebedarf der Gesamtanlage unter Norm- und Realbedingungen*

Neben den soeben betrachteten Einzelhaus-Jahresbedarfswerten an Heizwärme, ist es – in Hinblick auf die Aufgabenstellung dieser Arbeit – besonders wichtig, die Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ auch als Ganzes zu betrachten. In dieser Wohnhausanlage mit zentraler Fernwärmeversorgung wird der Gesamt-Wärmeverbrauch der gesamten Nutzungseinheit zentral in der Wärmeübergabestation mittels Wärmemengenzähler gemessen. Zur weiteren Gegenüberstellung zwischen Soll- und Ist-Werten, ist es aus Gründen der Vergleichbarkeit notwendig, Gesamtbedarfszahlen für die betrachtete Wohnhausanlage zu berechnen. Dabei wird der mittlere Gesamtheizwärmebedarf der Gesamtanlage [in MWh/a] über die Summe die jeweiligen Haustypen und deren Bruttogrundflächen gemäß Tabelle 2 berechnet.

In Abbildung 14 wird diese Aufsummierung in einem Diagramm mit gestapelten Balken dargestellt. Dabei werden drei, nach unterschiedlichen Berechnungsmethoden (Simulation und Berechnung gemäß ÖNORM) bzw. Auslegungstemperaturen der Innenraumtemperatur generierte und summierte Gesamt-Heizwärmbedarfswerte der jeweiligen Reihen- bzw. Doppelhäuser gegenübergestellt.

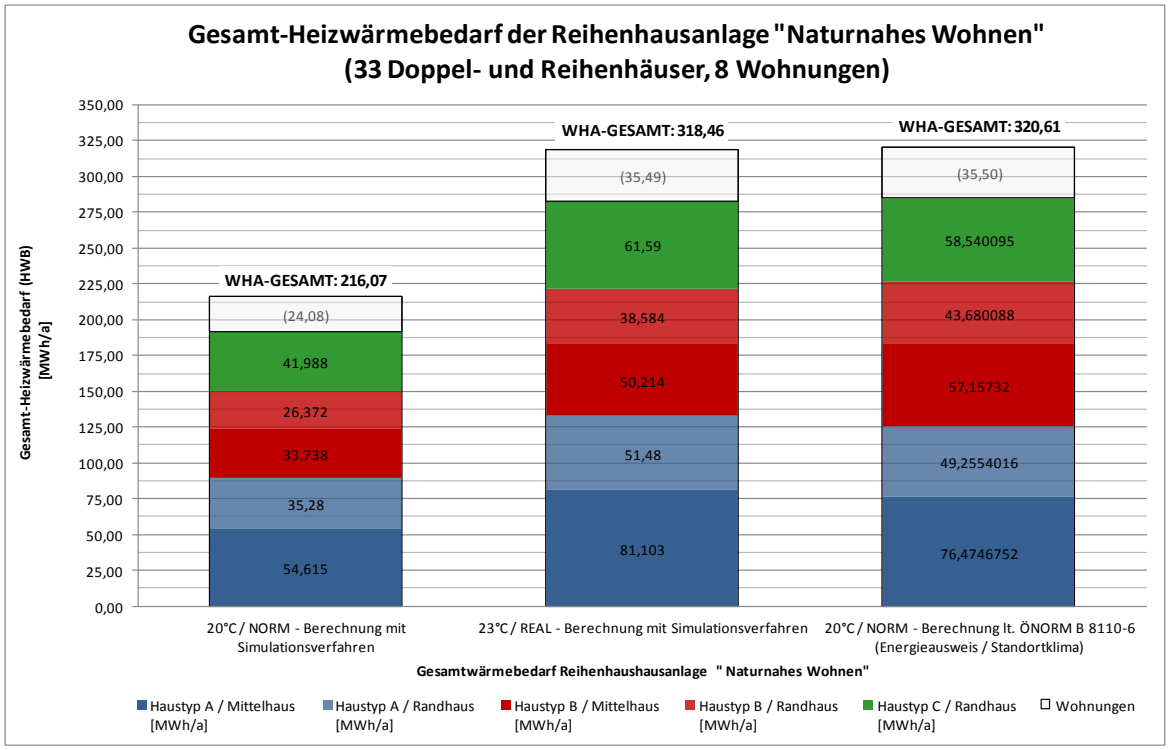


Abbildung 14: Langjähriger, mittlerer Gesamt-HWB der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“

Der Gesamt-HWB von acht Wohnungen der südlichsten Gebäudezeile der Stiege 1 (Typ D) wird in einer Abschätzung über den gewichteten Mittelwert des spezifischen Heizwärmebedarfs aller Reihen- bzw. Doppelhäuser, multipliziert mit deren Gesamt-BGF von 592,16 m² vereinfacht rückgerechnet. Diese Gesamtbedarfszahlen für Heizwärme geben bereits einen ersten Überblick darüber, wie viel die betrachtete Anlage pro Jahr an Heizwärme verbrauchen „darf“ und in welcher Größenordnung sich dieser Soll-Wert bewegt. Der mittlere Stapelbalken (Simulation mit 23°C-Realtemperaturauslegung) mit seinen darin eingebetteten Einzelwerten wird dabei in weiterer Folge bei der Gegenüberstellung mit dem tatsächlichen Verbrauch herangezogen. Interessant zu beobachten ist, dass das bereits unter Punkt 2.8.2 festgestellte „Naheverhältnis“ zwischen den errechneten HWB-Werten der 23°C-Simulation und der 20°C-ÖNORM-Berechnung (HWB_{SK} lt. Energieausweis) bei der

Gesamtwärmebedarfsermittlung noch deutlicher zum Vorschein kommt. Der aus den, auf das Standortklima bezogenen und lt. ÖNORM B 8110-6 berechneten, HWB-Werten der Einzelhäuser ermittelte Gesamtwärmebedarf der Wohnhausanlage von 320,61 MWh, bewegt sich – mit einer 1%iger Abweichung – fast exakt im Bereich des Gesamtheizwärmebedarf-Wertes, der mit einem 23°C-Innenraumtemperatur-Szenario mittels Simulationsprogramm berechnet wurde und 318,46 MWh beträgt.

Der entsprechend dem Nutzungsprofil der ÖNORM B 8110-5 normgemäße Warmwasserwärmebedarf von 35 Wh/m²d[50] ergibt für die Gesamtanlage mit einer Brutto-Grundfläche von 5.302,10 m² hochgerechnet einen Nutzwärmebedarf für Warmwasser von 67,73 MWh/a.

Der Gesamtnutzwärmebedarf (für Raumheizung und Warmwasserbereitung) der Anlage – betrachtet unter realen Raumtemperaturverhältnissen von 23°C und normgemäßen WW-Bedarf – ergibt somit für Heizung und Warmwasser einen Richtwert von 386,19 MWh.

In der Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ ist bei der Bedarfsanalyse jedenfalls festzustellen, dass sich die einzelnen Häusertypen in ihrer Energieperformance sehr ausgewogen verhalten und in einem ausgeglichenen Heizwärme-Bedarfssegment im oberen Bereich des Niedrigenergiehaus-Standards bewegen. Die Haustypen sind in ihrer Geometrie und Ausführung sehr ähnlich, zeigen aber dennoch, aufgrund der Innenraumgestaltung und unterschiedlicher Raumkonzepte hohen individuellen Charakter. Die Kompaktheit und die gewinnmaximierenden Gebäudeausrichtung der einzelnen Reihenhaus-Zeilen, sowie die Nutzung der passiven Sonnenenergie mittels vorgelagerter Wintergärten wirken sich zusätzlich auf den niedrigen Heizwärmebedarf aus. Ob sich Fakten, wie diese, auch im tatsächlichen Heizwärme-Verbrauch positiv niederschlagen bzw. inwieweit und in welcher Relation Wärmeverbrauchswerte den vorhandenen Verteil- und Bereitstellungsverlusten durch die zentrale Fernwärmeversorgung gegenüberstehen, ist der weitere Inhalt dieser Arbeit.

In der Analyse der Nutzwärmeverbrauchsdaten der Gesamtanlage bzw. der Einzelhäuser wird in weiterer Folge erkennbar sein, ob und inwiefern sich einzelne Häuser oder auch Haustypen – im Positiven, wie auch im Negativen – von einer durchschnittlichen Nutzung und somit auch einem durchschnittlichen Heizverhalten – festgemacht am tatsächlichen Heizwärmeverbrauch – abheben.

[50] Vgl. ÖNORM B 8110-5 (2011), S.8 (Tabelle 2)

3. WÄRMEVERBRAUCHSERFASSUNG UND –VERRECHNUNG DURCH DIE FERNWÄRME WIEN (WIEN ENERGIE GMBH)

3.1. DAS SYSTEM DER FERNWÄRMEVERSORGUNG IN WIEN

3.1.1. *Das Primär- und Sekundärsystem des Fernwärmenetzes*

Die Wien Energie GmbH versorgt mittels der Fernwärme Wien knapp 350.000 Haushalte und 6.400 Großkunden mit Raumwärme und Warmwasser (WW). Das Wiener Versorgungsnetz besteht mittlerweile aus siebzehn Erzeugungsanlagen an zwölf Standorten, die über ein insgesamt mehr als 1140 km langes Rohrnetz die Wärme zum Endabnehmer bringt.

In der Heizsaison 2014/2015 betrug die Gesamtwärmeabgabe der Fernwärme Wien 5.238 GWh. Davon sind 70% des Gesamtwärmebezugs (3.711 GWh) auf Großkunden zurückzuführen, die restlichen 30% (1.581 GWh) fallen auf Wohnungen.[51]

Abbildung 15: Anteil und Entwicklung der Fernwärmeversorgung in Österreich (Quelle: FGW - Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmungen, 2014)

[51] Vgl. WIEN ENERGIE GMBH (2015), S.17, S.59

Im österreichweiten Vergleich werden, wie in Abbildung 15 ersichtlich, heute durchschnittlich 24% der Wohnungen mit Fern- bzw. Nahwärme versorgt.

Rund 23% der Fernwärme werden in Wien durch die thermische Verwertung von Haus- und Sondermüll gewonnen (Müllverbrennungsanlage Spittelau, Flötzersteig, Sondermüllverbrennung der Entsorgungsbetriebe Simmering), 73% durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungen (KWK) bei der Stromerzeugung (E-Werk Simmering, E-Werk Leopoldau, E-Werk Donaustadt, ÖMV-Raffinerie, Abwärme von Industrieanlagen, wie z.B. von Ottakringer Brauerei, Henkel, Persil oder Hrachowina).[52] Der verbleibende Rest von 4% wird – und das ausschließlich im Spitzenlastbereich – in Gas- und Ölkesseln produziert (Kessel: Spittelau, Kagran, Arsenal, Liesing). Die erzeugte Fernwärme in Form von Heißwasser wird anschließend im zumeist unterirrischen Verteilnetz der Fernwärme Wien zu den Endabnehmern transportiert. Die Haupttransportleitungen der Fernwärme Wien liegen in 3 bis 15 Meter Tiefe, Primärleitungen in 1,5 bis 3 Meter und Sekundärleitungen in 1 bis 2 Meter unter der Erdoberfläche.

Der primäre Wärmeträger durchströmt nicht die Hausanlage, sondern wird durch einen Wärmetauscher (Umformer) in der so genannten Umformerstation bzw. der Übergabestation vom sekundären Wärmeträger getrennt. Der Primärkreis besteht demnach aus dem eigentlichen Fernwärmenetz sowie den Wärmeübergabestationen, die das Bindeglied zwischen der (primärseitigen) Hausanschlussleitung und der Hauszentrale darstellen. Die Hauszentrale und die (einzelnen) anhängende(n) Hausanlage(n) werden als Sekundärkreis bezeichnet.[53]

Im Fernwärmebetrieb werden die unterschiedlichsten Messverfahren zur Ermittlung des Wärmeverbrauchs herangezogen.[54] Im Primär- und Sekundärkreis, und hier im Besonderen im (primärseitigen) Bereich der Wärmeübergabe- und Hausstationen werden fast ausschließlich, wie im Anhang A.1 näher erläutert, „kombinierte Wärmezähler“ verwendet. Dabei werden die in diesen Hauptwärmezählern gemessenen Wärmemengen zur Berechnung des Gesamtwärmeverbrauchs einer kompletten wirtschaftlichen Einheit und in weiterer Folge als Grundlage zur Berechnung des individuellen Wärmeverbrauchs der einzelnen Nutzungsobjekte bzw. Wohneinheiten herangezogen.

---

[52] FERNWÄRME WIEN (2005), URL: http://www.stadtheizung.at/vs_kreislauf.html (19.01.2005)
[53] FERNWÄRME WIEN (2002) S.5
[54] Im Anhang A.1 werden die Messverfahren zur Ermittlung des Wärmeverbrauchs beschrieben.

Die zentrale Fernwärmeversorgung durch die Fernwärme Wien in der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ steht im Fokus dieser Diplomarbeit. Für die weiteren Analysen ist es daher von großer Bedeutung, das Verteilsystem innerhalb der Wohnhausanlage sowie die Wärmeverbrauchserfassung durch den Energieversorger näher zu betrachten.

3.1.2. *Das 2-Leiter-Verteilsystem innerhalb der Gesamtanlage*

Entsprechend dem damaligen Stand der Technik – gemeint ist hier im Besonderen die Ausführungen in der Haustechnik – wird diese Reihenhausanlage seit ihrer Errichtung von der Fernwärme Wien (heute: WienEnergie GmbH) mit Fernwärme beliefert. Die Fernwärme-Übergabestation[55] der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ befindet sich im Zentrum der Anlage. Von dort aus werden die einzelnen Wohneinheiten zunächst über Erdleitungen und anschließend über Verteilleitungen, die sich in unterirdischen Kollektorgängen bzw. in den Eigenkellern befinden und sich über Stichsteigleitungen in die einzelnen Reihenhäuser verteilen, in einem sogenannten 2-Leiter-Verteilsystem mit Fernwärme versorgt.[56] Neben der zentralen Direktversorgung der Heizkreise werden damit auch die dezentralen Trinkwasser-Erwärmungsanlagen (TWE-Anlagen) der einzelnen Nutzeinheiten angespeist.

In den einzelnen Wohnungseinheiten befindet sich ein Fernwärmespeicher (Marke KLINGER Combistar Type FWF-40) mit integriertem 40-Liter-Boiler, der an das Sekundärheiznetz angeschlossen ist. Lediglich bei Warmwasser-Zapfstellen (hauptsächlich in Küchen), die laut Anschluss- und Betriebsbedingungen mehr als 7 Meter vom Fernwärmespeicher entfernt sind, sind wegen zu hohen Leitungsverlusten zusätzlich elektrische Warmwasserbereiter im Einsatz. Im Regelfall erfolgt jedoch die Beheizung des Warmwassers über einen Wärmetauscher in Form einer Heizwendel in zuvor erwähnten Fernwärmespeicher. Mit dem abgekühlten Rücklauf des Heizkreislaufes wird mittels eines Plattenwärmetauschers das eintretende Kaltwasser im Gegenstromprinzip von durchschnittlich 10°C auf ca. 40°C erhöht und zum einen Teil im Pufferspeicher auf eine Temperatur von 55°C bis 60°C nachgeheizt. Zum anderen Teil wird das vorgewärmte Kaltwasser über ein Mischventil

[55] Die Hausanlage ist für eine maximale Leistung von 374 kW bei -15°C Außentemperatur und Auslegungstemperatur 80/50 (VL/RL) ausgelegt und leistet einen max. Volumenstrom von 8,04 m³/h, was einer max. Heißwasserdurchflussmenge pro Jahr von 70430 m³ entspricht.

[56] Der Übersichtsplan zum Fernwärmeverteilsystem werden im Kapitel 4.3- Methodik zur Berechnung der Verteilverluste in Fernwärmeleitungen, Abbildung 24 angeführt.

(Thermostatventil) dem Speicherauslaufwasser beigemischt, um die Warmwasser-Zapftemperatur auf ca. 55°C zu halten.

Abbildung 16 zeigt eine Systemzeichnung der Fa. Klinger/Gebetsroither, die das Funktionsprinzip des soeben beschriebenen Fernwärmespeichers dargestellt.

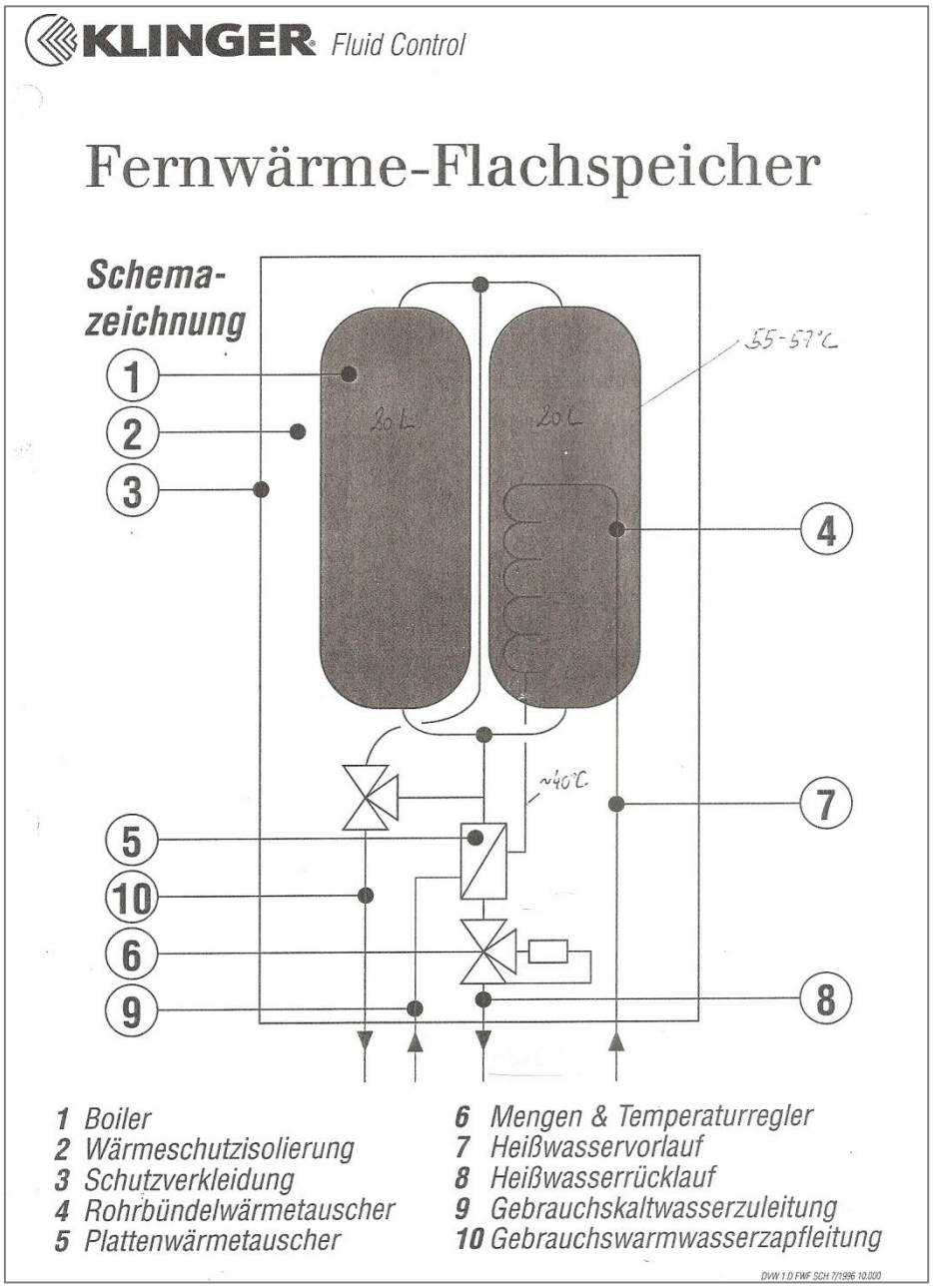


Abbildung 16: Systemzeichnung Fernwärmespeicher Klinger Combistar FWF-40 [57]

3.1.3. *Wärmeverbrauchsermittlung in den einzelnen Abrechnungseinheiten*

Bei der Wärmeverbrauchsermittlung der einzelnen Nutzungseinheiten wird zuerst einmal darin unterschieden, ob die gesamte wirtschaftliche Einheit über eine

[57] KLINGER Fluid Control GmbH & Co KG (Hrsg.) (1998a), S.2

zentrale Warmwasseraufbereitung verfügt, oder ob jede Nutzungseinheit – dezentral über das Sekundärnetz angespeist – mit einer eigenen Warmwasserbereitungsanlage (TWE-Anlage), wie zum Beispiel einem Boiler, Wärmetauscher oder Kombigerät, ausgestattet ist.

Der Wärmeverbrauch in den einzelnen Nutzeinheiten (Wohnungen) teilt sich in zwei Teilbereiche auf: in den Wärmeverbrauch zur Warmwasseraufbereitung und den Heizwärmeverbrauch. Zur Ermittlung des Heizwärmeverbrauchs werden in den einzelnen Wohneinheiten zumeist Heizkostenverteiler verwendet, und dabei zum größten Teil Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip (HKVV).[58] Diese kommen auch in der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ zum Einsatz. Obwohl im Interesse des Verbrauchers eine exakte verbrauchsabhängige Heizwärmemessung durch Wärmezähler gewünscht wird, ist dies laut Eigentümer aus Kostengründen nicht möglich.

Die Warmwasserverbrauchsmessung erfolgt bei den Endverbrauchern meist durch einfache Warmwasserzähler in den Wohneinheiten. Vor allem in kommunalen Wohnbauten älteren Errichtungsdatums, in denen die Einzelwohnungen mit keinem Warmwasserzähler ausgestattet sind, wird aber auch der Einzelverbrauch anteilsmäßig, bezogen auf die jeweilige Wohnnutzfläche, berechnet. Die entsprechende Wärmeverbrauchsermittlung für die Warmwasserbereitung sowie die daraus resultierende Berechnung der Warmwasserkosten wird seitens der Fernwärme Wien mittels spezieller, intern entwickelter Rechenmodelle durchgeführt.

Im folgenden Kapitel wird versucht, diese Berechnungen nachzuvollziehen und somit einen Einblick in die Abrechnungsmethodik der Fernwärme Wien zu erlangen.

3.2. VERBRAUCHSABHÄNGIGE WARMWASSER- UND HEIZKOSTENABRECHNUNG (= JAHRESABRECHNUNG DURCH DIE FERNWÄRME WIEN)

3.2.1. *Gesamtwärmemenge einer wirtschaftlichen Einheit (Gesamtanlage)*

Die Messung des Gesamtwärmemengenverbrauchs der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“, wird mit Hilfe eines kombinierten Wärmemengenzählers (siehe Anhang A.1), der sich in der Wärmeübergabestation befindet, bewerkstelligt. Dabei wird (seit dem Jahr 1998) im Regelfall in zweimonatigen

[58] siehe auch Anhang A.1- Messverfahren zur Ermittlung des Wärmeverbrauchs

Intervallen der Zählerstand der Wohnhausanlage über ein Online-BUS-System an eine zentrale Kontroll- und Abrechnungsstelle der Fernwärme Wien (heute Wien Energie GmbH) gesendet.

Die Ergebnisse dieser Wärmemengenmessungen, die in weiterer Folge die Grundlagen für die Verlust- und Verbrauchsanalyse bilden, sind in Abbildung 17 in Form von Gesamtwärmeverbrauchswerten in MWh pro Abrechnungsperiode im Beobachtungszeitraum 1998 bis 2010 dargestellt.

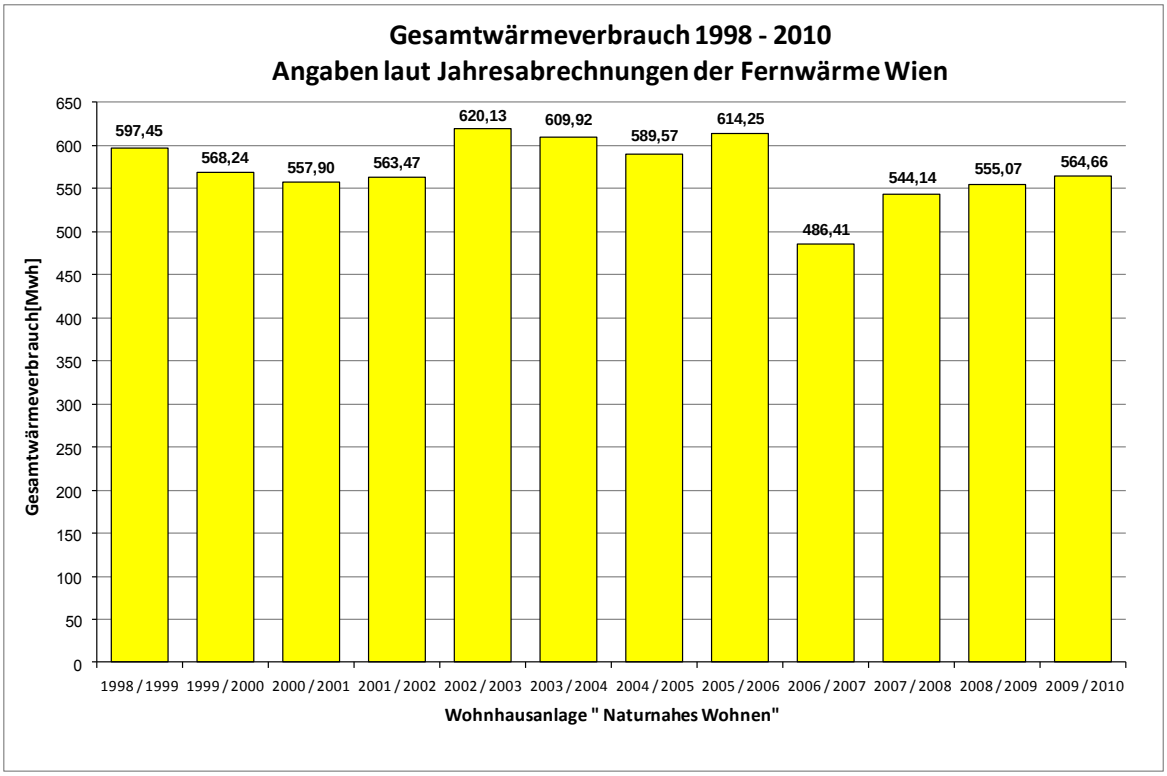


Abbildung 17: Gesamtwärmeverbrauch der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ 1998 - 2010 (Quelle: Fernwärme Wien)

Zusätzlich wird seitens der Fernwärme Wien einmal jährlich – nach Ende der Heizsaison – in jeder Wohneinheit (WE) eine Ablesung der Heizkostenverteiler (HKVV) sowie der Warmwassermengenzähler direkt an den Fernwärmespeichern durchgeführt. Die Verrechnungsabteilung der Fernwärme Wien übernimmt die Ablesungsergebnisse und berechnet daraus – über die bereits erwähnten internen Verrechnungsprogramme – den individuellen Einzelenergieverbrauch (getrennte Warmwasser- und Heizungsberechnung) pro Wohneinheit bzw. Nutzungsobjekt und die daraus entstehenden Kosten.

3.2.2. *Wärmeverbrauchsberechnung für **Warmwasserbereitung** pro Wohneinheit*

In der Wärmeverbrauchsberechnung wird von der Fernwärme Wien in einem ersten Rechenschritt der Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung aus dem Gesamtenergieverbrauch heraus gerechnet.

Der Warmwasserbedarf errechnet sich grundsätzlich mit Hilfe der spezifischen Wärmekapazität (c) des Wassers, die konstant bei 4,19 kJ/kgK (bzw. 1,163 Wh/kgK) liegt. Um 1 kg Wasser (= etwa 1 Liter) um 1 Kelvin zu erwärmen, sind somit 4,187 Joule bzw. 1,163 Wh erforderlich.

Die Formel für den Wärmemengenbedarf zur Warmwasseraufbereitung lautet:

Wärmemenge= Massendurchsatz x Temperaturdifferenz x spez. Wärmekapazität

$$Q\ [MWh] = \dot{m} * \Delta T * 1{,}163 / 1000$$

Bei einer standardmäßigen Wärmemengenberechnung werden folgende Parameter zugrunde gelegt:

- das gemessene Volumen des verbrauchten Warmwassers in Kubikmeter,
- die Temperatur des zu erwärmenden Kaltwassers mit 10 Grad Celsius sowie
- die mittlere Temperatur des Warmwassers von 55 Grad Celsius.

Wird der Gesamtenergiebedarf für die Warmwasseraufbereitung gesucht, so ist auch der Wirkungsgrad der Warmwasserbereitungsanlage mit einzubeziehen bzw. die Bereitstellungsverluste der Aufbereitungsanlage wie hier z.B. der Betrieb des 40-Liter-Boilers lt. Angaben des Herstellers [1,2 kWh/24h] hinein zu rechnen.[59]

Im Gegensatz zur zuvor angeführten reinen Wärmemengenberechnung – hier mit einer Temperaturdifferenz von 45°C – ergibt sich bei näherer Betrachtung der Abrechnungsblätter der Fernwärme Wien und deren rückgerechneten Abrechnungsangaben ein theoretisches ΔT von 100°C (plus 55°C). Es handelt sich hier um die sogenannte, von der Fernwärme Wien selbstdefinierte, „Fernwärmekonstante“, in der anfallende Leitungs- bzw. Bereitstellungsverluste für die Warmwasserbereitung durch mehr als Verdopplung der reinen Wärmemengenberechnung (2,22-facher Wert) mit eingerechnet werden. Ähnlich wie bei der Heizkostenverordnung in Deutschland[60], bei der dies jedoch klar definiert in der Formel zur Errechnung der anteiligen Wärmemenge in Form einer

[59] KLINGER Fluid Control GmbH & Co KG (1998b), Datenblatt: Bereitschaftsenergieverbrauch von 1,2 kWh/24h bei einem ΔT zwischen Raum- und Warmwassertemperatur von 35 K (hier: 55° WW-Temperatur und 20° Innenraumtemperatur)

[60] Deutsches Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz (2009), S.4

eingebetteten Wirkungsgrad-Konstanten geschieht, werden hier indirekt sowohl die Leitungs- bzw. Bereitstellungsverluste als auch der Wirkungsgrad der Warmwasserbereitung von ca. 90% mit einbezogen. Das bedeutet, dass laut Berechnung der Fernwärme Wien von 100 % aufgewendeter Energie für die Warmwasseraufbereitung 45 % als nutzbares Warmwasser verfügbar sind sowie 55 % der Nutzwasserenergie für Warmwasser durch Boiler-, sowie Verteilungs- bzw. Bereitstellungsverluste verlorengehen.

3.2.3. *Wärmeverbrauchserfassung für **Heizwärme** pro Wohneinheit*

Der Gesamtwärmeverbrauch der Wohnhausanlage (laut zentralem Wärmemengenzähler in der Übergabestation) abzüglich der Summe aller einzelnen Wärmemengen für Warmwasserbereitung laut Punkt 3.2.2 ergibt nach der Berechnungsmethode der Fernwärme Wien den Gesamtwärmeverbrauch für Heizwärme.

$$Q_H = Q_{ges} - Q_{WW}$$

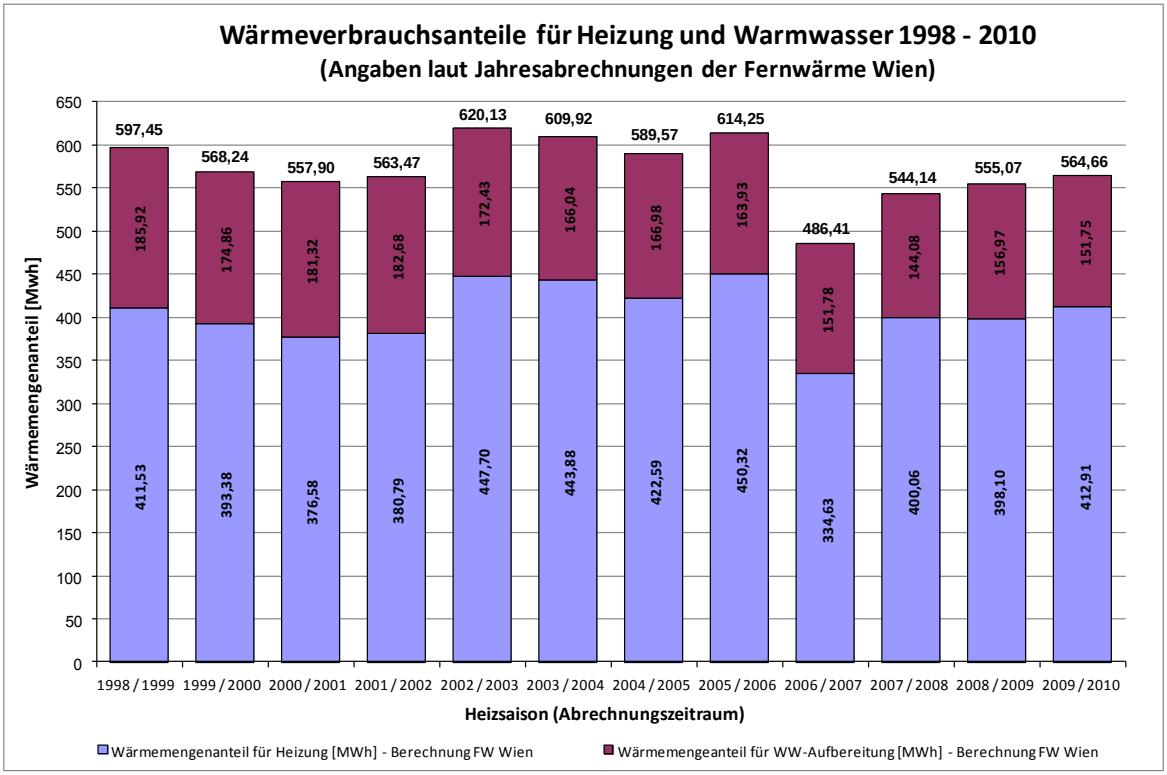


Abbildung 18: Wärmeverbrauchsanteile für Heizung und Warmwasser 1998 - 2010 laut Jahresabrechnungen der Fernwärme Wien (Quelle: Fernwärme Wien)

Der individuelle Heizwärmeverbrauch errechnet sich daraus anteilsmäßig aus den Ablesungsergebnissen bzw. Verdunstungseinheiten der Heizkostenverteiler (HKVV) pro Wohneinheit.
In Abbildung 18 ist das Ergebnis dieser Nutzwärmeaufteilung der Fernwärme Wien für die Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ pro Abrechnungsjahr zwischen 1998 und 2010 dargestellt, die Anteile von Heizung und Warmwasser entsprechen dabei einem durchschnittlichen Verhältnis von 70 zu 30.
Rückschlüsse auf den tatsächlichen Wärmeverbrauch der Wohnhausanlage für Warmwasserbereitung und im Speziellen für Heizung können aus den gezeigten Berechnungen der Fernwärme Wien nicht gezogen werden.

3.2.4. *Problematik der Daten*

Aufgrund der Situation, dass es sich in dieser Anlage um ein 2-Leiter-Verteilsystem, also einem Nutzenergie-Mischsystem (Kombination von Heizung und Warmwasserbereitung) handelt, bei dem die Fernwärme sowohl die individuellen Heizungen als auch gleichzeitig die dezentralen TWE-Anlagen von einer zentralen Übergabestation aus beschickt werden, ist es schwierig, auf einfachen Weg die real verbrauchten Wärmemengen für Heizung bzw. WW-Bereitung, exakt zu berechnen.
Einer der Schwerpunkte dieser Arbeit ist es nun, den tatsächlich realen Nutzwärmeverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung genau zu berechnen bzw. ihn durch spezielle Simulationen und Berechnungsmethoden möglichst exakt, unter besonderer Berücksichtigung der anlageninternen Verluste, zu bestimmen.
Die Wärmemengen-Berechnung der Fernwärme Wien ist für eine diesbezüglich nähere Betrachtung ungeeignet, da es sich hier nur um Näherungen bzw. anteilige Kostenverteilung handelt, die lediglich den einschlägigen Bundesgesetzen wie dem Heizkostenabrechnungsgesetz (HeizKG)[61] und den Vorschriften der Stadt Wien Rechnung tragen soll. Sie spiegelt allerdings nicht den tatsächlichen individuellen Wärmeverbrauch, aufgeteilt in Warmwasser und Heizung unter Berücksichtigung der Bereitstellungs- und Leitungsverlusten wider. Nicht zuletzt auf Grund der Tatsache, dass die Wärmemengenmessung an einer einzigen Mess-Stelle, an der Hauptzuleitung in der Übergabestation, durchgeführt wird und keine individuellen Wärmemengenzähler in den Reihenhäusern installiert sind,

[61] Vgl. Heizkostenabrechnungsgesetz (HeizKG) (1992), letzte Novelle von 10/2009

fehlen dafür auch die entsprechenden Voraussetzungen. Der gemessene Gesamtwärmeverbrauch der gesamten Wohnhausanlage bildet die einzige Grundlage zur verbrauchsabhängigen Heizungs- und Warmwasserabrechnung.
Bei zentralen Warmwasserbereitern können sich durch lange Leitungswege hohe Verluste ergeben (viel warmes Wasser steht in der Leitung und kühlt wieder ab). Die auch teilweise noch heute in Mehrfamilienhäusern verwendete Warmwasser-Zirkulationsleitungen führen ständig warmes Wasser im Kreis und stellen damit sicher, dass sofort warmes Wasser an der Entnahmestelle zur Verfügung steht. Allerdings werden die Verluste, insbesondere bei schlecht gedämmten Zirkulationsleitungen, stark erhöht. In Altbauten können die Zirkulationsverluste sogar höher sein als die tatsächlich verwendete Energiemenge.
In der betrachteten Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ stellt sich – wie bereits erwähnt – ein ähnliches „Zirkulations-Problem“. Die Heizungsanlage (Wärmeübergabestation) verfügt zwar über keine zentrale Warmwasserbereitung im herkömmlichen Sinn, die dezentralen TWE-Analgen (Fernwärmespeicher) in den einzelnen Häusern bzw. Wohnungen werden aber dennoch zentral über die zentrale Fernwärmeversorgung angespeist. Dabei zirkulieren hier, mit einer Mindesttemperatur von 65°C, große Mengen an Heißwasser des Fernwärme-Sekundärkreises – ganzjährig und ohne Unterbrechung – in den Versorgungsleitungen durch die gesamte Wohnhausanlage. Die dabei zu verzeichnenden Leitungs- und Bereitstellungsverluste werden in Kapitel 4 dieser Arbeit (Berechnung des Heizwärmeverbrauchs unter Berücksichtigung der Leitungs- und Bereitstellungsverluste) mittels Berechnungen und Simulationen näher beleuchtet und analysiert.

3.3. WÄRMEVERBRAUCH UND KOSTENVERRECHNUNG DURCH FERNWÄRME WIEN

Um einen Einblick in die bereits angemerkte Kostenberechnung zu erhalten wird abschießend in einem kurzen Exkurs die Kostenstruktur in der Warmwasser- und Heizkostenabrechnung der Fernwärme Wien betrachtet und den gesetzlichen Grundlagen gegenübergestellt.

3.3.1. *Abrechnung und Kostenstruktur*

Die Höhe der Heiz- und Warmwasserkosten bestimmt sich nach vertraglich, in den Wärmelieferungsverträgen, vereinbarten Preisen oder nach behördlich festgesetzten Tarifen.

Die Energiekosten, die beim Betrieb einer, wie in betrachtetem Fall, gemeinsamen Wärmeversorgungsanlage anfallen, sollen laut Heizkostenabrechnungsgesetz zum überwiegenden Teil **verbrauchsabhängig** auf die einzelnen Wärmeabnehmer (Mieter, Wohnungseigentümer) aufgeteilt werden.[62] Ziel des Gesetzes ist es, mit dieser Aufteilung einen Anreiz „zur rationellen und sparsamen Energieverwendung" zu schaffen.

Aus der Summe der Energiekosten für Heizung und Warmwasser werden im Heizkostenabrechnungsgesetz[63] jeweils zwei Kostenblöcke gebildet:

Der *Grundkostenanteil*, der die Kosten für die Wärmebereitstellung und so auch für sämtliche Leitungsverluste berücksichtigen soll, kann vom Wärmeabgeber gemäß §10 (1) des Heizkostenabrechnungsgesetzes wahlweise zwischen 25 und 45 Prozent festgelegt werden. Da diese Kosten unabhängig von Ihrem individuellen Verbrauch entstehen, erfolgt ihre Verteilung in der Regel analog zu den Grundflächen der Wohnungen bzw. zu deren beheizbaren Nutzflächen. Dieser Kostenfaktor kann durch das Heizverhalten des Endverbrauchers (Anm.: noch) nicht beeinflusst werden.

Den restlichen Prozentanteil, also 55 bis 75 Prozent, bilden die *Verbrauchskosten*, auf deren Höhe – durch entsprechendes Heizverhalten – direkt Einfluss genommen werden kann.

In der Realität sieht die Situation der prozentuellen Kostenaufteilung hingegen etwas anders aus: die gesetzliche Zielsetzung, Energie sparsam einzusetzen und so die Energiekosten entsprechend zu senken ist bei näherer Betrachtung der Abrechnungsblätter nicht in vollem Umfang nachvollziehbar. Bei der Abrechnung der Fernwärme Wien ist jedoch ein Phänomen klar erkennbar: Je sparsamer sich ein Endabnehmer – hinsichtlich des Heizwärmeverbrauchs – verhält, desto höher wird im Vergleich der prozentuelle Grundkostenanteil für Raumheizung. Dieser kann sich, wie vorliegende Abrechnungsblätter belegen, bereits im Bereich zwischen 50% und 60% der Gesamt-Heizwärmekosten bewegen und steht nicht mehr im Einklang mit dem im HeizKG angedachten Grundkostenanteil zwischen 25% und 45 %. Der Grundkostenanteil ist in diesem Fall bereits höher als der tatsächliche Verbrauchsanteil.

Bei den Wärmeverbrauchskosten für Warmwasser verhält es sich ähnlich intransparent: wie bereits unter Punkt 3.2.2 WW-Wärmeverbrauchsberechnung

[62] Heizkostenabrechnungsgesetz (HeizKG) (1992), §1, S.2
[63] Heizkostenabrechnungsgesetz (HeizKG) (1992), §10, S. 5

laut Fernwärme beschrieben, rechnet die Fernwärme Wien bei der Warmwasserbereitung zusätzliche 55% zum benötigten Energieaufwand hinzu, um damit die Leitungs- bzw. Bereitstellungsverluste übers Jahr abzudecken. In der Jahresabrechnung ist dies nicht explizit angeführt, obwohl es sich hier eigentlich um versteckte Grundkosten für garantierte ganzjährige Wärmebereitstellung handelt. Diese Kosten sind unmittelbar an die Höhe des individuellen Warmwasserverbrauchs gekoppelt. Hinsichtlich der in weiterer Folge unter Punkt 4.3 behandelten Berechnungen der realen WW- und Heiz-Wärmeverbräuche unter Berücksichtigung der Leitungs- bzw. Bereitstellungsverluste (besonders im Sommer) sind diese durchaus nachvollziehbar.

Zusammenfassend bedeutet dies, dass in der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ insbesondere für einen sparsamen Haushalt durchaus hohe Grundgebühren im Verhältnis zum tatsächlichen Heizwärmeverbrauch anfallen. Heizwärmeenergie einzusparen wirkt sich nur marginal auf eine Verringerung der Gesamtwärmekosten aus, da die Wärmebereitstellung und somit die Grundkostenanteile nicht verbrauchsaliquot – als eine Form der Belohnung für Sparsamkeit – sondern mit fixem Tarif pro beheizter Nutzfläche abgerechnet wird.

Ein Modell seitens der Stadtregierung zur Belohnung von sparsam mit Heizenergie umgehenden NutzerInnen, indem auch die Berechnungen der Grundkostenanteile an den Real-Verbrauch gekoppelt sind, wäre durchaus wünschenswert und sinnvoll.

4. BERECHNUNG DES HEIZWÄRMEVERBRAUCHS UNTER BERÜCK–SICHTIGUNG DER LEITUNGS- UND BEREITSTELLUNGSVERLUSTE

Im folgenden Kapitel wird die Berechnung des gesuchten Heizwärmeverbrauchs der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ in Schritt für Schritt abgehandelt. Nach den wesentlichsten Begriffsbestimmungen zum Energieverbrauch werden zunächst in Punkt 4.1 die vorhandenen, den weiteren Berechnungen zugrunde liegenden Grunddaten der Fernwärme Wien erklärt und im 12-Jahresverlauf näher analysiert. Auf Basis dieser Daten wird in Punkt 4.2 eine erste Abschätzung des Heizwärmeverbrauchs vorgenommen. Diese ersten Ergebnisse machen eine detailliertere Betrachtung der Leitungs- und Bereitstellungsverluste notwendig. In weiterer Folge werden unter Punkt 4.3 Ansätze und Methodik zur Berechnung der Verteilverluste in den Fernwärmeleitungen erarbeitet und genau beschrieben. Die Anwendung dieses Methodik findet sich in den Ergebnissen zur Ermittlung des Heizwärmeverbrauchs der Gesamtanlage am Beispiel des Jahres 2004/2005 unter Punkt 4.4 wieder. Abschließend wird in Punkt 4.5 die Wärmebilanz der Wohnhausanlage über die Jahre 1998 – 2010 genauer betrachtet sowie der Heizwärmeverbrauch der einzelnen Haustypen und Einzelhäuser detaillierter analysiert.

4.1. DATEN UND GRUNDLAGEN ZUR ERFASSUNG DES HEIZWÄRMEVERBRAUCHS

4.1.1. *Energieverbrauch: Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie*

„Der **Energieverbrauch** ist die gewichtete Summe aller durch ein Gebäude verbrauchten Energieträger, gemessen durch Verbrauchszähler oder sonstige Hilfsmittel. Er ist Maß für die Effizienz des genutzten Gebäudes.“[64]

Unterschied zwischen Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie:

- „Die Primärenergie ist die Summe aus gelieferter Energie (Fernwärmeübergabestation, Solarertrag in Pufferspeicher und gesamter elektrischer Energie) und den benötigten Energiemengen für alle vorgelagerten Prozesse der Endenergieträger (Gewinnung, Umwandlung, Transport und Übergabe). Der Primärenergiefaktor zeigt die Relation zwischen Primärenergie und gelieferter Energie.“[65]

[64] ÖNORM EN 15603 (2008), S.14
[65] TREBERSPURG, M. et al. (2010), S.7

- Endenergie: „Entsprechend der Energiebilanz wird unter dem Begriff Endenergie diejenige Energiemenge bezeichnet, die nach Durchlaufen des Umwandlungssektors an die Endnutzer Haushalte, Industrie, Kleinverbraucher und Verkehr für energetische Zwecke (d.h. nicht als Roh-, Schmierstoffe etc.) geliefert wird. (…) Die Umwandlung von Endenergie in Nutzenergie geschieht durch die beim Verbraucher installierten und betriebenen Geräte und Anlagen.“[66]
- Nutzenergie: „Energie, welche beim Verbraucher letztlich nach verschiedenen Energieumwandlungen bzw. -umformungen zur Verfügung steht. Unter Energieumwandlung versteht man eine „Energietransformation“ bei Änderung der physikalischen Erscheinungsform (…) und unter Energieumformung eine Energietransformation unter Wahrung der physikalischen Erscheinungsform (z.B. elektrische Energie > elektrische Energie anderer Spannungsgröße, Stromart, Frequenz, etc.)“[67]. „Demnach kann die Fernwärmeverteilung als Energieumformung verstanden werden, bei der die physikalische Erscheinungsform erhalten bleibt und die Temperatur aufgrund von Verteilverlusten „transformiert“ wird.“[68]

Umgelegt auf die fernwärmeversorgten Gebäude der Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ bedeutet dies, dass die **Endenergie** jener Energiemenge entspricht, die an der Fernwärmeübergabestation gemessen an die Endnutzer geliefert wird. Solarerträge sind in gegenständlicher Wohnhausanlage mangels Solarthermie-Anlagen nicht zu verzeichnen.

Die **Nutzenergie für Warmwasser** ist nach obigen Definitionen jene Energiemenge, die aus Armaturen und Duschkopf in den Sanitärräumen und Küchen genutzt wird. Für die Evaluation der WHA „Naturnahes Wohnen“ ist diese Energiemenge jedoch wenig geeignet, da dieser Parameter nur mit einem sehr aufwändigen Messprogramm erhoben werden kann. Die verbrauchte Nutzenergiemenge für die Warmwasseraufbereitung wird in weiterer Folge mittels Wärmemengenberechnung ermittelt. Die internen Verteilverluste ab der Warmwassererzeugung im Fernwärmespeicher bis zu den Endabnahmestellen werden in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

„Die Festlegung des Begriffs **Nutzenergie für Raumheizung** ist für Einfamilienhäuser, Reihenhäuser und mehrgeschossige Mehrfamilienhäuser

[66] ERDMANN, G. (1995), S. 205
[67] RUMMICH, E. (1978), S.4
[68] TREBERSPURG, M. et al. (2010), S.7

unterschiedlich zu treffen. Die Nutzenergie für Raumheizung entspricht für Einfamilienhäuser und Reihenhäuser jener Energiemenge die über die Heizanlage der konditionierten Gebäudehülle zugeführt wird. Bei mehrgeschossigen Mehrfamilienhäusern entspricht die Nutzenergie jener Energiemenge, die den Wohnräumen und anderen beheizten Räumen zugeführt wird. Die Nutzenergiemenge ist in diesem Fall etwas niedriger als die Energiemenge, die der gesamten konditionierten Gebäudehülle zugeführt wird,“[69] da Verteilverluste innerhalb der gesamten Hülle (auch in unkonditionierten Zonen) auftreten.
In Reihenhausanlagen, wie in der betrachteten WHA „Naturnahes Wohnen“, sind diese „Verteilverluste“ innerhalb der konditionierten Reihenhäuser während der Heizperiode als Wärmegewinne zur Nutzenergie für Raumheizung hinzuzuzählen. Im Sommerbetrieb hingegen werden sie zur Gänze als Wärmeüberschuss den tatsächlichen Verteilverlusten zugerechnet.

4.1.2. *Verbrauchsdaten der Fernwärme Wien 1998 - 2010*

In erster Linie soll ein Überblick über die zur Verfügung stehenden Grunddaten der Fernwärmeversorgung über den Beobachtungszeitraum von 1998 – 2010 gegeben werden:

- Jahresdaten Gesamtwärmeverbrauch der Gesamtanlage [MWh]
- Jahresdaten Warmwasserverbrauch der Gesamtanlage [m³]
- Wärmeverbrauch in 2-Monatsintervallen [MWh]
- Durchflussmengen (2-Leiter-Sekundärkreis) in 2-Monatsintervallen [m³]
- Jahresdaten Warmwasserverbrauch pro Wohneinheit [m³]
- Jahresdaten Heizwärme-Anteile pro Wohneinheit [Verdunstungseinheit] lt. Ablesung Heizkostenverteiler nach Verdunstungsprinzip (HKVV)

Zusätzlich stehen folgende Daten zur Verfügung:

- Mittlere Außenlufttemperaturen (Tages- und Monatsmittelwerte) der ZAMG [°C]
- Vorlauf- und Rücklauftemperaturen (die aus den erhobenen Grunddaten berechnet werden) inkl. Spreizung [°C]

Die Grundlagen für sämtliche rechnerischen Annäherungen und Berechnungen sind einerseits 2-Monatsverbrauchsdaten der Gesamtwohnhausanlage (Ablesung des Wärmemengen- bzw. Wasserdurchflusszählers erfolgt in ungefähren 2-

[69] TREBERSPURG, M. et al. (2010), S.7

Monatsintervallen), die in Form von Gesamtwärmemengen [in MWh] und Volumendurchflussmengen [in m³] zur Verfügung stehen. Andererseits kommen Jahresverbrauchsdaten der einzelnen Wohneinheiten (entsprechend dem Abrechnungszeitraum von 01. September bis 31. August), welche von der Fernwärme Wien zur Verfügung gestellt werden, zum Einsatz. Letztere beinhalten die Warmwasserverbrauchsmengen pro Abrechnungseinheit (gesamte Wohnhausanlage) gesplittet auf Daten pro Nutzungseinheit in m³, sowie die von der Fernwärme Wien ermittelten, individuellen Wärmeverbrauchsanteile für Raumheizung pro Nutzungseinheit mittels Ablesung der Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip (HKVV)[70].

Nach der Zusammenführung der Grobdaten von September 1998 bis einschließlich August 2010 werden sie in weiterer Folge auf 6 x 2-Monatsdaten pro Berechnungszeitraum bereinigt, wobei der Wechsel von Wärmemengenzählern bzw. der Austausch von Volumenstrommesser berücksichtigt wird.

Im Zuge der Strukturierung der Grunddaten werden die Verbrauchsdaten in zwei Berechnungsgruppen aufgeteilt: In die der Heizperiode zwischen Mitte Oktober und Mitte April (Winterbetrieb) und die des Sommerbetriebs zwischen Mitte April und Mitte Oktober. Dies ist notwendig, um in weiterer Folge genauere Abschätzungen über den realen Heizwärme- und Warmwasserverbrauch sowie die anfallenden Leitungs- bzw. Bereitstellungsverluste anstellen zu können.

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
		[MWh]				[m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
1998 - 2010									
Durchschnittswerte 1998-2010 (Wärmemenge gesamt)				Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
572,600			95,433	**413,429**	**159,171**	**54.197,322**		**27.954,054**	**26.243,268**
100,0%				**72,2%**	**27,8%**	**100,0%**		**51,6%**	**48,4%**

Tabelle 4: Durchschnittlicher Wärmeverbrauch der Gesamtanlage im Zeitraum 1998 - 2010

In Tabelle 4 sind in einem ersten Überblick die mittleren Wärmeverbrauchsmengen (Gesamt / Heizperiode / Sommerbetrieb) der gesamten Wohnhausanlage über den Beobachtungszeitraum von zwölf Jahren (1998 bis 2010) in Summe dargestellt. Erkennbar ist, dass der mittlere Fernwärmeverbrauch

[70] Siehe Anhang A.1.: Messverfahren zur Ermittlung des Heizwärmeverbrauchs

der gesamten Wohnhausanlage 572,60 MWh beträgt, wobei 413,43 MWh auf die Heizperiode und 159,17 MWh auf den Sommerbetrieb entfallen.[71]

Da keine entsprechenden individuellen Nutzwärmeverbrauchsdaten der einzelnen Wohneinheiten zur Verfügung stehen, stellt sich die in weiterer Folge die Aufgabe, aus den soeben dargestellten Messdaten der gesamten Wohnhausanlage den tatsächlichen Heizwärmeverbrauch zu generieren – und das in einer möglichst guten Annäherung. Mittels Berechnung der Verteilverluste in den Fernwärmeleitungen und des Nutzwärmeverbrauchs für Warmwasserbereitung sowie dem rechnerischen Abzug dieser Wärmemengenanteile vom Gesamtwärmeverbrauch wird dies bewerkstelligt. In weiterer Folge wird der rechnerisch ermittelte Heizwärmebedarf (HWB) mit dem Heizwärmeverbrauch (HWV) an ausgewählten Beispielen analysiert.

Die für die Berechnung des Heizwärmeverbrauchs notwendigen mittleren 2-Monats-Außentemperaturen werden aus Daten der ZAMG (in Form von standortbezogenen Tagesmittelwerten bzw. Monatsmittelwerten) für den Betrachtungszeitraum 1998 – 2010 generiert. Dabei ist auffällig, dass diese Messwerte der ZAMG im Durchschnitt um 1,2°C höher sind, als die auf Basis von Fernwärmedaten aus Heizgradtagen ($HGT_{19/16}$) und Betriebstagen (BT) zurückgerechneten Werte.[72] Für die weiteren Berechnungen werden die auf Basis der ZAMG-Klimadaten ermittelten Außentemperaturwerte herangezogen.

Die Erstellung einer Funktionsgleichung, die die technischen Auslegungsbedingung des Sekundärkreises in Heizzentralen (Abbildung 19) widerspiegelt und rechnerisch umwandelt, ermöglicht es, die (Soll=Ist-) Vorlauftemperaturen am Ursprung des Wärmemengenzählers in der Übergabestation der Wohnhausanlage zu berechnen. Wie in Abbildung 19 ersichtlich, wird die Heißwasser-Vorlauftemperatur in einer gleitenden Betriebsweise in Abhängigkeit von der realen Außentemperatur geregelt. Dabei ist – wie die Kurve 1 zeigt – eine Mindesttemperatur von 60°C bis zu einer maximalen Außentemperatur von +6°C, sowie ein gleitender Anstieg auf eine Maximalvorlauftemperatur von 90°C bei -15°C Außentemperatur vorgeschrieben.

---

[71] Die gesamten Datenblätter aller Abrechnungsjahre sind dem Anhang beigefügt.

[72] Im Gegensatz zu den standardisierten Heizgradtagen $HGT_{20/12}$ laut Klimadatenkatalog bzw. ÖNORM B 8110-5 stehen von der Fernwärme Wien eigens berechnete Heizgradtage ($HGT_{19/16}$), sowie die entsprechenden Betriebstage (BT) für die jeweiligen Ablesungsintervalle zur Verfügung. Die Rückrechnung der mittlere Außentemperaturen in den jeweiligen 2-Monatsperioden auf Basis dieser Daten (hier 19°C – $HGT_{19/16}$ / BT) stellt in ihrem Ergebnis eine zu hohe Unsicherheit dar.

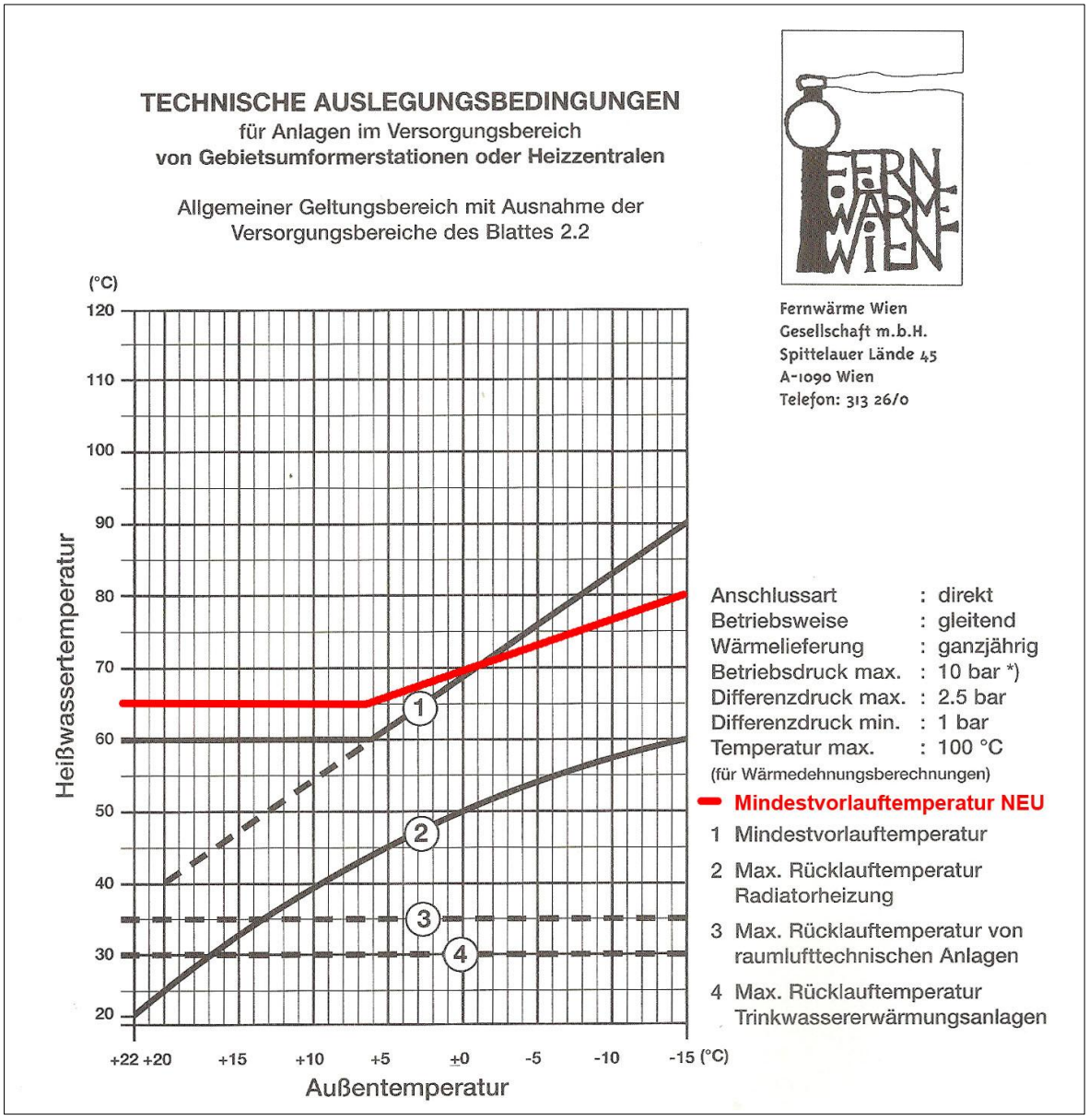


Abbildung 19: Technische Auslegungsbedingungen für Anlagen in FW-Übergabestationen (Quelle: Fernwärme Wien, Technische Richtlinien Hausstation, Blatt 2.1)

Laut Auskunft der Fernwärme Wien wurden diese Mindest- bzw. Maximalanforderungen dahingehend abgeändert, dass im Fall der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ eine Vorlauftemperatur von mind. 65°C bis +6°C Außentemperatur und eine maximale Heißwassertemperatur bei -15°C Außentemperatur von 80°C voreingestellt ist.[73] Dies ist in Abbildung 19 in Form des rot eingefärbten Graphs „Mindestvorlauftemperatur-NEU“ dargestellt. Die jeweiligen mittleren Temperaturdifferenzen zwischen Vorlauf (VL) und Rücklauf

[73] Diese Information über die geänderten Auslegungsbedingungen für die Mindestvorlauftemperatur in betrachteter Wohnhausanlage stammen von Hrn. Werkmeister Hirschl, Fernwärme Wien.

(RL) werden anschließend über die umgewandelte Wärmemengenberechnung ermittelt.

$$\Delta T = Q * 10^6 \ / \ V * \rho * c \quad [K]$$

Dabei ist:

ΔT die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf [K],

Q die (in MWh) gemessene Wärmemenge * Umrechnungsfaktor 10^6 [Wh],

V das Volumen des durchströmenden Warmwassers [m³]

ρ das spezifische Gewicht von Wasser [kg/m³] und

c die spezifische Wärmekapazität von Wasser [1,163 Wh/kgK].

Daraus lassen sich nach Differenzbildung zur Vorlauftemperatur die entsprechenden mittleren Rücklauftemperaturen zurückrechnen. Die Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperatur wird als Spreizung bezeichnet.

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]				ΔT	T_{Mittel}	T_{VL}	T_{RL}
		[MWh]				[m³]				(VL/RL)	Donaufeld		(T_{VL}-ΔT)
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb		11°C	65°C	max.80°C
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	ΔT = [MWh] . 1000 / m³ . 1,163		VL-Temp.	RL-Temp.
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼Ergebnis▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	▼Ergebnis▼
	01.09.1998	3.801,340	Zähler NEU			29.582,400	Zähler NEU			0,00			
1998/1999	20.10.1998	3.858,250	56,910			37.715,500	8.133,100			6,02	14,84	65,0	58,98
	22.12.1998	4.011,700	153,450			46.618,100	8.902,600			14,82	4,11	66,4	51,53
	23.02.1999	4.203,320	191,620			55.215,800	8.597,700			19,16	1,16	68,5	49,29
	20.04.1999	4.293,230	89,910	434,980		63.367,600	8.151,800	25.652,100		9,48	9,71	65,0	55,52
	22.06.1999	4.350,670	57,440			72.662,600	9.295,000			5,31	17,51	65,0	59,69
597,45	24.08.1999	4.398,790	48,120		162,470	81.952,500	9.289,900		26.718,000	4,45	21,63	65,0	60,55
1999/2000	19.10.1999	4.448,660	49,870			90.168,300	8.215,800			5,22	17,12	65,0	59,78
	20.12.1999	4.587,270	138,610			5.494,700	15.326,400			7,78	5,91	65,1	57,29
	22.02.2000	4.765,730	178,460			20.426,400	14.931,700			10,28	1,99	67,9	57,59
	17.04.2000	4.863,720	97,990	415,060		34.515,000	14.088,600	44.346,700		5,98	8,54	65,0	59,02
	29.06.2000	4.925,330	61,610			47.777,400	13.262,400			3,99	19,57	65,0	61,01
568,24	22.08.2000	4.967,030	41,700		153,180	57.671,000	9.893,600		31.371,800	3,62	21,71	65,0	61,38
2000/2001	17.10.2000	5.016,570	49,540			67.851,700	10.180,700			4,18	16,99	65,0	60,82
	19.12.2000	5.127,870	111,300			82.051,400	14.199,700			6,74	8,83	65,0	58,26
	20.02.2001	5.307,820	179,950			97.124,500	15.073,100			10,27	1,16	68,5	58,20
	18.04.2001	5.415,090	107,270	398,520		10.956,100	13.831,600	43.104,400		6,67	7,47	65,0	58,33
	19.06.2001	5.476,290	63,200			26.572,800	15.616,700			3,48	15,96	65,0	61,52
557,90	18.08.2001	5.524,930	46,640		159,380	42.088,500	15.515,700		41.313,100	2,58	21,93	65,0	62,42
2001/2002	20.10.2001	5.581,560	56,630			57.493,100	15.404,600			3,16	16,31	65,0	61,84
	14.12.2001	5.702,400	120,840			68.485,300	10.992,200			9,45	4,40	66,1	56,69
	19.02.2002	5.895,030	192,630			77.322,800	8.837,500			18,74	2,33	67,6	48,88
	23.04.2002	5.999,440	104,410	417,880		83.979,000	6.656,200	26.485,900		13,49	8,44	65,0	51,51
	25.06.2002	6.050,320	50,880			90.620,200	6.641,200			6,59	19,21	65,0	58,41
563,47	20.08.2002	6.088,400	38,080		145,590	96.411,900	5.791,700		27.837,500	5,65	21,98	65,0	59,35
2002/2003	22.10.2002	6.158,030	69,630			2.774,700	6.362,800			9,41	15,14	65,0	55,59
	14.12.2002	6.273,120	115,090			8.084,000	5.309,300			18,64	6,42	65,0	46,36
	18.02.2003	6.485,290	212,170			15.730,500	7.646,500			23,86	-0,58	69,7	45,84
	26.04.2003	6.619,610	134,320	461,580		23.577,100	7.846,600	20.802,400		14,72	7,12	65,0	50,28
	24.06.2003	6.666,520	46,910			29.269,800	5.692,700			7,09	20,37	65,0	57,91
620,13	25.08.2003	*6.708,528*	*42,008*		158,548	*35.282,430*	*6.012,630*		18.068,130	6,01	23,98	65,0	58,99
2003/2004	21.10.2003	69,795	*57,862*			8.510,350	*6.732,320*			7,39	15,55	65,0	57,61
	19.12.2003	207,832	138,037			15.336,600	6.826,250			17,39	5,75	65,2	47,79
	24.02.2004	402,878	195,046			22.733,520	7.396,920			22,67	1,83	68,0	45,30
	20.04.2004	518,671	115,793	448,876		29.297,820	6.564,300	20.787,470		15,17	7,31	65,0	49,83
	01.07.2004	584,361	65,690			37.422,080	8.124,260			6,95	17,19	65,0	58,05
609,92	21.08.2004	621,849	37,488		161,040	43.438,910	6.016,830		20.873,410	5,36	22,33	65,0	59,64

Tabelle 5-1: Datenblätter mit Grunddaten der Fernwärme Wien und ZAMG inkl. VL+RL

Tabelle 5 (zweigeteilte Tabelle 5-1: 1998 – 2004, Tabelle 5-2: 2005 – 2010) zeigt eine Übersicht über die vorhandenen, sowie die unter Verwendung der eben angeführten Grunddaten berechneten Basisdaten für die weiteren Berechnungen.

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]				ΔT (VL/RL)	T_{Mittel} Donaufeld	T_{VL}	T_{RL}
		[MWh]				[m³]							
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb		11°C	65°C	max.80°C
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	ΔT = [MWh] . 1000 / m³ . 1,163		VL-Temp.	RL-Temp.
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼Ergebnis▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	▼Ergebnis▼
2004/2005	25.10.2004	687,924	66,075			51.198,730	7.759,820			7,32	15,22	65,0	57,68
	21.12.2004	818,377	130,453			57.884,780	6.686,050			16,78	5,44	65,4	48,62
	25.02.2005	1.003,394	185,017			66.491,080	8.606,300			18,48	1,90	67,9	49,44
	22.04.2005	1.106,695	103,301	418,771		74.763,230	8.272,150	23.564,500		10,74	7,13	65,0	54,26
	23.06.2005	1.165,463	58,768			82.308,670	7.545,440			6,70	17,16	65,0	58,30
589,57	23.08.2005	1.211,417	45,954		170,797	89.368,220	7.059,550		22.364,810	5,60	21,18	65,0	59,40
2005/2006	20.10.2005	1.267,183	55,766			96.788,710	7.420,490			6,46	15,74	65,0	58,54
	19.12.2005	1.400,749	133,566			104.608,010	7.819,300			14,69	4,74	65,9	51,22
	22.02.2006	1.604,391	203,642			114.190,530	9.582,520			18,27	-1,44	70,3	52,04
	20.04.2006	1.721,244	116,853	454,061		124.048,350	9.857,820	27.259,640		10,19	6,12	65,0	54,81
	22.06.2006	1.780,521	59,277			132.281,270	8.232,920			6,19	16,42	65,0	58,81
614,25	23.08.2006	1.825,662	45,141		160,184	139.924,210	7.642,940		23.296,350	5,08	22,66	65,0	59,92
2006/2007	24.10.2006	1.880,394	54,732			147.501,950	7.577,740			6,21	16,58	65,0	58,79
	14.12.2006	1.970,979	90,585			153.922,390	6.420,440			12,13	8,44	65,0	52,87
	22.02.2007	2.129,441	158,462			163.698,000	9.775,610			13,94	5,08	65,7	51,72
	19.04.2007	2.213,499	84,058	333,105		171.796,440	8.098,440	24.294,490		8,92	9,71	65,0	56,08
	21.06.2007	2.264,505	51,006			180.507,900	8.711,460			5,03	18,68	65,0	59,97
486,41	28.08.2007	2.312,075	47,570		153,308	190.103,790	9.595,890		25.885,090	4,26	22,34	65,0	60,74
2007/2008	22.10.2007	2.368,528	56,453			197.946,220	7.842,430			6,19	13,11	65,0	58,81
	14.12.2007	2.483,441	114,913			206.409,550	8.463,330			11,67	5,25	65,5	53,86
	25.02.2008	2.674,389	190,948			217.829,640	11.420,090			14,38	3,85	66,5	52,16
	22.04.2008	59,780	*88,106*	393,967		6.096,830	*8.735,620*	28.619,040		8,67	8,90	65,0	56,33
	20.06.2008	110,100	50,320			14.231,600	8.134,770			5,32	18,70	65,0	59,68
544,14	22.08.2008	153,500	43,400		150,173	22.644,910	8.413,310		24.390,510	4,44	20,95	65,0	60,56
2008/2009	28.10.2008	224,110	70,610			31.337,120	8.692,210			6,98	18,10	65,0	58,02
	15.12.2008	316,940	92,830			37.601,810	6.264,690			12,74	5,60	65,3	52,54
	26.02.2009	529,790	212,850			49.780,400	12.178,590			15,03	0,25	69,1	54,08
	24.04.2009	620,440	90,650	396,330		59.485,100	9.704,700	28.147,980		8,03	10,65	65,0	56,97
	17.06.2009	664,000	43,560			67.140,960	7.655,860			4,89	18,10	65,0	60,11
555,07	20.08.2009	708,570	44,570		158,740	76.305,420	9.164,460		25.512,530	4,18	22,40	65,0	60,82
2009/2010	06.11.2009	792,300	83,730			87.445,670	11.140,250			6,46	13,95	65,0	58,54
	17.12.2009	877,880	85,580			92.910,380	5.464,710			13,47	4,15	66,3	52,86
	24.02.2010	1.082,240	204,360			1.725,310	8.814,930			19,93	-0,60	69,7	49,78
	26.04.2010	1.180,320	98,080	388,020		9.829,700	8.104,390	22.384,030		10,41	8,40	65,0	54,59
	28.06.2010	1.233,520	53,200			18.374,690	8.544,990			5,35	17,30	65,0	59,65
564,66	27.08.2010	1.273,230	39,710		176,640	25.977,430	7.602,740		27.287,980	4,49	21,90	65,0	60,51
Durchschnittswerte 1998-2010 (Wärmemenge gesamt)				Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert	max. ΔT		max. VL	min.RL
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb	23,86		70,32	45,30
572,600		2-Monatsmittel:	95,433	**413,429**	**159,171**	**54.197,322**		**27.954,054**	**26.243,268**				
100,0%				**72,2%**	**27,8%**	**100,0%**		**51,6%**	**48,4%**				

Tabelle 5-2: Datenblätter mit Grunddaten der Fernwärme Wien und ZAMG inkl. VL+RL

4.1.3. *Abweichungen in den Grunddaten durch externe Einflussfaktoren*

Die erste Überblickstabelle Abbildung 20 zeigt die Wärmemengenabgaben der Fernwärme und die Durchflussmengen des Warmwasserstroms im Sekundärkreis.

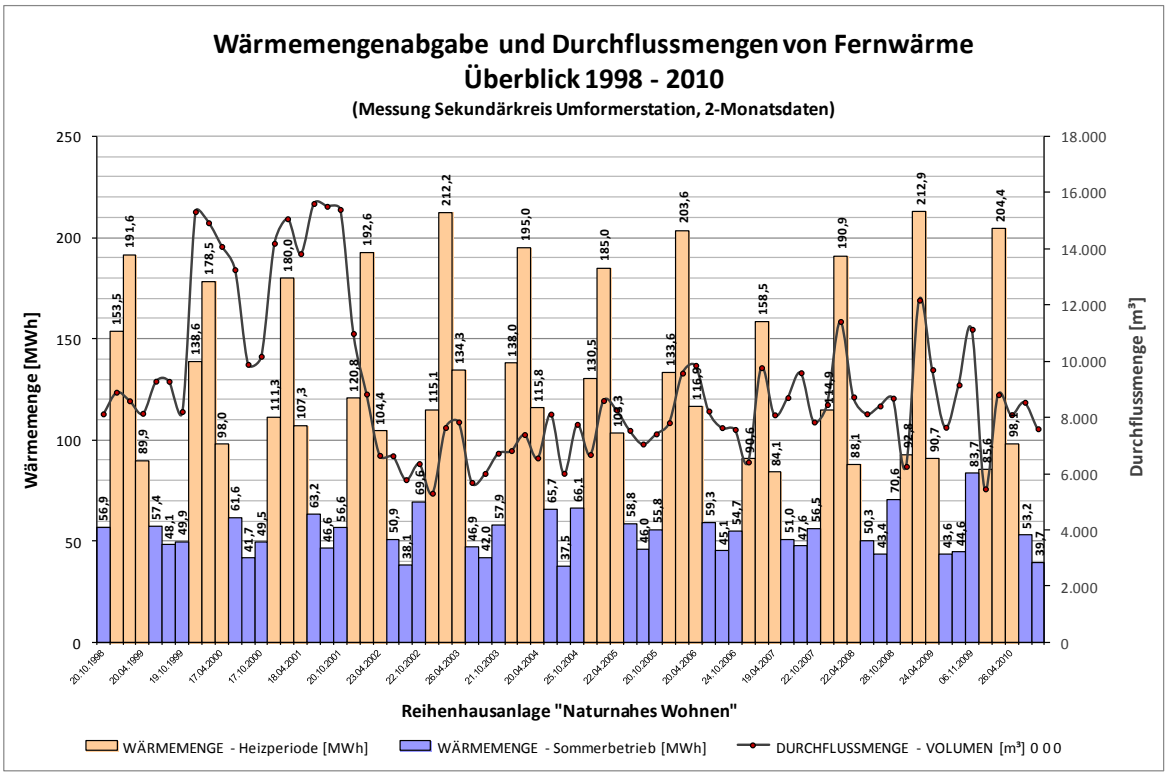


Abbildung 20: Wärmemengen und Durchflussmengen 1998 - 2010 (2-Monatsdaten)

Die Daten werden in 2-Monatsintervallen (gesplittet in Sommer- und Winterbetrieb) im Beobachtungszeitraum von 1998 – 2010 dargestellt und zeigen im 12-Jahresverlauf auffällige Schwankungen und Unregelmäßigkeiten:

In den Abrechnungsjahren 1999/2000 und 2000/2001 ist besonders auffällig, dass das gemessene Heißwasservolumen (in Abbildung 20 der geglättete Liniengraph von 2-Monatswerten) im Durchschnitt um mehr als 50% höher als in den vorhergehenden und nachfolgenden Jahren ist. Gleichzeitig liegt der Wärmeverbrauch dieser Periode jedoch weiterhin im Bereich des 12-Jahresmittels von 413 MWh in der Heizperiode bzw. 159 MWh im Sommerbetrieb (1999/2000: 415 / 153 MWh und 2000/2001: 398 / 159 MWh). Auch die rechnerisch ermittelte, geringe Differenz zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperatur („Spreizung“) in den Jahren 1999 und 2000 – in der Heizperiode von ca. 7,9 K und im Sommerbetrieb von ca. 3,9 K – legt den Schluss nahe, dass das gesamte Heizsystem durch eine zu hohe Durchflussgeschwindigkeit nicht gut eingeregelt war. Da die Spreizung in der Heizperiode vor 1999 um 80% höher (14,5 K) liegt, wird diese Annahme zusätzlich bestätigt.

Als Konsequenz wurden daraufhin von der Fernwärme Wien bei sämtlichen Heizkörpern in den Reihenhäusern Durchflussbegrenzer in Form von mechanischen VL-Ventilsperren eingesetzt. Als mögliche Erklärung für diese Maßnahme können Überlegungen der Fernwärme Wien bzw. der Haustechnikabteilung der Stadt Wien genannt werden, die die Ursache dieser extremen Fernwärme-Durchflussmengen im übermäßigen Heizverhalten der Nutzer in der Wohnhausanlage sah. Die Verbrauchsdaten der darauffolgenden Jahre bestätigen grundsätzlich die Richtigkeit dieser Maßnahme, da die Spreizung zwischen Vor- und Rücklauftemperatur in den darauffolgenden Jahren wieder anstieg. Allerdings muss hier festgehalten werden, dass das Phänomen der extrem hohen Heißwasserdurchflussmengen – speziell im zweiten Jahr 2000/2001 – trotz eines besonders milden Winters zu verzeichnen war. Dies lässt eher den Rückschluss zu, dass nicht das Nutzerverhalten die Ursache war, sondern ein mögliches technisches Gebrechen oder eine Fehleinstellung im Bereich des Mengendifferenzdruckreglers in der Übergabestation vorgelegen haben könnte und dies im Zuge der Reparaturmaßnahmen behoben wurde.

Weiters ist in Abbildung 20 zu erkennen, dass nach erfolgreicher Einregelung der Heizungsanlage zu Beginn der Heizsaison 2001/2002 die Durchflussmengen stark zurück gehen. Trotz des zweitkältesten Winters im darauffolgenden

Abrechnungsjahr 2002/2003 und eines hinsichtlich der klimatischen Verhältnisse „durchschnittlichen Sommers“ ist eine mittlere 28%ige Senkung der Fernwärme-Durchflussmengen bei einem gleichzeitigen Mehrverbrauch an Wärme von +12% im Winter und +/-0% im Sommer – im Vergleich zu den 12-Jahresmittelwerten – zu verzeichnen. Bei der Betrachtung der berechneten Vor- und Rücklauftemperaturen ist auch hier eine wesentliche Optimierung der Heizungsanlage bemerkbar. Die Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf bewegt sich in der Heizsaison 2002/2003 im Mittel um 19 K, was eine Verbesserung gegenüber den Vorjahren (ca. 10 K) um das Doppelte bedeutet. Auch in den Sommermonaten, in denen kein Heizbetrieb herrscht, ist eine Erhöhung der naturgemäß niedrigeren Spreizung von durchschnittlichen 3,9 K auf mehr als 7 K festzustellen. Nahezu ident sind die Durchfluss- und VL/RL-Spreizungswerte des darauffolgenden Jahres 2003/2004.

In den weiteren Jahren pendeln sich die Spreizungen in der Heizperiode auf ein durchschnittliches $\Delta T_{VL/RL}$ zwischen 13 und 14 K ein; im Sommerbetrieb bewegt sich die durchschnittliche Spreizung zwischen 5 und 6 K.

Interessanterweise variieren die einzelnen Durchflussmengen ab dem Jahr 2005 innerhalb der einzelnen 2-Monatszeiträume wieder stärker, wobei eine Parallelität zum entsprechenden Wärmeverbrauch zu erkennen ist. Der Grund dafür könnte eine nochmals durchgeführte Überarbeitung und Feinjustierung der hydraulischen Einregelung der Fernwärme-Übergabestation gewesen sein.

Aus diesen ersten Betrachtungen ist bereits zu erahnen, dass bei der Ermittlung bzw. Berechnung des Heizwärmeverbrauchs in der vorliegenden Diplomarbeit die Leitungs- und Bereitstellungsverluste einen möglicherweise größeren Einfluss auf die Gesamtwärmebilanz der Wohnhausanlage haben würden, als ursprünglich angenommen.

4.1.4. *Schwankungen im Nutzwärmeverbrauch durch interne Einflüsse*

Bei der Betrachtung der von der Fernwärme Wien zur Verfügung gestellten Daten sind im Besonderen auch die individuellen Verbrauchszahlen, wie die anteiligen Heizwärmemengen und der Warmwasserverbrauch pro Nutzungseinheit, von großer Aussagekraft.

In Abbildung 21 werden diese Daten als 12-Jahresmittelwerte in einer Grafik für sämtliche 33 Reihen- bzw. Doppelhäuser in ungeordneter Reihenfolge in Form von absoluten Werten zusammengefasst. Weiters sind in Abbildung 22 die oben

angeführten Daten auf spezifische Werte pro m² Bruttogrundfläche (BGF) umgerechnet und dargestellt. Durch diese Maßnahme werden rechnerische Einflussparameter, wie die Hausgröße in Form der BGF (maßgeblich für den HWV), aber auch die indirekt damit verbundene Personenbelegung (maßgeblich für den WW-Verbrauch) für die Analyse bereinigt. Dies ermöglicht einen besseren Vergleich der unterschiedlichen Haustypen. Die Warmwasser-Verbrauchswerte sind tatsächlich gemessene Warmwassermengen in m³ bzw. m³/m²BGF und sind in den beiden Grafiken als dunkelrote Balken dargestellt. Der Heizwärmeverbrauch der einzelnen Reihenhäuser wird anhand der Grunddaten in beiden Abbildungen als Verbrauchsanteile – im Vergleich der Häuser zueinander – dargestellt. Durch die Ermittlung des Heizwärmeverbrauchs (HWV) mittels Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip sind hier die über zwölf Jahre gemittelten Summen der Verdunstungseinheiten pro Abrechungsjahr und Reihenhaus abgebildet.

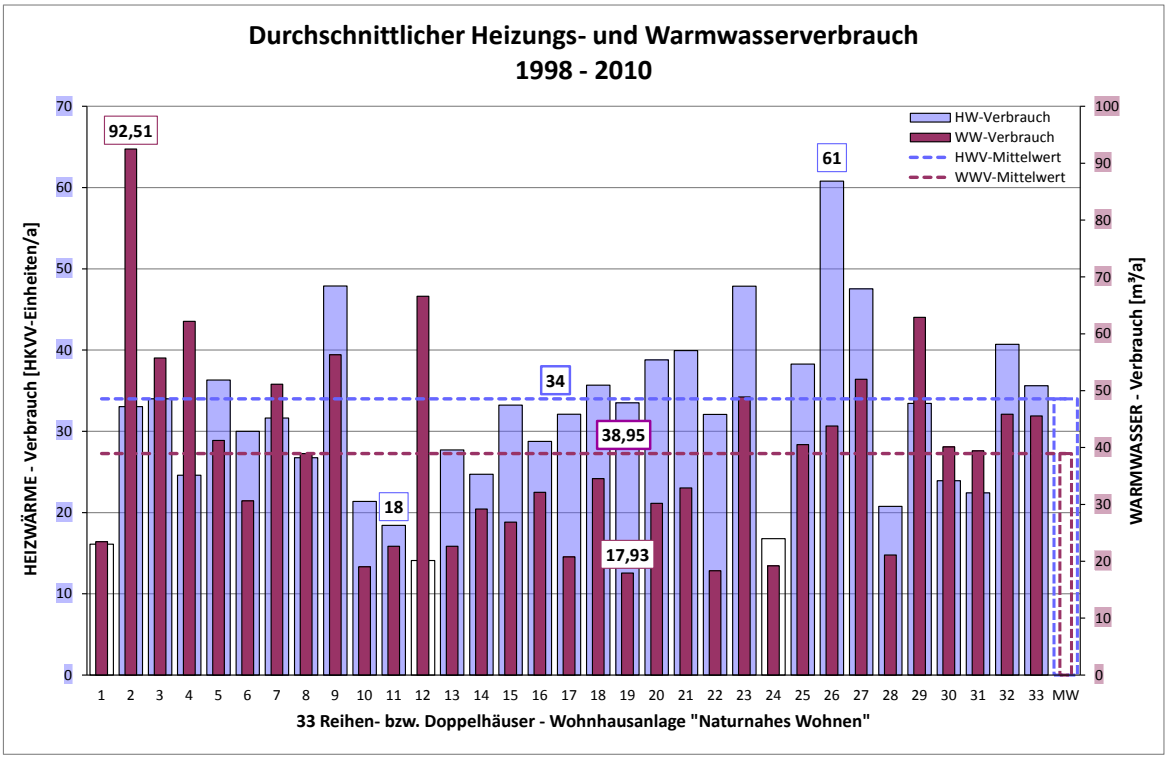


Abbildung 21: Mittlere Heizwärmeanteile und Warmwasserverbrauchsmengen 1996 - 2010

Folgende Erkenntnisse können anhand der Abbildung 21 abgelesen werden: Einige wenige „Ausreißer“, die unterschiedlichen Haustypen zuordenbar und als Reihenhäuser Nr. 26 (Haustyp B) und Nr. 9 (Haustyp A) ausgewiesen sind, verzeichnen einen 3,4-fach bzw. einen 2,7-fach höheren, mittleren

Gesamtheizwärmeverbrauchsanteil als das Reihenhaus Nr. 11 (Haustyp A), welches im 12-Jahresmittel den niedrigsten, individuellen Heizwärmeverbrauchsanteil aufzuweisen hat. Anzumerken ist, dass es sich bei den beiden zuletzt angeführten Häusern um den selben Gebäudetyp A, Mittelhaus handelt. Die Ursache dieser enormen HWV-Differenzen kann demnach nur im Nutzerverhalten begründet sein. Bei den spezifischen Verbrauchswerten, wie in Abbildung 22 ersichtlich, relativiert sich zwar der hohe HW-Verbrauch des Hauses Nr. 26 auf Grund der größeren, konditionierten Bruttogrundfläche[74], gemeinsam mit dem Haus Nr. 9 bildet es aber weiterhin die Spitze mit den größten HWV-Anteilen der gesamten Wohnhausanlage.

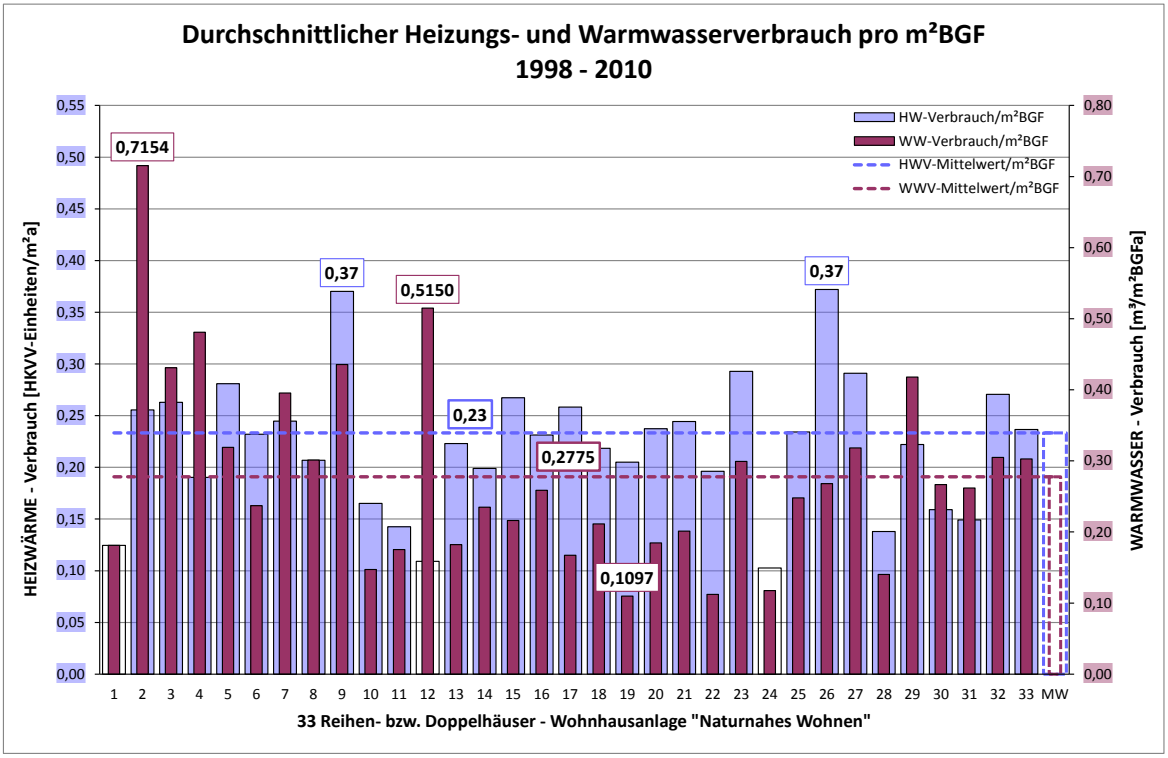


Abbildung 22: Mittlere, spezifische Heizwärmeanteile und Warmwasserverbrauchsmengen

Der individuelle Warmwasserverbrauch (WWV) zeigt indessen in beiden Abbildungen ein ebenso auffälliges Bild: Die wenigsten WW-Verbrauchswerte der Reihenhäuser halten sich im repräsentativen Mittelfeld auf; ein großer Teil der Reihenhäuser befindet sich zum Teil sehr deutlich unter dem Durchschnittswert. Ca. 20% der gesamten Reihen- und Doppelhäuser mit einem bis zu 5,2-fach höheren Warmwasserverbrauch als die Niedrigstverbraucher sind für den

[74] Anlagenweit verzeichnet dieses Reihenhaus den größten Anteil am Gesamtheizwärmeverbrauch.

vergleichsweise hohen Durchschnittswert verantwortlich. Dabei stechen in Abbildung 21, neben den Häusern Nr. 4 und Nr. 29, insbesondere die beiden Reihenhäuser Nr. 2 und Nr. 12 (beide Haustyp A, Mittelhaus) mit den höchsten WW-Verbrauchswerten hervor. Diese Erkenntnis tritt in Abbildung 22 noch deutlicher in Erscheinung: die spezifischen WWV-Werte der eben genannten Reihenhäuser zeigen einen 6,5-fachen bzw. 4,7-fachen WW-Verbrauch im Vergleich zu den niedrigsten Verbrauchsmengen in den Häusern Nr. 19, Nr. 22 und Nr. 24.

Die Ursache für diese extremen Unterschiede in den WW-Verbrauchswerten kann die im Verhältnis zur Wohnnutzfläche in manchen Häusern offensichtlich existierende Personenüberbelegungen sein, die sich entsprechend in sehr hohem WW-Verbrauch niederschlägt. Bei den niedrigsten WW-Verbrauchswerten hingegen wäre die naheliegendste Erklärung die entsprechend entgegengesetzte: eine Unterbelegung an BewohnerInnen in diesen Reihenhäusern. Tatsache ist jedoch, dass sich diese Annahme nicht bestätigt hat, sondern dass es sich hier allem Anschein nach um NutzerInnen mit einem sparsamen Umgang mit Warmwasser handelt.

Drei Reihenhäuser (Haus Nr. 1, Nr. 12 und Nr. 24) sind aus den Berechnungen und Bewertungen hinsichtlich des Heizwärmeverbrauchs ausgenommen, da sie nachweislich durch die zusätzliche Beheizung des zentralen Wohnraumes mittels holzbefeuertem Kaminofens die Fernwärmeverbrauchsanteile verfälschen. Durch die Nutzung einer Zusatzheizung ergibt sich ein entsprechend geringer Fernwärmeverbrauch, der die Realität des tatsächlichen HWVs nicht widerspiegelt. Die gesonderte Berechnung des mittleren Gesamt-Heizwärmeverbrauchs dieser drei Reihenhäuser – inklusive dem darin enthaltenen Nutzwärmeverbrauch durch die Holzbefeuerung – ist aus obig genannten Gründen nicht Gegenstand dieser Arbeit. Die Fernwärmeverbrauchsdaten besagter Häuser werden bei der Erstellung von Durchschnittswerten nicht berücksichtigt und sind in den Grafiken der Abbildung 21 und Abbildung 22 als nicht farblich hinterlegte Balken dargestellt.

4.2. ABSCHÄTZUNG DES HEIZWÄRMEVERBRAUCHS (DURCHSCHNITT 1998 – 2010)

Dieser Abschnitt beinhaltet eine erste Abschätzung des mittleren Heizwärmeverbrauchs der Wohnhausanlage unter Berücksichtigung der Verluste auf Seite der Haustechnik (Leitungs- und Bereitstellungsverluste).

4.2.1. *Grundparameter und Randbedingungen*

Im ersten Schritt werden Randbedingungen definiert, die es ermöglichen, den Gesamtheizwärmeverbrauch und die individuellen Heizwärmeverbrauchsmengen der jeweiligen Nutzeinheiten (hier 33 Reihen- bzw. Doppelhäuser und 8 Geschoßwohnungen) aus den Daten, die zur Verfügung stehen grob abschätzen zu können.

Dabei ist es im Vorfeld wichtig, grundsätzlich Sommerperiode mit reinem Warmwasseraufbereitungsbetrieb und Winterperiode mit kombiniertem Heiz- und Warmwasserbetrieb zeitlich zu trennen und die Verbrauchsdaten entsprechend zu separieren. Dies wurde bereits unter Punkt 4.1.1 näher ausgeführt.

Die dabei generierten Daten werden durch zusätzliche Parameter, wie den Warmwasser-Verbrauch der gesamten Wohnhausanlage in m³, die für die Berechnung der WW-Aufbereitung notwendige Kaltwasser-Temperatur von 10°C sowie die WW-Temperatur des Endabnehmers von 55°C ergänzt.

Folgende festgelegte Annahmen bilden nun die Basis für die erste Analyse des Heizwärmeverbrauchs der gesamten Wohnhausanlage:

- Der Warmwasserverbrauch ist während der Heizperiode annähernd gleich groß wie jener im Sommerbetrieb.
- Die Leitungs- und Bereitstellungsverluste für die WW-Aufbereitung sind somit ebenfalls für Sommer- und Heizperiode annähernd gleichzusetzen.
- Leitungsverluste während der Heizperiode gibt es nur außerhalb der Gebäude, innerhalb entstehen im Winterbetrieb keine zu berücksichtigenden Verluste, da sie als Wärmegewinne in die Nutzwärme für Raumheizung einzurechnen sind.
- Im Sommerbetrieb entstehen auch innerhalb der Gebäude Wärmeverluste in Form von Leitungsverlusten durch nicht gewünschten „Wärmeüberschuss“.
- Der Heizwärmeverbrauch (Nutzenergie für Raumheizung) ergibt sich als Restwärmemenge des Gesamtwärmeverbrauchs abzüglich des Nutzwärmeverbrauchs zur WW-Bereitung sowie den abgeleiteten Verteil- und Bereitstellungsverlusten.

4.2.2. *Nutzenergieverbrauch für Warmwasserbereitung*

Der Nutzenergieverbrauch für Warmwasser wird vereinfacht mittels Wärmemengenberechnung $Q = \Delta T * V * \rho * 1{,}163 / 10^6$ [MWh] ermittelt. Dabei handelt es sich bei ΔT um die Temperaturdifferenz von Kaltwasser zur Endabnehmer-WW-Temperatur. ΔT beträgt in diesem Fall 45 K. V ist das definierte Warmwasservolumen pro Jahr. Im Zeitraum 1998 bis 2010 wurden durchschnittlich pro Abrechnungsjahr 1.432,17 m³ Warmwasser verbraucht. Die dafür aufgewandte Nutzenergiemenge beträgt im Zwölfjahresmittel 74,95 MWh. Entsprechend der Annahme unter Punkt 4.2.1 wird der Jahresnutzwärmeverbrauch für Warmwasser auf die beiden Berechnungsperioden (Sommer und Winter) zu gleichen Teilen aufgeteilt. Diese Wärmemengen – mit jeweils 37,48 MWh – stellen den reinen Nutzenergieverbrauch für Warmwasser der Reihenhausanlage dar.

4.2.3. *Methodik und Ergebnisse der ersten Abschätzung*

Die Ableitungen der unter Punkt 4.2.1 festgelegten Randbedingungen zur Erstabschätzung des Nutzenergieverbrauchs für Raumheizung führen bei der Mittelwert-Berechnung über insgesamt zwölf Heizperioden von 1998/99 bis einschließlich 2009/2010 eindeutige und zugleich überraschende Tendenzen auf; dabei ist der grundsätzliche Ansatz, Sommer- und Winterbetrieb (Heizperiode) in der Betrachtung zu trennen, von maßgeblicher Bedeutung.
In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Erstabschätzung – getrennt nach den unterschiedlichen Szenarien im Sommer- und Winterbetrieb – dargestellt.

Nutzenergie	**Sommer** [MWh]	**Winter** [MWh]	**SUMME** [MWh]	**Anteil** [%]
SUMME	**159,17**	**413,43**	**572,60**	**100%**
Warmwasser	37,48	37,48	74,95	13,1%
Verteilverluste	121,69	91,27	212,97	37,2%
Raumheizung	–	284,68	284,68	49,7%

Tabelle 6: Nutzenergieverbrauchsanteile für Raumheizung, Warmwasser vs. Verteilverluste

In der Betrachtung des reinen Sommerbetriebs ist der WW-Wärmeverbrauch (Mittelwert 37,48 MWh) im Vergleich zum Sommerbetrieb-

Gesamtwärmeverbrauch (Mittelwert 159,17 MWh) lediglich 23,5%; die restlichen 76,5% (Mittelwert 121,69 MWh) sind schlussfolgernd reine Leitungs- bzw. Bereitstellungsverluste. Es liegt bereits hier der dringende Verdacht nahe, dass die permanente Zirkulation des Wärmeträgermediums in den Verteilleitungen den größten Teil der Verluste verursacht. Diese offensichtlich hohen Verteilverluste nehmen in der Abschätzung im reinen Sommerbetrieb über 21% des Jahres-Gesamtwärmeverbrauchs ein. In weiterer Folge werden diese Verteilverluste noch rechnerisch abgeschätzt und einer vertiefenden Analyse unterzogen.

Der berechnete Mittelwert der Nutzenergieverbrauchswerte für Warmwasser in den Heizperioden ist aufgrund der zuvor festgelegten Annahmen mit dem der Sommerperioden von 37,48 MWh gleichzusetzen. Die bereits bekannten Leitungs- und Bereitstellungsverluste im Sommer von 121,69 MWh werden auch für die Heizperiode in derselben Höhe als Grundlage der Verlustberechnung herangezogen. Im Gegensatz zum Sommerbetrieb werden jedoch hier die Leitungsverluste innerhalb der konditionierten Gebäude – das betrifft ziemlich genau ein Viertel der gesamten Verteilleitungslängen – aus der Verlustabschätzung herausgerechnet und entsprechend den zuvor angeführten Randbedingungen dem Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung als zusätzlichem Wärmegewinn zugeschrieben. In Tabelle 7 sind diese Rechenvorgänge nachvollzogen und die entsprechenden Ergebnisse dargestellt.

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
		[MWh]				[m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
1998 - 2010									
Durchschnittswerte 1998-2010 (Wärmemenge gesamt)				Mittelwert Heizperiode	Mittelwert Sommerbetrieb	Sekundärsystem Fernwärme Mittelwert gesamt [m³]		Mittelwert Heizperiode	Mittelwert Sommerbetrieb
572,600			95,433	**413,429**	**159,171**	**54.197,322**		**27.954,054**	**26.243,268**
100,0%				**72,2%**	**27,8%**	**100,0%**		**51,6%**	**48,4%**
durchschnittl. HWV / Heizsaison der gesamten Reihenhausanlage inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste (LV) :									
				Heizperiode	Sommerbetrieb				
reiner HWV = Differenz MW Heizperiode - MW Sommerbetrieb				**254,258**	**0**	Annahme: WW-V_Sommerbetrieb = WW-V_Heizperiode			
.. OHNE Wärmegewinne durch Leitungsführung im Gebäude				**44,4%**					
durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Abrechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :									
Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4, WW-V_Heizperiode 3/4				Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (3/4)	LV Sommer (4/4)	Mittelwert WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>				***159,17***	***159,17***	***91,27***	***121,69***	**1.432,17 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>				**37,48**	**37,48**	***(22,1%)***	***(76,5%)***	***37,48 MWh***	***37,48 MWh***
					(23,5%)	*(15,9%)*	*(21,3%)*	***entspr.= 74,95 MWh***	
Bereitstellungs-/Leitungsverluste:				Heizperiode	Sommerbetrieb				
	im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):			**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen - 10mm)			
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):			**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen - 50mm)			
				A B S C H Ä T Z U N G					
Bereitstellungs-/Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG:				Heizperiode	Sommerbetrieb				
1998-2010	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):		*Gewinne...(+)*	***(+) 30,42***	***(-) 121,69***				
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):			***(-) 91,27***					
	Bereitstellungs-/Leitungsverluste gesamt:			***212,97 MWh***		***37,2%***			
	Warmwasseraufbereitung gesamt:			***74,95 MWh***		***13,1%***			
	Heizwärmeverbrauch gesamt:			***284,68 MWh***		***49,7%***			
	Gesamtwärmeverbrauch:			***572,60 MWh***		***100,0%***			

Tabelle 7: Datenblatt Abschätzung des Heizwärmeverbrauchs, Mittelwerte 1998 - 2010

Im reinen Winterbetrieb nehmen die Verteilleitungsverluste von 91,27 MWh in Relation zum Heizperioden-Gesamtwärmeverbrauch – mit einem Mittelwert von 413,43 MWh – einen Anteil von 22,1% ein. Verglichen mit dem Jahres-Gesamtwärmeverbrauch der Wohnhausanlage im 12-Jahresmittel beträgt in der Abschätzung der Wärmeverlust im Winterbetrieb durch Verteilung und Bereitstellung 15,9%.
Allerdings gilt festzuhalten, dass es sich hier um eine erste Näherung handelt. Äußere Einflussfaktoren, wie klimatische Verhältnisse, Vor- und Rücklauftemperaturen in den Verteilleitungen sowie andere Umgebungsparameter im Bereich der Leitungsführungen sind in dieser ersten Abschätzung der anteiligen Wärmemengenverteilung in der betrachteten Wohnhausanlage nicht berücksichtigt.

4.2.4. *Zusammenfassung der Abschätzung*

Der durchschnittliche jährliche Gesamtwärmeverbrauch (572,60 MWh) abzüglich dem Nutzwärmeverbrauch für WW-Aufbereitung (74,95 MWh) sowie den gesamten Leitungs- bzw. Bereitstellungsverlusten (212,97 MWh) ergibt die gesuchte Restmenge des geschätzten Heizwärmeverbrauchs von 284,68 MWh.
Aus der ersten Abschätzung der rechnerischen Wärmeverbrauchsaufteilung ergibt sich zunächst folgendes Bild (Mittelwertberechnung 1998 – 2010):

- Gesamtwärmeverbrauch 100% davon
- Nutzwärmeverbrauch für Warmwasser 13,1%
- Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung 49,7%
- **Bereitstellungs- bzw. Leitungsverluste 37,2%**

Wie aus der obigen Aufgliederung ersichtlich, belaufen sich in einer ersten Abschätzung die Verteil- und Bereitstellungsverluste auf über 37% der Gesamtwärmemenge, die die Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ im mittleren Jahresschnitt in Form von Fernwärme verbraucht.
Aufgrund dieser durchaus überraschenden Ergebnisse in der ersten Abschätzung der Wärmemengenverteilung in der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ ist hier eine Überprüfung hinsichtlich Plausibilität durch genauere Betrachtungen notwendig. In weiterer Folge wird dies durch detaillierte Berechnungen und Simulationen der Bereitstellungs- und Leitungsverluste bewerkstelligt.

4.3. METHODIK ZUR BERECHNUNG DER VERTEILVERLUSTE IN FERNWÄRMELEITUNGEN

Die Berechnung der Leitungs- bzw. Bereitstellungsverluste innerhalb der Wohnhausanlage bilden die wesentliche Grundlage zur Ermittlung des tatsächlichen Heizwärmeverbrauchs. Im folgenden Kapitel werden Ansätze zur Verlustberechnung für die unterschiedlichen Verlust-Szenarien im Verteilleitungssystem definiert und die entsprechende Methodik zur Berechnung der Leitungs- und Bereitstellungsverluste erläutert.

4.3.1. *Ansätze zur Berechnung der Leitungs- und Bereitstellungsverluste*

Bei der genauen Annäherung an die tatsächlichen Heizwärme-Verbrauchswerte in gegenständlicher Reihenhausanlage ist im Besonderen eine genaue Betrachtung der Wärmeverluste in den Verteilleitungen und in den WW-Aufbereitungsanlagen (Fernwärmespeicher) unumgänglich. Die Fernwärme-Verteilung in den Rohrleitungen – von der Umformerstation mit dem einzigen Wärmemengenzähler der Wohnhausanlage in die einzelnen Nutzungsobjekte – sowie die damit verbundene Wärmeverlustsituation erfolgt in verschiedenen Szenarien. Diese werden in Folge getrennt voneinander und in Abhängigkeit von der jeweiligen Umgebungsbeschaffenheit sowie den klimatischen Verhältnissen in unterschiedlichen Berechnungen und Simulationen betrachtet. Dabei spielt die Ermittlung der thermischen Leitwerte, aus denen in weiterer Folge die tatsächlichen Leitungsverluste errechnet werden können, eine maßgebliche Rolle. Der thermische Leitwert L_{2D} spiegelt das Verhältnis des Wärmestroms Φ zur Temperaturdifferenz zwischen einem Bauteil und dessen Umgebung wider, zwischen denen dieser Wärmestrom fließt. Er wird in W/m*K angegeben.
Folgende Verlust-Szenarien sind in der betrachteten Wohnhausanlage festzustellen:

- Fall 1: <u>Leitungsverluste der Fernwärme-Verteilleitungen im Erdreich:</u>
  Vorlauf- und Rücklaufleitungen DN 50 mit 30mm Dämmung, Tiefe 135cm unter Außenniveau Gehsteig

Die Berechnung der thermischen Leitwerte [W/m*K] erfolgt mit Hilfe des Simulationsprogrammes AnTherm[75] unter Angabe von Umgebungsgeometrien, wie unter anderem der Lage des Grundwasserspiegels mit –3,58m unter

[75] Simulationsprogramm AnTherm Version V.5.86_2010.04.04 bzw. Version V.7.126_2015.03

Gehsteigniveau (=156,98m über Adria = +0,30m ü.Wr.Null). Dieser wurde aus den mittleren Messwerten aus den Jahren 2000-2010 der Pegel-Mess-Station P10/2-Biberhaufenweg[76] und unter der Annahme ermittelt, dass die Höhe des gesuchten Grundwasserspiegels unter der gegenständlichen Wohnhausanlage annähernd dem Oberflächenwasserspiegel des ca. 250m Luftlinie entfernten Mühlwassers entspricht.[77]

- Fall 2: <u>Leitungsverluste der Fernwärme-Verteilleitungen in den Kollektorgängen unter den Reihenhäusern:</u> Vorlauf- und Rücklaufleitungen DN 40 mit 50mm Dämmung, Tiefe 135cm unter Außenniveau

Die Berechnung der thermischen Leitwerte [W/m*K] wird ebenso wie bei Fall 1 mit Hilfe des Simulationsprogrammes AnTherm vorgenommen. Dabei ist neben dem Grundwasserspiegel die Umgebungsgeometrie des unterirdischen Kollektorganges von rechnerischer Bedeutung.

In den Fällen 1 und 2 verursachen unterschiedlichste Umgebungstemperaturen, wie die der Außenluft, des Grundwassers, des angrenzenden Gebäudes sowie die der Vor- und Rücklaufleitungen, hinsichtlich Wärmeverluste rechnerisch schwer zu erfassende Wechselwirkungen. Aus diesem Grund kommt in diesen beiden Fällen ein Simulationsprogramm für Wärmebrückenberechnungen zur Anwendung. Unter Punkt 4.3.2.1 wird die genaue Berechnungsmethodik von Fall 1 und 2 noch näher erläutert.

- Fall 3: <u>Leitungsverluste der Fernwärme-Verteilleitungen in den unbeheizten Eigenkellern der Reihenhäuser:</u> Vorlauf- und Rücklaufleitungen DN 40 mit 50mm Dämmung

Ermittlung des thermischen Gesamtleitwertes [W/m*K] von Rohrleitung mit Dämmung mit Hilfe der Berechnung der zylindrischen Wärmeleitung über die Widerstände der Einzelschichten laut Formel [13]:[78]

$$R_{D,DN} = 1 / 2*\pi*h*\lambda / \ln(r_2/r_1) \text{ bzw. } R_e = 1 / 2*\pi*h*r_2*\alpha_e$$

Bei $R_{D,DN}$ handelt es sich um den jeweiligen Wärmedurchgangswiderstand der einzelnen Schicht, bei R_e um den Wärmeübergangswiderstand nach außen.

[76] STADT WIEN – MA 45 (Wiener Gewässer) (2012),
URL: http://www.wien.gv.at/umwelt/wasserbau/hydrologie/werte.html
[77] Die Richtigkeit dieser Annahme wurde seitens des Leiters der Abteilung Wasserwirtschaft der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal aus Deutsch-Wagram/NÖ bestätigt.
[78] Vgl. TSCHEGG, E., HEINDL, W., SIGMUND, A. (1984), S.136ff

Dabei sind die Variablen der Widerstandsberechnungen folgendermaßen definiert:

h entspricht der Länge der Rohrleitung [m],

λ steht für die Wärmeleitfähigkeit des jeweiligen Materials [W/m*K],

r_1 steht für den Innenradius der jeweils betrachteten Schicht [m]

r_2 steht für den Außenradius der jeweils betrachteten Schicht [m]

α_e ist der Wärmeübergangskoeffizient nach außen [W/m²K]

Aus der Summe der Einzelwiderstände und deren Reziprokwert wird der Gesamtleitwert eines Stahlrohres inkl. Dämmung [W/m*K] generiert. In weiterer Folge wird dies (unter Punkt 4.3.2.2) noch näher erläutert.

- Fall 4: Leitungsverluste der Stichleitungen in unkonditionierten Zonen: Vorlauf- und Rücklaufleitungen DN 25 mit 30mm Dämmung

Die Berechnung der thermischen Widerstände [m*K/W] der Rohrleitungen sowie des Gesamtleitwertes [W/m*K] erfolgt mittels Berechnung wie bei Fall 3.

- Fall 5: Leitungsverluste der Stichleitungen in den Steigschächten innerhalb der konditionierten Reihenhäuser: Vorlauf- und Rücklaufleitungen DN 25 mit 10mm Dämmung

Die Berechnung der thermischen Widerstände [m*K/W] der Rohrleitungen sowie des Gesamtleitwertes [W/m*K] erfolgt mittels Berechnung wie bei Fall 3 und 4.

- Fall 6: Leitungsverluste von ungedämmten Absperrventilen (Kugelventil DN 25) in Kollektorgängen bzw. in unbeheizten Kellern

Die Berechnung des Wärmeverlustes eines ungedämmten Ventils erfolgt mittels Umrechnung in eine gleichwertige, ungedämmte Rohrleitung und anschließender Berechnung des thermischen Gesamtleitwertes [W/m*K] wie bei Fall 3 bis 5.

- Fall 7: Leitungsverluste von ungedämmten Leitungen und Armaturen (DN 20) im Bereich des Fernwärmespeichers (im Bad bzw. WC der Reihenhäuser):

Die Ermittlung der Wärmeverluste erfolgt nach dem selben Berechnungsprinzip wie im Fall 6.

- Fall 8: Bereitstellungsverluste durch Boilerbetrieb im Fernwärmespeicher

Die Ermittlung der Bereitstellungsverluste durch den Betrieb der 40-Liter-Boiler erfolgt mittels Angaben durch den Hersteller des Fernwärmespeichers.

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6	Fall 7	Fall 8
Nennweite	DN50	DN40	DN40	DN25	DN25	DN25	DN20	Boiler
Durchmesser außen [mm]	60,3	48,3	48,3	33,7	33,7	33,7	26,9	-
Dämmung [mm]	30	50	50	30	10	0	0	50
SOMMER	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
WINTER	**X**	**X**	**X**	**X**	**–**	**X**	**–**	**X**

Tabelle 8: Wärmeverluste je nach Szenario und Beobachtungszeitraum (Sommer | Winter)

In Tabelle 8 werden einander die soeben besprochenen Verlust-Szenarien (Fall 1–8) für den Sommer- bzw. Winterbetrieb gegenübergestellt. Der Fokus liegt hier im Besonderen auf den unterschiedlichen Situationen während der zwei Beobachtungszeiträume. Während im Sommerbetrieb in allen acht Fällen mit Wärmeverlusten zu rechnen ist, sind im Winter (mit Heizbetrieb) Verteilverluste nur außerhalb der konditionierten Gebäude zu erwarten. Folglich werden in der Heizperiode die „Verluste“ der Fälle 5 und 7, die innerhalb der konditionierten Gebäudehülle auftreten, als interne Wärmegewinne dem Heizwärmeverbrauch zugeordnet.

Abbildung 23 zeigt einen Ausschnitt aus dem Installationsplan der Fernwärme Wien für die Fernwärme-Übergabestation Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“. Darin ist zu erkennen, dass es sich hier um ein, wie bereits beschriebenes, 2-Leiter-System mit dezentralen Trinkwasser-Erwärmungsanlagen (TWE-Anlagen) handelt. Von hier aus geht die Fernwärmeversorgung mit Verteilleitungen DN50 (= Fall 1: Erdleitungen) in die Anlage.

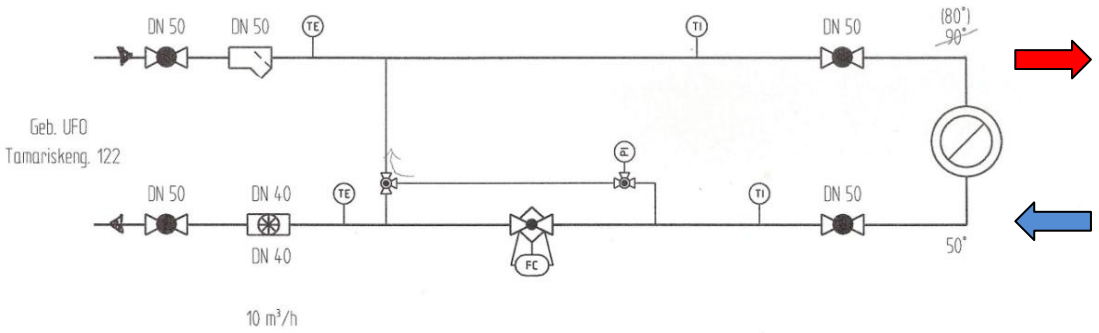


Abbildung 23: Schema Übergabestation der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ (Quelle: Fernwärme Wien)

In nachfolgender Abbildung 24 wird die Fernwärmeversorgung innerhalb der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ dargestellt. Dieser Übersichtsplan zeigt dabei die Leitungsführungen in ihren unterschiedlichen Umgebungen (Fall 1-5), die entsprechenden Leitungslängen sowie die Rohrleitungsdimensionen der Fernwärme-Verteilleitungen ab der Übergabestation.

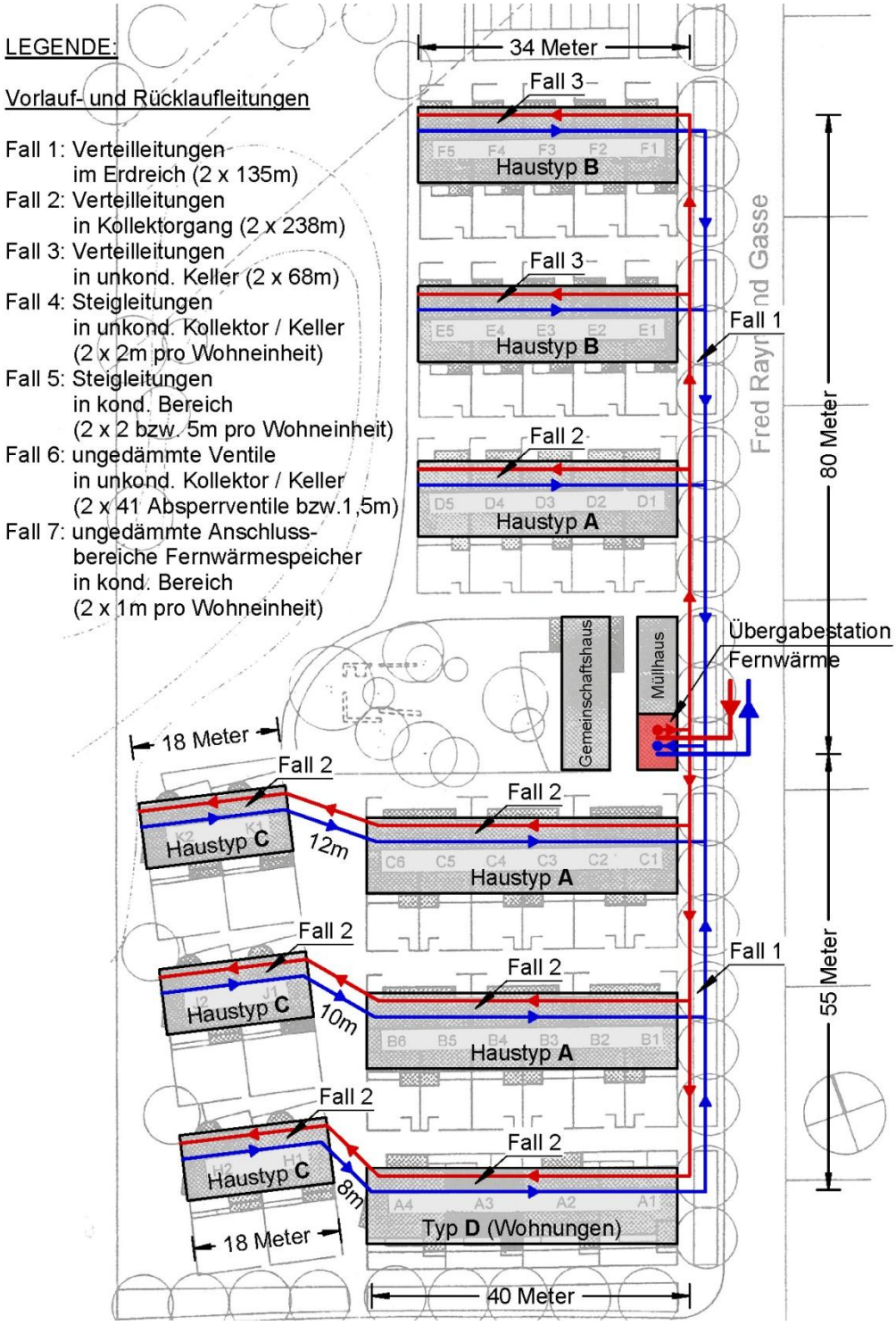


Abbildung 24: Übersichtsplan Leitungsführung und -längen der Fernwärmeverteilleitungen

4.3.2. *Methodik zur Berechnung der Leitungs- und Bereitstellungsverluste*

4.3.2.1. Berechnung der Leitungsverluste im Fall 1 und 2

Zur Berechnung der Leitungsverluste über die thermischen Leitwerte, die in direkter Anhängigkeit des betrachteten Bauteils zur jeweiligen Umgebungstemperatur stehen, werden zunächst die mittleren Außentemperaturen in besagten Berechnungszeiträumen von 2 Monaten ermittelt. Wie bereits unter Punkt 4.1.2 erwähnt, werden dafür durchschnittliche Lufttemperaturwerte der der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) verwendet. Für die Jahre 1998 – 2007 stehen Außentemperaturen in Form von Tagesmittelwerten zur Verfügung, die restlichen Temperaturdaten von 2008 bis einschließlich dem Jahr 2010 sind den Online-Tabellen der ZAMG entnommen, in denen die zur Berechnung notwendigen Klimawerte für Wien (Messstelle Donaufeld) u.a. auch die Monatsmittelwerte der Lufttemperatur aufgelistet sind.[79]

Nach der entsprechenden Aufbereitung der in 2-Monatsintervalle aufgeteilten Außentemperatur-Mittelwerte –die klimatischen Verhältnisse als Einflussfaktoren auf die Wärmeverluste in den Rohrleitungen außerhalb der Reihenhäuser – wird die Berechnungstabelle mit weiteren relevanten Umgebungstemperaturwerten ergänzt. Einerseits handelt es sich hier um die bereits unter Punkt 4.1.2 beschriebenen und aus den Fernwärme-Messdaten des Wärmemengenzählers generierten mittleren Temperaturen von Vor- und Rücklauf der Fernwärmeleitungen, andererseits um die durchschnittliche Temperatur des Grundwassers von 11°C, das auf Grund des relativ hohen Grundwasserspiegels möglicherweise einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die Leitungsverluste haben könnte. Diese Annahme im Vorfeld gilt es ebenfalls durch entsprechende Rechen- bzw. Simulationsergebnisse zu stützen.

Die Berechnung der thermischen Leitwerte der gedämmten Fernwärme-Rohrleitungen im Erdreich bzw. im Kollektorgang unter den nichtunterkellerten Reihenhäusern (Fall 1 und 2) wird mit Hilfe der bereits angeführten AnTherm-Simulation durchgeführt. Dabei erfolgt die Eingabe der geometrischen Verhältnisse anhand eines 2-dimensionalen charakteristischen Schnittmodells, bei dem die geometrische Situation der betrachteten Bauteile – wie Rohrdurchmesser, Rohr- und Dämmmaterialstärke – sowie die Umgebungsparameter – wie die geometrische Lage der Rohrleitungen zueinander, im Erdreich bzw. zu den

[79] ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2015),
URL: http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch

Betonkollektorgangwänden und zur Außenluft sowie die Höhenlage zum Grundwasserspiegel – in Form von absoluten x/y-Koordinaten eingegeben werden. Weitere Berechnungsparameter, wie die bauphysikalischen Kennwerte der Einzelbauteile bzw. Medien, wie λ...Wärmeleitfähigkeit [W/m*K], α…Wärmeübergangskoeffizient [W/m²K] bzw. R…Wärmeübergangswiderstand (=1/α) [m²K/W] als auch die Jahresmittelwerte der einzelnen Medientemperaturen (als Zusatzinformation und zur späteren Visualisierung) werden zusätzlich in das Simulationsprogramm eingegeben.

Anzahl der bilanzierten Zellen: 122688

Längenbezogene Thermische Leitwerte [W / m*K]

Raum\Raum	aussen	Grundwasse	RL	VL
aussen		10,438960	0,149761	0,149761
Grundwasse	10,438960		0,084112	0,084112
RL	0,149761	0,084112		0,007109
VL	0,149761	0,084112	0,007109	

Tabelle 9: Fall 1 - Fernwärmeleitungen im Erdreich, Simulationsergebnis AnTherm (Auszug)

Die berechneten Leitwerte in Tabelle 9 (Fall 1: FW-Leitungen im Erdreich) lassen bereits erste Rückschlüsse zu: Bei der Betrachtung der beiden Fernwärme-Leitungen kann im Fall 1 der stärkste 2-dimensionale Wärmestrom Richtung Außenluft ($L_{VRL,a}$=0,1498 W/m*K) festgestellt werden; mehr als ein Drittel der gesamten Wärmeverluste gehen hier ins Grundwasser ($L_{VRL,GW}$=0,0841 W/m*K) über. Dieser deutlich zu erkennende Effekt bedeutet, dass das Grundwasser mit 11° Celsius Ausgangstemperatur und einem Grundwasserspiegel von 3,58 Meter unter der Geländeoberfläche Wärmequellen in unmittelbarer Umgebung permanent Wärme entzieht. Dies betrifft in diesem Fall auch die gegenständlichen Heißwasserleitungen der Fernwärme, die 1,35 Meter unter dem Gelände verlaufen und in ca. 2 Meter Entfernung zum Grundwasserspiegel liegen. In Abbildung 25 wird diese thermische Wechselwirkung zwischen Vor- und Rücklauf und deren Umgebung in Form von Wärmestromlinien dargestellt.

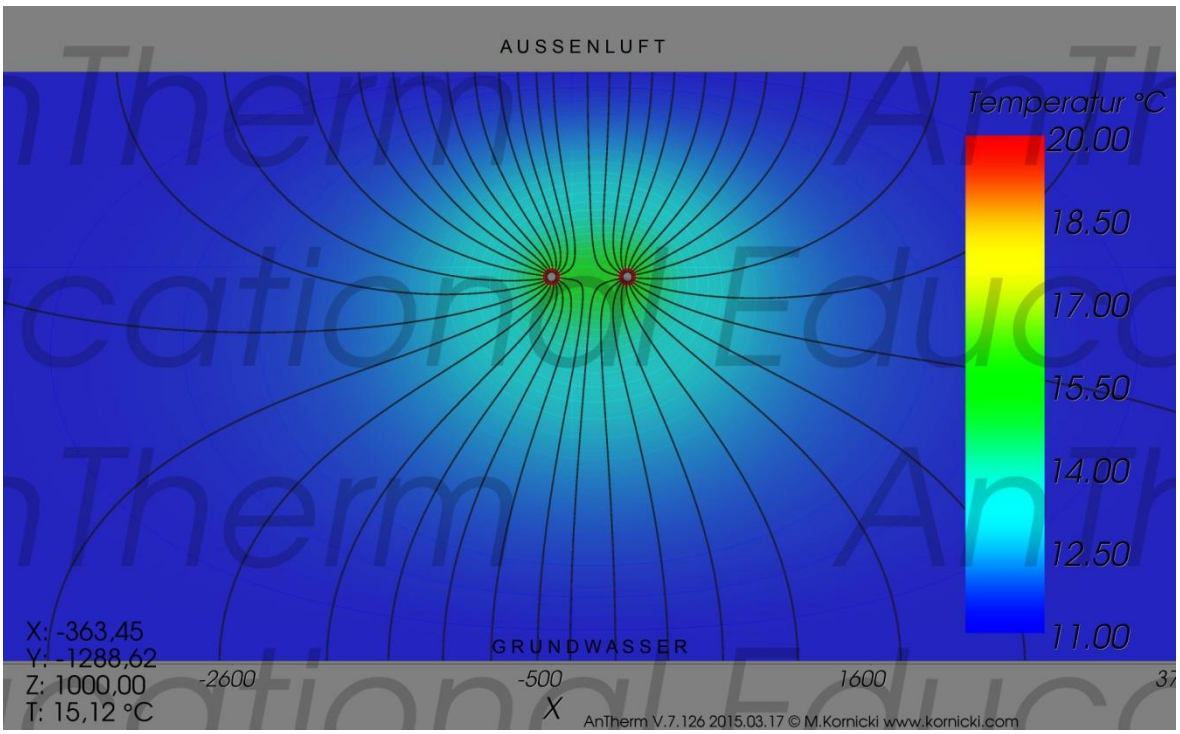


Abbildung 25: Fall 1 - Wärmeströme von Vor- und Rücklauf zum Grundwasser / zu Außenluft (Quelle: Simulationsprogramm AnTherm Version V.7.126_2015.03)

Bei Betrachtung der Tabelle 10 (Fall 2: FW-Leitungen im Kollektorgang) kann festgehalten werden, dass sich das ca. ein Meter unter dem betonierten Kollektorgang befindliche Grundwasser im Vergleich zu Fall 1 noch dominanter auf die Wärmeverluste auswirkt.

Anzahl der bilanzierten Zellen: 155266

Längenbezogene Thermische Leitwerte [W / m*K]

Raum\Raum	aussen	Grundwasse	Haus	Rücklauf	Vorlauf
aussen		6,272324	1,489048	0,011379	0,011927
Grundwasse	6,272324		2,151099	0,103802	0,103277
Haus	1,489048	2,151099		0,045279	0,044861
Rücklauf	0,011379	0,103802	0,045279		0,005271
Vorlauf	0,011927	0,103277	0,044861	0,005271	

Tabelle 10: Fall 2 - Fernwärmeleitungen im Kollektorgang, Simulationsergebnis AnTherm

Der durchschnittliche Anteil des verlustreichen Wärmestroms von den Fernwärmeleitungen in Richtung Grundwasser beträgt hier – mit $L_{VRL,GW}$=0,1035 W/m*K – ca. zwei Drittel des Gesamtwärmeverlustes in diesem Simulationsfall. In

der visualisierten Wärmestromlinien-Darstellung in Abbildung 26 „saugt“ das Grundwasser förmlich die Wärme im Kollektorgang nach unten ab.

Die Frage der stetigen Grundwassererwärmung[80], u.a. aufgrund von km-langen Fernwärmeleitungen, die 90°C bzw. bis zu 110°C heiße, flüssige Trägermedien in ihren Primär- und Sekundärsystemen in Leitungen mit großen Rohrquerschnitten führen, wird in dieser Diplomarbeit nicht behandelt, ist aber durchaus ein Thema, welches im Zuge der immer stärker werdender Diskussionen näher zu beleuchten sein wird.

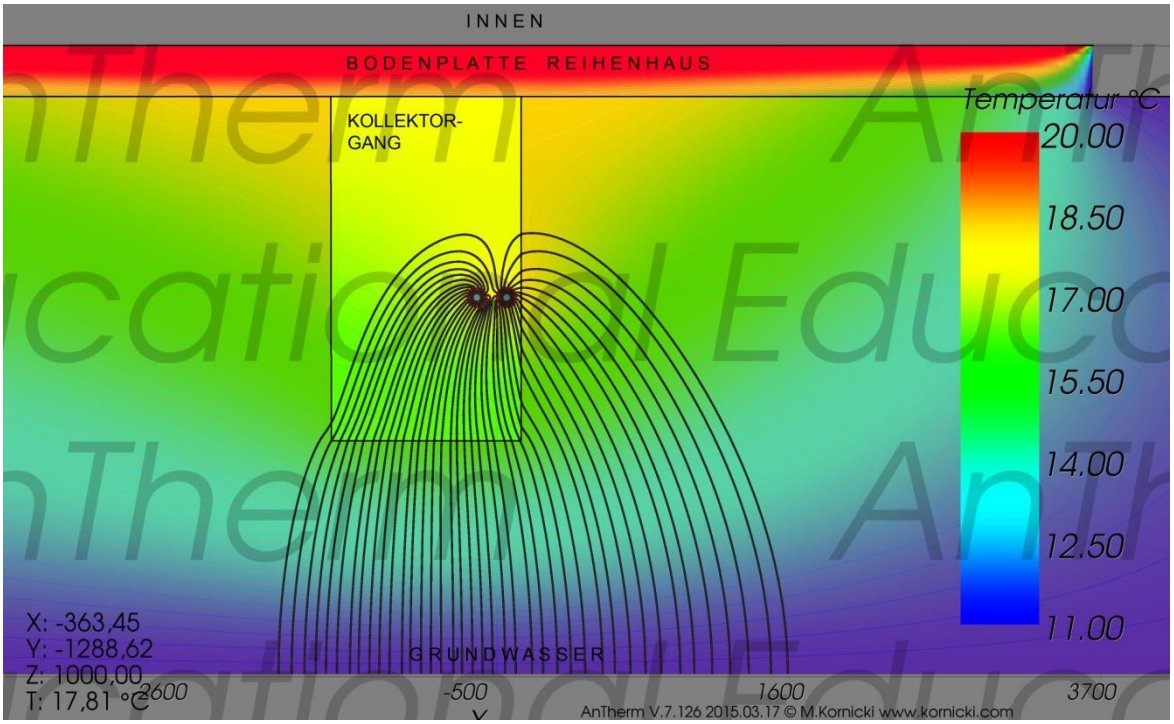


Abbildung 26: Fall 2 - Wärmeströme von Vor- und Rücklaufleitung zum Grundwasser (Quelle: Simulationsprogramm AnTherm Version V.7.126_2015.03)

In weiteren Berechnungsschritten werden nun die einzelnen in Wechselwirkung zueinander stehenden Medien (Verteilleitungen zu verschiedenen Umgebungen) hinsichtlich Wärmestrom und den daraus resultierenden Wärmeverluste rechnerisch ermittelt:

Entsprechend der Wärmestromformel

$$\Phi_i = \sum L_{i,j} \cdot (\theta_i - \theta_j)$$

werden dabei die einzelnen Wärmeströme zwischen den betrachteten Vor- und Rücklaufleitungen und deren Umgebung mit den jeweils rechnerisch ermittelten 2-

[80] Heute wird eine mittlere Grundwassertemperatur von 11° Celsius angenommen, vor 20 Jahren wurden Grundwasserberechnungen noch mit 10° Celsius Temperaturmittel angesetzt.

Monatstemperatur-Mittelwerten im zweidimensionalen System berechnet. Die Einzelergebnisse in W/m werden anschließend pro Simulationsfall summiert. Das Produkt vom Wärmestrom der Vor- und Rücklaufleitungen [W/m] mit deren Leitungslängen [m] ergibt den Wärmeverlust [in W] für die gesamte Leitungslänge. Hochgerechnet auf die jeweiligen Betriebstage der einzelnen Wärmezähler-Ablesezeiträume (im Schnitt ca. 61 Tage) ergibt sich der rechnerisch ermittelte Leitungs- bzw. Bereitstellungverlust im 2-Monatsmittel. Aufsummiert über sechs jeweiligen Abrechnungszeiträume (21. August bis 20. August des Folgejahres) ergeben sie den entsprechenden Wärmeverlust pro Abrechnungsjahr in MWh.

4.3.2.2. Berechnung der Leitungsverluste im Fall 3, 4 und 5

In den betrachteten Fällen 3 bis 5 handelt es sich um Wärmeverlust-Szenarien, in denen die Umgebungstemperaturen der Bereiche, in denen die Fernwärmeverteilleitungen geführt werden, mit Hilfe von standardisierten Werten definiert werden können. Dies ist unter anderem deswegen möglich, da in diesen Fällen eine annähernd konstante Temperatur im Sommer- bzw. Winterbetrieb angenommen wird. Hierbei kommt die ÖNORM H 5155:2013 zur Anwendung, in der Umgebungstemperaturen zur Auslegung von Wärmedämmsystemen für haustechnische Anlagen angegeben sind.[81] Die Auslegungstemperaturen für unbeheizte Räume (Winter 10°C / Sommer 15°C) sowie für Installationsschächte (Winter 25°C / Sommer 28°C) werden für die Verlustberechnungen übernommen. In den unbeheizten Bereichen wird angenommen, dass hier mit Verteilverlusten über das ganze Jahr zu rechnen ist. Folglich wird in den Verlustberechnungen der gemittelte Wert der Auslegungstemperaturen von 12,5°C angewendet. In den Installationsschächten innerhalb der konditionierten Gebäudehülle hingegen werden Wärmeverluste nur in der Sommerperiode erwartet. In Folge wird für die Berechnungen die entsprechende Umgebungstemperatur von 28°C verwendet.
Die Berechnung der thermischen Widerstände der jeweiligen Rohrleitungs- und Dämmungsschichten sowie die daraus generierten Gesamtleitwerte werden mit Hilfe von Berechnungsformeln für zylindrische Wärmeleitung durchgeführt:[82]

$$R_{D,DN} = 1 / 2*\pi*h*\lambda / \ln(r_2/r_1) \text{ bzw. } R_e = 1 / 2*\pi*h*r_2*\alpha_e$$

[81] Vgl. ÖNORM H 5155 (2013), S.21 (Tabelle A.1)
[82] Vgl. TSCHEGG, E., HEINDL, W., SIGMUND, A. (1984), S.136ff

Wie bereits unter Punkt 4.3.1 erläutert handelt es sich bei $R_{D,DN}$ um den jeweiligen Wärmedurchgangswiderstand der einzelnen Schicht (Rohrleitung, Dämmung), bei R_e um den Wärmeübergangswiderstand nach außen. Die einzelnen Variablen und Größen der Gleichungen sind hier ebenfalls bereits erklärt.

Der Wärmedurchgangswiderstand $R_{D,DN,e}$ der gesamten Rohrleitung inkl. Dämmung errechnet sich aus der Summe der Einzel-Wärmedurchlasswiderstände R_D und R_{DN} sowie des Wärmeübergangswiderstands R_e:

$$R_{D,DN,e} = \sum R_D, R_{DN}, R_e$$

Der Gesamt-Leitwert der gedämmten Rohrleitung errechnet sich aus dem Reziprokwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{D,DN,e}$ nach der Formel:

$$L_{D,DN,e} = 1 / R_{D,DN,e}$$

Nach der Berechnung der einzelnen Gesamtleitwerte werden die Wärmeverluste in Abhängigkeit der mittleren Außen- bzw. Umgebungstemperatur sowie der mittleren Temperatur des Wärmeträgermediums (VL, RL) pro Laufmeter Rohrleitung mit Hilfe der Wärmestromformel (wie bei Fall 1 und 2) berechnet:

$$\Phi_i = \sum L_{i,j} \cdot (\theta_i - \theta_j)$$

Die weitere Umrechnung der Wärmeströme auf die längenbezogenen Wärmeverluste pro Abrechnungsjahr wurde bereits unter Punkt 4.3.2.1 beschrieben.

Entsprechend den Randbedingungen bzw. Annahmen unter Punkt 4.3.1 (Tabelle 8) werden die Verteilverluste im Fall 3 und 4 (Leitungen im unkonditionierten Bereich) über das gesamte Jahr berechnet. Im Fall 5 hingegen (Stichleitungen innerhalb der konditionierten Gebäudehülle, DN 25) fallen „Verteilverluste“ in Form von überschüssiger Wärme nur im Sommerbetrieb an.

4.3.2.3. Berechnung der Leitungsverluste im Fall 6

Bei den vorangegangenen Simulations- bzw. Berechnungsfällen 1 bis 5 werden die Wärmeverluste in Rohrleitung mit unterschiedlicher Dämmung anhand von klar definierten Methoden und Parametern berechnet. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der Ermittlung des Wärmeverlustes von den ungedämmten Absperrventilen (in Kollektorgängen und unbeheizten RH-Kellern) um eine möglichst genaue Annäherung. Aufgrund der Tatsache, dass eine Berechnung

ungedämmter Ventile (in all ihren Varianten) fast unmöglich ist und dass in der Literaturrecherche eigentlich nur vereinfachte Annäherungen zu finden sind wird in gegenständlicher Arbeit auf Wärmeverlust-Messwerte zurückgegriffen. Die Messwerte beruhen auf Ergebnisse einer FIW-Forschungsarbeit bzw. auf deren Präsentationsunterlagen, die seitens des Forschungsinstituts für Wärmeschutz zur Verfügung stehen[83].

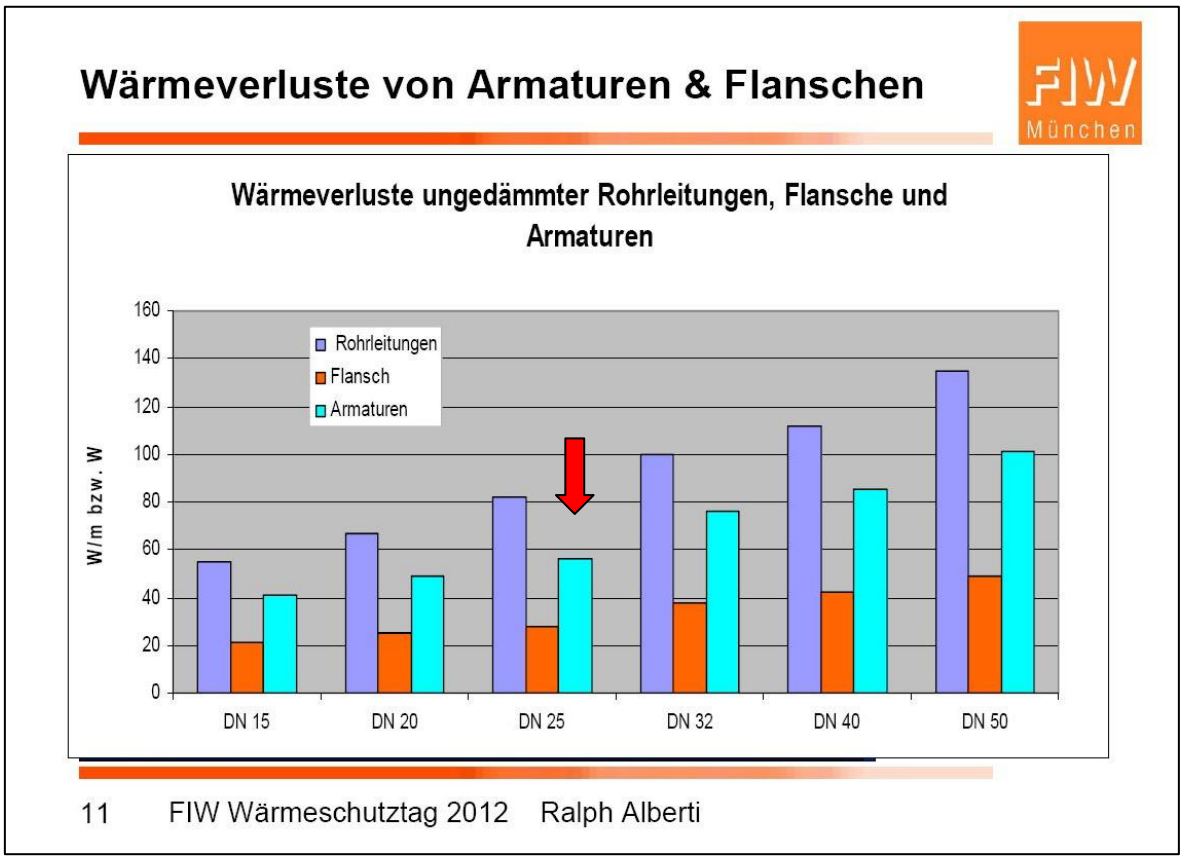


Abbildung 27: Wärmeverluste von Armaturen und Flanschen (Quelle: ALBERTI, R. (2012))

In oben gezeigter Aufstellung der Wärmeverluste von Armaturen und Flanschen (Abbildung 27) der FIW München kann der Wärmeverlust einer Armatur mit Nennweite DN25, wie sie als Absperrventile in der betrachteten Wohnhausanlage eingebaut sind, abgelesen werden: Der Wärmeverlust bei einer Temperatur des Trägermedium innerhalb des Ventils von 80°C sowie einer Umgebungstemperatur von 20°C[84] beträgt pro DN25-Ventil gemessene 57 W. Umgerechnet auf die aktuellen Umgebungsparameter (mittlere VL- bzw. RL-Temperatur von 61°C und

[83]Vgl. ALBERTI, R. (2012), S.11,
URL: http://www.fiw-muenchen.de/media/pdf/wtag2012/Vortrag-02-TG.pdf

[84] Im Zuge des Vortrags zum FIW Wärmeschutztag 2012 wurden zuvor die Grundparameter der Versuchsanordnungen bzw. der Messungen dargestellt, die wie folgt definiert waren: Lufttemperatur 20°C, Windgeschwindigkeit 0m/s, Emissionsgrad der ungedämmten Oberfläche 0,75 s sowie Mediumtemperatur 80°C.

12,5°C mittlere Umgebungstemperatur[85]) ergibt das einen Wärmeverlust pro Absperrventil von 1,2 Meter ungedämmter Rohrleitung mit Nennweite DN25. Zusammen mit den beidseitig ungedämmten Ventil-Anschlussteilen (jeweils ca. 15cm) wird in die Verlustberechnungen eine (auf ungedämmte DN25-Leitung) umgelegte Länge von 1,5 Meter pro Ventil angenommen. In betrachteter Anlage ist entsprechend jede der 41 Wohneinheiten mit je einem VL- und RL-Absperrventil ausgestattet. In Summe bedeutet das einen Wärmeverlust durch 41 VL- und 41 RL-Absperrventile von umgerechnet insgesamt 124 Meter ungedämmter Rohrleitung DN25.

4.3.2.4. Berechnung der Leitungsverluste im Fall 7

Bei der rechnerischen Ermittlung der Verteilverluste in den einzelnen Leitungsabschnitten ist es unumgänglich auch die Anschlussbereiche der TWE-Anlagen, die sich in den Bädern bzw. WCs der Wohneinheiten befinden, näher zu betrachten. Für den Nutzer sind dabei die relativ hohen Lufttemperaturen an der Unterseite der Fernwärmespeicher sowie die Oberflächentemperaturen der Wände in diesen Bereichen besonders auffällig. Grund dafür dürften die Anschlussleitungen (DN20) der TWA-Anlagen sein. Einerseits sind diese ungedämmt in der Wand verlegt und andererseits sind auch die Anschlussteile innerhalb des Fernwärmespeichers ungedämmt ausgeführt.
Als Annäherung werden die geschätzten Wärmeverluste dieser VL- und RL-Anschlussleitungen mit je 1 Meter ungedämmter Rohrleitung DN20 pro Leitung und Wohneinheit angenommen. Insgesamt ergibt das in der gesamten Wohnhausanlage eine Länge von jeweils 41 Meter ungedämmter Rohrleitung für Vorlauf bzw. Rücklauf.

	Fall 1+2	**Fall 3**	**Fall 4**	**Fall 5**	**Fall 6**	**Fall 7**
Nennweite	DN50/40	DN40	DN25	DN25	DN25	DN20
Dämmung	50mm	50mm	30mm	10mm	-	-
Leitwert *L*	siehe[86]	0,2108	0,2217	0,3810	0,8140	0,6498

Tabelle 11: Aufstellung der berechneten Gesamt-Leitwerte für Verteilleitungen im Fall 1-7

[85] Die mittlere Auslegungstemperatur für unbeheizte Räume wird aus den Angaben laut ÖNORM H 5155:2013, Anhang A (10°C im Winter und 15°C im Sommer) gebildet.
[86] Die mittels AnTherm-Simulation berechneten Leitwerte für Fall 1 und 2 sind in der Tabelle 9 und Tabelle 10 unter Punkt 4.3.2.1 aufgelistet.

In Tabelle 11 sind die, für die Berechnung der Leitungsverluste maßgeblichen Gesamtleitwerte der unterschiedlichen Verteilleitungen in den Fällen 1 – 7 (in einer Übersicht) dargestellt.

4.3.2.5. Berechnung der Bereitstellungsverluste durch WW-Boilerbetrieb (Fall 8)

Der bereits unter Punkt 3.2.1 beschriebenen Fernwärmespeicher verfügt über einen integrierten Boiler, der in ständigem Betrieb 40 Liter Warmwasser mittels Wärmetauscher – kombiniert mit einem Pufferspeicher – auf einer Temperatur von 55°C hält und somit zur sofortigen Nutzung zur Verfügung stellt. Dabei kommt es ebenfalls zu Wärmeverlusten auf Grund der Abkühlung des Warmwassers bzw. des dadurch notwendigen, permanenten Nachheizens des Warmwasserinhalts im Boiler. Der Hersteller des Fernwärmespeichers gibt diesen Bereitschaftsenergieverbrauch des Boiler mit 1,2 kWh/24h bei einem ΔT zwischen Raum- und Warmwassertemperatur von 35 K an.[87] Bei einer Warmwassertemperatur von 55°C und einer normgemäßen Raumtemperatur von 20°C entspricht dieser Wert standardisierten Berechnungsgrundlagen und kommt daher in der Verlustberechnung zu Anwendung. Dieser Berechnungsansatz bedeutet, dass auf ein Jahr hochgerechnet pro Reihenhaus bzw. Wohnung in der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ 438 kWh an Wärme durch den Betrieb eines 40-Liter-Warmwasserboilers verloren gehen.

4.3.2.6. Leitungslängen der Fernwärmeverteilung innerhalb der Wohnhausanlage

Die Leitungslängen der Verteilleitungen im Fall 1 (Erdleitungen, DN50) betragen pro Vor- und Rücklauf je 135 Meter, im Fall 2 (Verteilleitungen in den Kollektorgängen, DN40) betragen die jeweiligen Vor- bzw. Rücklaufleitungslängen 238 Meter. Gemeinsam mit den zusätzlichen 68 Metern (jeweils pro VL und RL) der Verteilleitungen in den unbeheizten Reihenhauskellern (Fall 3, DN40) nehmen diese horizontalen Hauptverteilleitungen (mit Nennweiten von DN50 bzw. DN40) ca. zwei Drittel der insgesamt 686 Meter (pro Vorlauf und Rücklauf) internen Fernwärme-Verteilleitungen ein. Die Stichleitungen zu den einzelnen Reihenhäusern bzw. Wohnungen (Fall 4 und 5) nehmen pro VL bzw. RL eine Länge von 245 Meter. Im Fall 6 und 7 werden ungedämmte Absperrventile, Armaturen und Anschlussteile auf entsprechende Leitungslängen umgelegt, in der Ermittlung der Gesamtleitungslänge werden diese nicht berücksichtigt.

[87] Vgl. KLINGER Fluid Control GmbH & Co KG (Hrsg.) (1998b), Datenblatt

In Summe (VL+RL) verlaufen in der gesamten Wohnhausanlage 1372 Meter fernwärmeführende Rohrleitungen unterschiedlicher Dimensionen und Dämmung. Im Übersichtsplan der Wohnhausanlage in Abbildung 24 sind die Leitungsführungen der Fernwärmeverteilleitungen mit den entsprechenden Längen abgebildet.

4.4. Ermittlung des Heizwärmeverbrauchs mittels Berechnung der Verteilverluste sowie des Warmwasser-Nutzwärmeverbrauchs am Beispiel des Abrechnungsjahres 2004/2005

Am Beispiel des Jahres 2004/2005 werden im folgenden Abschnitt nach Analyse der erhobenen Grunddaten sowie der Ermittlung der notwendigen Vor- und Rücklauftemperaturen die Leitungs- und Bereitstellungsverluste – entsprechend der bereits unter Punkt 4.3 besprochenen Methodik – berechnet. Nach näherer Betrachtung und Zuordnung von rechnerischen Restwärmemengen im Sommerbetrieb und der Ermittlung des Nutzwärmeverbrauchs für Warmwasser wird aus der Summe der gewonnenen Ergebnissen der Heizwärmeverbrauch der Gesamtanlage für das Jahr 2004/2005 ermittelt.

4.4.1. *Analyse der Grunddaten*

In der nachfolgenden Tabelle 12 werden die Grunddaten, wie unter Punkt 4.1.2 bereits erläutert, in Form eines Auszug aus der Gesamtdatentabelle für das ausgewählte Abrechnungsjahr 2004/2005 aufgelistet.

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	21.08.2004	621,849				43.438,910			
2004/2005	25.10.2004	687,924	66,075			51.198,730	7.759,820		
	21.12.2004	818,377	130,453			57.884,780	6.686,050		
	25.02.2005	1.003,394	185,017			66.491,080	8.606,300		
	22.04.2005	1.106,695	103,301	418,771		74.763,230	8.272,150	23.564,500	
	23.06.2005	1.165,463	58,768			82.308,670	7.545,440		
589,568	23.08.2005	1.211,417	45,954		170,797	89.368,220	7.059,550		22.364,810
2004/2005 (Wärmemenge gesamt)				Mittelwert Heizperiode	Mittelwert Sommerbetrieb	Sekundärsystem Fernwärme Mittelwert gesamt [m³]		Mittelwert Heizperiode	Mittelwert Sommerbetrieb
589,568		98,261		418,771	170,797	45.929,310		23.564,500	22.364,810
100,0%				71,0%	29,0%	100,0%		51,3%	48,7%

Tabelle 12: Übersicht Fernwärmeverbrauchsdaten: Abrechnungsjahr 2004/2005

Der daraus zu entnehmende Jahreswärmeverbrauch der gesamten Wohnhausanlage im Abrechnungsjahr 2004/2005 liegt mit 589,6 MWh ca. 3%

über dem zwölfjährigen Durchschnitt von 572,6 MWh (siehe Tabelle 4). Der Wärmeverbrauchsanteil am Jahres-Gesamtwärmeverbrauch während der Winterperiode (71%) liegt etwas unter dem Zwölfjahresmittel von 72,2%, während der Wärmeverbrauchsanteil der Sommerperiode (29%) entsprechend um 1,2% höher liegt als der berechnete 12-Jahres-Durchschnitt von 27,8%.

Umgelegt auf absolute Zahlen wird dabei der höhere Anteil an Mehrverbrauch während der Sommerperiode verzeichnet, der mit 170,8 MWh um mehr als 7% höher liegt als der durchschnittliche Sommerverbrauch (159,2 MWh) in zwölf Jahren. Ursache dafür könnte entweder ein höheren WW-Verbrauch in der Sommerperiode oder zusätzlicher Heizwärmeverbrauch aufgrund kühlerer klimatische Verhältnisse in den Sommer- bzw. Übergangsmonaten sein.

Letztere Überlegung dürfte in diesem Fall zutreffen, da in diesem Abrechnungsjahr der höchste Wärmeverbrauch während des Sommerbetriebs mit 66,1 MWh zwischen dem 21. August und 25. Oktober 2004 gemessen wurde und deutlich über den beiden weiteren 2-Monatsverbrauchswerten der Sommerperiode liegt.

Bei der Betrachtung der Tagesmittelwerte der ZAMG in der Abbildung 28 ist in der

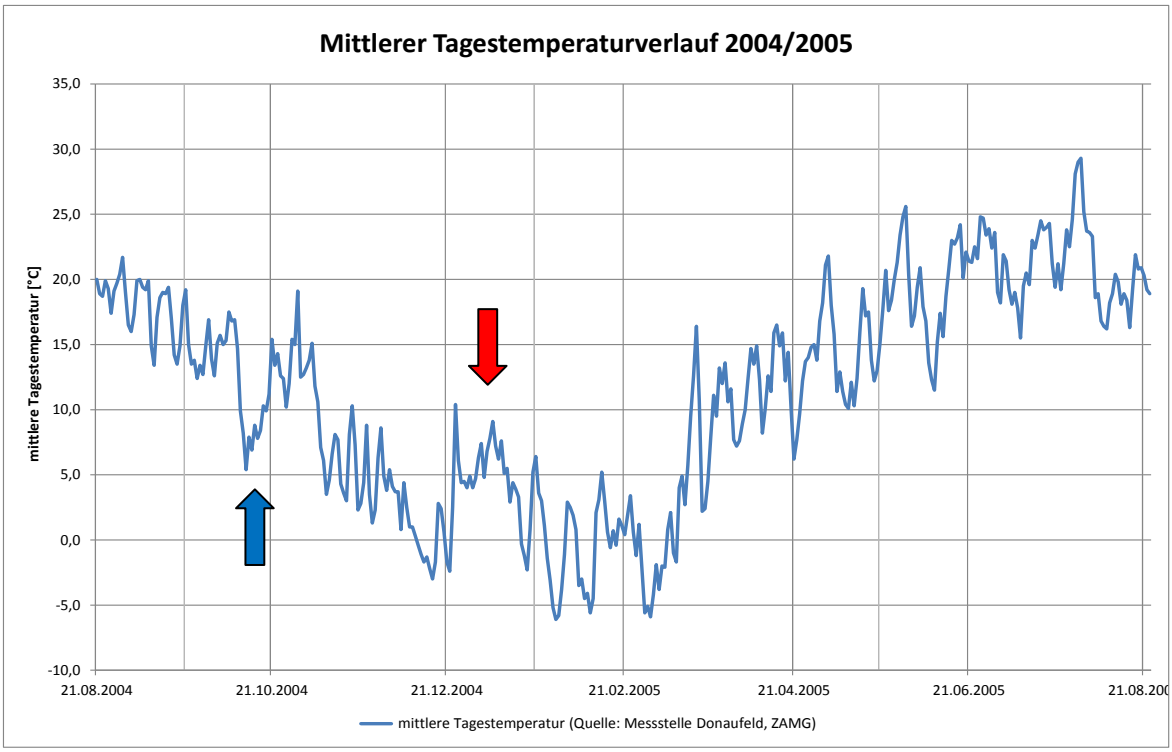


Abbildung 28: Mittlere Tagestemperaturen im Betrachtungsjahr 2004/2005 (Quelle: ZAMG)

zweiten Hälfte des Oktobers 2004 ein Kälteeinbruch zu verzeichnen (mit mittleren Außentemperaturen zwischen 5°C und 10°C), der möglicherweise in der

Wohnhausanlage einen Heizwärmeverbrauch in der Sommerperiode verursachte. Dieser Zeitraum Ende November ist durch einen blauen Pfeil in Abbildung 28 gekennzeichnet. Die Winterperiode (Zeitraum zwischen 25.10.2004 bis 22.04.2005 und in den Tabellen orange hinterlegt)[88] zeigt in den 2-Monatswerten ein den winterlichen Außentemperaturen entsprechendes Bild. Der im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt geringere Wärmeverbrauch in der Heizperiode kann durch den relativ milden Jänner 2005 (visualisiert durch einen roten Pfeil in Abbildung 28) erklärt werden, der mit einer mittleren Monatstemperatur von 2,1°C um fast 1,5°C über dem langjährigen Monatsmittel für Jänner von 0,65°C liegt.[89]

4.4.2. *Ermittlung der Vorlauf- und Rücklauftemperaturen inkl. Spreizung*

In Tabelle 13 wird nun die rechnerische Ermittlung der Vor- und Rücklauftemperaturen in den Fernwärmeverteilleitungen inklusive deren Spreizung – entsprechend den Berechnungsansätzen in Punkt 4.1.2 – nachvollzogen.

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE [MWh]		DURCHFLUSSMENGE [m³]		ΔT (VL-RL)	HGT (16°/19°)	B-Tage	$T_{a\,Mittel}$	T_{VL} ▼EINGABE▼	T_{RL} (T_{VL}-ΔT)
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Stand Wasserzähler	Differenz		Fernwärme	Fernwärme	ZAMG Donaufeld	65°C	max.80°C
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	ΔT = [MWh] : 1000 / m³ . 1,163				VL-Temp.	RL-Temp.
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	▼Ergebnis▼	▼verknüpft▼		▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	▼Ergebnis▼
	21.08.2004	621,849		43.438,910							
2004/2005	25.10.2004	687,924	66,075	51.198,730	7.759,820	7,32	289,40	65	15,22	65,0	57,68
	21.12.2004	818,377	130,453	57.884,780	6.686,050	16,78	802,10	57	5,44	65,4	48,62
	25.02.2005	1.003,394	185,017	66.491,080	8.606,300	18,48	1164,40	66	1,90	67,9	49,44
	22.04.2005	1.106,695	103,301	74.763,230	8.272,150	10,74	697,00	56	7,13	65,0	54,26
	23.06.2005	1.165,463	58,768	82.308,670	7.545,440	6,70	195,00	62	17,16	65,0	58,30
589,568	23.08.2005	1.211,417	45,954	89.368,220	7.059,550	5,60	27,80	61	21,18	65,0	59,40

Tabelle 13: Berechnung mittlere Vorlauf- und Rücklauftemperaturen mit Spreizung 2004/2005

Dabei wird im ersten Schritt die seitens der Fernwärme Wien definierte Vorlauftemperatur T_{VL} in Abhängigkeit der vorhandenen, mittleren Außentemperatur $T_{a\ Mittel}$ berechnet. Während diese in den Sommermonaten der vorgeschriebenen Mindestvorlauftemperatur von 65°C entspricht (siehe auch Abbildung 19), erhöht sich in der Winterperiode die Vorlauftemperatur im 2-Monatsmittel auf einen Wert von max. 67,9°C. Dabei zeigen die gering höheren

[88] Die Definition Sommer- und Winterperiode erfolgt entsprechend Punkt 4.1.2 durch Festlegung von jeweils 3 mal 2-Monatswerten und wird – abhängig von den Wärmezähler-Ablesezeitpunkten der Fernwärme Wien – etwa mit 21. April bis 20.Oktober (Sommer) bzw. 21.Oktober bis 20.April (Winter) festgelegt.

[89] Vgl. BMWFW – Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (2015), URL:http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/klimadatenrechner/Seiten/zurBerechnung.aspx

Vorlauftemperaturen, die in direktem Zusammenhang mit den realen klimatischen Verhältnissen stehen, nochmals den relativ milden Winter 2004/2005.

In weiterer Folge wird die Temperaturdifferenz ΔT zwischen Vorlauf und Rücklauf mit Hilfe der Messwerte des Wärmemengenzählers und des Volumendurchflusszählers entsprechend Punkt 4.1.2 (Wärmemengenberechnung) zurückgerechnet. Die Spreizung ΔT wird demnach als Quotient von der verbrauchten Wärmemenge [MWh] und dem entsprechenden Volumendurchsatz an Heißwasser [m³] sowie der spezifischen Wärmekapazität des Wassers berechnet. Im dritten Schritt werden nun die Rücklauftemperaturen – als Differenz zwischen T_{VL} und ΔT – berechnet.

Die Spreizung ΔT, die als Indikator hinsichtlich Effektivität der Heizungsanlage und deren hydraulische Einregelung gilt, bewegt sich im 2-Monatsmittel während der Heizperiode im Bereich von 10,74 bis zu 18,48 K. Die entsprechenden Rücklauftemperaturen erscheinen im Winterbetrieb 2004/2005 „durchaus gut“ eingeregelt und entsprechen den Auslegungsbedingungen der Fernwärme Wien (Abbildung 19). Im Sommerbetrieb hingegen fallen die Spreizungen wesentlich kleiner aus und weisen im Sommermittel eine durchschnittliche Temperaturdifferenz von ca. 6,5 K auf. Die Tatsache, dass sich hier die mittlere Rücklauftemperatur nur um 58,5°C bewegt, verursacht in der Sommerperiode möglicherweise höhere Leitungsverluste, als vergleichsweise im Winterbetrieb zu erwarten ist.

Mit Hilfe der soeben berechneten Grundparameter (Temperaturen des Trägermediums Fernwärme in Form von Vorlauf- und Rücklauftemperaturen) werden die unter Punkt 4.3.2 bereits beschriebenen Leitungs- und Bereitstellungsverluste für das Jahr 2004/2005 ermittelt und genauer analysiert.

4.4.3. *Berechnung der Leitungs- und Bereitstellungsverluste*

Die Berechnungen der Verteilverluste in den Fernwärmeleitungen sind Voraussetzung für die weitere Ermittlung des gesuchten Heizwärmeverbrauch der gesamten Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“.

Am konkreten Beispiel des Falles 1 (Wärmeverlust in Erdleitungen) wird die Berechnung der Leitungsverluste entsprechend der Methodik laut Punkt 4.3.2.1 nachvollzogen. Die Tabelle 14 gibt dabei einen Überblick über die einzelnen Rechenschritte.

Entsprechend der Wärmestromformel wird in Schritt **A** der Wärmestrom Φ zwischen der betrachteten Vorlauf- bzw. Rücklaufrohrleitung und den einzelnen Umgebungsmedien als Produkt des längenbezogenen thermischen Leitwerts der Rohrleitung – der in Fall 1 mittels Simulation ermittelt wird – mit der Temperaturdifferenz zwischen den beiden Medien berechnet.

						B	C	D	A					
Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		B-Tage	$T_{a,Mittel}$	T_{VL}	T_{RL}	Fall 1	Summe 1	Summe 1	Fall 1: Wärmeverluste Vorlauf VL1			Fall 1: Wärmeverluste Rücklauf RL1		
				▼EINGABE▼	(T_{VL}-ΔT)	lfm	2-Monatswerte	Abrechnungsjahr	$L_{VL,a}$	$L_{VL,GW}$	$L_{VL,RL}$	$L_{RL,a}$	$L_{RL,GW}$	$L_{RL,VL}$
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Fernwärme	ZAMG Donaufeld	65°C	max.80°C	135	Leitungsverluste Fall 1	Leitungsverluste Fall 1	0,1498	0,0841	0,0071	0,1498	0,0841	0,0071
[MWh]				VL-Temp.	RL-Temp.	$\Sigma\Phi_L$*lfm	Σ*h	ausserhalb Geb.	aussen	Grundwasser	RL1	aussen	Grundwasser	VL1
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	▼Ergebnis▼	[W]	[MWh]	[MWh]	$L_{VL,a}$*(T_{VL}-T_a)	$L_{VL,GW}$*(T_{VL}-T_{GW})	$L_{VL,RL}$*(T_{VL}-T_{RL})	$L_{RL,a}$*(T_{RL}-T_a)	$L_{RL,GW}$*(T_{RL}-T_{GW})	$L_{RL,VL}$*(T_{RL}-T_{VL})
	21.08.2004					AnTherm		Sommer/Winter	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]
2004/2005	25.10.2004	65	15,22	65,0	57,68	3008,1	4,69		7,4551	4,5420	0,0520	6,3586	3,9262	-0,0520
	21.12.2004	57	5,44	65,4	48,62	3129,9	4,28		8,9787	4,5755	0,1193	6,4662	3,1643	-0,1193
	25.02.2005	66	1,90	67,9	49,44	3378,9	5,35	Winter:	9,8877	4,7882	0,1314	7,1194	3,2334	-0,1314
	22.04.2005	56	7,13	65,0	54,26	3227,5	4,34	13,972	8,6674	4,5420	0,0763	7,0593	3,6389	-0,0763
	23.06.2005	62	17,16	65,0	58,30	2949,2	4,39	Sommer:	7,1641	4,5420	0,0476	6,1612	3,9788	-0,0476
589,568	23.08.2005	61	21,18	65,0	59,40	2821,6	4,13	13,212	6,5627	4,5420	0,0398	5,7245	4,0713	-0,0398
							27,18	27,18	48,7158	27,5318	0,4665	38,8893	22,0129	-0,4665

Tabelle 14: Berechnung der Verteilverluste in den Fernwärmeleitungen am Beispiel Fall 1

Die größten Wärmeströme von Vorlauf und Rücklauf sind Richtung Außenluft zu verzeichnen. Im Winter sind die Wärmeverluste der Vorlaufleitung (ca. 9,2 W/m) im Mittel um fast 30% höher als im Sommer (ca. 7,1 W/m). Zudem weist die Rücklaufleitung im Winter in Richtung Außenluft (ca. 6,9 W/m) einen 13 % größeren Wärmeverlust im Vergleich zum Sommer (ca. 6,1 W/m) auf.

Zusätzlich ist festzustellen, dass die Wärmeströme Richtung Grundwasser in der Vorlaufleitung über die Sommer- und Winterperiode annähernd gleich hoch bleiben (ca. 4,6 W/m). In der Rücklaufleitung hingegen sind die Verluste Richtung Grundwasser im Sommer um 15% höher (ca. 4,0 W/m) als in der Winterperiode (ca. 3,4 W/m). Dies ist auf die zuvor erwähnte hohe Rücklauftemperatur im Sommer zurückzuführen.

In Schritt **B** werden die einzelnen Wärmeströme – in einem Zwischenschritt zuerst getrennt in Vor- und Rücklauf – aufsummiert und mit ihrer tatsächlichen Leitungslänge (im Fall 1: 135 Meter) multipliziert. Dies ergibt die Wärmeverlustleistung [in W] der betrachteten VL- und RL-Rohrleitung für ihre Gesamtlänge. Im Fall 1 der Erdleitungen DN50 mit 30mm Dämmung bedeutet das einen Wärmeverlust in der Sommerperiode von durchschnittlich 2.926 W, während in der Heizperiode im Mittel 3.245 W an Wärme verloren gehen. Der Gesamtwärmeverlust der betrachteten Fernwärmeleitungen im Abrechnungsjahr 2004/2005 wird in Schritt **C** pro 2-Monatszeitraum ermittelt und in Schritt **D** zusammengeführt. Dabei werden die Wärmeverluste [in W] auf die Dauer [in h] des Betrachtungszeitraums hochgerechnet. Das Ergebnis der Berechnung der Verteilverluste von Vor- und Rücklaufleitungen ergibt im betrachteten Fall 1 einen

Teilwärmeverlust von 27,18 MWh. Dabei belaufen sich die Verluste der Erdleitungen im Winter auf 13,972 MWh, im Sommerbetrieb weisen die Erdleitungen um ca. 6% niedrigere Verluste – in der Höhe von 13,211 MWh – auf. Der Anteil der Wärmeverluste (im Fall 1- Erdleitungen) betragen 4,6% des Gesamtwärmeverbrauchs der Wohnhausanlage.

Die Wärmeverlustberechnung der weiteren Leitungsverlust-Szenarien (Fall 2 – 7) werden mittels der unter Punkt 4.3.2 beschriebenen Methodik der Leitwertberechnung sowie entsprechend dem Berechnungsvorgang im soeben beschriebenen Fall 1 durchgeführt. Dabei werden weitere Umgebungsparameter wie mittlere Raumtemperaturen benötigt, die in Tabelle 15 in einer Übersicht angeführt sind.

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		Umgebungstemperaturen zur Berechnung der Leitungsverluste				
$T_{aMittel}$	T_{VL}	T_{RL}	T_{GW}	$T_{RH\text{-}INNEN}$	$T_{RH\text{-}SCHACHT}$	$T_{RH\text{-}K+KOLL}$
Donaufeld ZAMG	▼verknüpft▼	(T_{VL}-ΔT)	▼verknüpft▼			
(11°C)	min.65°C	lt. Berechnung	11,0°C	23,0°C	28,0°C	12,5°C
lt. Angabe	max.80°C				ÖNORM H 5155	ÖNORM H 5155

Tabelle 15: Umgebungstemperaturen zur Berechnung der Verteilverluste Fall 1-7

In der nachfolgenden Tabelle 16 sind die Berechnungsergebnisse der Leitungsverluste in sämtlichen sieben Verlustszenarien im Abrechnungsjahr 2004/2005 aufgelistet. Dabei werden in den Fällen 1 – 4 und dem Fall 6 Fernwärme-Verteilleitungen betrachtet, die außerhalb der beheizten Gebäudehüllen verlaufen und bei denen Wärmeverluste über das gesamte Abrechnungsjahr verzeichnet werden.

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 6	Fall 1-3	Summe 1-4+6	Summe 1-4+6	Fall 5	Fall 7	Summe 5+7
		lfm	lfm	lfm	lfm	lfm	2-Monatswerte	Abrechnungsjahr	Abrechnungsjahr	lfm	lfm	Abrechnungsjahr
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	135	238	68	82	61,5	Leitungsverluste Fall 1-3	Leitungsverluste Fall 1-4,6	Leitungsverluste Fall 1-4,6	163	41	Leitungsverluste Fall 5+7
[MWh]		$\Sigma\Phi_1$*lfm	$\Sigma\Phi_2$*lfm	$\Sigma\Phi_3$*lfm	$\Sigma\Phi_3$*lfm	$\Sigma\Phi_6$*lfm*h	Σ*h	ausserhalb Geb.	ausserhalb Geb.	$\Sigma\Phi_5$*lfm*h	$\Sigma\Phi_7$*lfm*h	innerhalb Geb.
	▼verknüpft▼	[W]	[W]	[W]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
	21.08.2004	AnTherm	AnTherm		Sommer+Winter	Sommer+Winter	Sommer+Winter	Winterbetrieb	Sommerbetrieb	nur Sommer	nur Sommer	nur Sommer
2004/2005	25.10.2004	3008,1	3558,9	1400,4	2,77	7,63	12,43			6,46	3,19	
	21.12.2004	3129,9	3282,4	1276,3	2,21	6,10	10,52					
	25.02.2005	3378,9	3429,7	1324,3	2,66	7,32	12,88					
	22.04.2005	3227,5	3473,4	1351,5	2,30	6,34	10,82	61,162				
	23.06.2005	2949,2	3572,0	1409,4	2,66	7,32	11,80			6,22	3,06	
589,568	23.08.2005	2821,6	3591,7	1425,1	2,65	7,29	11,48		66,016	6,22	3,06	28,205
					15,25	42,00	69,93	61,162	66,016	18,90	9,31	28,205

Tabelle 16: Berechnung der Verteilverluste in den Fernwärmeleitungen Fall 1-7 (2004 / 2005)

In den Fällen 5 und 7 hingegen verlaufen die Vorlauf- und Rücklaufleitungen innerhalb der konditionierten Gebäude, die zu erwartenden Wärmeverluste in diesen Rohrleitungen treten – wie bereits erwähnt – in Form von unerwünschtem

Wärmeüberschuss ausschließlich in der Sommerperiode auf, im Winterbetrieb werden sie als interne Wärmegewinne dem Heizwärmeverbrauch zugeordnet.
Bei der Analyse der Resultate der einzelnen Wärmeverluste in den Fällen 1-4 und 6 (Leitungen im nicht konditionierten Bereichen) ist eine Tatsache besonders auffällig: Die Wärmeverluste im Sommerbetrieb sind durchwegs höher als die Verteilverluste während der Heizsaison im Winterbetrieb. Auch in Summe stehen die Verteilverluste im Sommer mit 66,016 MWh den mit 61,162 MWh um 8% geringeren Leitungsverlusten im Winter gegenüber. Grund dafür sind die im Sommer geringen Wärmeabnahmen innerhalb der Reihenhausanlage (Nutzwärme für Warmwasserbereitung) und die daraus resultierenden, hohen Rücklauftemperaturen, die eben gerade im Sommerbetrieb die Verteilverluste in die Höhe schnellen lassen.
Weiters ist bei genauerer Betrachtung der Fall 6, in dem die Wärmeverluste durch ungedämmte Absperrventile berechnet werden, von interessanter Bedeutung. Die Gesamtwärmeverluste von 82 Stück ungedämmter Absperrventile inkl. Anschlussteile nehmen ein Drittel der Verteilverluste in den unbeheizten Bereichen ein. Dieser Wärmeverlust der Ventile von insgesamt 42 MWh entspricht einem Anteil von 7% des Gesamtwärmeverbrauchs der Wohnhausanlage. Im Vergleich zum vorher berechneten Wärmeverlust im Fall 1 ist dieser Wärmeverlust der Absperrventile um 50% größer als die Summe der Wärmeverluste in sämtlichen Erdleitungen.
Die rechnerische Ermittlung der Verteilverluste in den Fällen 5 und 7, die nur während der Sommerperiode zu verzeichnen sind, bieten ebenso deutliche Erkenntnisse. Es ist klar zu erkennen, dass wiederum ungedämmte Anschlussteile und Armaturen – wie hier in Fall 7 (ungedämmter Anschlussbereich Fernwärmespeicher) – einen vergleichsweise großen Anteil an Wärmeverlusten aufweist. Die umgerechnet 20% der innerhalb der beheizten Gebäudehüllen verlaufenden Anschlussleitungen (Fall 7) nehmen 33% der Wärmeverluste (9,31 MWh) in diesem Bereich ein. Gemeinsam mit den Wärmeverlusten der Steigleitungen in den Installationsschächten (Fall 5) von 18,9 MWh gehen in den konditionierten Bereichen insgesamt 28,205 MWh Wärme verloren. Diese Verluste entsprechen 4,8% des gemessenen Gesamtwärmeverbrauchs (GWV) im Jahr 2004/2005.
Die rechnerisch ermittelten Verteilverluste in den Fernwärmeleitungen ergeben insgesamt im Sommerbetrieb einen Wärmeverlust von 94,221 MWh (16% des

GWV). Im Winterbetrieb fallen 61,162 MWh (10% des GWV) als Verteilverluste an. In Summe verzeichnet die Wohnhausanlage im Jahr 2004/2005 einen reinen Wärmeverlust ausschließlich in den Verteilleitungen der Fernwärme von 155,38 MWh, was einem Anteil von 26,4% am Gesamtwärmeverbrauch der Wohnhausanlage entspricht.

4.4.4. *Berechnung der Bereitstellungsverluste von TWE-Anlagen*

Der in Punkt 4.3.2.5 beschriebene Bereitschaftsenergieverbrauch durch den Boilerbetrieb (Fall 8) in den dezentralen TWE-Anlagen (Fernwärmespeicher) der einzelnen Wohneinheiten wird in einer weiteren Berechnung zu den bisherigen Leitungswärmeverlusten als zusätzlicher Bereitstellungverlust separat ausgewiesen. Dabei wird der angegebene Wert von 1,2 kWh/24h auf ein mittleres Abrechnungsjahr mit 365 Tagen hochgerechnet. Der notwendige Bereitstellungsenergieverbrauch an Wärme für den Betrieb der 40-Liter-Boilers von 438 kWh pro TWE-Anlage mindert den Wirkungsgrad der Fernwärmespeicher über das gesamte Jahr auf 80,7%.[90] In weiterer Folge wird dieser Energieverbrauch in der Gesamtwärmebilanz als Wärmeverlust gerechnet. Für die gesamte Anlage mit 41 dezentralen TWE-Anlagen betragen die Bereitstellungsverluste jeweils pro Sommer- bzw. Winterperiode 8,98 MWh. In Summe bedeutet der ganzjährige Bereitstellungsbetrieb der 41 Warmwasser-Boiler einen Wärmeverbrauch von 17,96 MWh und somit einen zusätzlichen, jährlichen Wärmeverlust von 3,0% des Gesamtwärmeverbrauchs der Wohnhausanlage.

4.4.5. *Analyse der Wärmeverluste im Sommerbetrieb*

Bei der Analyse der rein rechnerisch ermittelten Wärmemengenaufteilung in Wärmeverluste und Nutzwärme ist es von besonderer Bedeutung den Wärmeverlust im Sommerbetrieb, der laut erster Abschätzung unter Punkt 4.2 drei Viertel des gesamten Wärmeverbrauchs im Sommer einnimmt, genauer zu betrachten. Die ursprüngliche Annahme, dass während der sechsmonatigen

[90] Der Wärmeaufwand zur Warmwasserbereitung setzt sich 2004/2005 aus der berechneten reinen Nutzenergie für Warmwasser von 75,14 MWh und dem Bereitschaftsenergieverbrauch von 17,96 MWh zusammen. In Summe wird für die WW-Bereitung 93,10 MWh Wärme verbraucht. Die Verluste durch die Bereitstellungsenergie von 19,3% des Gesamtaufwandes ergeben folglich einen Wirkungsgrad der TWE-Anlagen über das Gesamtjahr gesehen von 80,7%. Die entsprechenden, anteiligen Verteilverluste der Fernwärmeleitungen zur Versorgung der TWE-Anlagen sind in dieser Wirkungsgradberechnung nicht berücksichtigt.

Sommerperiode (zwischen 23.04. und 25.10.) kein Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung zu erwarten ist, erweist sich bei der Summierung der einzelnen berechneten Wärmeverluste in den unterschiedlichen Szenarien als nicht ganz richtig. Bei genauerer Betrachtung –am Beispiel des Jahres 2004/2005 – stellt sich heraus, dass im Sommer die Summe aller in berechneten Leitungs- und Bereitstellungsverluste inklusive des Nutzwärmeverbrauchs für die Warmwasserbereitung nur 82,4% der gemessenen 100% Wärmeverbrauch der Sommerperiode abdeckt. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 17 gezeigt.

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:		SOMMERBETRIEB		
	im Gebäude (1/4 d. Leitungslängen):	170,797		
	außerhalb der Gebäude (3/4 d. Leitungen):	% zu Sommer betrieb		
Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung				
2004 / 2005	im Gebäude (1/4 d. Leitungen):	16,5%	+8,8%	= 15,01 MWh
	außerhalb der Gebäude (3/4 d. Leitungen):	38,7%		
	Leitungsverluste gesamt:	55,2%	+8,8%	= 15,01 MWh
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr	5,3%		
	Warmwasseraufbereitung gesamt:	22,0%		
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		+8,8%	= 15,01 MWh
	Gesamtwärmeverbrauch:	82,4%	17,6%	
		100,0%		

5.302,10	... m²BGF Gesamtanlage		
entspr. 2,83	kWh/m²BGF Energieverbrauch für Heizung		
17,6%	... offener REST ...	= 30,03 MWh	
5,1%	zu Gesamt-HWV	15,01	15,01

Tabelle 17: Betrachtung der Gesamtwärmeverteilung im Sommerbetrieb 2004/2005

Bei dem offenen Rest von 17,6% bzw. 30,03 MWh handelt es sich um einen bisweilen unbestimmten Wärmeverbrauchs-“Mix“, der in unterschiedlichen Teilen den jeweiligen Nutzungen bzw. den Verlusten zugeordnet werden kann. Dabei ist ein Teil davon nachweislich als Mehrheizaufwand durch Heizen im Sommerbetrieb zu definieren. Gestützt durch Ergebnisse aus den Simulationen zur Berechnung des Heizwärmebedarfs, die unter anderem die Dauer der unter Norm- bzw. Realbedingungen zu erwartenden Heizperioden beinhalten, kann davon ausgegangen werden, dass im Mittel 50% der verbleibenden Wärmemenge einem tatsächlichen Heizbetrieb hauptsächlich im Oktober zuzuordnen ist.[91]

Dieser Mehraufwand an Heizwärme von durchschnittlich 15,01 MWh entspricht umgerechnet einem zusätzlichen spezifischen HWV_{BGF} in der Sommerperiode von 2,83 kWh/m²$_{BGF}$a.

In nachfolgender Abbildung 29 sind dazu die mittels Simulation ermittelten Heizperioden (in Abhängigkeit von der Solltemperatur) der, in dieser Arbeit durch die Messzeiträume der Fernwärme vordefinierten Heizperiode gegenübergestellt.

[91] Bei der Simulation des langjährigen, mittleren HWB mittels EuroWAEBED mit einer mittleren Solltemperatur von 23°C wurde am repräsentativen Beispiel des Haustyps A (Mittelhaus und Randhaus) eine mittlere Heizperiode von 01.10. bis 25.04. berechnet. Das bedeutet eine rechnerische Verlängerung der Heizperiode um fast 3,5 Wochen.

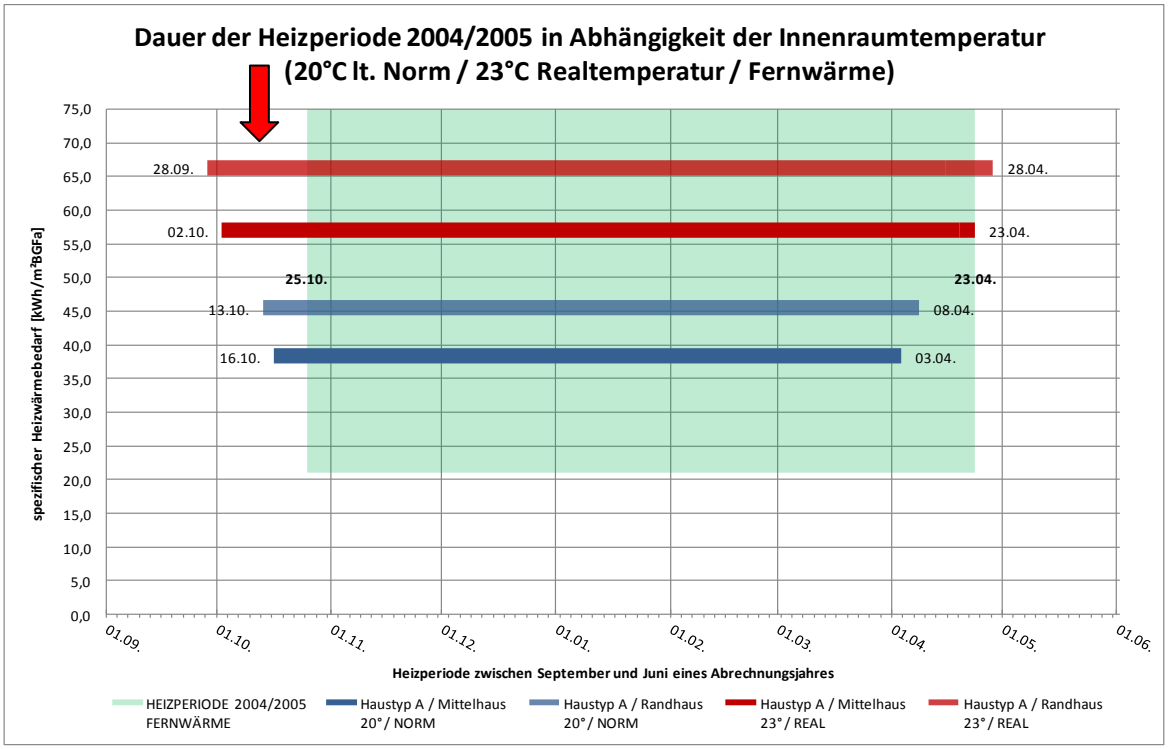


Abbildung 29: Mittlere Heizperiode in Abhängigkeit der Solltemperatur (Haustyp A)

Angelehnt an Ergebnisse des Forschungsprojekts Evaluation der SOLARCITY[92] bewegt sich die Genauigkeit der Abschätzung des tatsächlichen Heizwärmeverbrauchs in der Sommersaison innerhalb des berechneten Restwärmespektrums im Bereich von +/- 2,5 kWh/m²$_{BGF}$a.

Zusätzlich können demnach auch noch saisonale Schwankungen im Warmwasserverbrauch und der damit unmittelbar verbundene Nutzwärmeaufwand diesen Restwärmebetrag geringfügig beeinflussen. Auf Grund der Annahme, dass der Warmwasserverbrauch über das Jahr regelmäßig verteilt ist, werden in diesem Berechnungsmodell diese eher geringen Unregelmäßigkeiten nicht explizit berücksichtigt. Ein eventueller Mehraufwand an Wärme für Warmwasserbereitung im Sommer würde außerdem einen rechnerischen Minderaufwand in der Winterperiode nach sich ziehen und umgekehrt. Die Konsequenz daraus wäre eine Umschichtung dieser Minder- bzw. Mehrwärmeeinträge zugunsten bzw. zu Lasten des Heizwärmeverbrauchs. Die Gesamtjahresbilanz würde sich zwar in der Bewertung der einzelnen Verbrauchskomponenten leicht innerhalb des Nutzwärmeverbrauchs verschieben, sich aber nicht wesentlich in der Gesamtaufstellung von Nutzwärmeverbrauch zu Wärmeverluste ändern.

[92] Vgl. TREBERSPURG, M. et al. (2010b), S.25f

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:			Heizperiode	Sommerbetrieb		SOMMERBETRIEB		
	im Gebäude (1/4 d. Leitungslängen):		nein	ja		170,797		
	außerhalb der Gebäude (3/4 d. Leitungen):		ja	ja		% zu		
Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung		Leitungsverluste - BERECHNUNG				Sommer		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	*) = 28,21	betrieb		
2004 / 2005	im Gebäude (1/4 d. Leitungen):	7,3%	-	43,22*)	+ 15,01	16,5%	+8,8%	= 15,01 MWh
	außerhalb der Gebäude (3/4 d. Leitungen):	21,6%	61,16	66,02		38,7%		
	Leitungsverluste gesamt:	170,40 MWh		28,9%	inkl. 15,01	55,2%	+8,8%	= 15,01 MWh
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr	17,96 MWh		3,0%		5,3%		
	Warmwasseraufbereitung gesamt:	75,14 MWh		12,7%		22,0%		
	Heizwärmeverbrauch gesamt:	326,07 MWh		55,3%	inkl. 15,01		+8,8%	= 15,01 MWh
	Gesamtwärmeverbrauch:	589,57 MWh		100,0%	<<<	82,4%	17,6%	
				*) = 28,21 + 15,01 MWh		100,0%		

Tabelle 18: Wärmeverteilung in der Wohnhausanlage 2004/2005 (Verluste und Nutzwärme)

Der – neben dem soeben besprochenen Heizanteil – verbleibende zweite Teil der Restwärme im Sommer (mittlerer Anteil von 50% und somit 15,01 MWh) geht in den Heizkreisen und durch die Fernwärmespeicher innerhalb der Wohneinheiten verloren. In Tabelle 18 ist die Splittung der sommerliche Restwärme dargestellt. Neben den dezentralen TWE-Anlagen, die in Folge der Wärmeabstrahlung (auch im Hochsommer) als Dauerheizkörper fungieren, drückt aus hydraulischen Gründen permanent Heißwasser der Fernwärme in die vorhandenen Heizkreise der einzelnen Geschoße und verursacht unmittelbar in den ersten Metern der Verteilleitungen unerwünschte Heizeffekte in den Fussböden. Diese beiden Heizeffekte sind technisch bedingt und können nicht unterbunden werden.

Ergänzend dazu kommt auch noch das Nutzerverhalten, das auch oft für entsprechende Wärmeverluste verantwortlich ist: Erfahrungsgemäß werden während der Sommersaison seitens der Nutzer die Thermostatventile an den Radiatoren nicht abgedreht. Durch unkontrolliertes, permanentes Lüften (besonders nachts oder in der Übergangszeit) wird dadurch oft auch im Sommer das Auskühlen der Räume und somit ein zusätzlicher Heizwärmeverbrauch verursacht. Im gegenständlichen Berechnungsmodell werden diese Wärmemengen von 15,01 MWh den bereits berechneten internen Wärmeverlusten von 28,21 MWh hinzugerechnet und ergeben somit einen Wärmeverlust innerhalb der konditionierten Gebäude von 43,22 MWh.

4.4.6. *Ermittlung des Heizwärmeverbrauchs und der Wärmebilanz 2004/2005*

Nach der Betrachtung der Sommerperiode und die entsprechende Zuteilung der restlichen Wärmemengen auf Verluste und Heizwärmeverbrauch ergibt sich in der abschließenden Wärmebilanz der gesamten Wohnhausanlage, die in Tabelle 19 für das Jahr 2004/2005 abgebildet ist, folgendes Bild:

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"	WINTERBETRIEB			GESAMT	SOMMERBETRIEB			
Berechnungszeitraum: 2004 / 2005	% zu Winter betrieb	Wärmeverbrauch Winterbetrieb	% zu Gesamt WV	Gesamt Wärmeverbrauch Anteile MWh	% zu Gesamt WV	Wärmeverbrauch Sommerbetrieb	% zu Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude	0,0%	0,00 MWh	0,0%	43,22 MWh	7,3%	28,21 MWh + 15,01 MWh	16,5%	+8,8%
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude	14,6%	61,16 MWh	10,4%	127,18 MWh	11,2%	66,02 MWh	38,7%	
Summe Wärmeverluste	14,6%	61,16 MWh	10,4%	170,40 MWh	18,5%	109,23 MWh	55,2%	+8,8%
Bereitstellungsverluste WW-Boiler	2,1%	8,98 MWh	1,5%	17,96 MWh	1,5%	8,98 MWh	5,3%	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung	9,0%	37,57 MWh	6,4%	75,14 MWh	6,4%	37,57 MWh	22,0%	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung	74,3%	311,06 MWh	52,8%	326,07 MWh	2,5%	15,01 MWh		+8,8%
							82,4%	+17,6%
	100,0%	418,77 MWh	71,0%		29,0%	170,80 MWh	100,0%	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB	418,77 MWh		589,57 MWh		170,80 MWh			
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage	589,57 MWh							

Tabelle 19: Wärmebilanz der Wohnhausanlage 2004/2005 (WINTER - GESAMT - SOMMER)

Die Verteilverluste außerhalb der konditionierten Gebäude (127,18 MWh) weisen gemeinsam mit den internen Leitungsverlusten (43,22 MWh) einen Wärmeverlust durch FW-Verteilleitungen von insgesamt 170,40 MWh auf. Zusammen mit den Bereitstellungsverlusten durch den Boilerbetrieb in den Fernwärmespeichern von 17,96 MWh beträgt im Jahr 2004/2005 der Gesamtwärmeverlust 188,36 MWh. Insgesamt entsprechen die Gesamtverteilverluste 31,9% von der gelieferten Gesamtwärmemenge der Wohnhausanlage. Der Nutzwärmeverbrauch für die Warmwasserbereitung in den dezentralen TWE-Anlagen in der Höhe von 75,14 MWh entspricht einem Anteil am Gesamtwärmeverbrauch von 12,7%.

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	21.08.2004	621,849				43.438,910			
2004/2005	25.10.2004	687,924	66,075			51.198,730	7.759,820		
	21.12.2004	818,377	130,453			57.884,780	6.686,050		
	25.02.2005	1.003,394	185,017			66.491,080	8.606,300		
	22.04.2005	1.106,695	103,301	418,771		74.763,230	8.272,150	23.564,500	
	23.06.2005	1.165,463	58,768			82.308,670	7.545,440		
589,568	23.08.2005	1.211,417	45,954		170,797	89.368,220	7.059,550		22.364,810
2004/2005 (Wärmemenge gesamt)				Mittelwert Heizperiode	Mittelwert Sommerbetrieb	Sekundärsystem Fernwärme Mittelwert gesamt [m³]		Mittelwert Heizperiode	Mittelwert Sommerbetrieb
589,568		98,261		418,771	170,797	45.929,310		23.564,500	22.364,810
100,0%				71,0%	29,0%	100,0%		51,3%	48,7%
durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :									
Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4				Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (3/4)	LV Sommer (4/4)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>				(170,80)	(170,80)	99,92	133,23	1.435,75 m³	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>				37,57	37,57	(23,9%)	(78,0%)	37,57 MWh	37,57 MWh
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>				(9,0%)	(22,0%)			entspr.= 75,14 MWh	
Bereitstellungs-/Leitungsverluste:				Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
im Gebäude (1/4 d. Leitungslängen):				nein	ja	(gering gedämmte Rohrleitungen)		nein	ja
außerhalb der Gebäude (3/4 d. Leitungen):				ja	ja	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		ja	ja
Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung				Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			Leitungsverluste - BERECHNUNG		
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2004 / 2005	im Gebäude (1/4 d. Leitungen):	Gewinne...(+)		(+) 33,31	(-) 133,23		7,3%	-	43,22
	außerhalb der Gebäude (3/4 d. Leitungen):			(-) 99,92			21,6%	61,16	66,02
	Leitungsverluste gesamt:			233,15 MWh		39,5%		170,40 MWh	28,9%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr							17,96 MWh	3,0%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:			75,14 MWh		12,7%		75,14 MWh	12,7%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:			281,28 MWh		47,7%		326,07 MWh	55,3%
	Gesamtwärmeverbrauch:			589,57 MWh		100,0%		589,57 MWh	100,0%

Tabelle 20: Datenblatt Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“, Abrechnungsjahr 2004/2005

Der gesuchte Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung (Heizwärmeverbrauch) des Jahres 2004/2005 beträgt 326,07 MWh und nimmt im Vergleich zur gemessenen Gesamtwärmemenge der Anlage (589,57 MWh) einen Anteil von 55,3% ein.

In Tabelle 20 werden die Eingabedaten, die Erstabschätzung sowie die Ergebnisse der Berechnungen hinsichtlich Gesamtwärmeverluste durch Fernwärmeverteilung, Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung sowie des gesuchten Heizwärmeverbrauchs der gesamten Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ nochmals in einer Gesamtaufstellung für das Abrechnungsjahr 2004/2005 zusammengefasst.

4.4.7. *Wärmebilanzen der Einzeljahre (Übersicht 1998 – 2010)*

Entsprechend dem soeben dargestellten Berechnungsmodell werden für sämtliche zwölf Abrechnungsjahre im Beobachtungszeitraum von 1998 bis 2010 die jeweiligen Heizwärmeverbrauchswerte unter Berücksichtigung der anfallenden Leitungs- und Bereitstellungsverlusten sowie der WW-Bereitung ermittelt.

In Abbildung 30 werden diese Ergebnisse der Heizwärmeverbrauchsberechnung (B) zusammen mit der vorangegangenen Erstabschätzung (A) abgebildet.

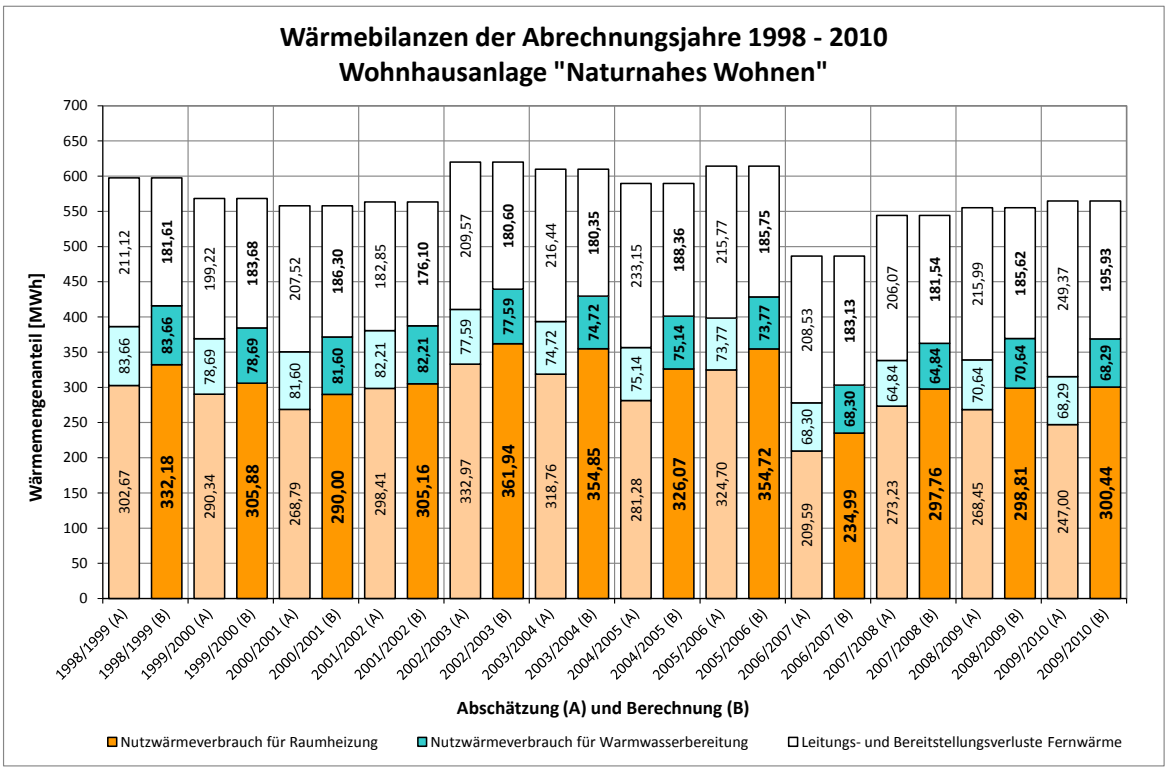


Abbildung 30: Wärmebilanzen der Einzeljahre 1998 - 2010 (Abschätzung und Berechnung)

Dabei ist deutlich erkennbar, dass die Grobabschätzung (A) bereits relativ genaue Ergebnisse in den Einzeljahres-Wärmebilanzen zeigt und diese durch die detaillierte Betrachtung zusätzlich untermauert wird.
Die zugehörigen Daten- bzw. Übersichtsblätter (entsprechend Tabelle 19 und Tabelle 20) sind dem Anhang A.2 beigefügt.

4.5. WÄRMEBILANZ DER WOHNHAUSANLAGE „NATURNAHES WOHNEN“ 1998 – 2010

Auf Basis der erhobenen Verbrauchsdaten der Fernwärme Wien können nun die generierten Ergebnisse für die Auswertung der Wärmebilanzen herangezogen werden. Im Unterschied zur Berechnungsmethodik des Heizwärmebedarfs[93] wird hier bei den berechneten Wärmebilanzen jedoch die reine Nutzenergie – für Raumheizung und Warmwasserbereitung – betrachtet, die den Reihenhäusern und Wohnungen über das ganze Jahr zugeführt wird. Die dargestellten Wärmeverluste beziehen sich rein auf die Fernwärmeverteilung und -umwandlung innerhalb der Wohnhausanlage und beinhalten die Berechnungsergebnisse sowohl der Verteilverluste außerhalb der beheizten Gebäude als auch die der Leitungs- und Bereitstellungsverluste innerhalb der konditionierten Gebäudehüllen.

4.5.1. *Wärmebilanz der Gesamtanlage (Nutzwärme und Verteilverluste)*

Für die Wärmebilanz der Gesamtanlage wurde das Berechnungsmodell, wie in Punkt 4.4 am Beispiel des Jahres 2004/2005 beschrieben, für sämtliche zwölf Abrechnungsjahre (von 1998/1999 bis einschließlich 2009/2010) angewandt und für den Gesamtzeitraum von 1998 – 2010 in Tabelle 22 und Tabelle 23 zusammengefasst. Die Mittelwerte der einzelnen Berechnungsergebnisse über einen Zeitraum von 12 Jahren spiegeln darin die langjährige Energieperformance der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ hinsichtlich Nutzenergieverbrauch für Raumheizung, Warmwasserbereitung sowie der anlageninternen Verteilverluste der Fernwärmeversorgung wider.
In Tabelle 21 wird zunächst jedoch das Thema Heizenergieverbrauch im Sommer im Speziellen für die langjährige Betrachtung nochmals aufgegriffen und kurz

[93] Der Heizwärmebedarf eines Gebäudes wird grundsätzlich mittels der Wärmebilanzgleichung $Q_H = Q_T + Q_V - \eta \cdot (Q_I + Q_S)$ berechnet, in der neben den Transmissionswärmeverlusten (durch Wärmeleitung) auch die Wärmeverluste durch Lüftung sowie solare und interne Wärmegewinne (Personen und Geräte) berücksichtigt werden.

analysiert. Im langjährigen Schnitt der zwölf Sommerperioden beträgt die rechnerisch ermittelte Restwärmemenge 19,5 MWh, die zu gleichen Teilen dem tatsächlichen Heizwärmeverbrauch und den Wärmeverlusten zugeteilt wird. Die Größenordnung dieser Teilwärmemengen beläuft sich im Schnitt auf jeweils 1,7% des Gesamtwärmeaufwand der Wohnhausanlage. Im Verlauf des Beobachtungszeitraums von 1998 bis 2010 können bei der Berechnung dieser nicht eindeutig zuordenbaren Restwärmemengen in den Sommerperioden Schwankungen zwischen einem Minimum von 3,03 MWh im Jahr 2001/2002 und einem Maximum von 31,49 MWh im Jahr 2009/2010 festgestellt werden.

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:		SOMMERBETRIEB					
	im Gebäude (1/4 d. Leitungslängen):	159,171					
	außerhalb der Gebäude (3/4 d. Leitungen):	% zu					
Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung		Sommer betrieb					
1998-2010	im Gebäude (1/4 d. Leitungen):	17,6%	+6,1%	= 9,75 MWh			
	außerhalb der Gebäude (3/4 d. Leitungen):	41,0%					
	Leitungsverluste gesamt:	58,6%	+6,1%	= 9,75 MWh			
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr	5,6%					
	Warmwasseraufbereitung gesamt:	23,5%			5.302,10	… m²BGF Gesamtanlage	
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		+6,1%	= 9,75 MWh	1,84	kWh/m²BGF Energieverbrauch für Heizung	
	Gesamtwärmeverbrauch:	87,8%	12,2%		12,2%	… offener REST …	= 19,50 MWh
		100,0%			3,4%	zu Gesamt-HWV	9,75 / 9,75

Tabelle 21: Betrachtung der Gesamtwärmeverteilung im Sommerbetrieb 1998 - 2010

Im Vergleich zum jeweiligen Jahreswärmeverbrauch der Gesamtanlage nehmen diese Restwärmemengen einen Anteil zwischen 0,5 % und 5,6% ein. Dabei sind nachweislich die klimatischen Verhältnisse im jeweiligen Sommerbetrieb die Hauptindikatoren dafür, ob – und wenn ja, in welcher Größenordnung – sich diese Wärmemengen einer Wärmenutzung für Raumheizung zuordnen lassen. Die indirekte Wechselwirkung zwischen den Wärmeverlusten außerhalb der Gebäude und inneren Wärmegewinnen im Sommerbetrieb spielt dabei eine zusätzliche Rolle und lässt keine eindeutige anteilsmäßige Zuordnung dieser Restwärmemenge zu.[94] Aus diesem Grund werden diese Wärmemengen jeweils zur Hälfte der Heizwärme bzw. den internen Verteilverlusten zugeordnet.

Die anschließende Aufstellung der Wärmebilanz in Tabelle 22 sowie das Datenblatt der betrachteten Wohnhausanlage in Tabelle 23 fassen nochmals die

[94] Entsteht im Sommer auf Grund kühler Außentemperaturen ein kurzfristiger Bedarf an Heizwärme steigen einerseits die Verluste außerhalb der Gebäude (durch ein kälteres Umfeld), innerhalb der Gebäude müsste aber gleichzeitig aus den rechnerischen Verteilverlusten ein aliquoter Anteil als Wärmegewinne dem Heizwärmeverbrauch zugeschrieben werden. Diese Situation würde dann zu Gunsten geringerer Verteilverluste einen höheren Heizwärmeverbrauch bewirken.
Diese theoretischen Umschichtungen in der Zuteilung der Nutzwärme im Sommer-Heizfall werden hier in der verbleibenden Restwärmemenge, die den rechnerischen Puffer bildet, abgefangen.

wichtigsten Berechnungsschritte zusammen und zeigen in einem Überblick die entsprechend der beschriebener Berechnungsmethodik ermittelten Ergebnisse:

Die Wärmebilanzaufstellung zeigt einen mittleren **Gesamtwärmeverbrauch** (GWV) der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ zwischen 1998 und 2010 von durchschnittlich **572,60 MWh**.

Die Summe der Leitungs- bzw. Verteilverluste innerhalb der gesamten Wohnhausanlage beträgt laut den durchgeführten Berechnungen 29% des mittleren Gesamtwärmeverbrauchs. Dabei nehmen die Verluste im Sommerbetrieb mit 18,0% des GWV einen Anteil von über 62% vom sommerlichen Wärmeverlust ein. Im Sommerbetrieb sind die externen Verluste zwar annähernd gleich groß (11,4% des GWV) wie im Winter (11,0% des GWV), die zusätzlichen internen Wärmeverluste von 6,6% des GWV erklären die hohen Sommerverluste. In Summe betragen die durchschnittlichen Wärmeverluste durch zentrale Fernwärmeversorgung 166,12 MWh.

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		WINTERBETRIEB			GESAMT	SOMMERBETRIEB			
Berechnungszeitraum:	1998-2010	% zu Winter betrieb	Wärmeverbrauch Winterbetrieb	% zu GWV	Gesamt Wärmeverbrauch Anteile MWh	% zu GWV	Wärmeverbrauch Sommerbetrieb	% zu Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*37,78 MWh*	*6,6%*	*37,78 MWh *)*	*17,6%*	*+6,1%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*15,3%*	*63,15 MWh*	*11,0%*	*128,34 MWh*	*11,4%*	*65,19 MWh*	*41,0%*	
Summe Wärmeverluste		15,3%	63,15 MWh	11,0%	166,12 MWh	18,0%	102,97 MWh	58,6%	+6,1%
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		2,2%	8,98 MWh	1,6%	17,96 MWh	1,6%	8,98 MWh	5,6%	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		9,1%	37,48 MWh	6,5%	74,95 MWh	6,5%	37,48 MWh	23,5%	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		73,5%	303,82 MWh	53,1%	313,57 MWh	1,7%	9,75 MWh		+6,1%
								87,8%	+12,2%
		100,0%	413,43 MWh	72,2%		27,8%	159,17 MWh	100,0%	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		413,43 MWh		572,60 MWh			159,17 MWh		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		572,60 MWh							
Die angegebenen Werte beruhen auf Berechnungen langjähriger Mittelwerte über einen Berechnungszeitraum von 12 Jahren (1998 - 2010)								*) = 28,03 + 9,75 MWh	

Tabelle 22: Wärmebilanz der Wohnhausanlage, langjährige Mittelwerte 1998 - 2010

Gemeinsam mit den Bereitstellungsverlusten durch den Boilerbetrieb in den dezentralen Fernwärmespeichern der Reihenhäuser bzw. Wohnungen von 17,96 MWh pro Jahr (das sind 3,1% des GWV) verzeichnet die Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ einen mittleren **Gesamtwärmeverlust** von **184,08 MWh**, das entspricht einem Anteil von **32,1%** an der für die Wohnhausanlage gelieferten Gesamtwärmemenge von 572,60 MWh.

Der Warmwasserverbrauch in der Wohnhausanlage bewegt sich mengenmäßig in den Jahren 1998 – 2010 im Bereich von 1.238,9 m³ (min.) bis 1.598,6 m³ (max.).

Mit einem durchschnittlichen Warmwasserverbrauch der Gesamtanlage von 1.432,17 m³ pro Abrechnungsjahr beträgt der **Nutzwärmeverbrauch für**

Warmwasserbereitung 74,95 MWh. Dies entspricht **13,1%** des gemessenen Gesamtwärmeverbrauchs der Wohnhausanlage.

Der **Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung** nimmt mit **54,8%** des Gesamtwärmeverbrauchs den größten Teil des Wärmeverbrauchs der Wohnhausanlage ein.

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
WÄRMEBILANZ 1998-2010 (langjähriger Durchschnitt)				Mittelwert Heizperiode	Mittelwert Sommerbetrieb	Sekundärsystem Fernwärme Mittelwert gesamt [m³]		Mittelwert Heizperiode	Mittelwert Sommerbetrieb
572,600				413,429	159,171	54.197,322		27.954,054	26.243,268
100,0%				72,2%	27,8%	100,0%		51,6%	48,4%
durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Abrechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :									
Annahme: WW-V_Sommerbetrieb = WW-V_Heizperiode				Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (3/4)	LV Sommer (4/4)	Mittelwert WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>				*(159,17)*	*(159,17)*	*91,27*	*121,69*	1.432,17 m³	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>				*37,48*	*37,48*	*(22,1%)*	*(76,5%)*	*37,48 MWh*	*37,48 MWh*
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>				*(9,1%)*	*(23,5%)*			*entspr.= 74,95 MWh*	
Bereitstellungs-/Leitungsverluste:				Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
im Gebäude (1/4 d. Leitungslängen):				nein	ja	(gering gedämmte Rohrleitungen)		nein	ja
außerhalb der Gebäude (3/4 d. Leitungen):				ja	ja	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		ja	ja
Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung				Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung	% zu GWV	Heizperiode	Sommerbetrieb
1998-2010	im Gebäude (1/4 d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*		*(+) 30,42*	*(-) 121,69*		*6,6%*	-	*37,78*
	außerhalb der Gebäude (3/4 d. Leitungen):			*(-) 91,27*			*22,4%*	*63,15*	*65,19*
	Leitungsverluste gesamt:			*212,97 MWh*		*37,2%*	*166,12 MWh*		*29,0%*
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr						*17,96 MWh*		*3,1%*
	Warmwasseraufbereitung gesamt:			*74,95 MWh*		*13,1%*	*74,95 MWh*		*13,1%*
	Heizwärmeverbrauch gesamt:			*284,68 MWh*		*49,7%*	*313,57 MWh*		*54,8%*
	Gesamtwärmeverbrauch:			*572,60 MWh*		*100,0%*	*572,60 MWh*		*100,0%*

Tabelle 23: Datenblatt Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ Mittelwerte 1998 - 2010 Berechnung der Nutzwärme für Raumheizung, Warmwasserbereitung sowie Wärmeverluste

Insgesamt verzeichnet die Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ einen mittleren **Heizwärmeverbrauch** von **313,57 MWh** pro Jahr.

Umgerechnet bedeutet dieser Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung – bei einer Bruttogrundfläche der Gesamtanlage von 5.302,10 m² – einen spezifischen Heizwärmeverbrauch von 59,14 kWh/m²$_{BGF}$a.

Zum Abschluss wird in Abbildung 31 die Gesamtwärmebilanz der Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“, mit gemittelten Heizwärmeverbrauchswerten (über zwölf Jahre Beobachtungszeitraum) und gesplittet in Sommerbetrieb und Winterbetrieb sowie in einer Ganzjahresübersicht dargestellt. Bei den Wärmebilanzen werden die gelieferte Endenergie an Fernwärme dem Nutzenergieverbrauch für Raumheizung und Warmwasser, sowie den vorhandenen Wärmeverlusten gegenübergestellt. Dabei werden die Berechnungsergebnisse der vorangegangenen Tabellen nochmals zusammengefasst.

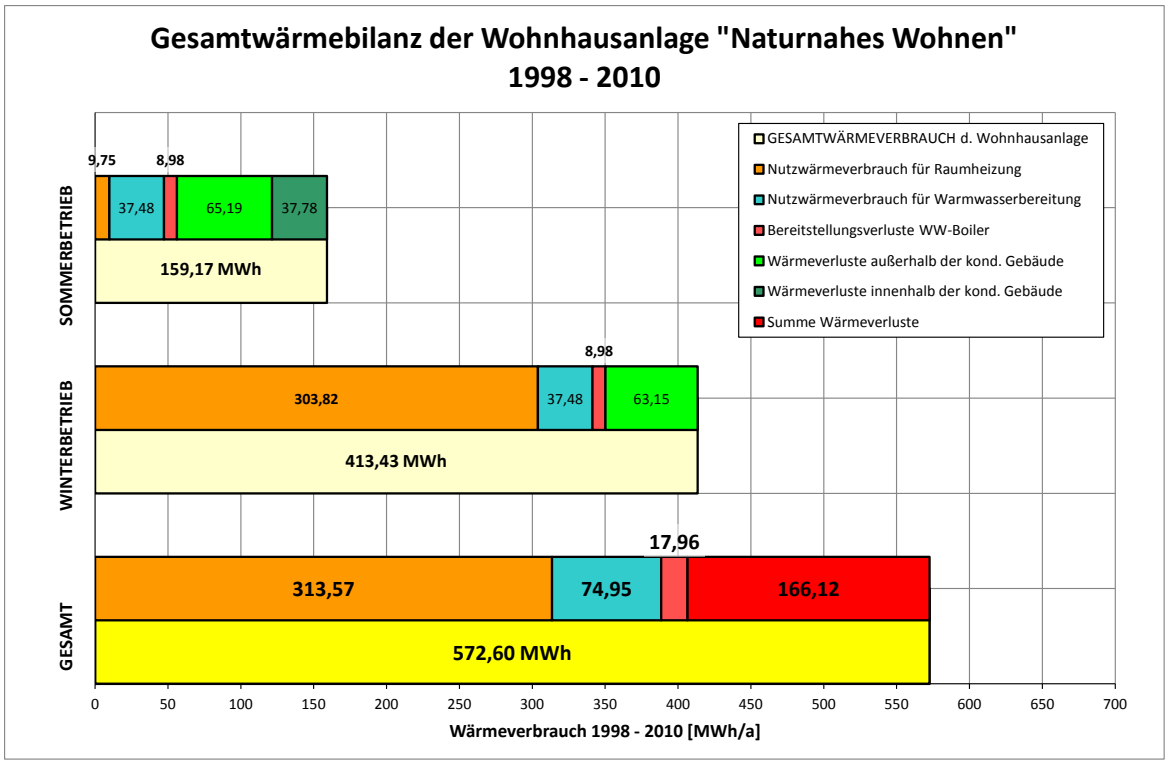


Abbildung 31: Gesamtwärmebilanz der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ 1998 - 2010

4.5.2. *Heizwärmeverbrauch der einzelnen Haustypen*

Das vorangegangene Berechnungsergebnis des mittleren, spezifischen Heizwärmeverbrauchs (HWV_{BGF}) bezogen auf die Bezugsgröße der Bruttogrundfläche (BGF) wird in der Tabelle 24 auf die einzelnen Haustypen umgerechnet und zeigt in einem ersten Schritt einen durchschnittlich zu erwartenden Heizwärmeverbrauch in den jeweiligen Haustypen und Wohnungen.

	Haustyp A		**Haustyp B**	**Haustyp C**	**Typ D**
Stiege / Reihe	Stg. 2+3	Stg. 4	Stg. 5+6	Stg. 7,8+9	Stg.1 (Whg.)
BGF [m²]	129,32	124,28	163,40	150,45	74,02
HWV_{BGF}	59,14 kWh/m²$_{BGF}$				
HWV [kWh/a]	7.648,0	7.349,9	9.663,5	8.897,6	4.377,5
Summe [MWh]	91,776	36,749	96,635	53,386	35,020
% zu HWV_{GES}	29,3%	11,7%	30,8%	17,0%	11,2%
∑ RH | Whg.	**278,546**				**35,020**
HWV_{GESAMT}	**<u>313,57 MWh/a</u>**				

Tabelle 24: Mittlere Heizwärmeverbrauchsanteile der Haustypen A, B, C und Typ D

Dabei sind die individuellen Verbrauchswerte der Fernwärme Wien hier noch nicht berücksichtigt. Einflussfaktoren wie das reale Nutzerverhalten werden dadurch noch ausgeklammert, um über ein einheitliches Nutzungsprofil – wie gleiches Heiz- und Lüftungsverhalten, sowie gleiche Raumnutzung und der BGF entsprechende Personenbelegung – erstmalig die Größenordnung der zu erwartenden Heizwärmemengen in den unterschiedlichen Reihenhaustypen bewerten zu können.

Die Tatsache, dass die berechneten Wärmeverluste innerhalb der Wohnhausanlage von insgesamt 184,08 MWh auf die 41 Wohneinheiten in gleichen Mengen – das bedeutet 4.489,7 kWh Verteilverluste pro Wohneinheit – aufzuteilen sind, ergibt ein überraschendes Bild, das an einem Beispiel dargestellt wird: Beim kleinsten Typ D (Wohnungen) mit einem erwarteten, mittleren Heizwärmeverbrauch von 35,02 MWh für sämtliche 8 Wohnungen (pro Wohnung 4.377,5 kWh/a) entspricht der Heizwärmeverbrauch 11,2% des Gesamtwärmeverbrauchs. Dem gegenüber steht der (von insgesamt 41 Wohneinheiten) anteilige Wärmeverlust von 8 Wohnungen des Typs D von 35,92 MWh (= 8 von 41 Teilen der 184,08 MWh Gesamtverluste), der fast 20% des gesamten anlageninternen Wärmeverlustes einnimmt. In diesem Fall sind die anteilsmäßigen Wärmeverluste bereits größer als der berechnete durchschnittliche theoretische Heizwärmverbrauch. Im Vergleich dazu beträgt bei den Häusern des Haustyps C, die die größten Reihenhäuser sind, das Verhältnis zwischen dem zu erwartenden Heizwärmeverbrauch und anteiligem Wärmeverlust ca. 2 : 1. Folgende Schlussfolgerung kann daraus gezogen werden: Je geringer der Heizwärmeverbrauch einer Wohneinheit ausfällt, umso größer wird im Vergleich der anteilige Wärmeverlust innerhalb der Wohnhausanlage. Im umgekehrten Fall verhält es sich genau gegengleich; je größer der Nutzwärmeverbrauch eines Reihenhauses, desto niedriger fallen vergleichsweise die Anteile an den gesamten Wärmeverlusten aus. Folglich bedeutet das für Energiesparer eine Verschiebung der Gesamtwärmeverluste zu deren Lasten.

In weiterer Folge wird im nächsten Schritt der tatsächliche Heizwärmeverbrauch der einzelnen Haustypen anhand der Realjahresverbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden mit Hilfe der Ablesedaten der Fernwärme Wien (jährliche Ablesung der an

den Heizkörpern montierten Heizkostenverteiler nach Verdunstungsprinzip[95] - HKVV) die individuellen Heizwärmeverbrauchsanteile, wie unter Punkt 3.2. beschrieben, auf die einzelnen Haustypen zurückgerechnet. Im langjährigen Schnitt werden bei diesen Ablesungen insgesamt 1212 Teilstriche (Verdunstungsanteile) abgelesen. Bei einem mittleren Heizwärmeverbrauch von 313,57 MWh ergibt das einen durchschnittlichen Wärmeanteil pro Verdunstungseinheit über die betrachteten zwölf Jahre von 0,258667 MWh bzw. 258,667 kWh. Hochgerechnet mit den individuellen Heizwärmeverbrauchsanteilen der einzelnen Reihenhäuser zeigt das Ergebnis den mittleren Jahresheizwärmeverbrauch zwischen 1998 und 2010.

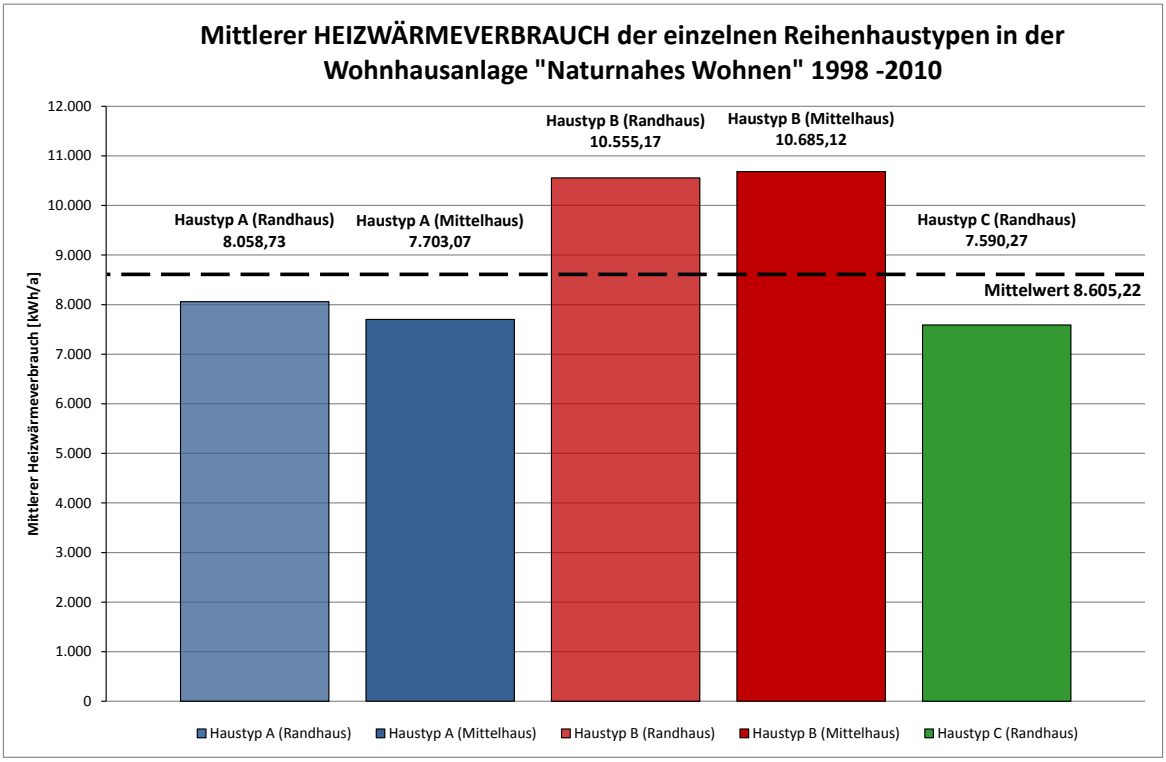


Abbildung 32: Mittlerer Heizwärmeverbrauch der Reihenhäuser 1998 - 2010 (nach Haustyp)

In Abbildung 32 werden die langjährigen, mittleren Heizwärmeverbrauchswerte der unterschiedlichen Gebäudetypen gegenübergestellt. Dabei ist sichtbar, dass in betrachteter Reihenhausanlage sowohl beim Haustyp A , jedoch noch ausgeprägter beim Haustyp B die jeweiligen Randhäuser einen annähernd gleich hohen Heizwärmeverbrauch (8.059 kWh bzw. 10.555 kWh) aufweisen wie die weniger exponierten Mittelhäuser innerhalb der Gebäudezeilen, deren mittlerer

[95] Im Anhang A.1- Messverfahren zu Ermittlung des Wärmeverbrauchs wird der in der betrachteten Wohnhausanlage verwendete Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip (HKVV) genauer beschrieben und dessen Anwendung analysiert.

Heizwärmeverbrauch im Bereich von 7.703 kWh bzw. 10.685 kWh liegt. Der Grund für diese überraschende Tatsache ist mit Sicherheit im Nutzerverhalten zu finden. Dabei liegt die Vermutung nahe, dass die Ursache eher in den Mittelhäusern von Haustyp A und B mit deren im Vergleich übermäßigen Wärmeenergieverbrauch zu finden ist.

Weiters ist noch festzustellen, dass die Häuser des Haustyps B (dreigeschossiges Reihenhäuser in Stiege 5 und 6 mit Eigenkeller) den höchsten mittleren Heizwärmeverbrauch zu verzeichnen haben. Bei der Betrachtung der Heizwärmemengen, die dieser Typ B pro Jahr verbraucht, hebt sich dieser Gebäudetyp mit einem HMV von ca. 10.685 kWh gegenüber den anderen deutlich ab. Mit absoluten Mehrverbrauch von 41% gegenüber dem Haustyp C (7.590,25 kWh) und durchschnittlich 36% gegenüber dem Haustyp A ist der Heizwärmeverbrauch des Haustyps B, trotz der bereits festgestellten Kompaktheit dieses Gebäudetyps, mit Abstand der größte unter den Reihen- bzw. Doppelhäusern.

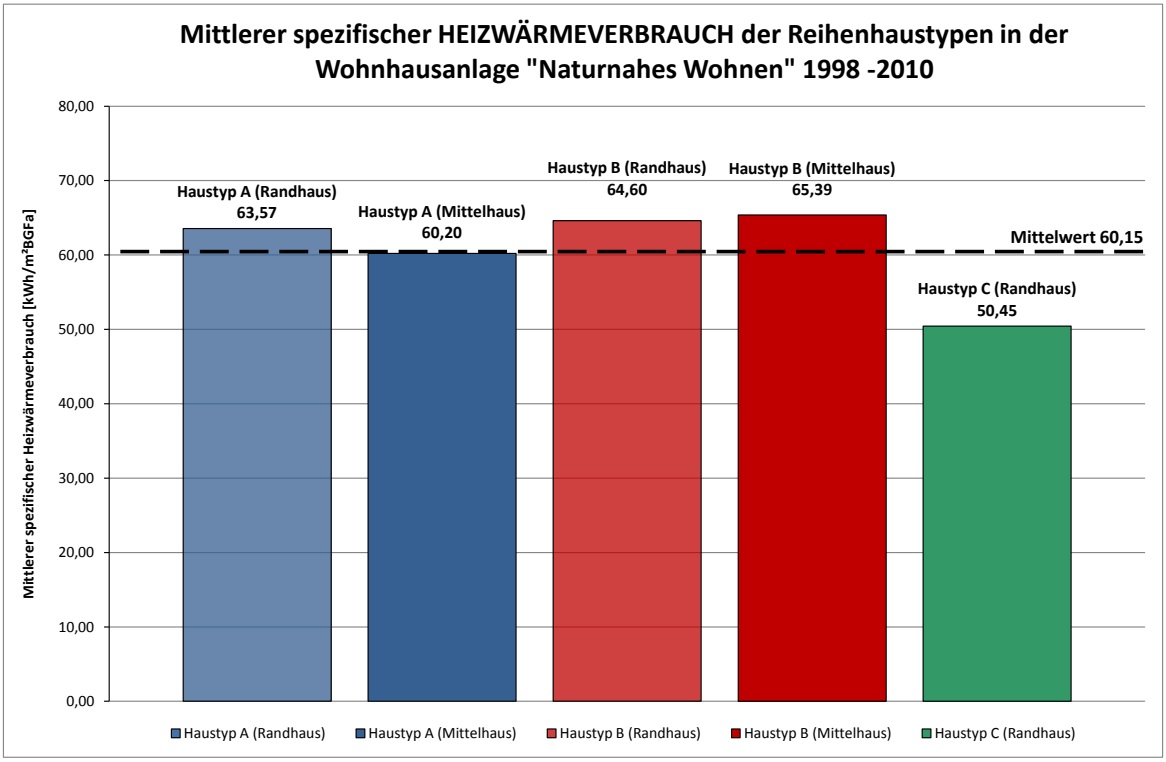


Abbildung 33: Mittlerer, spezifischer Heizwärmeverbrauch HWV_{BGF} der Reihenhäuser 1998 - 2010 (Aufteilung nach Haustyp)

Bei der Gegenüberstellung der spezifischen Heizwärmeverbrauchsmengen bezogen auf die Bruttogrundfläche der Häuser zeigt Abbildung 33 ein ähnliches Bild: Der höchste spezifische Heizwärmeverbrauch bei den Reihenhäusern ist

weiterhin bei Haustyp B mit ca. 65,39 bzw. 64,60 kWh/m²BGF festzustellen, der HWV_{BGF} des Haustyps A beträgt zwischen 60,20 und 63,57 kWh/m²BGF. Der Haustyp C verfügt mit seinen Heizwärmeverbrauch von 50,45 kWh/m²BGF über den niedrigsten Verbrauch in der gesamten Wohnhausanlage. Die möglichen Ursachen und Auswirkungen dieses niedrigen HWV werden im folgenden Punkt 4.5.3, in dem der individuelle HWV in den Einzelhäusern analysiert wird, noch näher betrachtet.

Ergänzend ist schließlich noch ein weiteres interessantes Faktum festzuhalten: Die Wohnungen (Typ D), die in gegenständlicher Arbeit in der Verbrauchsanalyse der Reihenhäuser nur am Rande behandelt werden, zeigen in der Gesamtaufstellung der Wohnhausanlage überraschenderweise mit 74,30 kWh/m²BGF den höchsten spezifischen Heizwärmeverbrauch in der gesamten Wohnhausanlage. Eine der Ursachen könnte in der angebotenen Wohnungsgröße liegen, da auf Grund von Platzmangel (grundsätzlich sind diese Wohnungen für Zweipersonenhaushalte ausgelegt) zum Teil die Wintergärten als Wohnraumerweiterungen bzw. zusätzliche Zimmer genutzt werden.

Im nächsten Abschnitt werden die individuellen Heizwärmeverbrauchsmengen der einzelnen Reihenhäuser in einer Gegenüberstellung nochmals näher betrachtet und bewertet. In der Analyse ausgewählter Reihenhäuser, die dieses Kapitel abschließt, wird versucht, anhand des Nutzerverhaltens (als maßgeblicher Einflussfaktor für den Nutzwärmeverbrauch) Erklärungen für die zum Teil großen Schwankungen im tatsächlichen Heizwärmeverbrauch zu finden.

4.5.3. *Individueller Heizwärmeverbrauch in den Einzelhäusern*

Der Erfolg des Niedrigenergiehaus-Konzeptes für der Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ steht und fällt mit dem jeweiligen Nutzerverhalten, welches sich in den über zwölf Jahre betrachteten Wärmeverbrauchswerten widerspiegelt. Die drei unterschiedlichen Reihenhaus- bzw. Doppelhaustypen in der Wohnhausanlage, wie sie bereits ausgiebig beschrieben wurden, lassen aufgrund ihrer passiven Solarstrategie – mit den vorgesetzten Wintergärten und großen südorientierten Glasflächen – sowie der räumlichen Aufteilung innerhalb der Häuser (von kompakten Grundrissen bis hin zum lichtdurchfluteten, zweigeschossigen Luftraum) unterschiedlichste Möglichkeiten der Nutzungen und Handhabung zu. Jedoch entspricht nicht jede Nutzung dem ursprünglichen

Konzept des Planers, zum Teil wirkt sie sich auch kontraproduktiv auf das ganze Gebäude aus.

Der Heizwärmeverbrauch ist einer der Indikatoren, an dem das Nutzerverhalten der Bewohner festgemacht werden kann. Hoher Verbrauch an Nutzwärme für Raumheizung bedeutet oft ein grundsätzlich falsches Heizverhalten sowie die Tatsache, dass seitens der Bewohner ein unkontrolliertes Lüftungsverhalten an den Tag gelegt wird. Dieses individuelle Verhalten seitens der Nutzer übt maßgeblichen Einfluss auf den Heizenergieverbrauch aus.

In der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ ist – wie in Abbildung 34 ersichtlich – eine breite Streuung des Heizwärmeverbrauchs über alle Haustypen hinweg zu verzeichnen. Die flächenbezogenen HWV_{BGF} bewegen sich zwischen 35,33 kWh/m² – im niedrigsten Fall – und einem Höchstwert von 96,21 kWh/m².

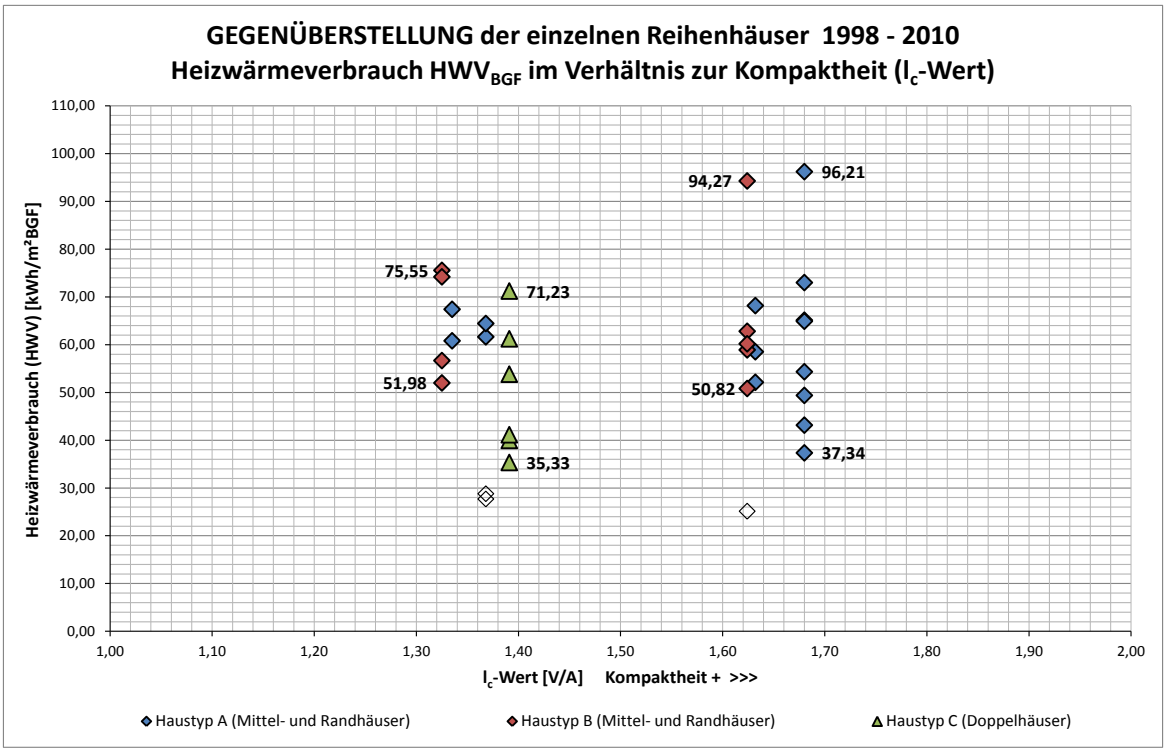


Abbildung 34: Heizwärmeverbrauch im Verhältnis zur Kompaktheit der Reihenhäuser

Im Vergleich der spezifischen Heizwärmeverbrauchwerte zu den jeweiligen Kompaktheiten der einzelnen Reihenhäuser (in Form der charakteristischen Länge V/A) können auch innerhalb desselben Gebäudetyps große Unterschiede des HWV festgestellt werden. Dabei ist besonders auffällig, dass in den kompakterer Mittelhäusern mit einem l_c-Wert zwischen 1,6 und 1,7m die größten Schwankungen mit bis zu einem fast dreifachem Verbrauch auftreten.

In Abbildung 35 sind diese großen Unterschiede im Heizwärmeverbrauch noch einmal verdeutlicht. Dabei ist anzumerken, dass drei Gebäude (in der Grafik grau hinterlegt) aus den Mittelwertberechnungen herausgenommen werden, da sie durch Zusatzheizungen die Heizwärmeberechnungen verfälschen würden.

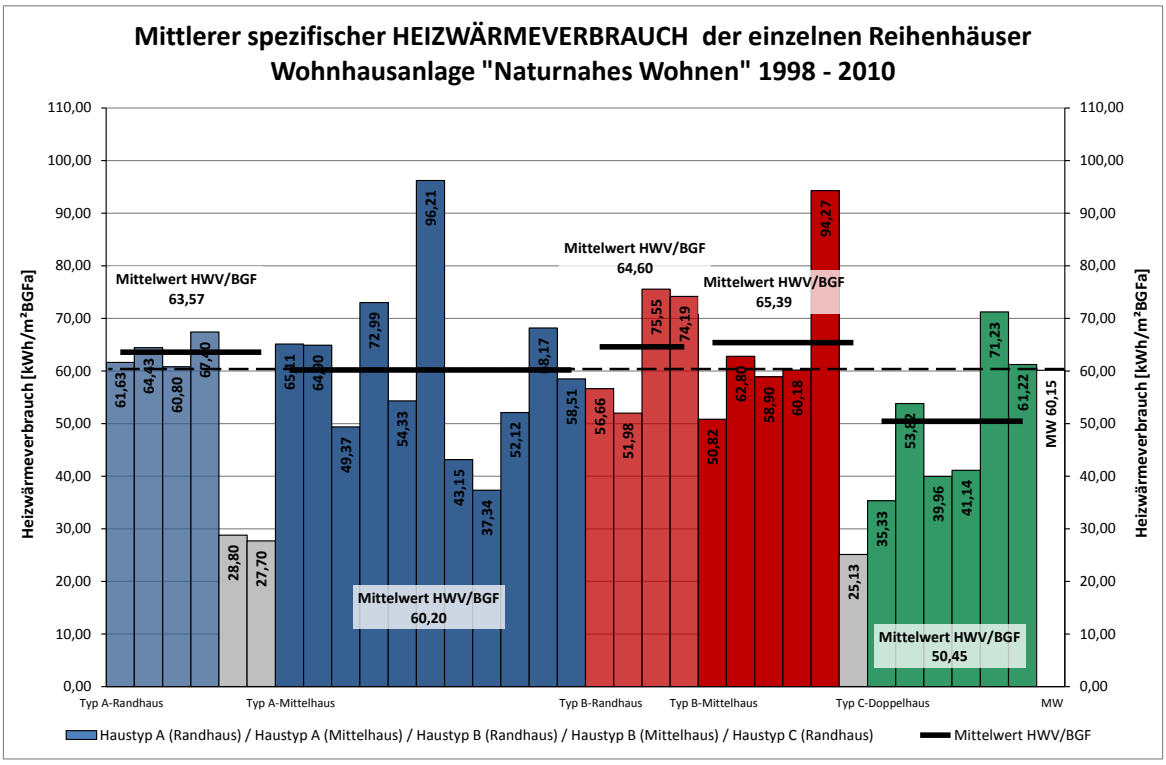


Abbildung 35: Spezifischer Heizwärmeverbrauch der Einzelhäuser (Mittelwerte 1998 -2010)

Für die Gesamtbilanz der Wohnhausanlage sind sie dennoch von Bedeutung, da diese Häuser ebenfalls Fernwärmeleistungen in Form von Nutzwärmemengen für Heizung und Warmwasserbereitung in Anspruch nehmen.

Im Vergleich dazu werden in Abbildung 36 die einzelnen Reihenhäuser mit ihren absoluten, im langjährigem Mittel berechneten Gesamtheizwärmeverbrauchswerte dargestellt.

In beiden Abbildungen stechen besonders zwei Einzelhäuser mit ihren hohen Verbrauchswerten heraus: Das erste ist ein Reihenhaus mit einem auffällig hohen, flächenbezogenen HWV_{BGF} von 96,21 kWh/m² bzw. einem Gesamt-HWV von 12.442 kWh/a , welches dem Haustyps A / Mittelhaus zuzuordnen ist.

Einer der Gründe für den hohen Heizwärmeverbrauch – speziell in diesem Haus – ist unter anderem auf die Nutzung des Wintergartens zurückzuführen. Der Wintergarten wurde bis 2006 ganzjährig als zusätzlicher bzw. erweiterter Wohnraum genutzt und den hohen Komfortansprüchen entsprechend auch geheizt. Die Auswirkungen sind in den langjährigen Zahlen sichtbar. Bei der

genaueren Betrachtung der Einzeljahre über den Zeitraum 1998 - 2010 ändern sich die Verbrauchswerte ab 2007 drastisch in Richtung „Normalverbraucher“; ein Mieterwechsel 2006/2007 war die Ursache und für eine grundlegende Veränderung im Heizwärmeverbrauch ausschlaggebend.

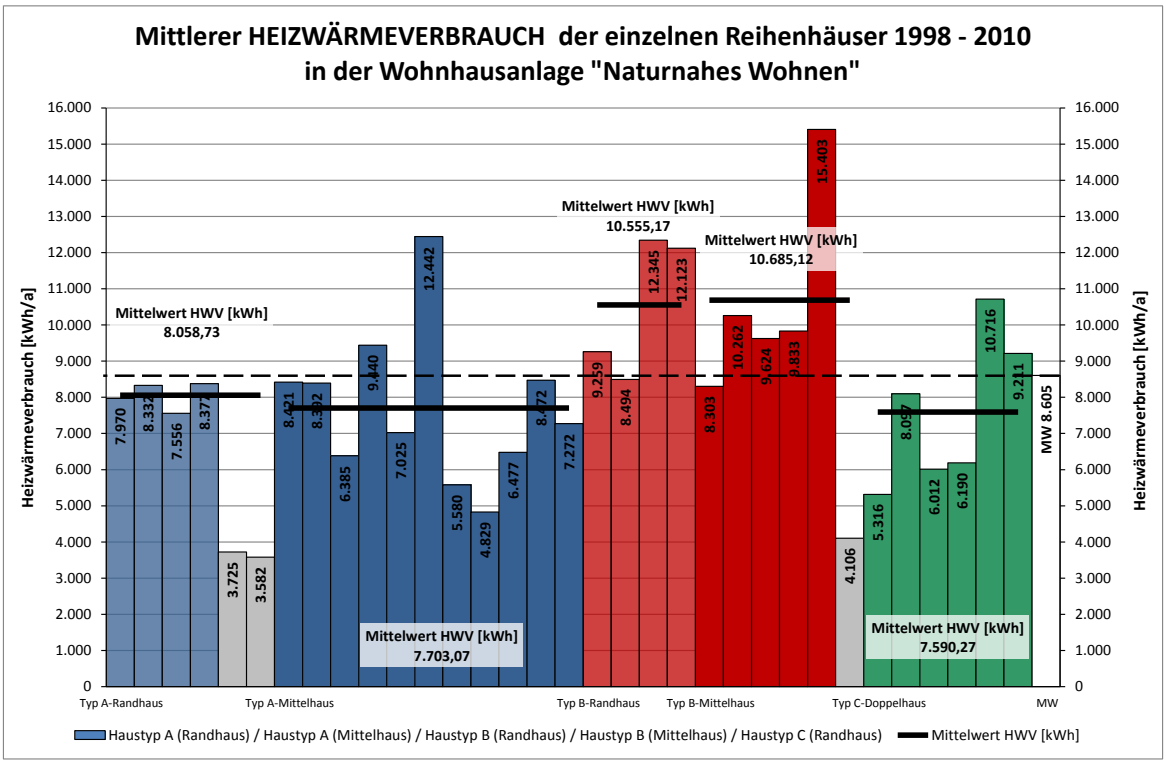


Abbildung 36: Heizwärmeverbrauch der einzelnen Reihenhäuser (Mittelwerte 1998 - 2010)

Als zweites Reihenhaus, das durch einen besonders hohen Heizwärmeverbrauch auffällt, ist ein Reihenhaus des Haustyps B mit einem HWB_{BGF} von 94,27 kWh/m² bzw. Gesamt-HWV von 15.403 kWh/a anzuführen. Die Gründe für einen dermaßen hohen Heizwärmeverbrauch – und das stetig über fast alle Jahre – können zum Teil sehr einfach festgemacht werden.

Nach erhobenen Recherchen wurde festgestellt, dass im Kellergeschoss dieses Reihenhauses zusätzlich Räumlichkeiten (Kellerraum von 18,60 m² plus dazugehöriger Vorraum 6,20 m² mit Stiegenhaus zum EG mit 5,80 m²) von insgesamt 30,60 m² BGF als zusätzlicher Wohnbereich genutzt werden. Diese sind auch entsprechend mit Heizkörpern ausgestattet und werden ebenfalls mittels Fernwärme mit Heizwärme versorgt. Die entsprechende Nutzung ist auf eine hohe Personenbelegung in diesem Haus zurückzuführen. Die Tatsache, dass sich die Gesamt-BGF der konditionierten Fläche erhöht relativiert zwar rein rechnerisch den flächenbezogenen HWV-Werte von 94,27 kWh/m² (bei 163,40 m² BGF) auf 79,40 kWh/m² (bei insgesamt 194 m² konditionierter BGF), dennoch verzeichnet

dieses Reihenhaus mit 15.403 kWh/a den absolut höchsten Heizwärmeverbrauch innerhalb der Gesamtanlage.

Bei der HWV-Analyse der Randhäuser ist besonders interessant, dass sich die Randhäuser des Typs A in ihrem individuellen Heizwärmeverbrauch kaum unterscheiden; ihr HWV_{BGF} beträgt um die 63,5 kWh/m². Bei den Randhäusern des Haustyp B hingegen sind große Unterschiede innerhalb des selben Haustyps festzustellen. Zwei Häuser davon weisen einen unter dem Anlagendurchschnitt liegenden HWV_{BGF} von 54,3 kWh/m² auf, im Gegensatz dazu ist der HWV_{BGF} der beiden anderen Randhäuser mit 74,9 kWh/m² um fast 40% höher. Die Ursache dieser großen Unterschiede ist auch hier im Nutzerverhalten zu finden. Die Wahl der Innentemperatur, das Lüftungsverhalten sowie das Heizverhalten[96] an sich sind hier ausschlaggebendes Parameter.

In der Betrachtung der Niedrigverbraucher innerhalb der Wohnhausanlage ist besonders ein Doppelhaus vom Haustyp C hervorzuheben. Mit einem spezifischen HWV_{BGF} von 35,33 kWh/m² beträgt der flächenbezogene Heizwärmeverbrauch lediglich ein Drittel von den Höchstverbrauchern. Das Doppelhaus an der fast exponiertesten Stelle der Siedlung und ist laut Auskunft der NutzerInnen „fast nicht zu heizen“. Die Problematik dürfte an der Auslegung der Heizkörpergrößen (bzw. am Fehlen eines nicht ersetzten Heizkörpers) nach baulichen Änderungen, die bereits im Zuge der Errichtung der Anlage durchgeführt wurden, liegen. Ein weiteres Phänomen ist hier jedoch zusätzlich in den Abbildungen zu bemerken. Auch zwei weitere Doppelhäuser weisen einen ähnlich geringen Heizwärmeverbrauch auf. Möglicherweise ist auch die Ursache in der Lage der Doppelhäuser zu suchen. Diese Doppelhäuser sind versorgungstechnisch am weitesten von der Fernwärme-Übergabestation entfernt. Möglicherweise werden diese, sich am Rand der Siedlung befindenden Doppelhäuser ungenügend mit Wärme (auf Grund der großen Leitungslängen und damit verbundenen hohen Verteilverluste) versorgt. Eine zusätzliche hydraulische Einregelung wäre eventuell notwendig. Andere Gründe könnten möglicherweise in den (an Fläche und Kubatur) deutlich größeren Wintergärten gefunden werden,

[96] Unter Heizverhalten ist hier im Speziellen der Umgang mit Thermostatventilen an Heizkörpern und unkontrollierte Heizabsenkung untertags gemeint. Desöfteren werden auf Grund von fehlender Information über die Funktionsweise und richtige Handhabung von Thermostatventilen manuelle Absenkungen der Innenraumtemperaturen mitteln Abdrehen der Heizkörper untertags (während der auswärtigen Arbeitszeit) durchgeführt; der Effekt eines extrem hohen Heizwärmeverbrauch während den Abend-/Nacht- und Morgenstunden nach dem Vollaufdrehen bei Wiederanwesenheit im Haus ist die Folge.

die eventuell, die in der Winterperiode auftretenden hohen Wärmeverluste durch ihre solaren Gewinne nicht entsprechend oder zu wenig kompensieren können und daher zu sehr auskühlen. All dies bedarf einer gesonderten Prüfung und kann in dieser Arbeit nicht detaillierter ausgeführt werden.

Ein weiteres Beispiel eines Niedrigverbrauchers ist unter den Haustyp A zu finden. Sein HWV_{BGF} beträgt 37,34 kWh/m² und verbraucht im Schnitt eine Nutzwärmemenge für Raumheizung von 4.829 kWh/a. In diesem Fall handelt es sich bei den Bewohnern um tatsächliche EnergiesparerInnen, die versuchen, das ursprüngliche Solar- und Energiesparkonzept dieser Niedrigenergie-Reihenhäuser – welches bereits vor Bezug der Wohnhausanlage 1996 den zukünftigen MieterInnen in Workshops des Wohnbunds Wien nahegebracht und gemeinsam erarbeitet wurde – entsprechend umzusetzen. Die NutzerInnen in diesem Gebäude sind darauf bedacht, den Wintergarten optimal als Puffer und in der Übergangszeit (nach dem Prinzip der Wärmeumwälzung) als Wärmeproduzent zu nutzen. Die durchschnittliche Innentemperatur steigt in der Heizperiode selten über 21°C.[97] Auf Grund des beschriebenen Umgangs mit dem Wohngebäude sowie dem richtigen Lüftungsverhalten während der Heizperiode ist es möglich – wie an diesem Beispiel anhand der Verbrauchszahlen zu sehen ist – große Mengen an Heizenergie einzusparen.

In Abbildung 37 wird abschließend ein Überblick über die durchschnittliche Verteilung des Heizwärmeverbrauchs aller Reihenhäuser in der gesamten Wohnhausanlage gegeben. Dabei werden die zuletzt analysierten Einzelhäuser in geordneter Reihenfolge, unabhängig vom Haustyp dargestellt.

Der über den gesamten Beobachtungszeitraum 1998 - 2010 berechnete spezifische Heizwärmeverbrauch beträgt im Mittel 60,20 kWh/m²BGF. Die grau gefüllten Balken repräsentieren auch hier die drei zusatzbeheizten Reihenhäuser, die in den repräsentativen Mittelwertberechnungen nicht berücksichtigt werden.

[97] Die gewählte Innenraumtemperatur ist natürlich Teil des Komforts, den sich NutzerInnen "leisten" und der bei den verschiedenen NutzerInnen auch sehr unterschiedlich ausfallen. Durchschnittlich werden heute Wohnbereiche auf eine gewünschte Solltemperatur von 23°C geheizt.

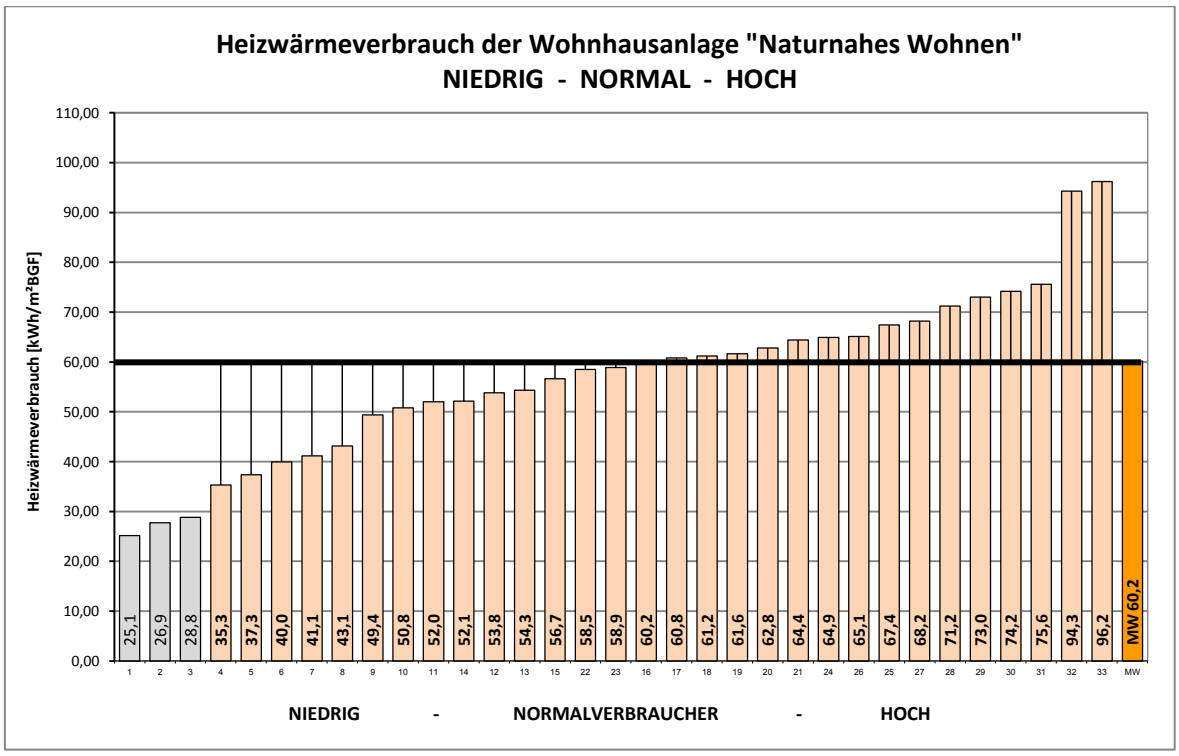


Abbildung 37: Heizwärmeverbrauch der Reihenhäuser: NIEDRIG - NORMAL - HOCH

Im anschließenden Kapitel 5 werden diese Einzelhäuser mit besonderem Fokus auf die berechneten Wärmebedarfswerte nochmals näher betrachtet.

5. GEGENÜBERSTELLUNG HWB – HWV: VERGLEICH HEIZWÄRMEBEDARF MIT HEIZWÄRMEVERBRAUCH

Im nachfolgenden Kapitel werden die Heizwärmebedarfswerte der Simulationsberechnung (Normberechnung mit standardisierten Randbedingungen durch Programm EuroWAEBED) den Nutzwärmemengen, die den konditionierten Gebäudehüllen als Raumheizung zugeführt werden, gegenübergestellt. Dabei werden standortbezogene Heizwärmebedarfszahlen mit unterschiedlichen Solltemperaturen (NORM mit 20°C und REAL mit 23°C) als geeignete HWB-Vergleichswerte herangezogen und bewertet.

Bei 30 Reihen- bzw. Doppelhäusern und acht Wohnungen (93% von insgesamt 41 Wohneinheiten) der Wohnhausanlage wird der Heizwärmeverbrauch ausschließlich durch Fernwärme abgedeckt. Drei Reihenhäuser (Rest von 7%) werden – wie bereits im vorangegangenen Kapitel besprochen – mittels holzbefeuerter Kaminöfen zusätzlich beheizt.[98] Die jeweiligen Heizwärmeverbrauchsanteile dieser drei Häuser bleiben in den weiteren Gegenüberstellungen unberücksichtigt und werden nur als ergänzende Anteile im Überblick der Gesamtanlage verwendet. Verglichen werden somit nur jene Heizwärmemengen, die ausschließlich durch Fernwärmeversorgung bewerkstelligt werden. Die im Kapitel 2 ermittelten Energieausweis-Kennzahlen[99] der standortbezogenen HWB_{SK} nach ÖNORM B 8110-6 können grundsätzlich nicht mit den ermittelten Heizwärmeverbrauchswerten der Wohnhausanlage verglichen werden. Unterschiedlichste Randbedingungen bzw. Bewertungen der Energieflüsse (wie Vereinfachung in der Berechnung von Wärmebrücken und unkonditionierten Zonen) machen dies fast unmöglich. Dennoch können in der Gegenüberstellung Bewertungen getroffen werden, wie sich die Bedarfsberechnung unter Standardbedingungen im Vergleich zu den Heizwärmeverbrauchswerten unter realen Randbedingungen verhält.

5.1. GEGENÜBERSTELLUNG HWB –HWV DER GESAMTEN WOHNHAUSANLAGE

In Abbildung 38 werden die soeben beschriebenen Heizenergiekennwerte in einer Übersichtsgrafik für die gesamte Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ abgebildet. Dabei handelt es sich bei den zwei linken Balken um

[98] Diese Zusatzheizungen verfälschen die Aussagen über den erhobenen Fernwärmeverbrauch für Raumheizung (Ablesung der Heizkostenverteiler) in diesen Häuser.
[99] Die Kurzfassungen der Energieausweise sämtlicher Haustypen sind der Diplomarbeit im Anhang beigefügt.

Heizwärmebedarfskennwerte die mittels Simulationsprogramm für 20°C ($HWB_{20°C}$) bzw. 23°C ($HWB_{23°C}$) Solltemperatur berechnet wurden. Der graue Stapelbalken stellt den mittleren Heizwärmebedarf HWB_{SK} für die Gesamtanlage dar, dessen gebäudebezogenen Einzelkennwerte den Energieausweisen der einzelnen Haustypen entnommen sind. Die gestapelten HW-Bedarfswerte der Wohnungen sind über einen jeweils gemittelten, spezifischen HWB-Wert der gesamten Reihenhäuser rückgerechnet.

Die Restwärmemengen (berechnete HWB und erhobene HWV) der Reihenhäuser mit Zusatzheizung (RHmZH) komplettieren die Gesamtaufstellung der Energiekennwerte.

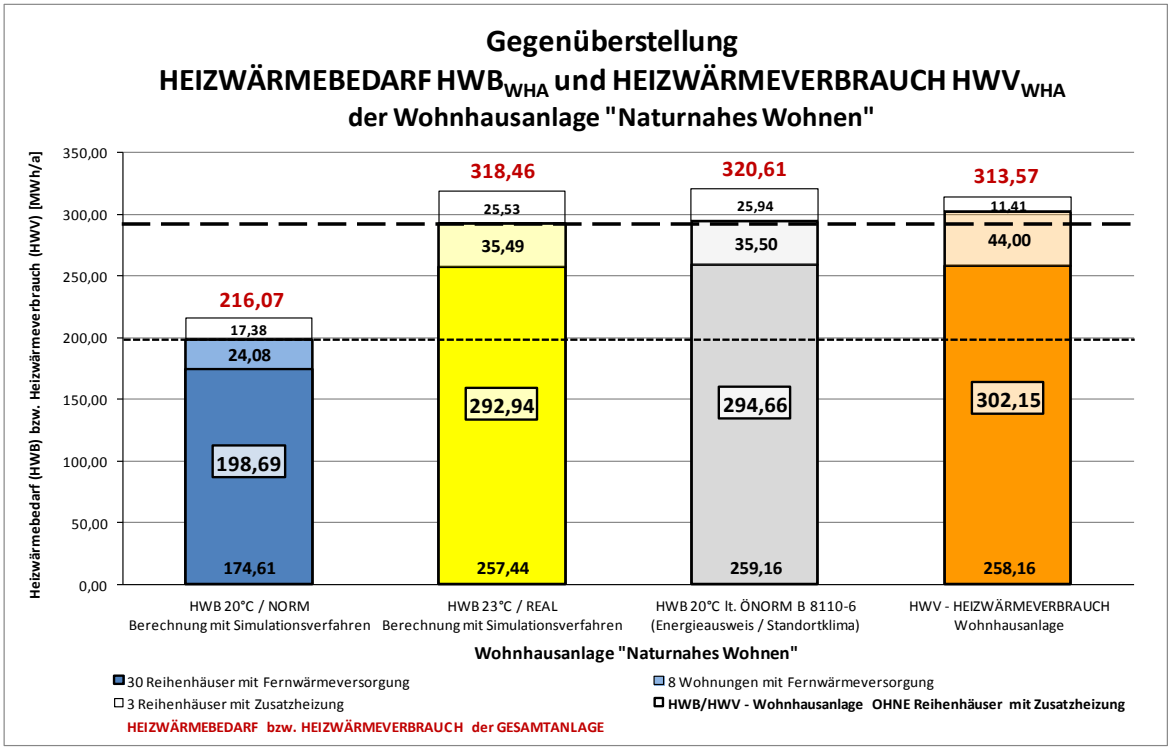


Abbildung 38: Übersicht Gegenüberstellungen HWB – HWV, Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ (Berechnungszeitraum 1998 – 2010)

Der rechte, äußere Balken repräsentiert den ermittelten, reinen Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung durch Fernwärme (siehe Kapitel 4) und wird als IST-Wert (HWV_{WHA}) den SOLL-Werten des Heizwärmebedarfs (HWB) gegenübergestellt. Dabei wird der mittels Simulation berechnete, **mittlere normgemäße $HWB_{20°C}$ von 198,69 MWh** (von 30 Reihenhäusern und acht Wohnungen) als Referenzwert – entsprechend den standardisierten Randbedingungen der ÖNORM – für den geplanten normgerechten Heizwärmebedarf der Wohnhausanlage mit 20°C Norm-Solltemperatur zur

weiteren Betrachtung herangezogen. Die Differenz des auf standortbezogene Klimadaten basierenden $HWB_{20°C}$ zum **realen Heizwärmeverbrauch der Wohnhausanlage (HWV_{WHA}) von 302,15 MWh** beträgt 103,46 MWh. Der mittlere Jahresverbrauch über die Jahre 1998 – 2010 ist somit um 52% höher als der berechnete durchschnittliche Norm-Bedarf an Heizwärme. Im Vergleich zum Heizwärmeverbrauch (302,15 MWh = 100%) beträgt der normgemäße Heizwärmebedarf mit 198,69 MWh nur 66%, der restliche Mehrverbrauch von 34% des HWV sind im Nutzerverhalten wiederzufinden. Standardisierte Normnutzung findet sich in den seltensten Fällen auch in der Realität wieder. Jeder Parameter, der auf Seite der NutzerInnen verändert wird, wirkt sich auf die Werte des Heizwärmeverbrauchs aus. Neben dem Lüftungsverhalten, welches sich extrem in den Heizwärmeverbrauchwerten niederschlagen kann, ist die gewählte Innentemperatur eine der maßgeblichen Einflussgrößen. Wie bereits in Punkt 2.3 erörtert, ist es bei der Bewertung des Heizwärmebedarfs wichtig, die realen Rahmenbedingungen nicht außer Acht zu lassen. Dies bedeutet im konkreten Fall, dass die Raumtemperaturen in den Häusern der Wohnhausanlage unter realen Bedingungen zu betrachten sind. Die gemessenen Innenraumtemperaturen liegen hier im Bereich um 23°C. In der Gegenüberstellung in Abbildung 38 ist ersichtlich, dass sich der mit einer Solltemperatur von 23°C im langjährigen Mittel berechnete **Heizwärmebedarf $HWB_{23°C}$ mit 292,94 MWh** sehr nahe am Wert des tatsächlichen Heizwärmeverbrauchs der Gesamtanlage befindet. Der Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung HWV_{WHA} ist im Vergleich zum $HWB_{23°C}$ lediglich um 9,2 MWh höher. Anzumerken ist hierbei, dass es sich beim Heizwärmeverbrauch der Gesamtanlage um einen Durchschnittswert über zwölf Jahre handelt, der mit einem langjährigen Mittelwert von HWB verglichen wird. Schwankungen innerhalb dieser Jahre, wie sie bereits in Punkt 4.4.7, Abbildung 30 an den Wärmebilanzen der Einzeljahre ersichtlich sind, relativieren diese Abweichung zum Vergleichswert $HWB_{23°C}$. Die Abweichungen zum Mittelwert des HWV_{WHA} bewegen sich über die Jahre 1998 – 2010 von +15,5% (im Jahr 2002/2003) bis –25,1% (im Jahr 2006/2007). Diese Schwankungen sind zu einem großen Teil in den klimatischen Verhältnissen der jeweiligen Beobachtungsjahre begründet.

Der **Heizwärmebedarf HWB_{SK} der Gesamtanlage** laut ÖNORM B 8110-6, beträgt – hochgerechnet aus den HWB_{SK}-Werten sämtlicher Haustypen, die in den Energieausweisen abbildet sind – **294,66 MWh**. Dieser Wert, der annähernd

gleich groß ist wie der $HWB_{23°C}$ (292,94 MWh) und noch näher am realen Heizwärmeverbrauch der Gesamtanlage (302,15 MWh) liegt, lässt sich schwer in diesem HWB–HWV–Vergleich einordnen. Auf den ersten Blick liegt die Vermutung nahe, dass hier ein Zusammenhang zwischen dem (ohne vereinfachten Verfahren gerechneten) HWB_{SK} und dem tatsächlichen HWV_{WHA} bestehen könnte. Allerdings wird hier nochmals auf die unterschiedlichen Randbedingungen (Solltemperatur, Klimadaten etc.) verwiesen, die den Rückschluss zulassen, dass diese annähernde Übereinstimmung auf reinem Zufall beruht und somit kein unmittelbarer Bezug zwischen HWB_{SK} und HWV_{WHA} festzustellen ist. Methoden, wie die einer Klimabereinigung des HWB_{SK} des Energieausweis durch eventuelle Rückrechnung der normgemäßen Heizgradtage $HGT_{12/20}$ (z.B. auf realistischere $HGT_{15/23}$) oder eine Geometriebereinigung des HWB_{SK} über definierte Nutzenergiezahlen (NEZ), die in Abhängigkeit von der Kompaktheit der Gebäude berechnet (und in manchen Bundesländern als SOLL-Wert für Förderungen verwendet) werden, ist hier nicht zweckführend und wird entsprechend nicht angewandt.

Aus der vorangegangenen HWB–HWV-Gegenüberstellung der gesamten Wohnhausanlage geht somit hervor, dass sich der Heizwärmeverbrauch auf Basis des langjährigen 12-Jahres-Durchschnitts in durchschnittlichen Nutzungsspektrum bewegt („Normalverbrauch“).

Somit kann den seitens von Eigentümervertretern der Stadt Wien getätigten Aussagen, die Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ würde – entgegen den berechneten Erwartungen – zu viel Fernwärme verbrauchen, teilweise widersprochen werden: Hauptursache für diesen hohen, absolut gemessenen Wärmeverbrauch der Gesamtanlage sind nicht die Auswirkungen des Nutzerverhalten der BewohnerInnen, sondern die immens hohen Verteilverluste von über 32% der gelieferten Gesamtwärmemenge, die im Vorfeld der tatsächlichen Nutzung bereits verloren gehen. Diese durchaus vermeidbaren Wärmeverluste sind Teil des Gesamtwärmeverbrauchs der Anlage; die Kosten dieser Leitungs- und Bereitstellungsverluste auf Seite der Haustechnik (ein Drittel der Gesamtkosten) werden von der Fernwärme Wien – als Wärmelieferant – mittels entsprechender Kostenaufteilung (siehe Kapitel 3) auf die NutzerInnen übertragen.

Im Rahmen der Gegenüberstellung der einzelnen Haustypen und Einzelhäuser werden in der Folge die Heizwärmeverbrauchswerte erneut einer tiefergehenden Bewertung unterzogen. Dabei wird versucht, die Einzelhäuser in drei Verbrauchskategorien zusammenzufassen, wobei die Einteilung mittels definierter HWB-Grenzwerte erfolgt.

5.2. GEGENÜBERSTELLUNG HWB –HWV DER HAUSTYPEN UND EINZELHÄUSER

Für den Vergleich der unterschiedlichen Haustypen werden zunächst die jeweiligen mittleren HWB und HWV in absoluten Energiekennwerten [in kWh/a] angegeben. In Abbildung 39 werden in einem Gesamtüberblick die beiden Energiekennzahlen – der normgemäße $HWB_{20°C}$ und der reale $HWB_{23°C}$ – den mittleren, absoluten Heizwärmeverbrauchswerten pro Haustyp gegenübergestellt.

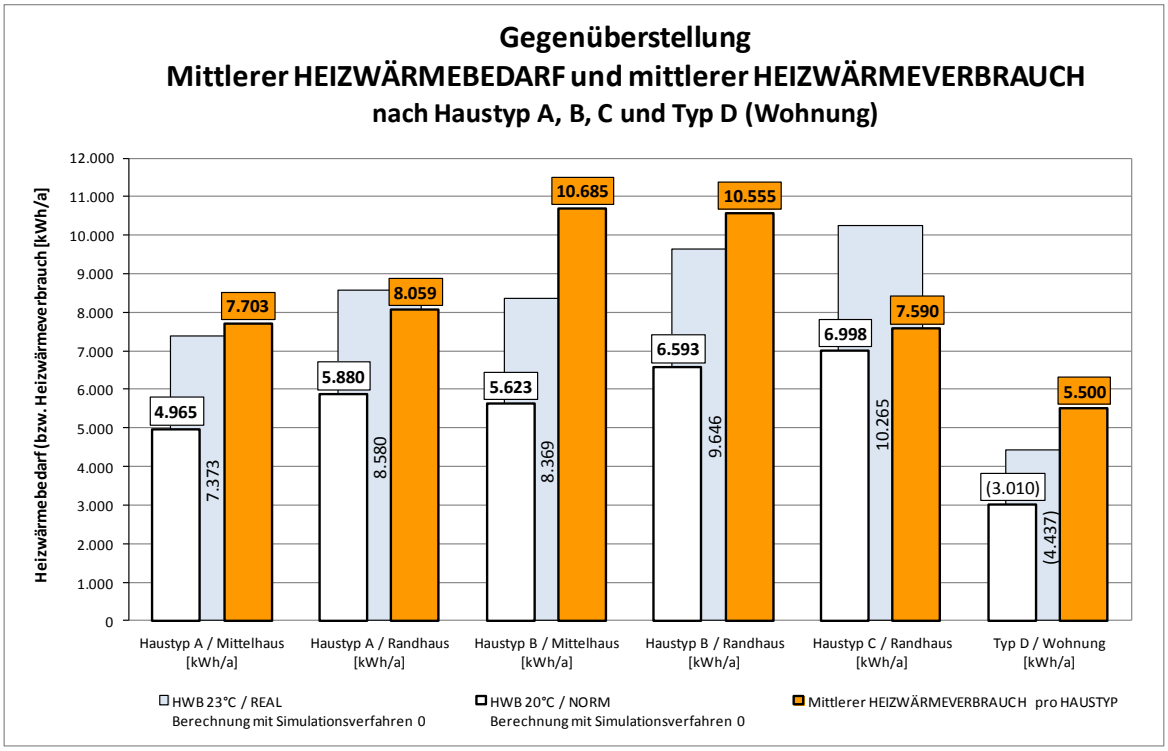


Abbildung 39: Gegenüberstellung mittlerer HWB (Norm 20°C), HWB (Real 23°C) und mittlerer HWV pro Haustyp

Wie bereits in Abbildung 38 ersichtlich, sind die Heizwärmeverbrauchswerte der einzelnen Haustypen erwartungsgemäß höher als der Norm-Heizenergiebedarf mit 20°C Solltemperatur. Im HWB-HWV-Vergleich entspricht der Haustyp A am ehesten dem Durchschnitt der Gesamtanlage. Mit ca. einem Drittel Mehrverbrauch gegenüber dem Norm-$HWB_{20°C}$ repräsentiert er ein durchschnittliches Haus der Wohnhausanlage. Beim Haustyp B hingegen (sowohl bei den Randhäuser, als

auch bei den Mittelhäuser) ist festzustellen, dass die jeweiligen Norm-Sollwerte $HWB_{20°C}$ im Vergleich zu den anderen Haustypen am stärksten überschritten werden.[100] Der durchschnittliche Verbrauchswert des Mittelhauses ist im Vergleich zum normgemäßen Heizwärmebedarfswert fast doppelt so hoch. Der Wärmeverbrauch beim Randhaus ist fast zwei Drittel höher als sein berechneter Norm-$HWB_{20°C}$. Im Gegensatz dazu weist der Heizwärmeverbrauch des Haustyps C die geringste Differenz zum Norm-$HWB_{20°C}$ auf und verkörpert den Gebäudetyp mit dem niedrigsten Heizwärmeverbrauch.

Im Vergleich zu den Ergebnissen der Gesamtanlage (siehe Punkt 5.1) eröffnet die Gegenüberstellung der Heizwärmeverbrauchswerte der einzelnen Haustypen mit den realen HWB-Werten mit 23°C Solltemperatur ($HWB_{23°C}$) bereits neue, differenziertere Erkenntnisse. Die anlagenweit durchschnittlich angenommene Innenraumtemperatur von 23°C muss hier in der näheren Betrachtung der Häuser relativiert werden: Während sich die Gebäude des Haustyps A ziemlich exakt im Segment des $HWB_{23°C}$ wiederfinden[101], liegt der Heizwärmeverbrauch des Haustyps C deutlich unter dem $HWB_{23°C}$ von 10.265 kWh/a und ist im Bereich des $HWB_{20°C}$ mit Norm-Solltemperatur zu finden. Desweiteren ist auf die Sonderstellung des Haustyps B innerhalb der Reihenhäuser auf Grund seiner extrem hohen Heizwärmeverbrauchswerte hinzuweisen. Sie überragen die realen $HWB_{23°C}$-Werte von 8.369 kWh/a (Mittelhaus) bzw. 9.645 kWh/a (Randhaus) um zusätzliche 28% (Mittelhaus) bzw. um 10% (Randhaus). Dabei ist anzumerken dass dieser Mehrverbrauch nicht nur auf die gewählte Innenraumtemperatur, sondern auch in hohem Maß auf das Lüftungsverhalten in den betrachteten Häuser zurückzuführen ist.

In der Analyse der Verbrauchsdaten ist beim Typ D (Wohnungen) – wie bereits unter Punkt 4.5.2 erläutert – ein ebenfalls sehr hoher Wärmeverbrauch feststellbar: Entgegen den Vermutungen weisen die acht Wohnungen der Stiege 1 mit einem HWV von durchschnittlich 5.500 kWh/a pro Wohnung – im Vergleich zu den Reihen- und Doppelhäusern – die höchsten Verbrauchswerte auf. Für diese HWB–HWV-Gegenüberstellung wurde ein gewichteter, mittlerer Heizwärmebedarf sämtlicher Reihenhäuser als Vergleichswert für die Wohnungen herangezogen. Dabei ist der Heizwärmeverbrauch der Wohnungen um 83% höher als der angenommene $HWB_{20°C}$-Wert und im Vergleich um 24% höher als der reale

[100] Ähnliche Werte weisen hier nur die Wohnungen des Typs D auf.
[101] Haustyp A- Mittelhaus: $HWB_{23°C}$ = 7.373 kWh/a ; Haustyp A- Randhaus: $HWB_{23°C}$ = 8.580 kWh/a

$HWB_{23°C}$-Wert. Mittels Umrechnung auf einen flächenbezogenen, spezifischen Heizwärmeverbrauch von 74,30 kWh/m²BGFa wird der überdurchschnittlich hohe Verbrauch der Geschoßwohnungen erneut verdeutlicht.

Die genaue Bewertung hinsichtlich des Mehrverbrauchs der einzelnen Reihenhaustypen erfolgt im Anschluss mit der Gegenüberstellung anhand der Abbildung 40. Um eine bessere Vergleichbarkeit hinsichtlich der weiterführenden SOLL-IST-Bewertung der Einzelhäuser zu erreichen, werden (im Vergleich zu Abbildung 39, in der die absoluten Energiekennwerte angeführt sind) flächenbezogene, spezifische HWB- und HWV-Werte in kWh/m²BGFa verwendet.

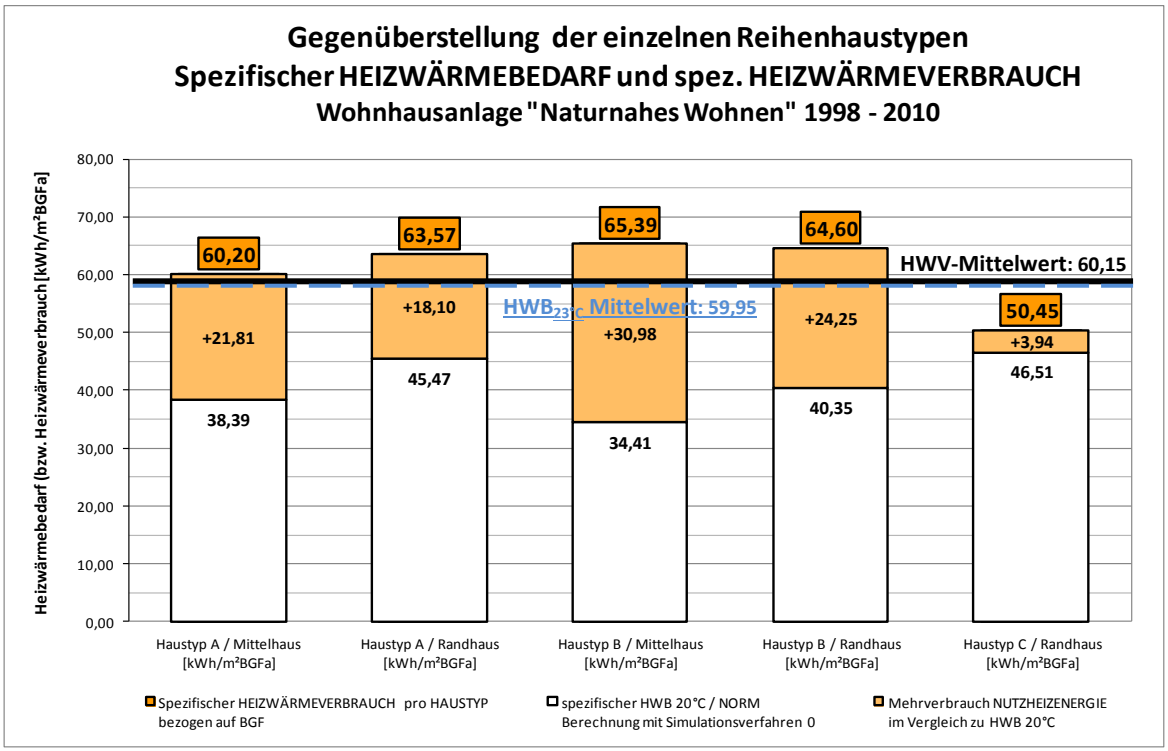


Abbildung 40: Gegenüberstellung mittlerer, spezifischer HWB_{BGF} (Norm 20°C) und mittlerer HWV_{BGF} pro Reihenhaustyp mit Mehrverbrauch an Nutzheizwärme

Als vergleichende Referenzwerte werden die jeweiligen spezifischen HWB-Werte der Haustypen, berechnet mit standardisierten Nutzungsprofil und 20°C Solltemperatur, herangezogen. Der Haustyp A / Mittelhaus zeigt mit seinem HWV_{BGF} von 60,20 kWh/m²a einen 56,8% höheren Verbrauch als der berechnete Bedarfswert $HWB_{20°C}$. Das Randhaus des Gebäudetyps A hingegen weist mit seinen 63,57 kWh/m² einen 39,8% höheren HWV_{BGF} gegenüber dem HW-Bedarfswert $HWB_{20°C}$ von 45,47 kWh/m²a auf. Beim Haustyp B sind die Abweichungen des HWV_{BGF} zum $HWB_{20°C}$ wesentlich höher: Das Mittelhaus verzeichnet einen 90%ig höheren HWV_{BGF}, während das Randhaus einen um

60% höheren Verbrauch als der Norm-Sollwert vorgibt. Der Haustyp C ist der einzige Gebäudetyp, dessen Verbrauchswerten annähernd am normgemäßen $HWB_{20°C}$ befindet. Sein spezifischer Heizwärmeverbrauch HWV_{BGF} von 50,45 kWh/m²a ist um 8,5% höher als sein Norm-Heizwärmebedarf, der mit 46,51 kWh/m²a den höchsten $HWB_{20°C}$-Wert unter sämtlichen Reihenhaustypen darstellt. Dieser geringe Heizwärmeverbrauch des Haustyps C ist dafür verantwortlich, dass sich der durchschnittliche Nutzwärmeverbrauch sämtlicher Reihenhäuser der Wohnhausanlage noch im Bereich der realen Heizwärmebedarfs $HWB_{23°C}$ von durchschnittlich 59,95 kWh/m²a befindet.

In Tabelle 25 werden die mittels Simulationsverfahren ermittelten Bedarfswerte von $HWB_{20°C}$ und $HWB_{23°C}$ erneut den berechneten Heizwärmeverbrauchswerten gegenübergestellt. Dabei ist auch die prozentuelle Abweichung des HWV_{BGF} zum jeweiligen HWB angeführt.

	HWV_{BGF}	**$HWB_{20°C}$**	**% zu $HWB_{20°C}$**	**$HWB_{23°C}$**	**% zu $HWB_{23°C}$**
Haustyp A- Mittelhaus	60,20	38,39	+56,8%	57,01	+5,6%
Haustyp A- Randhaus	63,57	45,47	+39,8%	66,34	- 4,2%
Haustyp B- Mittelhaus	65,39	34,41	+90,0%	51,22	+27,7%
Haustyp B- Randhaus	64,60	40,35	+60,0%	59,04	+9,4%
Haustyp C- Randhaus	50,45	46,51	+8,5%	68,23	- 26,1%

Tabelle 25: Übersicht Heizwärmebedarf $HWB_{20°C}$ und $HWB_{23°C}$ im prozentuellen Vergleich zum Heizwärmeverbrauch HWV_{BGF} nach Haustypen und Lage

Bei der folgenden Bewertung der Einzelhäuser werden die Kennzahlen weiterhin als flächenbezogene, spezifische $HWB_{20°C}$ und HWV_{BGF} [in kWh/m²BGFa] ausgewiesen. Die Abbildung 41 zeigt eine detaillierte Weiterentwicklung des vorangegangenen Diagramms (Abbildung 40), in der die einzelnen Haustypen in ihre Einzelhäuser unterteilt werden. Dabei wird bei jedem einzelnen Reihenhaus der individuelle Nutzwärmeverbrauch an Raumheizung (HWV) seinem HWB-SOLL-Wert, entsprechend der Norm gegenübergestellt.

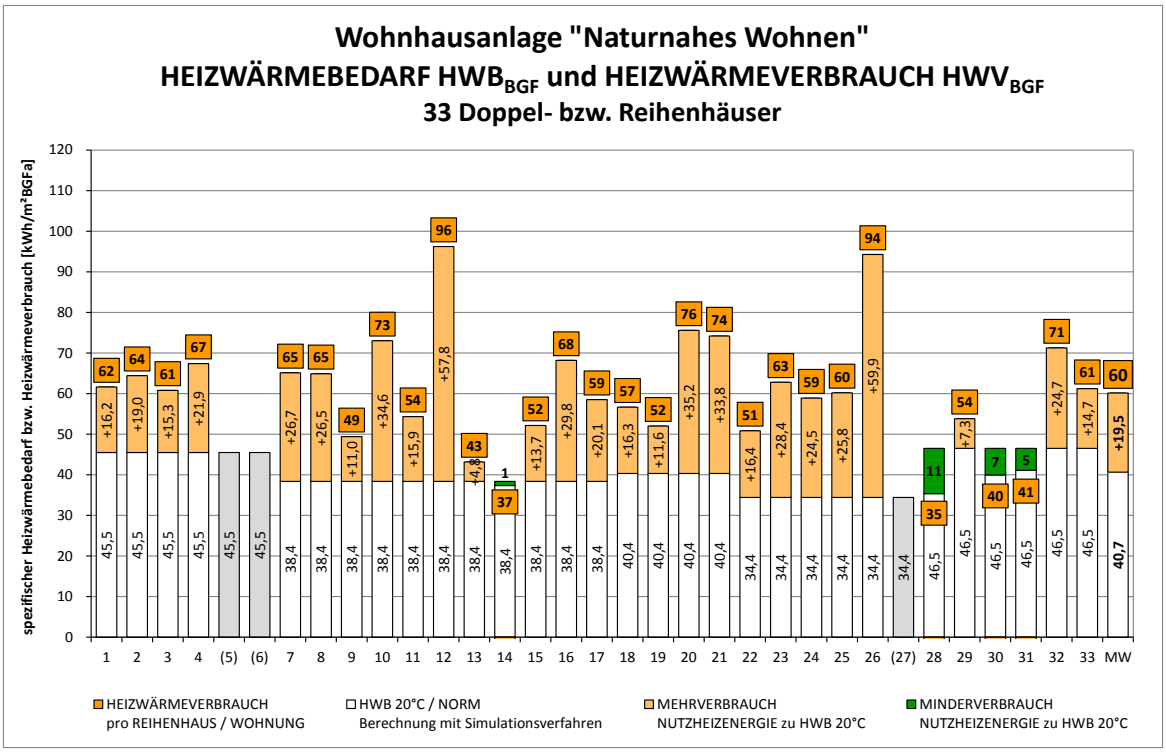


Abbildung 41: Vergleich spezifischer HWB$_{BGF}$ (Norm 20°C) zum tatsächlichen HWV$_{BGF}$ mit Mehr- bzw. Minderverbrauch an Nutzheizwärme pro Reihenhaus der Wohnhausanlage

Die weitere Differenzierung der Haustypen in die Einzelhäuser zeigt anhand der Abbildung 41 die große Schwankungsbreite im Verbrauch innerhalb der Wohnhausanlage. Im Vergleich dazu bleiben die jeweiligen Heizwärmebedarfswerte relativ stabil. Mit einer Abweichung von ca. +/– 6,0 kWh/m²a[102] zum mittleren, gewichteten HWB$_{20°C}$ von 40,67 kWh/m²a (und ca.+/– 8,5 kWh/m²a[103] zum mittleren, gewichteten HWB$_{23°C}$ von 59,94 kWh/m²a) verzeichnen die Heizwärmebedarfswerte geringe Schwankungen. Dem gegenüber stehen die Verbrauchswerte der Einzelhäuser mit großen Abweichungen zum Mittelwert. Bei einem mittleren Heizwärmeverbrauch von 60,15 kWh/m²a der betrachteten Reihenhäuser bewegen sich die Schwankungen des anlagenweiten HWV$_{BGF}$ zwischen +36,06 kWh/m²a (zum Maximalverbrauch von 96,21 kWh/m²a) und –24,82 kWh/m²a (zum Minimalverbrauch von 35,33 kWh/m²a).

Eine detailliertere Betrachtung der einzelnen Wärmeverbrauchsdifferenzen geht über den Umfang der Diplomarbeit hinaus, jedoch kann eine Kategorisierung in drei Verbrauchergruppen (NIEDRIG – NORMAL – HOCH) vorgenommen werden,

[102] Abweichungen vom NORM-HWB$_{20°C}$:+5,84 kWh/m²a zu 46,51 kWh/m² (Maximalwert) bzw. –6,26 kWh/m²a zu 34,41 kWh/m² (Minimalwert)

[103] Abweichungen vom REAL-HWB$_{23°C}$: +8,29 kWh/m²a zu 68,23 kWh/m² (Maximalwert) bzw. –8,72 kWh/m²a zu 51,22 kWh/m² (Minimalwert)

die einen Überblick über die individuelle Heizenergieperformance der Reihenhäuser und deren NutzerInnen liefert. Als Richtwerte werden berechnete Heizwärmebedarfswerte herangezogen: Der Norm-HWB mit 20°C Solltemperatur, der im gewichteten Mittel bei 40,67 kWh/m²BGFa liegt, beschreibt den durchschnittlichen Niedrigverbrauch. Als dessen oberste Grenze bzw. untere Normalverbrauchsgrenze wird der HWB für eine Solltemperatur von 21°C mit einem gemittelten HWB-Wert von 47,30 kWh/m²a angenommen. Als darauffolgende Verbrauchsgrenze wird der HWB-Wert mit einer 23°C Solltemperatur herangezogen, der den maximalen Normalverbrauch in der Wohnhausanlage widerspiegelt. Aufgrund der Tatsache, dass bei den Doppelhäusern des Haustyps C im rechnerischen Durchschnitt eine Innenraumtemperatur von max. 21°C vorherrscht, wird angenommen, dass die durchschnittlich gewählte Innenraumtemperatur in der Gesamtheit der Reihenhäusern zwischen 22°C und 23°C liegt. Diese Annahme definiert den gemittelten $HWB_{23°C}$ von 59,94 kWh/m²BGFa als Höchstwert für die Kategorie „Normalverbraucher". In Abbildung 42 werden die spezifischen Heizwärmeverbrauchwerte der einzelnen Reihenhäuser in geordneter Reihenfolge, deren mittlerer HWV_{BGF} von 60,15 kWh/m²a sowie die Grenzwerte der Verbrauchskategorien dargestellt.

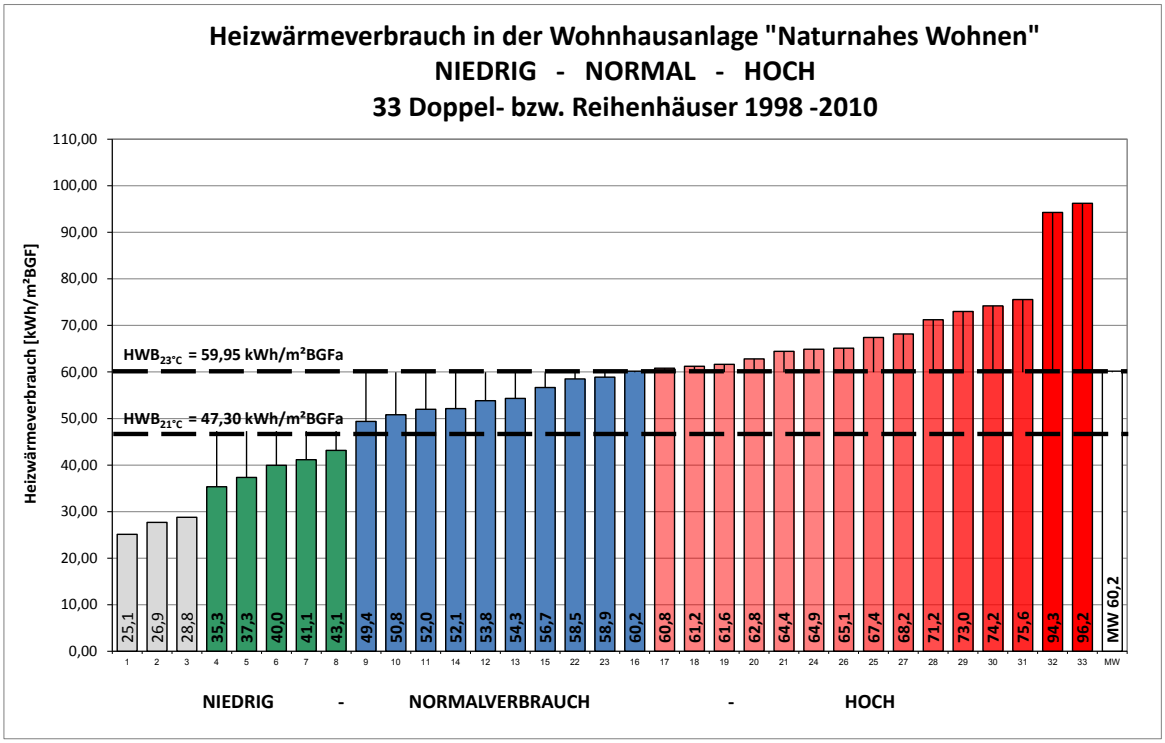


Abbildung 42: Spezifischer Heizwärmeverbrauch der einzelnen Reihenhäuser der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen" und Einteilung in Verbraucher-Kategorien

Dabei ist zu erkennen, dass sich nur wenige Reihenhäuser (ca. 17%) in der Kategorie „NIEDRIG“ befinden. Ca. 33% der gesamten Doppel- und Reihenhäuser befinden sich im Bereich „NORMALVERBRAUCH“ zwischen 40,67 und 59,94 kWh/m²BGFa; die restlichen 50% der Reihenhäuser sind in entsprechenden Abstufungen der Verbraucherkategorie „HOCH“ zuzuordnen.

Für die Betrachtung der Gesamtanlage ist es zudem notwendig, die acht Wohnungen in die Gesamtbilanz mit einzubeziehen. In Anlehnung an Abbildung 41 werden in folgender Grafik (Abbildung 43) diese Wohnungen (Typ D) ergänzend (mit „W“ vor der Nummerierung) dargestellt. Dabei ist erneut auffällig, dass die spezifischen Verbrauchswerte der Wohnungen generell sehr hoch ausfallen. Zusätzlich sind innerhalb der Gruppe des Typs D große Schwankungen von +26,7 kWh/m²a bis –20,3 kWh/m²a (gegenüber ihrem HWV-Mittelwert von 74,30 kWh/m²a) zu verzeichnen. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die eine Hälfte der Wohnungen mit den vergleichsweise niedrigeren HWV-Werten über ein vorgelagertes Stiegenhaus verfügen. Diesen Wohnungen mit dem nördlich vorgelagerten Pufferraum stehen jene gegenüber, die von außen erschlossen werden und die höchsten spezifischen Verbrauchswerte innerhalb der Wohnhausanlage aufweisen.

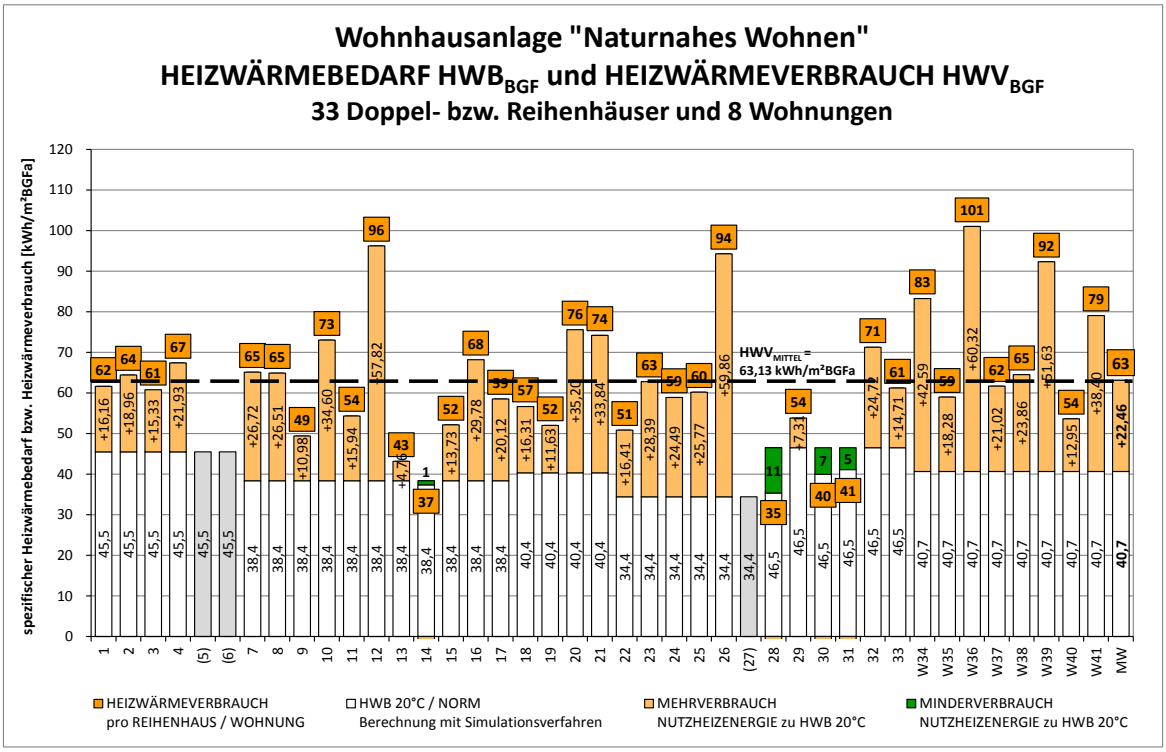


Abbildung 43: Vergleich spezifischer HWB$_{BGF}$ (Norm 20°C) zum tatsächlichen HWV$_{BGF}$ mit Mehr- bzw. Minderverbrauch an Nutzheizwärme pro Wohneinheit der Wohnhausanlage

Abbildung 44 zeigt abschließend nochmals die gesamte Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ mit den Heizwärmeverbrauchswerten sämtlicher 41 Wohneinheiten inklusive der zugehörigen Verbrauchskategorie.

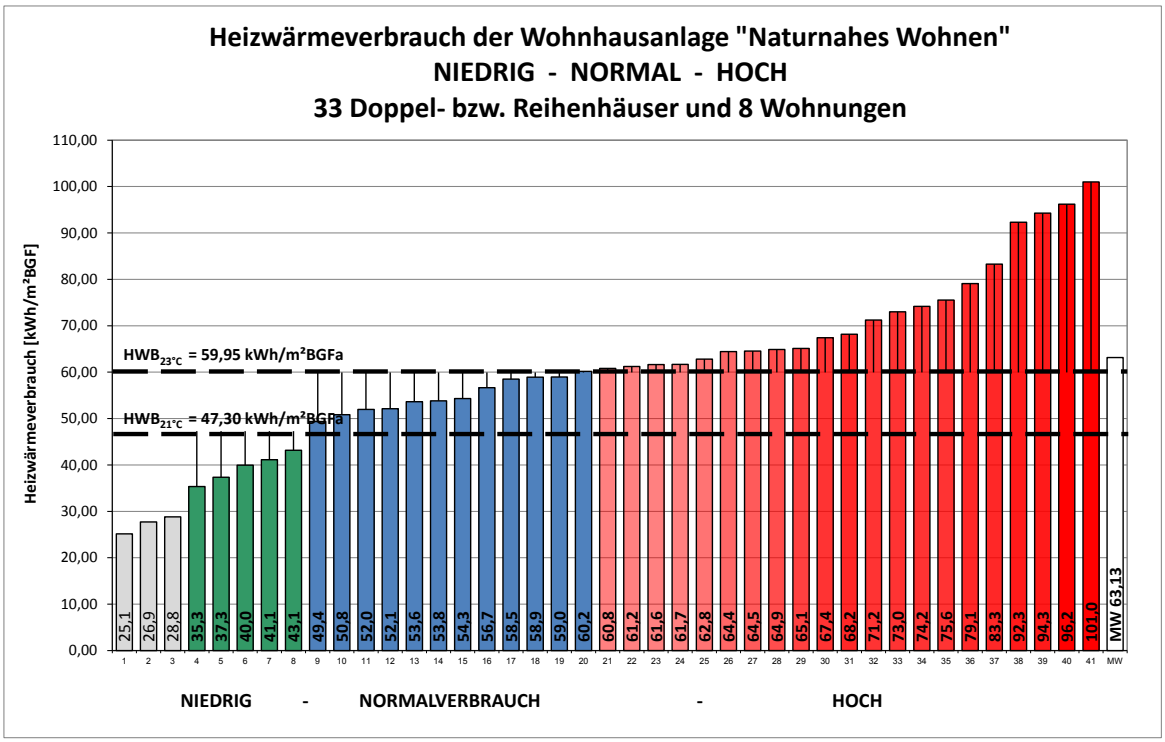


Abbildung 44: Spezifischer Heizwärmeverbrauch aller Wohneinheiten der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ (33 Reihenhäuser und 8 Wohnungen) mit Verbrauchskategorie

Durch die zusätzliche Berücksichtigung der acht Wohnungen von Stiege 1 erhöht sich der durchschnittliche HWV_{BGF} für die gesamte Wohnhausanlage auf 63,13 kWh/m²a. Sieben von acht Wohnungen fallen – mit sehr hohen HWV_{BGF}-Werten zwischen 100,98 kWh/m²a und 61,69 kWh/m²a in die Kategorie „HOCH“. Die Gesamtperformance der Wohnhausanlage verlagert sich – mit über 55% Anteil – somit zunehmend in Richtung Verbrauchskategorie „HOCH“.

6. PLANUNGS- UND NUTZUNGSEMPFEHLUNGEN

Anhand der vorliegenden Ergebnisse soll nun näher auf Handlungsempfehlungen eingegangen werden, in denen neben Maßnahmen in Hinblick auf eine Senkung des Heizwärmeverbrauchs durch verändertes Nutzerverhalten dringend notwendige Verbesserungsmaßnahmen auf Seite der Haustechnik zur Verringerung der extrem hohen Wärmeverluste in den Wärmeverteilleitungen vorgeschlagen werden.

Bereits die Ausgangssituation der Wärmeversorgung ist bei der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ von grundsätzlicher Bedeutung: Sämtliche Reihenhäuser und Wohnungen werden von der Fernwärme Wien über eine zentrale Übergabestation mit Fernwärme beliefert und über ein weitläufiges Rohrleitungssystem zu den einzelnen Endabnehmern verteilt. Dabei gehen im Verteilungsprozess zu den einzelnen Wohneinheiten, wie in Kapitel 4 beschrieben, 32,1% (184,08 MWh) der gelieferten Gesamtwärmemenge von 572,6 MWh als ungenutzte Energie verloren. Die Tatsache, dass ein Drittel der Gesamtwärmemenge als Verteilverluste in den Fernwärmeleitungen zu verzeichnen ist, wirft eine große Problematik auf, die auf Seiten der Haustechnik zu lösen ist und hinsichtlich Verbesserung der Situation durchaus eine Herausforderung darstellt. Verteilverluste sind grundsätzlich nicht zu eliminieren und werden immer Teil in der Wärmeversorgung sein. Allerdings kann die Höhe der Wärmeverluste mittels verbesserter Dämmung der Versorgungsleitungen und besonders der Armaturen durchaus stark beeinflusst werden, was in diversen Studien und Forschungsarbeiten bestätigt wird.[104] Aus den Erkenntnissen dieser Forschungsarbeiten sollen nachfolgend Planungsempfehlungen abgeleitet werden, die im Besonderen Anregungen in Hinblick auf künftige Projektierungen und Ausführungen von Haustechnikanlagen beinhalten. Wie und in welcher Höhe – am Beispiel der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ – die Verteilverluste reduziert werden können, soll zusätzlich anhand der berechneten Fallbeispiele, in der diese Empfehlungen theoretisch umgesetzt werden, verdeutlicht und deren Notwendigkeit unterstrichen werden.

[104] Vgl. FIW– FORSCHUNGSINSTITUT FÜR WÄRMESCHUTZ E.V. (2012), URL: http://www.fiw-muenchen.de/media/pdf/FIW_Forschungsbericht_EEBTA.pdf
Vgl. FÖRDERGEMEINSCHAFT DÄMMTECHNIK – Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz e.V. (Hrsg.) (2004), URL: www.isoliertechnik.de

Bei der Ermittlung des Heizwärmeverbrauchs der gesamten Wohnhausanlage in Kapitel 4 wurde festgestellt, dass die Verteilungsverluste in der Sommerperiode, in der die Fernwärmeversorgung fast ausschließlich zu Warmwasserbereitung verwendet wird, nahezu zwei Drittel des gesamten Sommer-Wärmeverbrauchs ausmachen; Das entspricht 18% des gesamten Jahreswärmeverbrauchs. Eine reine zentrale Fernwärmeversorgung – kombiniert mit dezentralen TWE-Anlagen in den Einzelhäusern – über das ganze Jahr scheint auf Grund dieser Erkenntnisse bei weitläufigen Reihenhausanlagen mit bis zu 170 Meter weit von der Übergabestation entfernten Endabnehmern (wie es hier in der betrachteten Wohnhausanlage bei den exponiertesten Häuser der Fall ist) keine gute Lösung zu sein. Vielmehr legt dies den Schluss nahe, dass im Sommerbetrieb eine alternative Form der Warmwasserbereitung mit gleichzeitigem Abschalten der Fernwärmeversorgung sinnvoll sein könnte. Ein bivalentes System mit reiner Fernwärmeversorgung nur im Winter und zusätzliche dezentrale Solarthermieanlagen zur Gewährleistung der Warmwassererzeugung im Sommer würde einen möglichen Ausweg aus dieser Verlustsituation bedeuten. 2-Leiter-Verteilsysteme eignen sich auch besonders gut zur Einbindung von Solaranlagen.[105] Aus Sicht der Haustechnik dürfte diese angedachte Maßnahme kein Problem darstellen. Eine Realisierung mit Umrüstung auf ein bivalentes Heizsystem (wie zum Beispiel mit einzelnen Solaranlagen pro Häuserzeile) ist jedoch auf Grund der hohen Errichtungs- und Adaptierungskosten bei einer bestehenden Anlage wirtschaftlich weniger sinnvoll und demnach eher für künftige, ähnliche Projekte (neben anderen, hocheffizienten Heizsystemen) als Alternative zu empfehlen.

Durchaus realisierbar sind allerdings Verbesserungen im Bereich der Dämmung der Rohrleitungen. Grundsätzlich sind Anforderungen an Mindestdämmdicken in Abhängigkeit der Art der Warmwasserleitung in der OIB-Richtlinie 6[106] sowie in der ÖNORM H 5155[107] niedergeschrieben. Diese Anforderungen stellen jedoch nur Mindestanforderungen an die Dämmdicken für Wärmeverteilleitungen dar – siehe nachfolgende Tabelle 26.

[105] Vgl. TREBERSPURG, M. et al. (2010b), S.23
[106] Vgl. OIB (2011c), S.8
[107] Vgl. ÖNORM H 5155 (2013), S.8 (Tabelle 2)

Art der Leitungen bzw. Armaturen	Mindestdämmdicke bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK)[1)]
Leitungen/Armaturen in nicht konditionierten Räumen	2/3 des Rohrdurchmessers, jedoch höchstens 100 mm
Bei Leitungen/Armaturen in Wand und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/3 des Rohrdurchmessers, jedoch höchstens 50 mm
Leitungen/Armaturen in konditionierten Räumen	1/3 des Rohrdurchmessers, jedoch höchstens 50 mm
Leitungen im Fußbodenaufbau	6 mm (kann entfallen bei Verlegung in der Trittschalldämmung bei Decken gegen konditionierte Räume)
Stichleitungen	Keine Anforderungen
1) Bei 10° C Mitteltemperatur: Bei Materialien mit anderen Wärmeleitfähigkeiten als 0,035 W/(mK) sind die Mindestdämmdicken mit Hilfe von in den Regeln der Technik enthaltenen Rechenverfahren umzurechnen.	

Tabelle 26: Mindestanforderungen an Dämmungen von Wärmeverteilleitungen gemäß OIB-Richtlinie 6 (Quelle: OIB-Richtlinie 6, Ausgabe Oktober 2011)

Heute wird immer mehr der Fokus auf ausreichendes Dämmen von Verteilleitungen und damit auf ein möglichst effektives Verhindern von Wärmeverlusten gelegt. In der Umsetzung dieser Mindestanforderungen ist eine deutliche Tendenz in die Richtung erkennbar, dass – besonders in Hinblick auf hocheffiziente Gebäudetypen wie Passivhäuser – eine hohe „Überdämmung“ von Wärmeverteilleitungen empfohlen wird: „Energieeffizientes Bauen muss Verluste reduzieren und daher dem bislang wenig beachteten Bereich der Verteilverluste verstärkt Aufmerksamkeit entgegen bringen bzw. dafür relevante Planungsziele einführen. Dabei sollten Verteilverluste durch entsprechende Vorgaben an die Überdämmung von Rohrleitungen und Anschlüssen reduziert werden. Eine Arbeitsgruppe des Freiburger ISE (Solares Bauen) führte als diesbezügliche Planungs-Empfehlung die 200%-Regel ein, was bedeutet, dass die Dämmstärke der Verteilrohre mindestens dem doppelten Wert des Durchmessers entsprechen soll. Dieselbe Empfehlung wird auch in den Passivhausrichtlinien (z.B. PHPP-Berechnung) ausgesprochen.“[108] Im Fall der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ werden innerhalb der konditionierten Gebäudeteile Dämmstoffdicken, die dem jeweiligen Rohrdurchmesser entsprechen (in Anlehnung an Tabelle 26 sind das 3/3 des Rohrdurchmessers), als Verbesserungsmaßnahme vorgeschlagen. Die bestehenden Rohrdämmungen in den unkonditionierten

[108] TREBERSPURG, M. et al. (2010a), S.21

Bereichen, wie Kollektorgängen bzw. Eigenkellern, entsprechen bereits diesen Vorgaben. Auf Grund der Tatsache, dass diese Leitungen längenmäßig mit zwei Drittel (je 306 Meter VL und RL) und auch verlustmäßig den größten Teil der gesamten Verteilleitungen ausmachen wird hier eine Verdoppelung der Leitungsdämmung auf 6/3 (die eben besprochenen 200%) des Rohrdurchmessers (Dämmung 100mm bzw. 65mm) vorgeschlagen. Die Auswirkungen dieser Verbesserungsempfehlungen werden im Folgenden rechnerisch bewertet.

	Fall 1	**Fall 2**	**Fall 3**	**Fall 4**	**Fall 5**	**Fall 6**	**Fall 7**	**Fall 8**
Nennweite	DN50	DN40	DN40	DN25	DN25	DN25	DN20	Boiler
Durchmesser außen [mm]	60,3	48,3	48,3	33,7	33,7	33,7	26,9	-
Dämmung Bestand [mm]	30	50	50	30	10	0	0	50
DÄMMUNG$_{NEU}$ Maßnahme	**60 (50)**	**100 (50)**	**100 (50)**	**65 (30)**	**35 (30)**	**35 (30)**	**25 (15)**	**kein Boiler**
Verbesserung pro Fall in %	**37%**	**29%**	**29%**	**31%**	**36%**	**75%**	**67%**	**100%**
Verbesserung in %	**37%**	**29,55%**			**63,53%**			**100%**
	37%	**48,10 % Verringerung der Verluste In den Fällen 2 bis 7**						**100%**
Verbesserung Gesamtmaß-nahmen in %	**39,70 % max. Verringerung der Gesamtverluste**							**100%**
Einsparung am GWV in %	1,77	1,57	0,62	0,84	5,54	1,19	1,09	3,14
Einsparung am GWV in %	**1,77**	**3,02**			**7,82**			**3,14**
	Max. Gesamteinsparung vom Gesamtwärmeverbrauch: 12,61% + 3,14% = 15,75%							

Tabelle 27: Empfohlene Verbesserungsmaßnahmen auf Seite der Haustechnik [109]

Tabelle 27 zeigt die empfohlenen Verbesserungsmaßnahmen sowie die möglichen Auswirkungen dieser Verbesserungen in Form einer Überblickstabelle.

[109] Tabelle 27 zeigt die Auswirkung auf die Wärmeverluste durch höhere Dämmdicken der Wärmeverteilleitungen. Dabei werden die Ergebnisse einerseits als prozentuelle Verringerung der Verluste im jeweiligen Fallbeispiel (rot) dargestellt, die anschließenden Werte im unteren Teil der Tabelle zeigen die möglichen Einsparungspotentiale in Verhältnis zum Gesamtwärmeverbrauch. Die in Klammer gesetzten Zahlen sind Mindestvorgaben der aktuell gültigen ÖNORM H 5155:2013.

Dabei ist zu erkennen, dass bereits die Maßnahme der verbesserten Dämmung der innenliegenden Leitungen und Armaturen (Fall 5, 6 und 7) zusammen eine Verringerung der Wärmeverluste in diesen Bereichen von 63,53% bewirken würde. Vor allem die Dämmung der ungedämmten Ventile[110] in den Kollektor- bzw. Kellerräumen sowie die der ungedämmten Anschlussleitungen an die Fernwärmespeicher bringen eine Einsparung von 7,82% bezogen auf den Gesamtwärmeverbrauch. Die verstärkte Dämmung der Verteilleitungen in den unkonditionierten Bereichen (Fall 2, 3 und 4) würde die Wärmeverluste in den Kollektorgängen und Kellern ebenso um fast 30% verringern und zusätzliche 3,02% des Gesamtwärmeverbrauchs (GWV) einsparen. In den Verbesserungsmaßnahmen für die Erdleitungen liegt zudem ein Einsparungspotential von 1,77% des gesamten Wärmeverbrauchs der Anlage. Rechnerisch betrachtet würden dadurch die Verluste im Erdreich um 37% verringert werden können.

Bei einer realisierbaren Verringerung der Verteilverluste in den Szenarien Fall 2 bis 7 von 48,1% ist ein Einsparungspotential bis zu 10,8 % des gesamten Wärmeverbrauchs der Wohnhausanlage denkbar. Bei Durchführung sämtlicher Maßnahmen (inklusiv einer höheren Dämmung der Erdleitungen) ist es möglich, die Gesamtverluste der Anlage um fast 40% zu verringern. Zusätzliches Energiesparpotential von 3,14% der GWV (die Bereitschaftsenergieverluste der Boiler) birgt außerdem der Austausch der bestehenden Fernwärmespeicher auf neue TWE-Anlagen ohne WW-Boiler in sich, bei denen die Warmwasserbereitung mittels Wärmetauscher auf reinem Durchlaufprinzip (ohne Boiler) funktioniert. Zusammengefasst bedeutet dies, dass durch die empfohlenen Verbesserungsmaßnahmen – im Bereich der Wärmeverteilung sowie der TWE-Anlagen – eine Reduktion der Gesamtwärmeverluste von einem Drittel (32,1%) auf nahezu ein Sechstel (16,35%) des Gesamtwärmeverbrauchs erreicht werden kann. Das entspricht annähernd einer Halbierung der gesamten Wärmeverluste im internen Fernwärmeverteilsystem.

Nach der Betrachtung der auftretenden Wärmeverluste, die innerhalb der Wohnhausanlage auf dem Weg zum Endverbraucher verloren gehen, erscheint es notwendig und sinnvoll, den ermittelten Nutzenergieverbrauch für

[110] Vgl. ALBERTI, R. (2012), S.12,
URL: http://www.fiw-muenchen.de/media/pdf/wtag2012/Vortrag-02-TG.pdf
Im Blatt 12 (Minimierte Wärmeverluste) des Vortrags von Dipl.-Ing. Ralph Alberti ist deutlich ablesbar, dass ein gedämmtes DN25-Ventil 75% Einsparung gegenüber einem ungedämmten Ventil der selben Dimension bringt.

Warmwasserbereitung und Raumheizung einer abschließenden Analyse zu unterziehen.

Entsprechend der Thematik dieser Arbeit wird dabei ein Hauptaugenmerk auf die Nutzenergie für Raumheizung, den Heizwärmeverbrauch, gelegt. Das Nutzerverhalten gilt dabei als maßgeblicher Einflussfaktor. Die NutzerInnen greifen unmittelbar in die Energiehaushalt des Gebäudes ein. Sie bestimmen durch ihre Komfortpräferenzen (an die thermische Behaglichkeit und die Raumlufthygiene) die Raumlufttemperatur und den Luftaustausch mit der Außenluft und beeinflussen damit entscheidend den Heizwärmeverbrauch. Neben diesen Haupteinflussfaktoren haben unter anderem Eingriffe durch unkontrolliertes Heizverhalten und Heizabsenkungen, falsche Handhabung von Thermostatventilen sowie Manipulation in der Durchflussregelung an den Heizkörpern etc. Auswirkungen auf die Effizienz der jeweiligen Heizungsanlagen.

In der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ ist zudem noch eine weitere, entscheidende Einflussgröße auszumachen: Der Wintergarten, als Pufferraum zwischen Außenluft und innenliegenden Wohnbereich, ermöglicht bei richtiger Nutzung passive Sonnenenergiegewinne, die den Heizwärmebedarf – speziell an sonnigen Tagen in der kalten Jahreszeit – reduzieren können und dabei helfen, Heizenergie zu sparen. Dabei spielt einerseits der unbeheizte, selbstregulierende Wintergarten, in seiner Funktion als Pufferraum zum Außenbereich, eine wichtige, eigenständige Rolle. Andererseits können die NutzerInnen selbst zusätzlich die solaren Wärmegewinne über den Wintergarten (mittels Warmluft-Umwälzprinzip) direkt in den konditionierten Wohnbereich bringen. Im Gegensatz dazu birgt der Wintergarten bei falscher Nutzung (wie Wintergarten als erweiterter Wohnraum, offene Lüftungsklappen im Winter, etc.) regelrecht die Gefahr einer „Energiefalle“ in sich, die den Heizwärmeverbrauch in die Höhe treibt. Die Auswirkungen einer nicht dem ursprünglichen Konzept des Planers entsprechenden Nutzung sind unmittelbar an die thermische Behaglichkeit geknüpft und in logischer Konsequenz durch Erhöhung der Innenraumtemperatur sofort am steigenden Heizwärmeverbrauch festzumachen. Daher wäre es von großer Wichtigkeit, die BewohnerInnen bereits vor Bezug der Reihenhäuser in entsprechenden Broschüren über den richtigen Umgang mit ihrem zukünftigen Zuhause zu informieren. Wie in der Objektbeschreibung im Kapitel 1 erwähnt, wurde im Jahr 1996 seitens der Stadt Wien, gemeinsam mit dem Wohnbund Wien, den zukünftigen MieterInnen der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ eine

dreiteilige Informationsveranstaltung angeboten. Bereits im Vorfeld wurde auf die Besonderheiten dieser Wohnhausanlage hingewiesen. Vor allem wurde auf den Umgang mit dem Wintergarten und andere Energiesparmaßnahmen eingegangen. Gemeinsam mit den potentiellen BewohnerInnen wurden zudem Konzepte zur Selbstorganisation und Mietermitbestimmung entwickelt. Etwa zwei Drittel der damaligen MieterInnen nahmen an diesen angebotenen Veranstaltungen und Workshops teil. Heute wohnen noch etwa die Hälfte dieser ursprünglichen BewohnerInnen in der Wohnhausanlage. Etwa ein Drittel der MieterInnen in der Anlage wurden nie über die baulichen Besonderheiten und Energiesparkonzepte der Wohnhausanlage informiert. Dies ist ein wichtiger Punkt, der seitens der Eigentümer bzw. der Hausverwaltung nachzuholen wäre.

Neben den hohen Einsparungspotentialen durch Verbesserungsmaßnahmen auf Seiten der Haustechnik an den Wärmeverteilleitungen ist es durchaus möglich, durch ein verändertes Nutzerverhalten – besonders in den Wohneinheiten mit überdurchschnittlichem Heizwärmeverbrauch (Kapitel 5, Abbildung 43 und Abbildung 44) – den Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung innerhalb der Wohnhausanlage maßgeblich zu senken. Dabei ist es wichtig, ein Energiesparen zu propagieren, welches ohne wesentliche Einschränkungen des gewohnten Komforts sowie auf Grund bewusst getroffener (Spar-)Entscheidungen unter möglicher Selbstkontrolle (auch messbar) zu bewerkstelligen ist. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, werden mögliche Verbesserungsvorschläge seitens der MieterInnen eher angenommen und entsprechend umgesetzt.

Folgende Energieeinsparmaßnahmen bei der Raumheizung sollten hierbei den NutzerInnen anhand von Anschauungsbeispielen und Verbrauchsvergleichen nahegebracht werden:

- Wahl einer vernünftigen Innenraumtemperaturen (thermische Behaglichkeit = Komfort)
- Selbstkontrolle dieser Innenraumtemperaturen mittels Raumthermometer
- richtiger Umgang mit Thermostatventilen mangels Raumthermostat-Regelung
- Möglichkeit eines optimierten Heizverhaltens durch tageszeitliche Regelung der Innenraumtemperatur
- richtiges und effizientes Lüftungsverhalten: mehrmaliges Stoßlüften statt Permanentlüftung. Abdrehen der Heizkörper während der Lüftungsphase;

- Analyse des individuellen Lüftungsverhaltens durch Einflussfaktoren wie Anwesenheitszeiten, Rauchen, Haustiere, interne Aktivitäten und Immissionen, Feuchtequellen, etc.
- Information über Schimmelbildung als Folge von zu hoher Feuchtebelastung kombiniert mit falschem Lüftungsverhalten
- richtiger Umgang mit dem Wintergarten: Solarkonzept und entsprechende Nutzung, positiver Wärmeeintrag durch Warmluftumwälzung, richtige Lüftung des Wintergartens, „Energiefalle“ bei falscher Handhabung

Natürlich stellt sich die Frage, ob und in welcher Form von Seite des Eigentümers – im Besonderen aber seitens des Energielieferanten (Fernwärme Wien) – Anreize geschaffen werden könnten, um das individuelle Verhalten von BewohnerInnen in Richtung Energiesparen zu ändern. Gewisse finanzielle Anreize für Energiesparer, die unmittelbar mit einer Kostenersparnis für den Einzelnen verbunden sind, würden sicherlich einen Teil dazu beitragen. Es wäre wünschenswert, dass hier – vielleicht auch von politscher Seite – Initiativen gesetzt werden, die die NutzerInnen zu einem bewussteren Umgang mit Energie motivieren. Dabei geht es beim Energiesparen in erster Linie nicht ausschließlich um reine Energiereduktion und somit oft Einschränkung der individuellen Bedürfnisse, sondern um einen effizienten Energieeinsatz und die daraus resultierende Energieersparnis. Besonders in der Raumheizung steckt großes Einsparungspotential. Wie vorangegangene Ausführungen unterstreichen, gibt es viele Möglichkeiten, durch einfache Maßnahmen ein hohes Maß an Heizwärmeersparnis ohne maßgeblichen Komfortverlust zu erreichen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sowohl auf der Haustechnikseite, als auch auf Seiten des Nutzerverhaltens hohes Einsparungspotential im Wärmeverbrauch vorhanden ist. Durch entsprechende Umsetzung der vorgeschlagenen Planungs- und Nutzungsempfehlungen kann in jedem Fall die Wärmebilanz der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ erheblich verbessert werden.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der detaillierten Analyse des Heizwärmeverbrauchs einer Niedrigenergie-Reihenhausanlage mit zentraler Fernwärmeversorgung. Diese Thematik ist vor allem deshalb von Bedeutung, da besonders in weitläufigen Wohnhausanlagen die Wärmeverteilung ein großes Problem darstellen kann. Insbesondere große Verteilverluste können die Gesamtwärmebilanz einer Anlage im Vergleich zum tatsächlichen Nutzwärmeverbrauch erheblich verschlechtern.

Die Niedrigenergie-Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ nimmt mit ihrem besonderen Architektur- und Solarenergiekonzept eine Sonderstellung unter den Wiener Gemeindebauten ein. Als Bewohner dieser Reihenhausanlage war es dem Verfasser ein großes Anliegen, die auftretende Kritik von Eigentümervertretern der Stadt Wien am extrem hohen Gesamtwärmeverbrauch der Wohnhausanlage und die folglich intern geführten Diskussionen unter den MieterInnen aufzugreifen und den tatsächlichen Ursachen in einer eingehenden Bedarfs- und Verbrauchsanalyse über einen Zeitraum von zwölf Jahren (1998 – 2010) auf den Grund zu gehen. Dabei ist im Laufe dieser Arbeit die Situation der Wärmeverteilung immer stärker in den Fokus der Betrachtungen gerückt.

Am Beispiel dieser Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ wird die Problematik der zentralen Fernwärmeversorgung aufgegriffen und anhand einer eingehenden Bedarfs-, Verlust- und Verbrauchsanalyse kritisch beleuchtet.

In einer ersten Betrachtung werden die Heizwärmebedarfswerte der einzelnen Haustypen mittels Simulation unter Berücksichtigung von Solltemperatur und langjährigen Klimadaten generiert. Die thermische Qualität der Gebäudehüllen der einzelnen Reihenhaustypen sind dabei durchwegs – belegt durch die Ergebnisse der Bedarfsberechnungen und die erstellten Energieausweise – als gut einzustufen. In einem weiteren Schritt wurden die Heizwärmeverbrauchswerte ermittelt. Hierzu war in erster Linie die Berechnung der anlageninternen Leitungs- und Bereitstellungsverluste notwendig. Die Ergebnisse der Verlustberechnungen zeigen einen enormen Wärmeverlust in den Verteilleitungen: Fast ein Drittel des gesamten Wärmeverbrauchs geht durchschnittlich pro Jahr auf dem Weg zu den EndverbraucherInnen verloren. Besonders brisant ist dabei die Situation in der Sommerperiode, in der der größte Teil des gesamten Wärmeverlustes – knapp zwei Drittel – durch das ständige Inbetriebhalten des Sekundärkreises zum alleinigen Zweck der Warmwasserbereitung zu verzeichnen sind.

Bei der darauffolgenden Betrachtung des Heizwärmeverbrauchs können innerhalb der Wohnhausanlage hohe Schwankungen mit teilweise extremen individuellen Verbrauchswerten festgestellt werden. Die Auswirkungen des Nutzerverhaltens in unterschiedlichsten Ausprägungen folglich aber auch ein hohes Einsparungspotential im Heizwärmeverbrauch sind hier deutlich erkennbar. Dabei sind Reihenhäuser des Haustyps B besonders hervorzuheben, die trotz niedrigstem Heizwärmebedarf innerhalb der Anlage die höchsten Verbrauchswerte – mit bis zu dreifach höheren Werte wie die Niedrigstverbraucher – aufweisen.

Diese Ergebnisse zeigen eindeutig Handlungsbedarf, der anhand der Nutzungs- und Planungsempfehlungen erörtert wird: zum einen auf Seiten der NutzerInnen, durch Anpassung ihres Heiz- und Lüftungsverhaltens, zum anderen auf Seiten der Haustechnik, in der im Speziellen Maßnahmen wie verbesserte Leitungsdämmung, Austausch der Fernwärmespeicher oder Einbindung von Solarthermieanlagen für die dezentrale Warmwasserversorgung getroffen werden sollten.

Die Betrachtung des Energieverbrauchs und im Speziellen des Wärmeverbrauchs in Wohnhausanlagen mit zentraler Fernwärmeversorgung ist gerade in einer Reihenhausanlage wie dieser – mit einem grundsätzlich sehr ambitionierten Energiekonzept mit passiver Solarenergienutzung – von besonderer Bedeutung. Dabei zeigt die Situation in der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“, dass eine ausschließlich zentrale Fernwärmeversorgung in weitläufigen Reihenhausanlagen aus heutiger Sicht eher nicht zu empfehlen ist und – wenn überhaupt angedacht – einer äußerst sorgfältigen Haustechnikplanung inkl. der Einbindung von alternativer Energiequellen und einer professionellen Ausführung bedarf, wobei die Warmwasserbereitung eine eigene und zumindest im Sommerbetrieb unabhängige Komponente darstellen sollte.

Nicht nur für Planer und Auftraggeber sollen Forschungsarbeiten wie diese zusätzliche Informationen und Erkenntnisse für die Umsetzung von ähnlichen Wohnbauprojekten bringen, auch die NutzerInnen der Wohngebäude selbst können mögliche Ursachen und schließlich auch notwendige Konsequenzen aus den Ergebnissen dieser Arbeit ableiten.

Missstände, wie die bei der Rückrechnung des Heizwärmeverbrauchs festgestellten, immensen Leitungsverluste innerhalb der Anlage sind den MieterInnen der Wohnhausanlage nicht bewusst, da in den Heizkosten- und Warmwasserabrechnungen der Fernwärme Wien, in der die gelieferte

Gesamtwärmemenge auf alle Endabnehmer anteilig aufgeteilt wird, jegliche Transparenz verloren geht. Nur individuelle Abrechungsmethoden mit Wärmeverbrauchsmessungen durch Kleinwärmezähler pro Wohneinheit könnten hier Abhilfe schaffen, sind jedoch aus wirtschaftlichen Gründen nicht realisierbar.

In jedem Fall ist dringend zu empfehlen, entsprechende Verbesserungsmaßnahmen im Sinne einer nachhaltigen Wärmeversorgung mit geringeren Verteilverlusten in der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ anzugehen.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Lageplan Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ (Ausschnitt Einreichplan) 7
Abbildung 2: Lageplan der WHA „Naturnahes Wohnen“ mit Haustyp A, B und C (inkl. Typ D).....12
Abbildung 3: Haustyp A (Rand- und Mittelhäuser), Grundriss EG und 1.OG 14
Abbildung 4: Haustyp A (Musterzeile: Rand- u. Mittelhäuser), Grundriss EG und 1.OG ..15
Abbildung 5: Haustyp B (Rand- und Mittelhaus), Grundriss EG, 1.OG und DG 15
Abbildung 6: Haustyp C (Doppelhaus), Grundriss EG und 1.OG 16
Abbildung 7: Spez. HWB einzelner Haustypen in Anhängigkeit von der Solltemperatur...21
Abbildung 8: Standardisierte HWB-Berechnung (20°C) / Vergleich Klimadatenkatalog ALT / NEU.....23
Abbildung 9: Gesamt-HWB-Berechnungen sämtlicher Reihenhäuser mit HWB-Mindestanforderungen.....27
Abbildung 10: Mehrbedarf des spez. HWB in Abhängigkeit von der Innenraumtemperatur [kWh/m²].....30
Abbildung 11: Mehrbedarf des spezifischer HWB in Abhängigkeit zur Innenraumtemperatur [in %].....31
Abbildung 12: HWB-Berechnungen - Simulation 20°C vs. ÖNORM B 8110-6 (Energieausweis) 20°C 33
Abbildung 13: Heizwärmebedarf eines Reihenhauses über einen Zeitraum von 12 Heizperioden (1998 – 2010).....35
Abbildung 14: Langjähriger, mittlerer Gesamt-HWB der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“.....37
Abbildung 15: Anteil und Entwicklung der Fernwärmeversorgung in Österreich (Quelle: FGW - Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmungen, 2014) 39
Abbildung 16: Systemzeichnung Fernwärmespeicher Klinger Combistar FWF-40 42
Abbildung 17: Gesamtwärmeverbrauch der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ 1998 - 2010 (Quelle: Fernwärme Wien).....44
Abbildung 18: Wärmeverbrauchsanteile für Heizung und Warmwasser 1998 - 2010 laut Jahresabrechnungen der Fernwärme Wien (Quelle: Fernwärme Wien).....46
Abbildung 19: Technische Auslegungsbedingungen für Anlagen in FW-Übergabestationen 56
Abbildung 20: Wärmemengen und Durchflussmengen 1998 - 2010 (2-Monatsdaten).....58
Abbildung 21: Mittlere Heizwärmeanteile und Warmwasserverbrauchsmengen 1996 - 2010 61
Abbildung 22: Mittlere, spezifische Heizwärmeanteile und Warmwasserverbrauchsmengen.....62

Abbildung 23: Schema Übergabestation der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ (Quelle: Fernwärme Wien) 71
Abbildung 24: Übersichtsplan Leitungsführung und -längen der Fernwärmeverteilleitungen 72
Abbildung 25: Fall 1 - Wärmeströme von Vor- und Rücklauf zum Grundwasser / zu Außenluft (Quelle: Simulationsprogramm AnTherm Version V.7.126_2015.03) 75
Abbildung 26: Fall 2 - Wärmeströme von Vor- und Rücklaufleitung zum Grundwasser (Quelle: Simulationsprogramm AnTherm Version V.7.126_2015.03) 76
Abbildung 27: Wärmeverluste von Armaturen und Flanschen (Quelle: ALBERTI, R. (2012)) 79
Abbildung 28: Mittlere Tagestemperaturen im Betrachtungsjahr 2004/2005 (Quelle: ZAMG) 83
Abbildung 29: Mittlere Heizperiode in Abhängigkeit der Solltemperatur (Haustyp A) 91
Abbildung 30: Wärmebilanzen der Einzeljahre 1998 - 2010 (Abschätzung und Berechnung) 94
Abbildung 31: Gesamtwärmebilanz der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ 1998 - 2010 99
Abbildung 32: Mittlerer Heizwärmeverbrauch der Reihenhäuser 1998 - 2010 (nach Haustyp) 101
Abbildung 33: Mittlerer, spezifischer Heizwärmeverbrauch HWV_{BGF} der Reihenhäuser 1998 -2010 (Aufteilung nach Haustyp) 102
Abbildung 34: Heizwärmeverbrauch im Verhältnis zur Kompaktheit der Reihenhäuser 104
Abbildung 35: Spezifischer Heizwärmeverbrauch der Einzelhäuser (Mittelwerte 1998 - 2010) 105
Abbildung 36: Heizwärmeverbrauch der einzelnen Reihenhäuser (Mittelwerte 1998 - 2010) 106
Abbildung 37: Heizwärmeverbrauch der Reihenhäuser: NIEDRIG - NORMAL - HOCH 109
Abbildung 38: Übersicht Gegenüberstellungen HWB – HWV, Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ (Berechnungszeitraum 1998 – 2010) 111
Abbildung 39: Gegenüberstellung mittlerer HWB (Norm 20°C), HWB (Real 23°C) und mittlerer HWV pro Haustyp 114
Abbildung 40: Gegenüberstellung mittlerer, spezifischer HWB_{BGF} (Norm 20°C) und mittlerer HWV_{BGF} pro Reihenhaustyp mit Mehrverbrauch an Nutzheizwärme 116
Abbildung 41: Vergleich spezifischer HWB_{BGF} (Norm 20°C) zum tatsächlichen HWV_{BGF} mit Mehr- bzw. Minderverbrauch an Nutzheizwärme pro Reihenhaus der Wohnhausanlage 118
Abbildung 42: Spezifischer Heizwärmeverbrauch der einzelnen Reihenhäuser der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ und Einteilung in Verbraucher-Kategorien 119

Abbildung 43: Vergleich spezifischer HWB_{BGF} (Norm 20°C) zum tatsächlichen HWV_{BGF} mit Mehr- bzw. Minderverbrauch an Nutzheizwärme pro Wohneinheit der Wohnhausanlage 120
Abbildung 44: Spezifischer Heizwärmeverbrauch aller Wohneinheiten der Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ (33 Reihenhäuser und 8 Wohnungen) mit Verbrauchskategorie.....121
Abbildung 45: Aufbau eines Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip (HKVV) A.1-3
Abbildung 46: Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip (HKVV) - Ablesung A.1-5
Abbildung 47: Ansicht eines HKVV- Kaltverdunstungsvorgabe der Ampullen A.1-8
Abbildung 48: Ansichten und Abmaße eines elektronischen Heizkostenverteilers (HKVE) A.1-10
Abbildung 49: LC-Display eines elektronischen Heizkostenverteilers (HKVE).....A.1-11
Abbildung 50: Funktionskomponenten eines Wärmezählers.....A.1-13

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Überblick Haustypen A,B und C: Bruttogrundfläche und Bruttovolumen 17
Tabelle 2: Übersicht Brutto-Grundflächen (BGF) der Reihenhausanlage „Naturnahes Wohnen“ 18
Tabelle 3: Überblick Häusertypen, charakteristische Länge l_c / Kompaktheit A/V 19
Tabelle 4: Durchschnittlicher Wärmeverbrauch der Gesamtanlage im Zeitraum 1998 - 2010 54
Tabelle 5-2: Datenblätter mit Grunddaten der Fernwärme Wien und ZAMG inkl. VL+RL .58
Tabelle 6: Nutzenergieverbrauchsanteile für Raumheizung, Warmwasser vs. Verteilverluste 65
Tabelle 7: Datenblatt Abschätzung des Heizwärmeverbrauchs, Mittelwerte 1998 - 2010.66
Tabelle 8: Wärmeverluste je nach Szenario und Beobachtungszeitraum (Sommer | Winter) 71
Tabelle 9: Fall 1 - Fernwärmeleitungen im Erdreich, Simulationsergebnis AnTherm (Auszug) 74
Tabelle 10: Fall 2 - Fernwärmeleitungen im Kollektorgang, Simulationsergebnis AnTherm 75
Tabelle 11: Aufstellung der berechneten Gesamt-Leitwerte für Verteilleitungen im Fall 1-7 80
Tabelle 12: Übersicht Fernwärmeverbrauchsdaten: Abrechnungsjahr 2004/2005.....82
Tabelle 13: Berechnung mittlere Vorlauf- und Rücklauftemperaturen mit Spreizung 2004/2005.....84
Tabelle 14: Berechnung der Verteilverluste in den Fernwärmeleitungen am Beispiel Fall 1 86
Tabelle 15: Umgebungstemperaturen zur Berechnung der Verteilverluste Fall 1-7.....87
Tabelle 16: Berechnung der Verteilverluste in den Fernwärmeleitungen Fall 1-7 (2004 / 2005) 87
Tabelle 17: Betrachtung der Gesamtwärmeverteilung im Sommerbetrieb 2004/2005 90
Tabelle 18: Wärmeverteilung in der Wohnhausanlage 2004/2005 (Verluste und Nutzwärme) 92
Tabelle 19: Wärmebilanz der Wohnhausanlage 2004/2005 (WINTER - GESAMT - SOMMER) 93
Tabelle 20: Datenblatt Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“, Abrechnungsjahr 2004/2005.....93
Tabelle 21: Betrachtung der Gesamtwärmeverteilung im Sommerbetrieb 1998 - 2010....96
Tabelle 22: Wärmebilanz der Wohnhausanlage, langjährige Mittelwerte 1998 - 2010.....97

Tabelle 23: Datenblatt Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“ Mittelwerte 1998 - 2010 Berechnung der Nutzwärme für Raumheizung, Warmwasserbereitung sowie Wärmeverluste.....98
Tabelle 24: Mittlere Heizwärmeverbrauchsanteile der Haustypen A, B, C und Typ D.....99
Tabelle 25: Übersicht Heizwärmebedarf $HWB_{20°C}$ und $HWB_{23°C}$ im prozentuellen Vergleich zum Heizwärmeverbrauch HWV_{BGF} nach Haustypen und Lage 117
Tabelle 26: Mindestanforderungen an Dämmungen von Wärmeverteilleitungen gemäß OIB-Richtlinie 6 (Quelle: OIB-Richtlinie 6, Ausgabe Oktober 2011).....124
Tabelle 27: Empfohlene Verbesserungsmaßnahmen auf Seite der Haustechnik 125

QUELLENVERZEICHNIS

ADUNKA, Franz (1999): Handbuch der Wärmeverbrauchsmessung. Grundlagen, Methoden, Probleme. 3. Auflage. Vulkan-Verlag, Essen

ALBERTI, Ralph (2012): Beitrag der Wärmeverluste von Heizungsanlagen zum Heizenergiebedarf. Vortrag im Rahmen des FIW Wärmeschutztages 2012. FIW – Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München, 82166 Gräfelfing URL: http://www.fiw-muenchen.de/media/pdf/wtag2012/Vortrag-02-TG.pdf (Zugriff: 14.09.2015)

AUER, Ingeborg, BÖHM, R., MOHNL, H., POTZMANN, R., SCHÖNER, W., SKOMOROWSKI, P. (2001): ÖKLIM – Digitaler Klimaatlas Österreichs. Eine interaktive Reise durch die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Klimas. CD-ROM, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

BFW – FRIEDRICH GOHL GMBH (2005): © BFW – Friedrich Gohl GmbH, Stuttgart. URL: http://www.bfw-gohl.de/faq/fluessigkeit.htm (Zugriff: 11.01.2005)

BFW – WERNER VÖLK GMBH (2004a): © BFW – Werner Völk GmbH, München. URL: http://www.bfw-online.de/informationen/verdunsterfluessigkeit.html (Zugriff: 19.10.2004)

BFW – WERNER VÖLK GMBH (2004b): © BFW – Werner Völk GmbH, München. URL: http://www.bfw-online.de/informationen/kaltverdunstung.html (Zugriff: 19.10.2004)

BMVIT- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATON UND TECHNOLOGIE (Hrsg.) (2015): Wohnhausanlage „Naturnahes Wohnen“, Wulzendorfstraße / Fred-Raymond-Gasse (1220 Wien). Detaillierte Beschreibung. © Webplattform www.nachhaltigwirtschaften.at URL: http://www.nachhaltigwirtschaften.at/architektur/results.html?id=1406#h1 (Zugriff 15.10.2015)

BMWFW – Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (2015): Klimadatenrechner. © 2015 by Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft. URL:http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/klimadatenrechner/Seiten/zurBerechnung.aspx (Zugriff: 14.07.2015)

DAUNDERER, Max (1990): Handbuch der Umweltgifte. ecomed-Verlag, Landsberg. URL: http://home.t-online.de/home/umweltanalytik/lexikon/ing17.htm (Zugriff: 03.01.2005)

DEUTSCHES BUNDESMINISTRIUM FÜR JUSTIZ UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2009): Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten(Verordnung über Heizkostenabrechnung - HeizkostenV). Neugefasst durch Bek. v. 5.10.2009 I 3250

ERDMANN, Georg (1995): Energieökonomik: Theorie und Anwendung. 2., überarbeitete Auflage, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich und B.G. Teubner Stuttgart

EUROPÄISCHE MESSGERÄTERICHTLINIE bzw. MEASURING INSTRUMENTS DIRECTIVE (MID) (2004): Richtlinie 2004/22/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. März 2004 über Messgeräte. Veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Union am 30. April 2004
URL: http://europa.eu.int/eur-lex/de/archive/2004/l_13520040430de.html (Zugriff: 16.12.2004)

FEIST, Wolfgang (Hrsg.) (1997): Das Niedrigenergiehaus - Neuer Standard für energiebewusstes Bauen. 4. Auflage. C.F. Müller Verlag, Heidelberg

FERNWÄRME WIEN (2002): Planungsordner für Planer, Architekten, Bauträger, Hausbesitzer und Installateure. Kapitel 12- Technische Richtlinien Hausstation. TRH02. Fassung Jänner 2002. Öffentlichkeitsarbeit Fernwärme Wien Ges.m.b.H. (Hrsg.), 1090 Wien

FERNWÄRME WIEN (2005): Fernwärme Wien – Die Stadtheizung.
URL: http://www.stadtheizung.at/vs_kreislauf.html (Zugriff: 19.01.2005)

FGW- FACHVERBAND DER WÄRMEVERSORGUNSUNTERNEHMUNGEN (Hrsg.) (2014): Erdgas und Fernwärme in Österreich- Zahlenspiegel 2014. © Oktober 2014, FGW- Fachverband der Wärmeversorgungsunternehmungen, Schubertring 14, 1010 Wien
https://www.gaswaerme.at/ufile/9/2619/zasp15_hi.pdf (Zugriff: 29.07.2015)

FIW– FORSCHUNGSINSTITUT FÜR WÄRMESCHUTZ E.V. (2012): Forschungsbericht. Energieeffizienz bei betriebstechnischen Anlagen, Wärme- und Kälteschutz. FO 2/10–V.1.2. Ausstellungsdatum 18.12.2012. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München, 82166 Gräfelfing
URL: http://www.fiw-muenchen.de/media/pdf/FIW_Forschungsbericht_EEBTA.pdf (Zugriff: 15.09.2015)

FÖRDERGEMEINSCHAFT DÄMMTECHNIK – Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz e.V. (Hrsg.) (2004): Merkblatt Wärmeschutz W 4.
URL: www.isoliertechnik.de © Fördergemeinschaft Dämmtechnik, Berlin

HEINDL, Walter, KREČ, K., PANZHAUSER, E. & SIGMUND, A. (1984): Klimadatenkatalog. Kommissionsverlag: Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Wien

HEIZKOSTENABRECHNUNGSGESETZ (HeizKG) (1992): Bundesgesetz über die sparsamere Nutzung von Energie durch verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten. BGBl. Nr. 827/1992, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. I Nr. 25/2009.

JURI, Helga (1994): Technische und psychosoziale Einflussfaktoren auf den Wärmeverbrauch von Wohngebäuden. Diplomarbeit an der TU Wien, Wien

KLINGER Fluid Control GmbH & Co KG (Hrsg.) (1998a): Klinger Combistar FWF 40. Technische Produktinformation. KLINGER Gebetsroither GmbH & Co KG (Zentrale), Wels

KLINGER Fluid Control GmbH & Co KG (Hrsg.) (1998b): Klinger Combistar FWF 40. Prospekt des FWF 40 inkl. Datenblatt. KLINGER Gebetsroither GmbH & Co KG (Zentrale), Wels

KREČ, Klaus (2001): Thermisches Verhalten von Räumen. Vorlesungsunterlage. © 2001 Ass. Prof. Dr. Klaus Kreč, Institut für Hochbau für Architekten und Entwerfen der TU Wien, Wien

KUPPLER, Friedemann et al. (1993): Heizkosten richtig erfassen und verteilen. 2. Auflage. expert-Verlag, Ehningen bei Böblingen

NEURURER, Christoph (2009): Ressourceneffizienz von Passiv- und Niedrigenergiehäusern - Berechneter Heizwärmebedarf und gemessener Heizwärmeverbrauch im Vergleich. Diplomarbeit. BOKU Wien, Arbeitsgruppe Ressourcenorientiertes Bauen, Wien

ÖNORM B 8110-1 (2011): Wärmeschutz im Hochbau. Teil 1: Deklaration des Wärmeschutzes von Niedrig- und Niedrigstenergiegebäuden – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf. Ausgabe: 01.11.2011. Österreichisches Normungsinstitut, Wien

ÖNORM B 8110-5 (2011): Wärmeschutz im Hochbau. Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile. Ausgabe: 01.03.2011. Österreichisches Normungsinstitut, Wien

ÖNORM B 8110-6 (2014): Wärmeschutz im Hochbau. Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – Heizwärmeberdarf und Kühlbedarf. Ausgabe: 15.11.2014. Österreichisches Normungsinstitut, Wien

ÖNORM EN 834 (2015): Heizkostenverteiler für die Verbrauchswerterfassung von Raumheizflächen – Geräte mit elektrischer Energieversorgung. Ausgabe: 01.06.2015. Österreichisches Normungsinstitut, Wien

ÖNORM EN 835 (1995): Heizkostenverteiler für die Verbrauchswerterfassung von Raumheizflächen - Geräte ohne elektrische Energieversorgung nach dem Verdunstungsprinzip. Ausgabe: 01.05.1995. Österreichisches Normungsinstitut, Wien

ÖNORM EN 15603 (2008): Energieeffizienz von Gebäuden – Gesamtenergieverbrauch und Festlegung der Energiekennwerte. Ausgabe: 01.07.2008. Österreichisches Normungsinstitut, Wien

ÖNORM EN ISO 13790 (2008): Energieeffizienz von Gebäuden – Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung. Ausgabe: 01.10.2008. Österreichisches Normungsinstitut, Wien

ÖNORM H 5155 (2013): Wärmedämmung von Rohrleitungen und Komponenten in haustechnischen Anlagen. Ausgabe: 01.09.2013. Österreichisches Normungsinstitut, Wien

OIB (2011a): OIB-Richtlinien. Begriffsbestimmungen. Ausgabe: Oktober 2011. OIB-330-033/11. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien

OIB (2011b): Leitfaden. Energietechnisches Verhalten von Gebäuden. Ausgabe: Dezember 2011. OIB-330.6-111/11-010. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien

OIB (2011c): OIB-Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz. Ausgabe: Oktober 2011. OIB-330.6-094/11. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien

OIB (2015): OIB-Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz. Ausgabe: März 2015. OIB-330.6-009/15. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien

RUMMICH, Erich (1978): Nichtkonventionelle Energienutzung- Eine Einführung in die physikalischen und technischen Grundlagen. Springer-Verlag, Wien

STATISTIK AUSTRIA (2015): Privathaushalte nach Haushaltsgrößen, Bundesländern und Alter der Haushaltsreferenzperson - Jahresdurchschnitt 2014. Erstellt am 18.03.2015 © STATISIK AUSTRIA, Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung 2014 https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/haushalte_familien_lebensformen/haushalte/index.html (Zugriff: 16.10.2015)

WIEN ENERGIE GMBH (2015): Wien Energie Jahrbuch 2014**.** © 2015 Wien Energie GmbH | Wien Energie Vertrieb GmbH & Co KG, Thomas-Klestil-Platz 14, 1030 Wien http://www.wienenergie.at/media/files/2015/wienenergie_jahrbuch2014_deutsch_150683.pdf (Zugriff: 10.07.2015)

TREBERSPURG, Martin, WOLFERT, B. (1998): Naturnahes Wohnen - Siedlung der Gemeinde Wien. Broschüre. Arch. Dipl. Ing. Dr. Martin Treberspurg & Treberspurg & Partner Ziviltechniker Ges.m.b.H. (Hrsg.), Wien

STADT WIEN – MA 39 – VFA (2009): Energieausweis für das Objekt Wohnhausanlage der Stadt Wien in 1220 Wien, Fred-Raymond-Gasse 19, Objektnummer: 23-22,390. Brief an Stadt Wien – Wiener Wohnen – Zentrale. 24.02.2009. Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien, Magistratsabteilung 39, VFA – Labors für Bautechnik, Wien

STADT WIEN – MA 45 (Wiener Gewässer) (2012) Hydrologische Verhältnisse in Wien: Messergebnisse von Niederschlag, Oberflächengewässer und Grundwasserstände seit 2000. © wien.at: Magistrat der Stadt Wien, Rathaus, A-1082 Wien. URL: http://www.wien.gv.at/umwelt/wasserbau/hydrologie/werte.html (Zugriff: 21.03.2012)

STADT WIEN – WIENER WOHNEN (Hrsg.) (2009): Bausteine 3/2009. Wohnhausanlage Naturnahes Wohnen. Broschüre. domus verlag, Wien

TECHEM AG (2004), URL: http://www.techem.de/de/FAQ/Erfassungsgeraete_und_Systeme_im_Kerngeschaeft/index.phtml (Zugriff: 06.10.2004), Techem AG, Eschborn

TREBERSPURG, Martin, SMUTNY, R., ERTL-BALGA, U., NEURURER, C. (2010a): Forschungsprojekt: Evaluation der SOLARCITY Linz-Pichling, Endbericht – Ergebnisse Energiebilanz und Treibhausgasemissionen. BOKU Wien, Arbeitsgruppe Ressourcenorientiertes Bauen, Wien

TREBERSPURG, Martin, SMUTNY, R., ERTL-BALGA, U., NEURURER, C. (2010b): Forschungsprojekt: Evaluation der SOLARCITY Linz-Pichling. Anhang – Methodik Energiebilanz und Treibhausgasemissionen. BOKU Wien, Arbeitsgruppe Ressourcenorientiertes Bauen, Wien

TSCHEGG, Elmar, HEINDL, W., SIGMUND, A. (1984): Grundzüge der Bauphysik - Akustik Wärmelehre Feuchtigkeit. Springer-Verlag Wien, New York

WAGNER, Waldemar (2009): Gebäudetechnik im Haus der Zukunft - Erfahrungen mit unterschiedlichen Gesamtkonzepten. Vortragsfolien. AEE - Institut für Nachhaltige Technologien, Gleisdorf

ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2015): ZAMG-Jahrbuch mit klimatologischen Tages-, Monats- und Jahresauswertungen. Klimawerte für Wien (Messstelle Hohe Warte). © Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 1190 Wien.
URL: http://www.zamg.ac.at/klima/klima_monat/klimawerte (Zugriff: 21.03.2012),
URL: http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch (Zugriff: 24.09.2015)

A.1. MESSVERFAHREN ZUR ERMITTLUNG DES WÄRMEVERBRAUCHS

Die Erfassung einer abgegebenen Wärmemenge ist grundsätzlich auf zwei Arten möglich:

- Der *Heizkostenverteiler (HKV)* erfasst die abgegebene Wärmemenge direkt an der Heizfläche, indem an jedem Heizkörper ein temperaturempfindlicher Sensor bzw. ein entsprechendes Medium angebracht wird, welches ein Maß der abgegebenen Wärmemenge in einem bestimmten Zeitraum darstellt. Dabei unterscheidet man je nach Sensorprinzip zwei unterschiedliche Systeme, nämlich Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip (HKVV) und elektronische Heizkostenverteiler (HKVE), die in Folge unter Punkt A.1.1 bzw. A.1.2 genauer besprochen werden.

  Heizkostenverteiler werden desweiteren – je nach messtechnischem Prinzip- in verbrauchsabhängige bzw. komfortabhängige Heizkostenverteiler eingeteilt. „Verbrauchsabhängige HKV erfassen im wesentlichen die Übertemperaturen von Heizkörpern, wogegen komfortabhängige HKV den Temperaturunterschied zwischen Raumluft- und Außentemperatur als Messgröße verwenden. Das letztere Messprinzip zielt auf die Bestimmung der Wärmeleistung ab, die durch die Außenflächen und Wärmedurchgangskoeffizienten eines Objektes und die Temperaturdifferenz zwischen Raumluft- und Außentemperatur gegeben ist.“[111]

  Nicht zuletzt auf Grund ihres einfachen Aufbaus und ihres somit günstigen Preises werden generell Heizkostenverteiler sehr verbreitet eingesetzt. Dabei sind Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip nach wie vor in großer Stückzahl im Einsatz, sie werden heute aber bereits zunehmend durch elektronische Heizkostenverteiler (HKVE) abgelöst. Diese Geräte haben im Vergleich zu HKVV den Vorteil, dass sie Nachteile in der Anzeigencharakteristik, die in der schlechten Korrelation zwischen Verdunstungsrate der Messflüssigkeit und Wärmeleistung des Heizkörpers begründet liegt, zum Teil ausgleichen können. Hier sind im Besonderen die Vermeidung der Kaltverdunstung, die Erfassung der Raumtemperatur, sowie die bessere (rechnerisch ermittelte) Nachbildung der Leistungs-Übertemperatur-Beziehung zu erwähnen.

[111] ADUNKA, Franz (1999), S.12-2

Durch die Wärmemengenerfassung direkt am Heizkörper selbst sind Heizkostenverteiler auch dort einsetzbar, wo keine horizontale Verteilung vorliegt und somit kein Wärmezähler zur Anwendung kommen kann.
Da es sich bei den Heizkostenverteilern um keine Messgeräte im physikalischen Sinn handelt, unterliegen sie auch nicht der Eichpflicht.

- Der Wärmezähler ist ein Energiemessgerät, das in einem Heizungskreislauf die Differenz der einem Verbraucher zu- und abgeführten Wärmeenergie (Enthalpie) misst und zur Anzeige bringt. Er misst den gelieferten Wärmestrom, indem die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf ermittelt wird. Durch gleichzeitige Messung des Volumendurchflusses kann dann mit Hilfe eines eingebauten Rechenwerks der Wärmeverbrauch einer Wohneinheit genau errechnet werden. Dafür ist es aber notwendig, dass innerhalb der Wohneinheit eine horizontale Wärmeverteilung vorliegt, damit der gesamte Volumenstrom auch von einem Wärmezähler erfasst werden kann. Dieser so genannte Wohnungsring muss über eine eigene Vor- und Rücklaufleitung verfügen. Besteht ein Geschoß aus mehreren Nutzereinheiten, ist eine Aufteilung in einzelne Teilkreisläufe notwendig. Unter Punkt A.1.3 wird der Wärmezähler mit seinen Einzelkomponenten (Abbildung 50) sowie die Eichung dieser Geräte noch weiter erläutert.

A.1.1. HEIZKOSTENVERTEILER NACH DEM VERDUNSTUNGSPRINZIP (HKVV)

A.1.1.1. *Beschreibung und Funktion (gerätetechnische Eigenschaften)*

Der Verdunstungs-Heizkostenverteiler wird mit einem wärmeleitfähigen Unterteil (Mindestwärmeleitfähigkeit von 100 W m^{-1} K^{-1}) direkt auf der Heizkörperoberfläche montiert. Der Rückenteil besteht aus Aluminium-Druckguss mit hoher Wärmeleitfähigkeit, was eine möglichst exakte Erfassung auch in den „Zwischenmonaten“ im Frühling und Herbst, wenn die Heizung nur wenig benutzt wird, ermöglichen soll. Die Montage passiert über so genannte Gewindeschweißbolzen, was im Vergleich zu diversen Klebeverfahren eine optimalere Wärmeübertragung zwischen Heizkörper und der Trägerplatte des Verdunsters gewährleistet. Diese Art der Befestigung stellt auch noch einen zusätzlicher Schutz vor eventueller Manipulation des Gerätes dar.

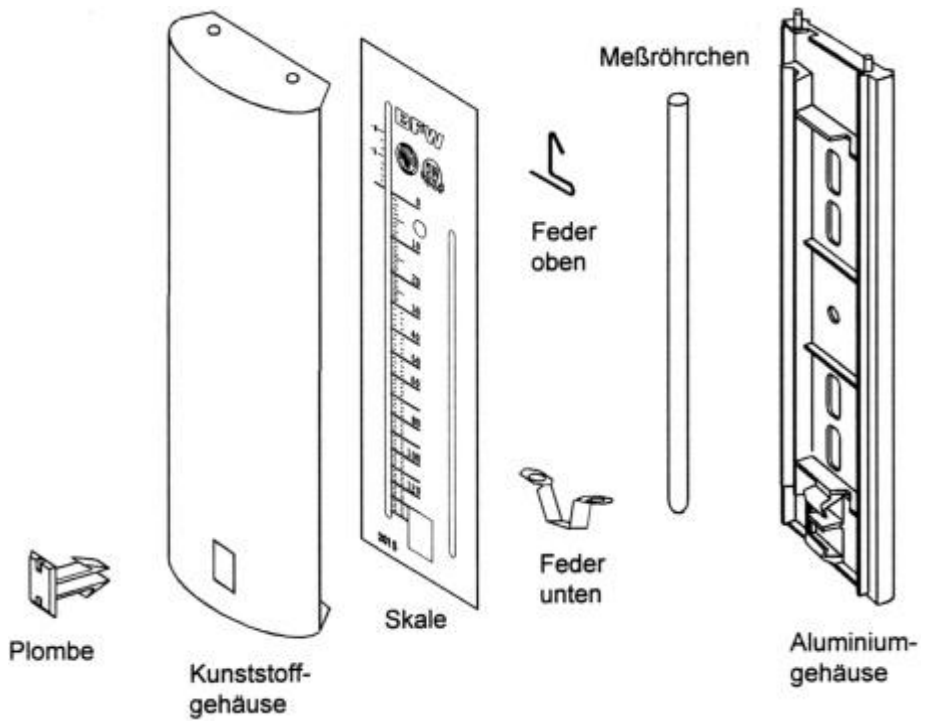


Abbildung 45: Aufbau eines Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip (HKVV) (Quelle: HKVV - http://www.bfw-gohl.de/produkte/hkvv.htm - 11.01.2005)

Der Befestigungsort liegt bei vertikal durchströmten Radiatoren (Glieder-, Rohr- und Plattenheizkörpern) zwischen 66% und 80% der Heizkörperbauhöhe (von unten gesehen), in horizontaler Richtung soll er sich in bzw. nahe der Mitte der Baulänge des Heizkörpers befinden. Bei zentrisch von unten angeschlossenen Heizkörpern liegt der horizontale Befestigungsort bei 25% der Baulänge.[112]

In Übereinstimmung mit diesen normativen Anforderungen und Empfehlungen werden die Heizkostenverteiler an den gängigen Glieder- und Plattenheizkörpern mit vertikaler Temperaturverteilung üblicherweise in 50 Prozent der Baulänge und 75 Prozent der Bauhöhe des Heizkörpers montiert.

Das Gehäuse des Verdunstungs-Heizkostenverteilers dient dem Schutz des Gerätes – besonders der Ampulle – vor mechanischen Einflüssen. Es ist meist aus Kunststoff gefertigt und soll auch bei höchster Beanspruchung über formstabile Eigenschaften verfügen, damit weder bei der Montage noch beim Betrieb Deformationen auftreten.

Die Metallfedern dienen zur dauerhaften und exakten Positionierung der Ampulle im Gehäuse. Eine Kunststoffplombe mit Sollbruchstelle soll das Gerät zuverlässig vor Manipulation schützen. Das Öffnen des Gerätes ist nur durch die Zerstörung der Plombe möglich, was sofort und deutlich sichtbar ist.

[112] Vgl. ÖNORM EN 835 (1995), S.13

Jedes Gerät hat eine eindeutige Nummer, welche in Verbindung mit der Wohnungs- und Liegenschaftsnummer eindeutig und unverwechselbar zugeordnet werden kann.
Der Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip ist bei Gliederheizkörpern (Radiatoren), Röhrenradiatoren, Plattenheizkörpern mit waagrechter oder senkrechter Verteilung, sowie auch Rohrregisterheizkörper, wobei hier eine besondere Prüfung im Vorfeld erforderlich ist, einsetzbar.
Die mittlere Auslegungs-Heizmediumstemperatur am Heizkörper beträgt im Regelfall 60°C - 110°C.
Das bedeutet, dass dieses System nicht für Niedrigtemperaturheizungen, sondern nur für konventionelle Hochtemperatur-, Einrohr- oder Zweirohrheizungen mit waagerechter Verteilung über eine Wohnung bzw. eine Nutzeinheit geeignet ist. Heizungssysteme mit senkrechter Wärmemediums-Verteilung sind nur unter bestimmten Bedingungen – entsprechend der jeweiligen Hersteller-Richtlinien – zulässig.

A.1.1.2. *Verdunstungsprinzip und Ablesung (messtechnische Eigenschaften)*

Die Messflüssigkeit in der offenen, transparenten Ampulle verdunstet in Abhängigkeit von der Temperatur und der Dauer der Temperatureinwirkung. Die Menge der verdunsteten Flüssigkeit (bzw. die daraus resultierende Senkung des Flüssigkeitsspiegels in der Messampulle) wird an der mit der Nennleistung des Heizkörpers und weiteren Kenndaten bewerteten Produktenskala abgelesen.
Die Ablese-Skala hat wegen des Diffusionsverhaltens der Messflüssigkeit eine nicht-lineare Teilung, die von der Geometrie der Ampulle abhängig ist.
Man unterscheidet zwischen der

- Einheitsskala: bei gleich bleibenden Bedingungen entsprechen die Flüssigkeitsänderungen gleich vielen Skalenteilen. Die Bewertung des Verbrauchs erfolgt nachträglich, der Nutzer kann daher nicht ablesen, wie hoch sein Verbrauch ist.

und der

- Produktskala: die Skaleneinteilung lässt bereits eine Zuordnung zum tatsächlichen Verbrauch zu. Diese Skala ist bereits unter Berücksichtigung der Bewertungsfaktoren dem jeweiligen Heizkörper zugeordnet, daher ist auch ausschließlich diese Skala zur Erfassung des Verbrauchs heranzuziehen.

Die Anzahl der abgelesenen Teilstriche der Skalen dient als Vergleichsmaß für die vom Heizkörper in einer bestimmten Zeit, die im allgemeinen mit der Heizperiode identisch ist, abgegebene Wärmemenge und bildet die Basis der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung.

In der Regel erfolgt die Ablesung einmal jährlich, wobei auch eine neue Ampulle mit andersfarbiger Messflüssigkeit in den Heizkostenverteiler eingesetzt wird. Die alte Ampulle verbleibt zwecks Kontrolle für ein weiteres Jahr im Ablesegerät.

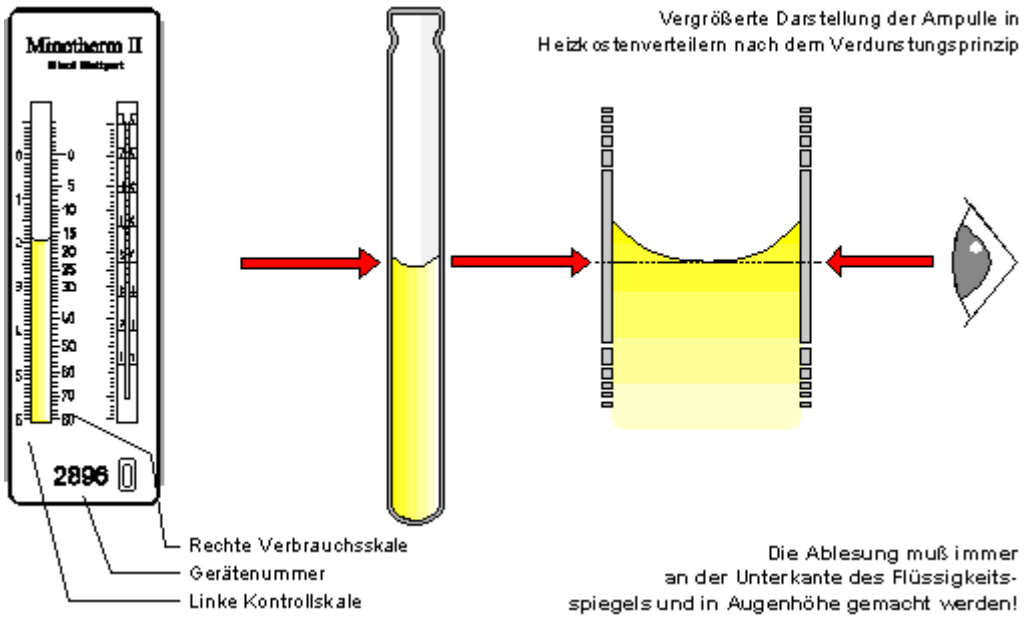


Abbildung 46: Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip (HKVV) - Ablesung (Quelle: HKVV-Ablesung - http://www.minol.at/subs/riablgr.htm - 11.01.2005)

A.1.1.3. *Messflüssigkeit von HKVV*

Die Ampullen der Verdunstungs-Heizkostenverteiler werden überwiegend mit Methylbenzoat oder 1-Hexanol befüllt. Die Füllmengen belaufen sich laut Hersteller auf etwa 2ml (ca. 2 Gramm) pro Ampulle. Davon verdunsten in einer Heizperiode bis zu 75 Prozent.

Ein Angriffspunkt gegen Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip liegt eben in der Verwendung dieser organischen Messflüssigkeiten mit eventuell toxischen Wirkungen. Laut den produzierenden Firmen soll in den meisten Fällen die Besorgnis darüber unbegründet sein, sei doch erstens die in der Heizperiode verdunstete Flüssigkeitsmenge ohnehin sehr gering und zweitens könnte man

sagen, dass unter „normalen“ Bedingungen kaum mit umweltbelastenden Konsequenzen zu rechnen ist.[113]

In diversen, im Internet veröffentlichten Herstellerinformationen wird Methylbenzoat als naturidentischer Duftstoff beschrieben, der bei der Herstellung von Kosmetika und Seife verwendet wird oder auch als Aromastoff für Lebensmittel Anwendung findet (in den USA hat die dortige, angeblich sehr strenge Gesundheitsbehörde FDA (Food and Drug Administration) diese Flüssigkeit als Aromastoff zugelassen).[114]

1-Hexanol sei ein Bestandteil ätherischer Öle und findet sich in zahlreichen Obst- und Gemüsesorten wieder. Auch diese Flüssigkeit werde bei der Herstellung von Seife, Waschmitteln, Cremes usw. verwendet.

Zur Frage der Gesundheitsgefährdung aufgrund der Verdunstung dieser chemischen Substanzen zitieren eben diese Hersteller gerne das Deutsche Bundesgesundheitsministerium, das sich bei seiner Bewertung auf Untersuchungen des ehemaligen Deutschen Bundesgesundheitsamtes (BGA) stützt:: „Von Methylbenzoat sind in diesem sehr geringen Konzentrationsbereich keine gesundheitlichen Schäden oder Beeinträchtigungen für den Menschen zu erwarten.“, sowie eine Pressemeldung des ehemaligen BGA vom 26.10.1992: „Bei sachgemäßem Gebrauch der Geräte entstehen durch das Verdunsten der Messflüssigkeit in normal belüfteten Räumen nur sehr geringe Raumluftkonzentrationen. Nach Einschätzung des Bundesgesundheitsamtes ist dadurch selbst bei Langzeitexposition eine Gefährdung der Gesundheit nicht zu erwarten.“[115]

Wie bereits erwähnt, wird vornehmlich Benzoesäuremethylester (Methylbenzoat) als Hauptkomponente eingesetzt. Neuerdings findet sich als Verdampferflüssigkeit auch Propandisäuredimethylester (Dimethylmalonat), auf den Hersteller ausgewichen sind. Welche Chemikalien bei den verschiedenen HKVV eingesetzt werden, verschweigen die Hersteller weitgehend den Raumnutzern. Alle diese oben angeführten Stoffe sind gemäß ihrer Sicherheitsdatenblätter als Gefahrstoffe (gesundheitsschädlich) deklariert. Der Kontakt mit den Flüssigkeiten bzw. deren Dämpfen führt zu Reizung der Augen, der Atemwege und der Haut. Während die

---

[113] Vgl. TECHEM AG (2004),URL: http://www.techem.de/de/FAQ/Erfassungsgeraete_und_Systeme_im_Kerngeschaeft/index.phtml

[114] Vgl. BFW – WERNER VÖLK GMBH (2004a), URL: http://www.bfw-online.de/informationen/verdunsterfluessigkeit.html

[115] BFW – WERNER VÖLK GMBH (2004a), URL: http://www.bfw-online.de/informationen/verdunsterfluessigkeit.html

Hersteller nun, gestützt auf die Ausführungen des ehemaligen BGA unbewiesen eine nahezu hundertprozentige Unbedenklichkeit der Verdunsterflüssigkeiten behaupten, führt das ehemalige BGA im selben Schrifttum dazu aus: ,,Bei der bisherigen Praxis der Zulassung wurden von den Herstellern der Heizkostenverteilersysteme in der Regel nur LD_{50}-Werte (Lethal Dose 50% d.h. die Menge einer chemischen Substanz, die 50% einer Population von Versuchstieren tötet) vorgelegt. Daten zur Geruchsbelästigung ebenso wie humantoxikologisch relevante Daten, z.B. bezüglich chronisch inhalativer Aufnahme (und um eine solche handelt es sich in aller Regel für die Raumnutzer) oder sensibilisierender Eigenschaften liegen für keine bisher zugelassene Substanz vor". „Neben den Hauptkomponenten fanden sich, wie analytisch-qualitative Untersuchungen zeigten, in den Verdampferflüssigkeiten weitere aliphatische und zyklische Ester. Auch sind die Verdampferflüssigkeiten zur Kennung mit jährlich in der Färbung wechselnden Farbstoffen versetzt."[116]

Trotz unterschiedlichster Expertenmeinungen in Hinblick auf die Gefährlichkeitseinstufung von Verdunsterflüssigkeiten besteht zu folgender Tatsache eine übereinstimmende Meinung: In Einzelfällen, wie z.B. bei der Zerstörung von Ampullen (Inhalation der Dämpfe) und besonders bei versehentlicher Einnahme von Verdunsterflüssigkeiten – und dabei vor allem durch Kinder – sind allerdings sehr wohl gesundheitliche Gefährdungen bzw. Schädigungen nicht auszuschließen.

Der Europarat legte als unschädliche Tagesmengendosis einen Wert von 5 mg/kg Körpergewicht fest. Hieraus ergibt sich auch die erwähnte Gefährlichkeit insbesondere für die Kinder, wenn diese Messflüssigkeit zu sich nehmen. Bei einem Körpergewicht von 15 Kg wären 75 mg Einnahme noch vertretbar. In der Ampulle befinden sich jedoch insgesamt ca. 2 g also 2000 mg Methylbenzoat. Die Einnahme von Messflüssigkeit muss also unbedingt vermieden werden.[117]

Die Abrechnungsunternehmen sind aus diesem Grund entsprechend aufgefordert, diesem Gefahrenpotential durch möglichst effektive Sicherungsmaßnahmen entgegenzuwirken.

---

[116] DAUNDERER, M. (1990), URL: http://home.t-online.de/home/umweltanalytik/lexikon/ing17.htm

[117] Vgl. **BFW – FRIEDRICH GOHL GMBH (2005),** URL: http://www.bfw-gohl.de/faq/fluessigkeit.htm

A.1.1.4. *Kaltverdunstung*

Heizkostenverteiler sind europaweit einheitlich genormt. Für Verdunstungsheizkostenverteiler gelten die Vorschriften der ÖNORM EN 835-Heizkostenverteiler für die Verbrauchswerterfassung von Raumheizflächen-Geräte ohne elektrische Energieversorgung nach dem Verdunstungsprinzip. Die Verdunstung von Messflüssigkeit trotz abgeschaltetem Heizkörper ($\Delta T = 0$) bzw. bei sehr niedriger Heizleistung ($\Delta T \leq 10K$) gehört zu den ganz normalen Systemeigenschaften. Diese Erscheinung wird Kaltverdunstung genannt. Um das Problem der Kaltverdunstung in den Griff zu kriegen, wird diese entsprechend den einschlägigen Richtlinien, wie den Vorschriften der europäischen Norm, durch Zugabe bei der Füllung des Glasröhrchens ausgeglichen.

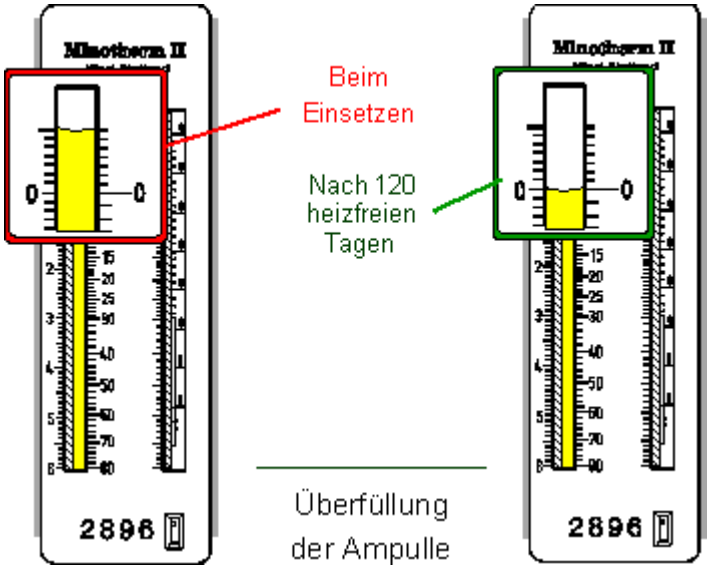


Abbildung 47: Ansicht eines HKVV- Kaltverdunstungsvorgabe der Ampullen (Quelle: Kaltverdunstungsvorgabe - http://www.minol.at/subs/kvgr.htm - 08.11.2004)

Dazu heißt es in der ÖNORM EN 835:

„Zum Ausgleich der Kaltverdunstung wird die Ampulle über den Skalen-Nullstrich hinaus befüllt. Diese Kaltverdunstungsvorgabe ist für mindestens 120 Tage bei einer Messflüssigkeitstemperatur von 20°C zu bemessen. Bei Heizsystemen mit mittlerer Auslegungs-Heizmediumstemperatur von weniger als 60°C ist die Kaltverdunstungsvorgabe für mindestens 220 Tage bei der selben Messflüssigkeitstemperatur zu bemessen. [...] Die Flüssigkeitsstandhöhe einschließlich Kaltverdunstungsvorgabe muss von außen sichtbar sein.“[118]

[118] ÖNORM EN 835 (1995), S.10

Die Kaltverdunstungsvorgabe wird daher nicht für besonders heiße Sommer oder sehr warme Räume ausgelegt, sondern bemisst sich an durchschnittlichen Temperaturen, wie sie über lange Jahre auftreten. Bei besonders hohen Außentemperaturen über einen längeren Zeitraum bzw. bei wärmetechnisch hochwertig ausgestatteten Gebäuden mit hoher Speicherkapazität kann es vorkommen, dass die zusätzlich eingefüllte Flüssigkeit nicht mehr ausreicht und es zu einem Anzeigefortschritt am Heizkostenverteiler kommt.

Dieser ist allerdings äußerst gering und steht in keinem Verhältnis zur Verbrauchsanzeige in den Heizmonaten. Die Heizkostenabrechnung wird nicht fehlerhaft, weil in der Regel alle Nutzeinheiten eines Hauses bzw. einer Reihenhausanlage gleichermaßen von dieser Systemeigenschaft betroffen sind. Zwar weisen alle Heizkostenverteiler eine höhere Anzeige auf, da aber im Sommer (im Normalfall) kein Heizbetrieb erfolgt, entstehen auch keine Heizkosten bzw. werden diese anteilsmäßig auf alle Wohneinheiten aufgeteilt: Die Folge ist: Der Preis pro angezeigter Stricheinheit sinkt, das relative Verteilsystem gleicht diesen Effekt aus. An den Kosten für den einzelnen Nutzer ändert sich in der Regel nichts.[119]

„Es kommt vor, dass es je nach Gebäudezuschnitt an sehr heißen Sommertagen in einzelnen Räumen zu geringfügigen Abweichungen im Anzeigeverhalten von Heizkostenverteilern kommen kann. Immer wieder angeführtes Beispiel ist die Dachgeschosswohnung im Vergleich zur möglicherweise noch verschattet liegenden Parterrewohnung. Die Abweichungen werden aber angesichts individueller Heizgewohnheiten kaum auszumachen sein. Derartige systembedingte Unterschiede stellen keinen Mangel des nach ÖNORM EN 835 geprüften bzw. nach Heizkostenabrechnungsgesetz (HeizKG) zugelassenen Heizkostenverteilers dar. Zudem fallen Mehr- oder Minderbelastungen durch solche Effekte bei der Heizkostenabrechnung nur mit geringfügigen Beträgen ins Gewicht.“[120]

[119] Vgl. BFW – WERNER VÖLK GMBH (2004b),
URL: http://www.bfw-online.de/informationen/kaltverdunstung.html
[120] BFW – WERNER VÖLK GMBH (2004b),
URL: http://www.bfw-online.de/informationen/kaltverdunstung.html

A.1.2. HEIZKOSTENVERTEILER NACH ELEKTRONISCHEN MESSPRINZIPIEN (HKVE)

A.1.2.1. *Beschreibung und Funktion*

Auch der elektronische Heizkostenverteiler unterliegt den zuvor beschriebenen Systemeigenschaften. Er ist im Aufbau nicht viel anders als der Verdunster, nur dass hier das Glasröhrchen durch ein batteriebetriebenes Rechenwerk ersetzt wird, das seine Signale über Temperaturfühler erhält. Die Anzeige der Stricheinheiten erfolgt über ein eingebautes LCD-Display (Abbildung 49). Auch für diese Technik gibt es eine europaweit gültige Norm (ÖNORM EN 834-Heizkostenverteiler für die Verbrauchswerterfassung von Raumheizflächen-Geräte mit elektrischer Energieversorgung), die Einsatzbedingungen und Zählbeginn dieser Fabrikate festlegen.[121]

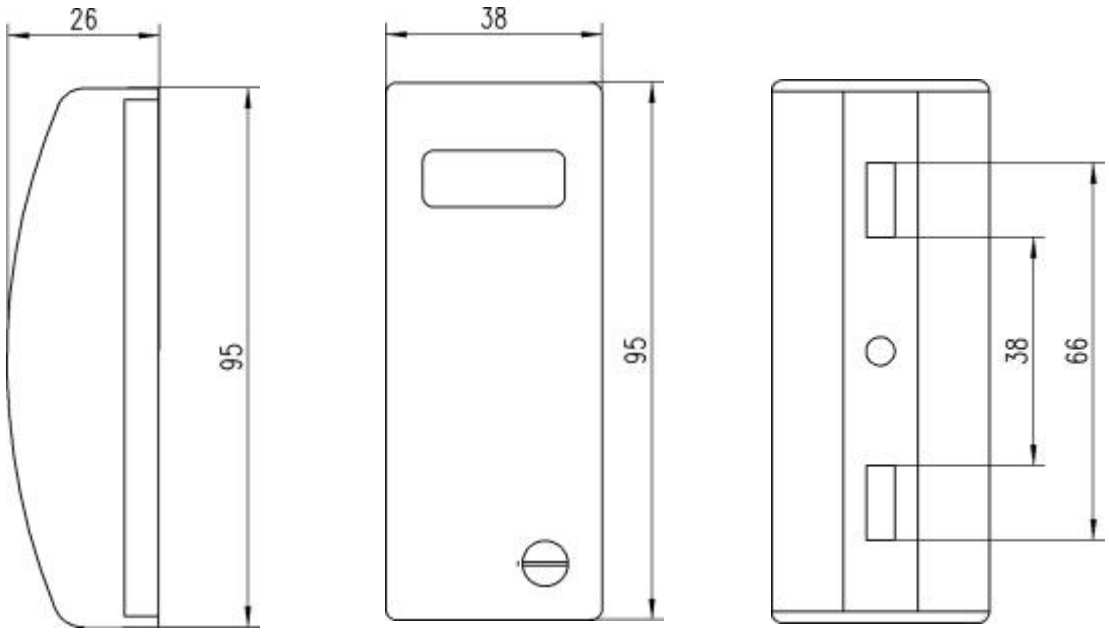


Abbildung 48: Ansichten und Abmaße eines elektronischen Heizkostenverteilers (HKVE) (Quelle: Ansichten eines HKVE - http://www.bfw-gohl.de/produkte/ehkv.htm - 11.01.2005)

Die elektronischen Heizkostenverteiler können grundsätzlich, ihren unterschiedlichen Messprinzipien entsprechend, in drei Gruppen unterteilt werden:

- Einfühlergeräte: es wird die mittlere Oberflächentemperatur der Heizfläche gemessen
- Zweifühlergeräte: hier werden entweder die Vor- und Rücklauftemperaturen oder die mittlere Heizkörpertemperatur gemeinsam mit der Raumlufttemperatur ermittelt

[121] Vgl. ÖNORM EN 834 (2015), S.3ff

- Dreifühlergeräte: neben der Vor- und Rücklauftemperatur des Heizkörpers wird die Raumtemperatur als dritter Bewertungsfaktor herangezogen

„Da elektronische Heizkostenverteiler wie Verdunster auch geringe Wärmeabgaben erfassen sollen, wird der Schwellenwert, an dem die Geräte zu zählen beginnen, möglichst niedrig gelegt. Für elektronische Heizkostenverteiler bedeutet dies, dass der eingebaute Prozessor die Raumtemperatur und die Heizkörpertemperatur ermittelt, vergleicht und bewertet. Bei Heizkörpertemperaturen zwischen ca. 27°C und ca. 31°C kann der Heizkostenverteiler Anzeigefortschritt entwickeln. Auch hier fällt ein solcher Anzeigefortschritt äußerst gering aus und steht zu der verbrauchsabhängigen Anzeige in den Heizmonaten in keinem Verhältnis.“[122]

Das mehrstellige LC-Display zeigt dem Nutzer alle wichtigen Informationen:

Aktueller Verbrauchswert (2 Sek.)…

Vorjahreswert bzw. Wert beim letzten Stichtag (4 Sek.)…

Segmenttest (0,5 Sek.)…

Nächster Stichtag (0,5 Sek.)…

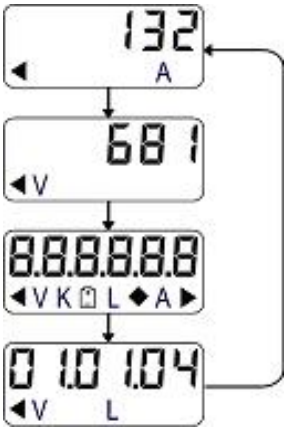


Abbildung 49: LC-Display eines elektronischen Heizkostenverteilers (HKVE)
(Quelle: Display eines HKVE - http://www.bfw-gohl.de/produkte/ehkv.htm - 11.01.2005)

Die niedrige Einschaltschwelle soll sicherstellen, dass auch häufig vorkommende kleine Wärmeabgaben berücksichtigt werden. Gerade im Frühjahr und Herbst regeln die feinfühlig arbeitenden Thermostatventile die Heizkörper oft nur lauwarm. Diese Teilerwärmungen stellen aber einen Verbrauch dar und müssen erfasst werden. Dies bedingt aber auch, dass es an heißen Sommertagen zu einem Anzeigefortschritt kommen kann, dem jedoch kein Verbrauch gegenüber steht. Der Effekt ist der gleiche wie beim Verdunster und stellt, wie zuvor schon beschrieben, keinen Mangel des nach ÖNORM EN 834 geprüften bzw. nach

[122] BFW – WERNER VÖLK GMBH (2004b),
URL: http://www.bfw-online.de/informationen/kaltverdunstung.html

Heizkostenabrechnungsgesetz (HeizKG)[123] zugelassenen elektronischen Heizkostenverteilers dar. Die nach der Norm geprüften Geräte müssen aus den vorgenannten Gründen ab bestimmten Schwellenwerten einen Anzeigefortschritt entwickeln. Der abnehmende Strichpreis kompensiert jedoch die Systemeigenschaften; Angebliche Verteilfehler relativieren sich.

A.1.3. WÄRMEZÄHLER

In Hinblick auf die Ausführung von Wärmezählern muss grundsätzlich zwischen zwei Grundformen unterschieden werden:[124]

- Splitgeräte bzw. „Kombinierte Wärmezähler“
  Bei dieser Gerätegattung sind die einzelnen Teilgeräte wie Durchflusssensor, Temperaturfühler und Rechenwerk getrennt als eigene Geräte ausgeführt. Durch Zusammenschalten dieser Teilgeräte entsteht erst die Funktion des Wärmezählers. Vor allem bei Wärmezählern für größere Leistungen wird diese Ausführungsform bevorzugt bzw. wenn erst am Aufstellungsort selbst die einzelnen Teilgeräte zusammengefügt werden können. In erster Linie werden diese kombinierten Wärmezähler im Fernwärmbereich eingesetzt.
- Kompaktgeräte bzw. Kleinwärmezähler
  Diese Ausführungsform bildet eine bauliche Einheit der einzelnen Teilgeräte und ist hauptsächlich für den Einsatz im Wohnungsbereich und bei Kleinabnehmern gedacht.

A.1.3.1. *Beschreibung und Funktion von Wärmezählern und ihren Teilkomponenten*

Wärmezähler bestehen – wie bereits zuvor erwähnt – aus dem Durchflusssensor (früher: Volumenmessteil), dem Temperaturfühlerpaar und dem Rechenwerk. In der Regel verfügt ein Wärmezähler auch noch über eine eigene Energieversorgung, beispielsweise einen Netzanschluss oder eine Batterie. Früher verwendete, rein mechanische Wärmezähler entnahmen die Antriebsenergie zumeist direkt aus dem Wärmeträger, dies jedoch auf Kosten eines höheren Druckverlustes.

[123] Vgl. HEIZKOSTENABRECHNUNGSGESETZ (HeizKG) (1992)
[124] Vgl. KUPPLER, F. et al. (1993), S.62

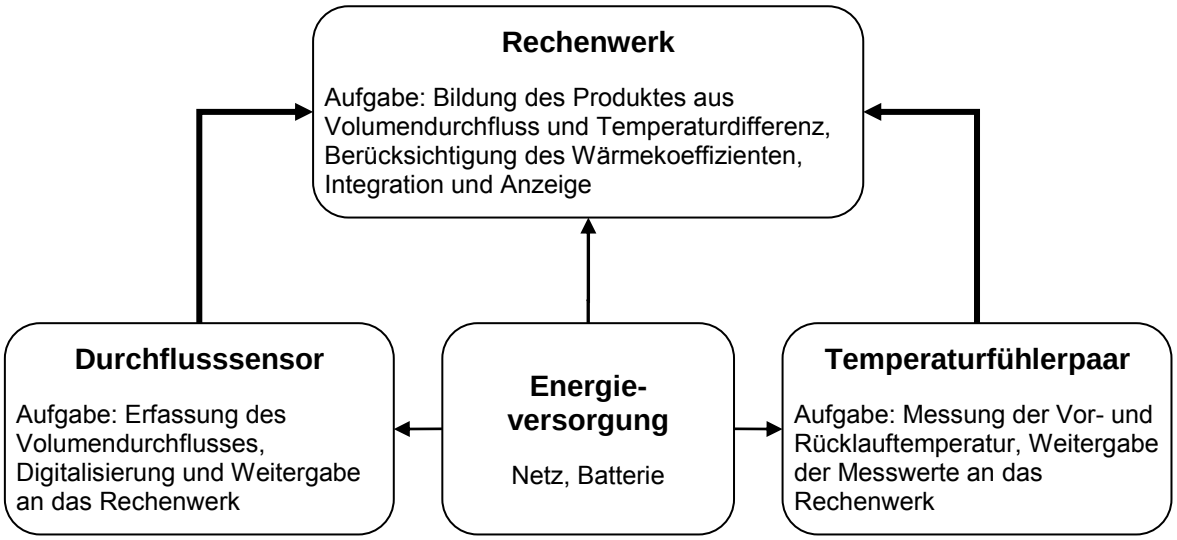


Abbildung 50: Funktionskomponenten eines Wärmezählers (Quelle: KUPPLER, Friedemann et al. (1993), S.3-2)

A.1.3.1.1. Durchflusssensoren

Als Durchflusssensoren werden in erster Linie Flügelradzähler verwendet, wie sie aus der Wassermesstechnik bekannt sind. Diese ist eine der einfachsten Bauarten von Volumenmessteilen und wird hauptsächlich zur Messung kleinerer Wassermengen eingesetzt (Durchflüsse bis 15 m³/h). Man unterscheidet hierbei zwischen Einstrahl- und Mehrstrahl-Flügelradzählern, die sich durch die Art der Strahlführung im Zähler selbst unterscheiden. Für größere Durchflussmengen, wie sie im Bereich der Fernwärmeversorgung benötigt werden, verwendet man Woltmanzähler, bei denen es sich im Prinzip um eine Abart des Turbinenzählers handelt. Im Gegensatz zu den Flügelradzählern sind hier die Flügelradpaletten nicht senkrecht sondern schräg zur Strömung gestellt. Diese Ausführung verringert den Druckverlust in der Leitung und ermöglicht so eine höhere Durchflussstärke (Durchflüsse größer als 15 m³/h).[125]

Die Messung erfolgt hier über unterschiedliche Flügelrad-Abtastsysteme, wobei man in der Ausführungsart nochmals zwischen Nass- und Trockenläufer- je nach Lage der Anzeigeeinheit (=Übersetzungswerk und Zählwerk) zum vom Wärmeträger durchströmten Messraum unterscheidet. Flügelrad- bzw. Woltmanzähler in Warm- bzw. Heizwasserausführung (unter bzw. über Nenntemperatur von 90°C) werden prinzipiell als Trockenläufer ausgeführt.[126]

[125] Vgl. ADUNKA, Franz (1999), S.5-20ff
[126] Vgl. ADUNKA, Franz (1999), S.5-28

Neuere Messsysteme basieren auf dem Prinzip der Ultraschall-Laufzeitmessung bzw. dem Induktionsgesetz (Magnetisch-induktiver Durchflusszähler- MID).[127]
Beim Ultraschallverfahren wird ein Ultraschallsignal einmal in und einmal gegen die Strömungsrichtung des Wärmeträgers gesandt. Die Differenz der beiden Laufzeiten wird als Grundlage zur Berechnung der gesuchten Strömungsgeschwindigkeit herangezogen.
Im Induktionsverfahren durchströmt die Flüssigkeit in einem Rohrstück ein senkrecht zum Rohr angeordnetes Magnetfeld. Das dabei senkrecht zum Magnetfeld und zur Bewegungsrichtung erzeugte elektrische Feld liefert zwischen entsprechend angeordneten Elektroden eine Spannung, die in einem direkten linearen Zusammenhang zum Durchfluss steht.

A.1.3.1.2. Temperaturfühler

Bei der Betrachtung der wichtigsten Ausführungsformen von Temperatursensoren kann festgestellt werden, dass die Wirkungsweise praktisch aller Thermometer auf einem Prinzip beruht: dem Austausch von Wärme zwischen dem Messgut und dem Thermometer. Bei den so genannten Berührungsthermometern erfolgt durch den direkten Kontakt mit dem Messgut der Wärmeaustausch durch Leitung und Konvektion, bei Strahlungsthermometern hingegen durch Wärmestrahlung, die Temperatur wird berührungslos erfasst.[128]
Für die Temperaturerfassung an Vor- und Rücklauf eines Heizungskreislaufes werden heute fast ausschließlich Metall-Widerstandsthermometer verwendet, das sind Berührungsthermometer, deren Widerstand streng von der Temperatur abhängt und zur Gruppe der passiven Bauelemente zählen (d.h. Elemente, die keine elektrische Spannung abgeben).[129]
Das Prinzip, welches diesen Widerstandthermometern zugrunde liegt, basiert auf der Tatsache, dass in reinen Metalldrähten bei steigender Temperatur der elektrische Leitungswiderstand steigt. Das eigentliche Messelement besteht aus einem, über einen Keramikkörper gewickelten Widerstandsdraht. Dieser so genannte Messwiderstand wird von einem (inneren) Schutzrohr umhüllt. Der weitere Aufbau des Temperaturfühlers unterscheidet sich dann entsprechend der Rohrleitungsdimension sowie der jeweiligen Einbausituation. Beim Einbau in

[127] Vgl. ADUNKA, Franz (1999), S.5-42ff
[128] Vgl. ADUNKA, Franz (1999), S.6-9
[129] Vgl. ADUNKA, Franz (1999), S.6-4

Rohrleitungen kleinerer Dimension (d.h. bei Kleinwärmezählern) werden meist Widerstandsthermometer mit direkt angeschlossener Zuleitung verwendet, bei Leitungen größerer Dimension werden sie vor allem als Kopfthermometer ausgeführt.
Für die Messung von niedrigen Temperaturen werden vor allem Messfühler aus Nickel eingesetzt, für hohe Temperaturen, wie bei Temperaturmessungen von Heizwasser kommen fast ausschließlich Temperaturfühler aus Platin zur Anwendung, einem Edelmetall, das sich besonders durch hohe Stabilität und der daraus resultierenden, fast linearen Anzeigencharakteristik auszeichnet.
Die verschiedenen Ausführungsformen von Temperaturfühlern bringen unwiderruflich erhebliche technische Unterschiede, besonders in Hinblick auf ihre Empfindlichkeit, Ansprechgeschwindigkeit, Genauigkeit, Stabilität und Linearität der Sensorcharakteristik mit sich, die entsprechend ihrem Einsatz und ihren Anforderungen abzuwägen sind.[130]

A.1.3.1.3. Rechenwerk

Das Rechenwerk eines Wärmezählers hat vor allem die Aufgabe, die von den zuvor erwähnten Messelementen gelieferten Messwerte zu verarbeiten und die daraus resultierende Wärmemenge anzuzeigen. Dabei werden die vom Durchflusssensor abgegebenen, volumenproportionalen Impulse mit den, von den Temperaturfühlern kommenden, temperaturproportionalen Signalen verknüpft und unter Beachtung des jeweiligen, von den Wärmeträgereigenschaften abhängigen Wärmekoeffizienten integriert.[131]
Neben der errechneten Wärmemenge werden in der Anzeigeeinrichtung auch oft das Wärmeträgervolumen, die Wärmeleistung, die Vor- und Rücklauftemperatur und noch andere Größen angezeigt, wobei für diese zusätzlichen Features die Verwendung eines Mikroprozessors notwendig ist.
Die Messwertverarbeitung erfolgt heute fast ausschließlich über elektronische Rechenwerke und Mikroprozessoren, die auch die Fernabfrage von Daten mittels entsprechender Schnittstellen bzw. neuer Funkübertragungssysteme ermöglichen.
Im Rechenwerk wird durch einen Volumenimpuls seitens des Durchflusssensors ein entsprechender Rechenschritt- wie oben ausgeführt- ausgelöst. Das wesentliche Kriterium für die Messgenauigkeit ist hier die Taktung der

[130] Vgl. ADUNKA, Franz (1999), S.6-4ff
[131] Vgl. ADUNKA, Franz (1999), S.7-1

Messintervalle. Zum einen müssen die Intervalle der Tastung so eng gewählt werden, damit die relevanten Temperaturänderungen genügend genau erfasst werden, zum anderen dürfen sie nicht zu eng gesetzt werden, damit die Lebensdauer (besonders der Kontakte) aber auch – bei batteriebetriebenen Geräten – der Batteriebedarf nicht allzu schnell erschöpft wird.

A.1.3.2. *Energieversorgung*

Wie bereits erwähnt, wurden früher rein mechanische Wärmezähler verwendet, die u.a. auf Kosten höheren Druckverlustes die Antriebsenergie meist direkt aus dem Wärmeträger bezogen. Diese, mit einer sehr komplizierten Mechanik ausgestatteten Geräte werden heute nicht mehr erzeugt und wurden durch elektronische Wärmezähler, die vor allem über eine wesentlich höhere Messgenauigkeit verfügen, abgelöst. Dabei unterscheidet man je nach Messsignalverarbeitung zwischen Wärmezählern nach analogen bzw. digitalem Messprinzip und Wärmezählern mit mikroprozessgesteuerten Rechenwerken.
All diese elektronischen Wärmezähler benötigen eine entsprechende, ausfallsichere Energieversorgung, die entweder über das elektrische Stromnetz oder auch über Batterien garantiert werden soll. Netzbetriebene Rechenwerke arbeiten im Allgemeinen unproblematisch, während es bei batteriebetriebenen Geräten durchaus zu Problemen kommen kann. Aufgrund der, bei Batterien bekannten Schwankungen in der Lebensdauer und ihrer begrenzten Kapazität ist es notwendig, die Wärmezähler entsprechend ressourcenschonend, d.h. mit möglichst geringem Stromverbrauch zu betreiben. Unter anderem kann dies, wie schon vorher erwähnt, dadurch erreicht werden, dass das Rechenwerk nur dann mit Strom versorgt wird, wenn ein Rechenschritt- ausgelöst durch einen Impuls des Durchflusssensors- erforderlich wird. Grundsätzlich sollten für diese Form der Nutzung nur langlebige Lithiumbatterien zum Einsatz kommen.

A.1.3.3. *Eichung*

Wärmezähler sind Messgeräte, die wegen ihres Einsatzes zu Verrechnungszwecken bzw. generell im rechtsgeschäftlichen Verkehr in vielen Ländern, u.a. auch in Österreich der Eichpflicht unterliegen. Einerseits müssen die Geräte über eine Eichzulassung verfügen (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen), andererseits sind sie auch der Verpflichtung zu

regelmäßigen Nacheichungen unterworfen, deren Durchführung in Österreich den Eichämtern vorbehalten ist. In Österreich unterliegen Messgeräte für Wärme, Warm- und Kaltwasser seit 1994 der Eichpflicht bzw. kann die innerstaatliche Eichung durch eine, von einer staatlich akkreditierten Beglaubigungsstelle vorgenommene Beglaubigung ersetzt werden.

Die Eichung selbst ist eine Spezialform des Prüfens, bei dem mittels Wärmezählerprüfstand (vor Ort oder ausgelagert in Prüfanstalten) die Einhaltung bestimmter, gesetzlich festgelegter Grenzen in der Messabweichung eines Messgerätes (Eichfehlergrenzen) geprüft wird (für jede einzelne Komponente eines Wärmezählers sind Eichfehlergrenzen getrennt festgelegt und müssen auch jeweils getrennt erfüllt werden). Ist dies der Fall, wird das Gerät mit einem entsprechenden Eichstempel versehen und einer bestimmten Nacheichfrist unterworfen. Diese gibt an, bis zu welcher Frist das Messgerät nachgeeicht werden muss. Innerhalb dieser Nacheichfrist, der so genannten Eichgültigkeitsdauer, darf sich die Genauigkeit des Messgerätes maximal um das Doppelte der Eichfehlergrenze verändern (Verkehrsfehlergrenze). Mit dieser Maßnahme wird der zeitlichen Veränderung der Anzeigengenauigkeit eines Messgerätes nach der Eichung- natürlich im Rahmen der zulässigen Toleranzen-Rechnung getragen. Nur Wärmezähler, die diese Anforderungen erfüllen, werden zur Eichung zugelassen.[132] Im gesamten EU-Raum unterliegen Wärmezähler den Richtlinien der europäischen Norm EN 1434 (in Österreich: ÖNORM EN 1434 von 2003-03-01), aus deren Weiterentwicklung in der Richtlinie vom 31. März 2004 ein gesamteuropäisches Eichgesetz, die so genannte Europäische Messgeräterichtlinie bzw. Measuring Instruments Directive (MID) entstand, welches nach entsprechender Ratifizierung durch die Mitgliederstaaten ab 30. Oktober 2006 in Kraft getreten ist.[133]

[132] Vgl. JURI, Helga (1994), S.41ff
[133] Vgl. EUROPÄISCHE MESSGERÄTERICHTLINIE bzw. MEASURING INSTRUMENTS DIRECTIVE (MID) (2004), URL: http://europa.eu.int/eur-lex/de/archive/2004/l_13520040430de.html

A.2. DATENBLÄTTER UND ENERGIEAUSWEISE

A.2.1. ENERGIEAUSWEISE DER EINZELNEN HAUSTYPEN

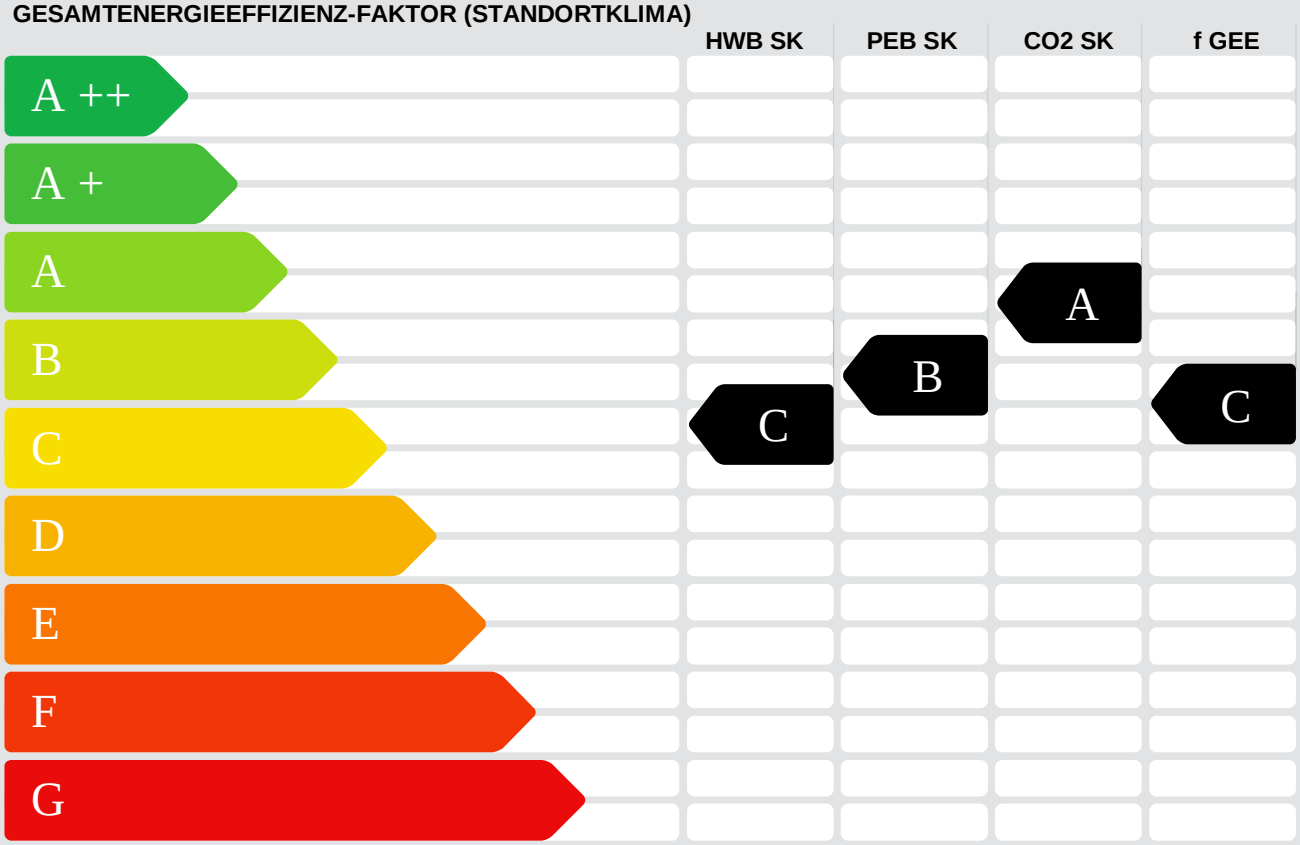
Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Reihenhaus Typ A / Randhaus		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1995 / 1996
Nutzungsprofil	Einfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße	Fred-Raymond-Gasse 19 / Stg.2+3	Katastralgemeinde	Aspern
PLZ/Ort	1220 Wien-Donaustadt	KG-Nr.	01651
Grundstücksnr.	1079/2	Seehöhe	155

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)



HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welcher um ca. 30 °C (also beispielsweise von 8 °C auf 38 °C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrombedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004–2008.

CO 2: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

fGEE: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	129,32 m2	Klimaregion	N	mittlerer U-Wert	0,377 W/m2K
Bezugs-Grundfläche	103,45 m2	Heiztage	215 d	Bauweise	mittelschwere
Brutto-Volumen	419,75 m3	Heizgradtage	3443 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	306,94 m2	Norm-Außentemperatur	-12,8 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,73 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	34
charakteristische Länge	1,37 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF Wohnen

	Referenzklima spezifisch	Standortklima zonenbezogen	Standortklima spezifisch	Anforderung	
HWB	61,96 kWh/m2a	8.209 kWh/a	63,48 kWh/m2a		
WWWB		1.652 kWh/a	12,78 kWh/m2a		
HTEB RH		1.458 kWh/a	11,28 kWh/m2a		
HTEB WW		1.533 kWh/a	11,85 kWh/m2a		
HTEB		3.099 kWh/a	23,97 kWh/m2a		
HEB		12.961 kWh/a	100,22 kWh/m2a		
HHSB		2.124 kWh/a	16,43 kWh/m2a		
EEB		15.085 kWh/a	116,65 kWh/m2a		
PEB		17.673 kWh/a	136,70 kWh/m2a		
PEB n.ern.		7.370 kWh/a	57,00 kWh/m2a		
PEB ern.		10.303 kWh/a	79,70 kWh/m2a		
CO 2		1.869 kg/a	14,50 kg/m2a		
f GEE	1,04 -		1,04 -		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	Christian Hummer
Ausstellungsdatum	01.08.2015	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	31.07.2025		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

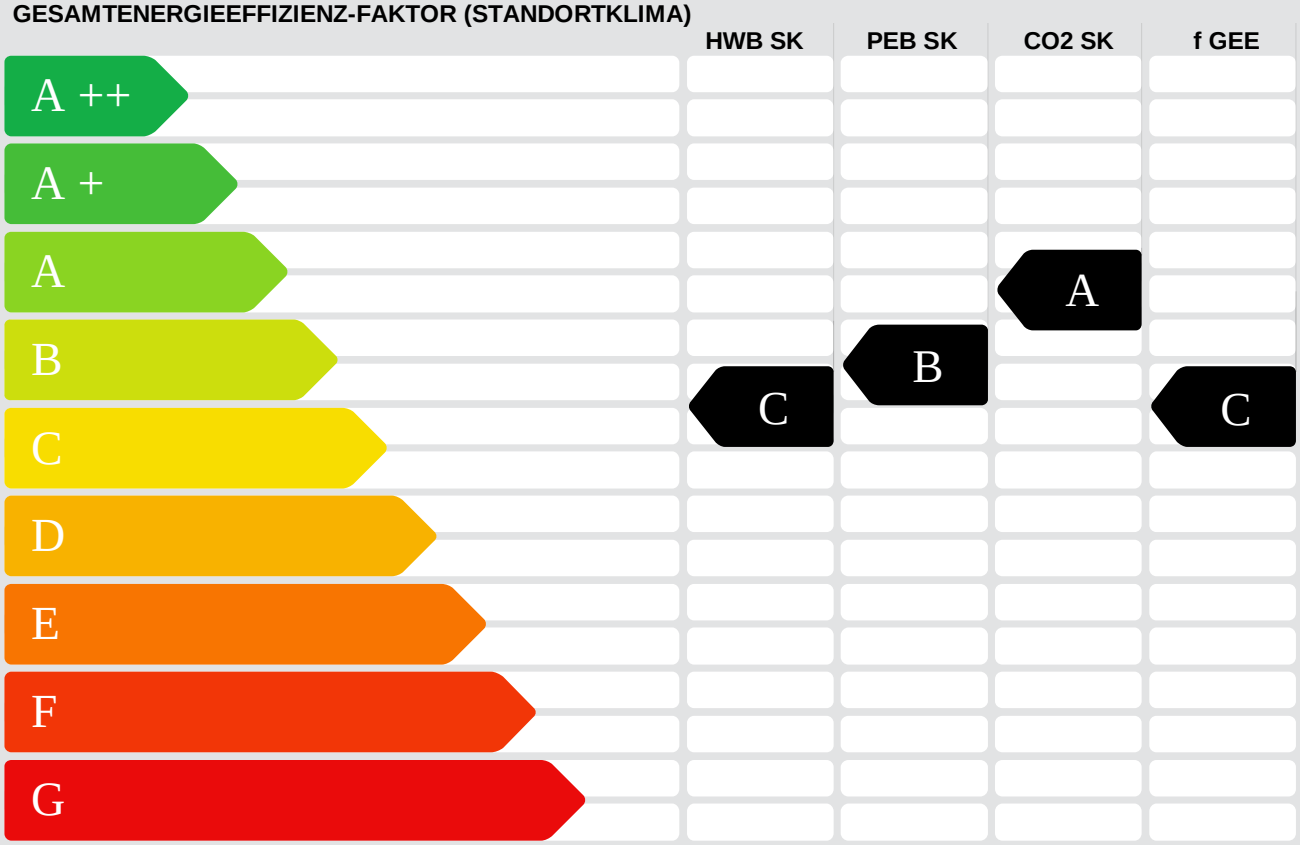
Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Reihenhaus Typ A / Mittelhaus		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1995 / 1996
Nutzungsprofil	Einfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße	Fred-Raymond-Gasse 19 / Stg.2+3	Katastralgemeinde	Aspern
PLZ/Ort	1220 Wien-Donaustadt	KG-Nr.	01651
Grundstücksnr.	1079/2	Seehöhe	155

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)



HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welcher um ca. 30 °C (also beispielsweise von 8 °C auf 38 °C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrombedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004–2008.

CO 2: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

fGEE: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	129,32 m2	Klimaregion	N	mittlerer U-Wert	0,405 W/m2K
Bezugs-Grundfläche	103,45 m2	Heiztage	215 d	Bauweise	mittelschwere
Brutto-Volumen	419,75 m3	Heizgradtage	3443 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	249,78 m2	Norm-Außentemperatur	-12,8 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,60 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	33
charakteristische Länge	1,68 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF Wohnen

	Referenzklima spezifisch	Standortklima zonenbezogen	Standortklima spezifisch	Anforderung	
HWB	52,57 kWh/m2a	6.952 kWh/a	53,76 kWh/m2a		
WWWB		1.652 kWh/a	12,78 kWh/m2a		
HTEB RH		1.475 kWh/a	11,41 kWh/m2a		
HTEB WW		1.533 kWh/a	11,85 kWh/m2a		
HTEB		3.109 kWh/a	24,04 kWh/m2a		
HEB		11.713 kWh/a	90,57 kWh/m2a		
HHSB		2.124 kWh/a	16,43 kWh/m2a		
EEB		13.837 kWh/a	107,00 kWh/m2a		
PEB		16.512 kWh/a	127,70 kWh/m2a		
PEB n.ern.		7.105 kWh/a	54,90 kWh/m2a		
PEB ern.		9.406 kWh/a	72,70 kWh/m2a		
CO 2		1.775 kg/a	13,70 kg/m2a		
f GEE	1,05 -		1,06 -		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	Christian Hummer
Ausstellungsdatum	01.08.2015	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	31.07.2025		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

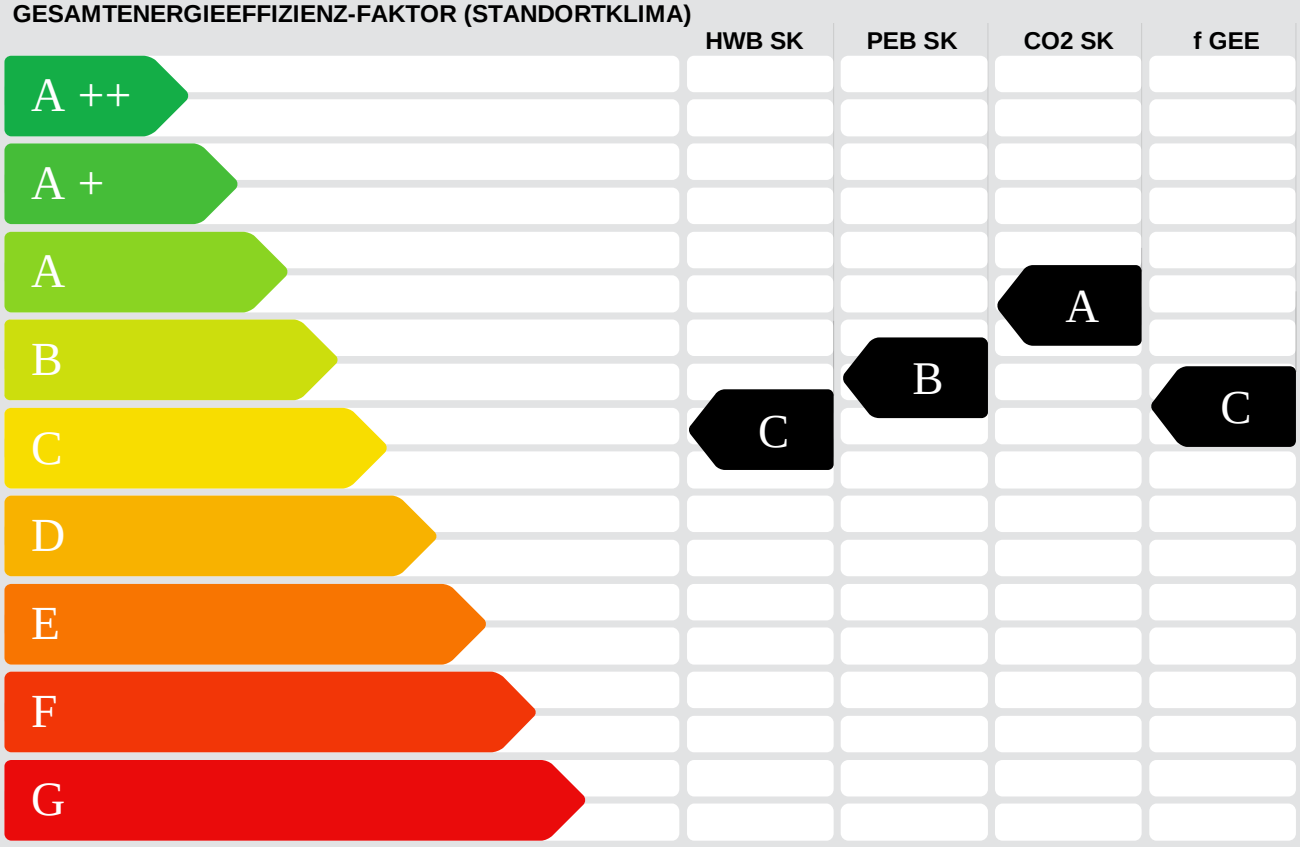
Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Reihenhaus Typ B / Randhaus		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1995 / 1996
Nutzungsprofil	Einfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße	Fred-Raymond-Gasse 19 / Stg.5+6	Katastralgemeinde	Aspern
PLZ/Ort	1220 Wien-Donaustadt	KG-Nr.	01651
Grundstücksnr.	1079/2	Seehöhe	155

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)



HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welcher um ca. 30 °C (also beispielsweise von 8 °C auf 38 °C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrombedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004–2008.

CO 2: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

fGEE: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	163,37 m2	Klimaregion	N	mittlerer U-Wert	0,464 W/m2K
Bezugs-Grundfläche	130,69 m2	Heiztage	215 d	Bauweise	mittelschwere
Brutto-Volumen	457,70 m3	Heizgradtage	3443 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	345,53 m2	Norm-Außentemperatur	-12,8 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,75 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	42
charakteristische Länge	1,32 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF Wohnen

	Referenzklima spezifisch	Standortklima zonenbezogen	Standortklima spezifisch	Anforderung	
HWB	65,32 kWh/m2a	10.918 kWh/a	66,83 kWh/m2a		
WWWB		2.087 kWh/a	12,78 kWh/m2a		
HTEB RH		2.018 kWh/a	12,35 kWh/m2a		
HTEB WW		1.695 kWh/a	10,37 kWh/m2a		
HTEB		3.829 kWh/a	23,44 kWh/m2a		
HEB		16.834 kWh/a	103,04 kWh/m2a		
HHSB		2.683 kWh/a	16,43 kWh/m2a		
EEB		19.518 kWh/a	119,47 kWh/m2a		
PEB		22.716 kWh/a	139,00 kWh/m2a		
PEB n.ern.		9.363 kWh/a	57,30 kWh/m2a		
PEB ern.		13.353 kWh/a	81,70 kWh/m2a		
CO 2		2.388 kg/a	14,60 kg/m2a		
f GEE	1,05 -		1,05 -		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	Christian Hummer
Ausstellungsdatum	01.08.2015	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	31.07.2025		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

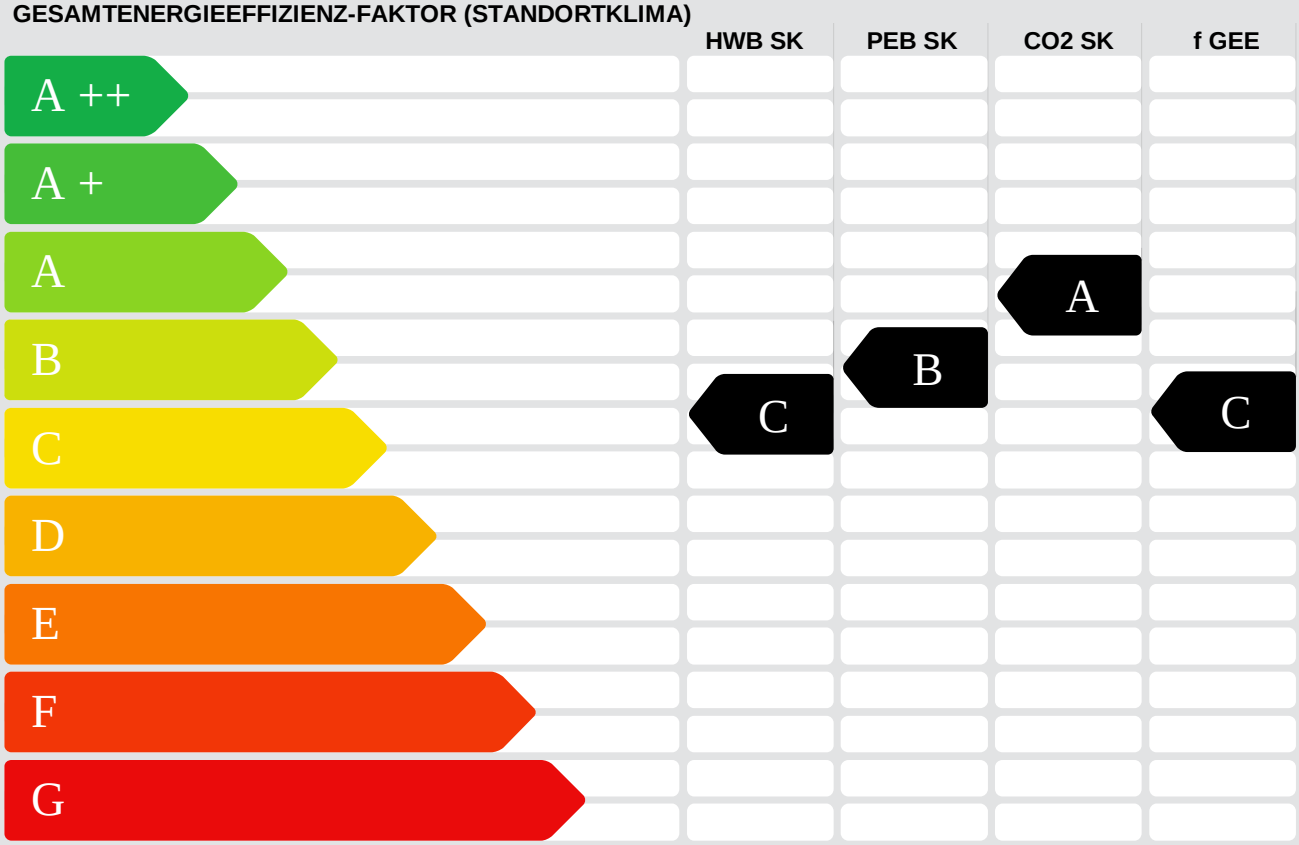
Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Reihenhaus Typ B / Mittelhaus		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1995 / 1996
Nutzungsprofil	Einfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße	Fred-Raymond-Gasse 19 / Stg.5+6	Katastralgemeinde	Aspern
PLZ/Ort	1220 Wien-Donaustadt	KG-Nr.	01651
Grundstücksnr.	1079/2	Seehöhe	155

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)



HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welcher um ca. 30 °C (also beispielsweise von 8 °C auf 38 °C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrombedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004–2008.

CO 2: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

fGEE: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	163,37 m2	Klimaregion	N	mittlerer U-Wert	0,510 W/m2K
Bezugs-Grundfläche	130,69 m2	Heiztage	215 d	Bauweise	mittelschwere
Brutto-Volumen	457,70 m3	Heizgradtage	3443 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	281,86 m2	Norm-Außentemperatur	-12,8 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,62 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	42
charakteristische Länge	1,62 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF Wohnen

	Referenzklima spezifisch	Standortklima zonenbezogen	Standortklima spezifisch	Anforderung	
HWB	57,11 kWh/m2a	9.524 kWh/a	58,30 kWh/m2a		
WWWB		2.087 kWh/a	12,78 kWh/m2a		
HTEB RH		2.039 kWh/a	12,48 kWh/m2a		
HTEB WW		1.695 kWh/a	10,37 kWh/m2a		
HTEB		3.843 kWh/a	23,52 kWh/m2a		
HEB		15.455 kWh/a	94,60 kWh/m2a		
HHSB		2.683 kWh/a	16,43 kWh/m2a		
EEB		18.138 kWh/a	111,02 kWh/m2a		
PEB		21.434 kWh/a	131,20 kWh/m2a		
PEB n.ern.		9.073 kWh/a	55,50 kWh/m2a		
PEB ern.		12.361 kWh/a	75,70 kWh/m2a		
CO 2		2.285 kg/a	14,00 kg/m2a		
f GEE	1,08 -		1,09 -		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	Christian Hummer
Ausstellungsdatum	01.08.2015	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	31.07.2025		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

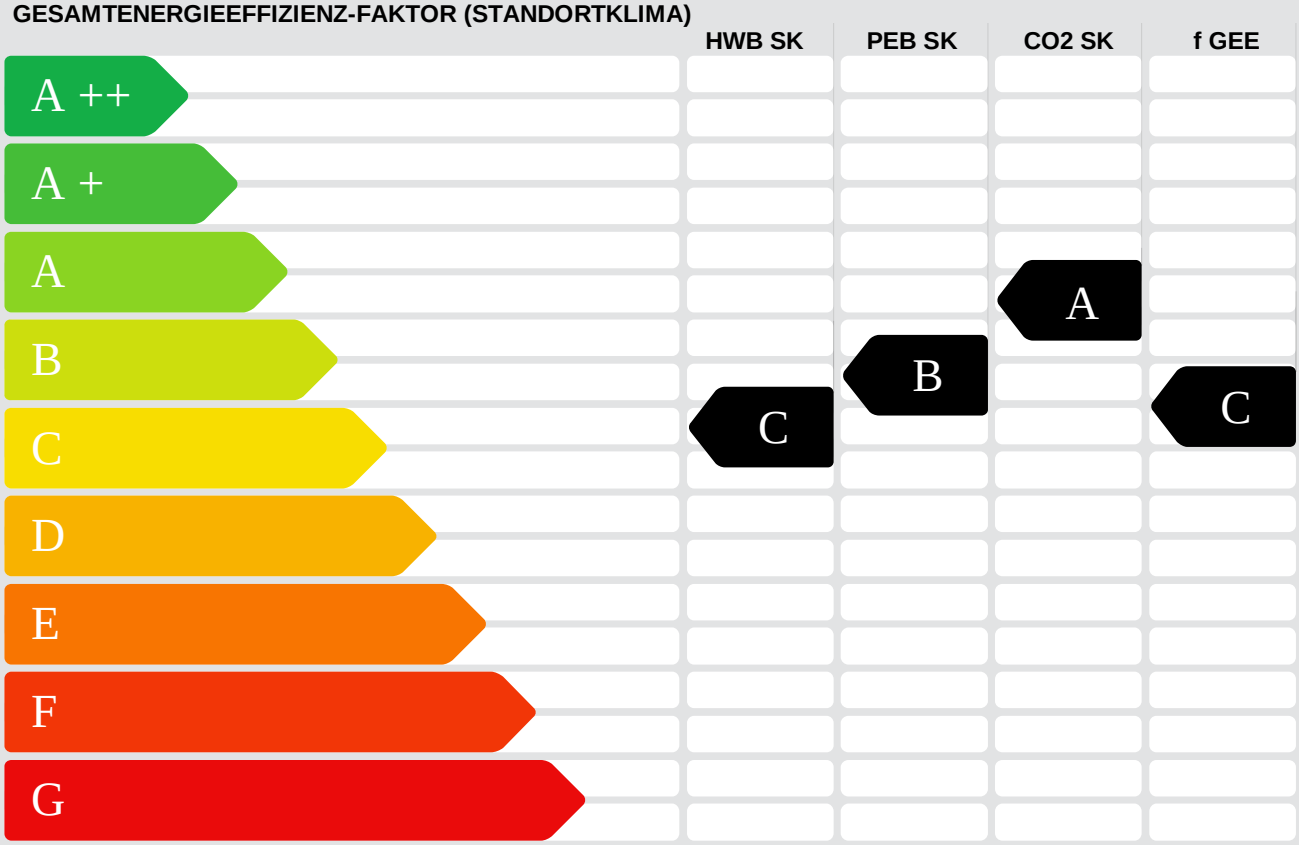
Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Reihenhaus Typ C / Randhaus (Doppelhaushälfte)		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1995 / 1996
Nutzungsprofil	Einfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße	Fred-Raymond-Gasse 19 / Stg.7,8+9	Katastralgemeinde	Aspern
PLZ/Ort	1220 Wien-Donaustadt	KG-Nr.	01651
Grundstücksnr.	1079/2	Seehöhe	155

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)



HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welcher um ca. 30 °C (also beispielsweise von 8 °C auf 38 °C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrombedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004–2008.

CO 2: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

fGEE: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	151,33 m2	Klimaregion	N	mittlerer U-Wert	0,406 W/m2K
Bezugs-Grundfläche	121,06 m2	Heiztage	215 d	Bauweise	mittelschwere
Brutto-Volumen	500,95 m3	Heizgradtage	3443 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	360,10 m2	Norm-Außentemperatur	-12,8 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,72 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	36
charakteristische Länge	1,39 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF Wohnen

	Referenzklima spezifisch	Standortklima zonenbezogen	Standortklima spezifisch	Anforderung	
HWB	63,06 kWh/m2a	9.814 kWh/a	64,85 kWh/m2a		
WWWB		1.933 kWh/a	12,78 kWh/m2a		
HTEB RH		1.709 kWh/a	11,29 kWh/m2a		
HTEB WW		1.636 kWh/a	10,81 kWh/m2a		
HTEB		3.450 kWh/a	22,80 kWh/m2a		
HEB		15.197 kWh/a	100,42 kWh/m2a		
HHSB		2.485 kWh/a	16,43 kWh/m2a		
EEB		17.682 kWh/a	116,85 kWh/m2a		
PEB		20.671 kWh/a	136,60 kWh/m2a		
PEB n.ern.		8.587 kWh/a	56,70 kWh/m2a		
PEB ern.		12.084 kWh/a	79,90 kWh/m2a		
CO 2		2.182 kg/a	14,40 kg/m2a		
f GEE	1,05 -		1,05 -		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	Christian Hummer
Ausstellungsdatum	01.08.2015	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	31.07.2025		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

A.2.2. GRUNDDATEN FERNWÄRME (MESSDATEN 1998 – 2010)

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
		[MWh]				[m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	01.09.1998	3.801,340	Zähler NEU			29.582,400	Zähler NEU		
1998/1999	20.10.1998	3.858,250	56,910			37.715,500	8.133,100		
	22.12.1998	4.011,700	153,450			46.618,100	8.902,600		
	23.02.1999	4.203,320	191,620			55.215,800	8.597,700		
	20.04.1999	4.293,230	89,910	**434,980**		63.367,600	8.151,800	**25.652,100**	
	22.06.1999	4.350,670	57,440			72.662,600	9.295,000		
597,45	24.08.1999	4.398,790	48,120		**162,470**	81.952,500	9.289,900		**26.718,000**
1999/2000	19.10.1999	4.448,660	49,870			90.168,300	8.215,800		
	20.12.1999	4.587,270	138,610			5.494,700	15.326,400		
	22.02.2000	4.765,730	178,460			20.426,400	14.931,700		
	17.04.2000	4.863,720	97,990	**415,060**		34.515,000	14.088,600	**44.346,700**	
	29.06.2000	4.925,330	61,610			47.777,400	13.262,400		
568,24	22.08.2000	4.967,030	41,700		**153,180**	57.671,000	9.893,600		**31.371,800**
2000/2001	17.10.2000	5.016,570	49,540			67.851,700	10.180,700		
	19.12.2000	5.127,870	111,300			82.051,400	14.199,700		
	20.02.2001	5.307,820	179,950			97.124,500	15.073,100		
	18.04.2001	5.415,090	107,270	**398,520**		10.956,100	13.831,600	**43.104,400**	
	19.06.2001	5.478,290	63,200			26.572,800	15.616,700		
557,90	18.08.2001	5.524,930	46,640		**159,380**	42.088,500	15.515,700		**41.313,100**
2001/2002	20.10.2001	5.581,560	56,630			57.493,100	15.404,600		
	14.12.2001	5.702,400	120,840			68.485,300	10.992,200		
	19.02.2002	5.895,030	192,630			77.322,800	8.837,500		
	23.04.2002	5.999,440	104,410	**417,880**		83.979,000	6.656,200	**26.485,900**	
	25.06.2002	6.050,320	50,880			90.620,200	6.641,200		
563,47	20.08.2002	6.088,400	38,080		**145,590**	96.411,900	5.791,700		**27.837,500**

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
		[MWh]				[m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
2002/2003	22.10.2002	6.158,030	69,630			2.774,700	6.362,800		
	14.12.2002	6.273,120	115,090			8.084,000	5.309,300		
	18.02.2003	6.485,290	212,170			15.730,500	7.646,500		
	26.04.2003	6.619,610	134,320	**461,580**		23.577,100	7.846,600	**20.802,400**	
	24.06.2003	6.666,520	46,910			29.269,800	5.692,700		
620,13	25.08.2003	*6.708,528*	*42,008*		**158,548**	*35.282,430*	*6.012,630*		**18.068,130**
2003/2004	21.10.2003	69,795	*57,862*			8.510,350	*6.732,320*		
	19.12.2003	207,832	138,037			15.336,600	6.826,250		
	24.02.2004	402,878	195,046			22.733,520	7.396,920		
	20.04.2004	518,671	115,793	**448,876**		29.297,820	6.564,300	**20.787,470**	
	01.07.2004	584,361	65,690			37.422,080	8.124,260		
609,92	21.08.2004	621,849	37,488		**161,040**	43.438,910	6.016,830		**20.873,410**
2004/2005	25.10.2004	687,924	66,075			51.198,730	7.759,820		
	21.12.2004	818,377	130,453			57.884,780	6.686,050		
	25.02.2005	1.003,394	185,017			66.491,080	8.606,300		
	22.04.2005	1.106,695	103,301	**418,771**		74.763,230	8.272,150	**23.564,500**	
	23.06.2005	1.165,463	58,768			82.308,670	7.545,440		
589,57	23.08.2005	1.211,417	45,954		**170,797**	89.368,220	7.059,550		**22.364,810**
2005/2006	20.10.2005	1.267,183	55,766			96.788,710	7.420,490		
	19.12.2005	1.400,749	133,566			104.608,010	7.819,300		
	22.02.2006	1.604,391	203,642			114.190,530	9.582,520		
	20.04.2006	1.721,244	116,853	**454,061**		124.048,350	9.857,820	**27.259,640**	
	22.06.2006	1.780,521	59,277			132.281,270	8.232,920		
614,25	23.08.2006	1.825,662	45,141		**160,184**	139.924,210	7.642,940		**23.296,350**

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
		[MWh]				[m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
2006/2007	24.10.2006	1.880,394	54,732			147.501,950	7.577,740		
	14.12.2006	1.970,979	90,585			153.922,390	6.420,440		
	22.02.2007	2.129,441	158,462			163.698,000	9.775,610		
	19.04.2007	2.213,499	84,058	**333,105**		171.796,440	8.098,440	**24.294,490**	
	21.06.2007	2.264,505	51,006			180.507,900	8.711,460		
486,41	28.08.2007	2.312,075	47,570		**153,308**	190.103,790	9.595,890		**25.885,090**
2007/2008	22.10.2007	2.368,528	56,453			197.946,220	7.842,430		
	14.12.2007	2.483,441	114,913			206.409,550	8.463,330		
	25.02.2008	2.674,389	190,948			217.829,640	11.420,090		
	22.04.2008	59,780	*88,106*	**393,967**		6.096,830	*8.735,620*	**28.619,040**	
	20.06.2008	110,100	50,320			14.231,600	8.134,770		
544,14	22.08.2008	153,500	43,400		**150,173**	22.644,910	8.413,310		**24.390,510**
2008/2009	28.10.2008	224,110	70,610			31.337,120	8.692,210		
	15.12.2008	316,940	92,830			37.601,810	6.264,690		
	26.02.2009	529,790	212,850			49.780,400	12.178,590		
	24.04.2009	620,440	90,650	**396,330**		59.485,100	9.704,700	**28.147,980**	
	17.06.2009	664,000	43,560			67.140,960	7.655,860		
555,07	20.08.2009	708,570	44,570		**158,740**	76.305,420	9.164,460		**25.512,530**
2009/2010	06.11.2009	792,300	83,730			87.445,670	11.140,250		
	17.12.2009	877,880	85,580			92.910,380	5.464,710		
	24.02.2010	1.082,240	204,360			1.725,310	8.814,930		
	26.04.2010	1.180,320	98,080	**388,020**		9.829,700	8.104,390	**22.384,030**	
	28.06.2010	1.233,520	53,200			18.374,690	8.544,990		
564,66	27.08.2010	1.273,230	39,710		**176,640**	25.977,430	7.602,740		**27.287,980**
Durchschnittswerte 1998-2010 (Wärmemenge gesamt)				Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
572,600				**413,429**	**159,171**	**54.197,322**		**27.954,054**	**26.243,268**
100,0%				**72,2%**	**27,8%**	**100,0%**		**51,6%**	**48,4%**

A.2.3. GESAMTÜBERSICHT BERECHNUNGSMODELL 1998 – 2010

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"	WÄRMEMENGENANTEILE Gegenüberstellung Abschätzung / Berechnung [MWh]						
		Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung	Berechnung		
1998 / 1999	LV im Gebäude: Gewinne...(+)	(+) 30,16	(-) 120,64		6,4%	-	38,09
	LV ausserhalb der Gebäude:	(-) 90,48	0		21,0%	63,32	62,23
	Leitungsverluste gesamt:	211,12 MWh		35,3%	163,65 MWh		27,4%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler				17,96 MWh		3,0%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:	83,66 MWh		14,0%	83,66 MWh		14,0%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:	302,67 MWh		50,7%	332,18 MWh		55,6%
	Gesamtwärmeverbrauch:	597,45 MWh		100,0%	597,45 MWh		100,0%
1999 / 2000	LV im Gebäude: Gewinne...(+)	(+) 28,46	(-) 113,84		6,0%	-	33,87
	LV ausserhalb der Gebäude:	(-) 85,38	0		23,2%	66,39	65,46
	Leitungsverluste gesamt:	199,22 MWh		35,1%	165,72 MWh		29,2%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler				17,96 MWh		3,2%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:	78,69 MWh		13,8%	78,69 MWh		13,8%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:	290,34 MWh		51,1%	305,88 MWh		53,8%
	Gesamtwärmeverbrauch:	568,24 MWh		100,0%	568,24 MWh		100,0%
2000 / 2001	LV im Gebäude: Gewinne...(+)	(+) 29,65	(-) 118,58		6,5%	-	36,52
	LV ausserhalb der Gebäude:	(-) 88,94	0		23,6%	67,36	64,46
	Leitungsverluste gesamt:	207,52 MWh		37,2%	168,35 MWh		30,2%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler				17,96 MWh		3,2%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:	81,60 MWh		14,6%	81,60 MWh		14,6%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:	268,79 MWh		48,2%	290,00 MWh		52,0%
	Gesamtwärmeverbrauch:	557,90 MWh		100,0%	557,90 MWh		100,0%
2001 / 2002	LV im Gebäude: Gewinne...(+)	(+) 26,12	(-) 104,49		5,2%	-	29,38
	LV ausserhalb der Gebäude:	(-) 78,36	0		22,9%	64,15	64,61
	Leitungsverluste gesamt:	182,85 MWh		32,5%	158,14 MWh		28,1%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler				17,96 MWh		3,2%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:	82,21 MWh		14,6%	82,21 MWh		14,6%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:	298,41 MWh		53,0%	305,16 MWh		54,2%
	Gesamtwärmeverbrauch:	563,47 MWh		100,0%	563,47 MWh		100,0%

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"	WÄRMEMENGENANTEILE Gegenüberstellung Abschätzung / Berechnung [MWh]						
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung	Berechnung		
2002 / 2003	LV im Gebäude:	Gewinne...(+)	(+) 29,94	(-) 119,75		6,0%	-	37,22
	LV ausserhalb der Gebäude:		(-) 89,81	0		20,2%	61,86	63,56
	Leitungsverluste gesamt:		209,57 MWh		33,8%	162,64 MWh		26,2%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler					17,96 MWh		2,9%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		77,59 MWh		12,5%	77,59 MWh		12,5%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		332,97 MWh		53,7%	361,94 MWh		58,4%
	Gesamtwärmeverbrauch:		620,13 MWh		100,0%	620,13 MWh		100,0%
2003 / 2004	LV im Gebäude:	Gewinne...(+)	(+) 30,92	(-) 123,68		6,4%	-	39,29
	LV ausserhalb der Gebäude:		(-) 92,76	0		20,2%	60,01	63,09
	Leitungsverluste gesamt:		216,44 MWh		35,5%	162,39 MWh		26,6%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler					17,96 MWh		2,9%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		74,72 MWh		12,3%	74,72 MWh		12,3%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		318,76 MWh		52,3%	354,85 MWh		58,2%
	Gesamtwärmeverbrauch:		609,92 MWh		100,0%	609,92 MWh		100,0%
2004 / 2005	LV im Gebäude:	Gewinne...(+)	(+) 33,31	(-) 133,23		7,3%	-	43,22
	LV ausserhalb der Gebäude:		(-) 99,92	0		21,6%	61,16	66,02
	Leitungsverluste gesamt:		233,15 MWh		39,5%	170,40 MWh		28,9%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler					17,96 MWh		3,0%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		75,14 MWh		12,7%	75,14 MWh		12,7%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		281,28 MWh		47,7%	326,07 MWh		55,3%
	Gesamtwärmeverbrauch:		589,57 MWh		100,0%	589,57 MWh		100,0%
2005 / 2006	LV im Gebäude:	Gewinne...(+)	(+) 30,82	(-) 123,30		6,3%	-	38,72
	LV ausserhalb der Gebäude:		(-) 92,47	0		21,0%	64,48	64,59
	Leitungsverluste gesamt:		215,77 MWh		35,1%	167,80 MWh		27,3%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler					17,96 MWh		2,9%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		73,77 MWh		12,0%	73,77 MWh		12,0%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		324,70 MWh		52,9%	354,72 MWh		57,7%
	Gesamtwärmeverbrauch:		614,25 MWh		100,0%	614,25 MWh		100,0%

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"	WÄRMEMENGENANTEILE Gegenüberstellung Abschätzung / Berechnung [MWh]						
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung	Berechnung		
2006 / 2007	LV im Gebäude:	Gewinne...(+)	(+) 29,79	(-) 119,16		7,3%	-	35,63
	LV ausserhalb der Gebäude:		(-) 89,37	0		26,6%	61,08	68,45
	Leitungsverluste gesamt:		208,53 MWh		42,9%	165,17 MWh		34,0%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler					17,96 MWh		3,7%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		68,30 MWh		14,0%	68,30 MWh		14,0%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		209,59 MWh		43,1%	234,99 MWh		48,3%
	Gesamtwärmeverbrauch:		486,41 MWh		100,0%	486,41 MWh		100,0%
2007 / 2008	LV im Gebäude:	Gewinne...(+)	(+) 29,44	(-) 117,75		6,7%	-	36,41
	LV ausserhalb der Gebäude:		(-) 88,32	0		23,4%	64,18	62,99
	Leitungsverluste gesamt:		206,07 MWh		37,9%	163,58 MWh		30,1%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler					17,96 MWh		3,3%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		64,84 MWh		11,9%	64,84 MWh		11,9%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		273,23 MWh		50,2%	297,76 MWh		54,7%
	Gesamtwärmeverbrauch:		544,14 MWh		100,0%	544,14 MWh		100,0%
2008 / 2009	LV im Gebäude:	Gewinne...(+)	(+) 30,86	(-) 123,42		7,0%	-	38,64
	LV ausserhalb der Gebäude:		(-) 92,57	0		23,2%	63,65	65,38
	Leitungsverluste gesamt:		215,99 MWh		38,9%	167,66 MWh		30,2%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler					17,96 MWh		3,2%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		70,64 MWh		12,7%	70,64 MWh		12,7%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		268,45 MWh		48,4%	298,81 MWh		53,8%
	Gesamtwärmeverbrauch:		555,07 MWh		100,0%	555,07 MWh		100,0%
2009 / 2010	LV im Gebäude:	Gewinne...(+)	(+) 35,62	(-) 142,50		8,2%	-	46,34
	LV ausserhalb der Gebäude:		(-) 106,87	0		23,3%	60,20	71,43
	Leitungsverluste gesamt:		249,37 MWh		44,2%	177,97 MWh		31,5%
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler					17,96 MWh		3,2%
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		68,29 MWh		12,1%	68,29 MWh		12,1%
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		247,00 MWh		43,7%	300,44 MWh		53,2%
	Gesamtwärmeverbrauch:		564,66 MWh		100,0%	564,66 MWh		100,0%

A.2.4. DATENBLÄTTER EINZELJAHRE (1998 – 2010)

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	01.09.1998	3.801,340	Zähler NEU			29.582,400	Zähler NEU		
1998/1999	20.10.1998	3.858,250	56,910			37.715,500	8.133,100		
	22.12.1998	4.011,700	153,450			46.618,100	8.902,600		
	23.02.1999	4.203,320	191,620			55.215,800	8.597,700		
	20.04.1999	4.293,230	89,910	**434,980**		63.367,600	8.151,800	**25.652,100**	
	22.06.1999	4.350,670	57,440			72.662,600	9.295,000		
597,450	24.08.1999	4.398,790	48,120		**162,470**	81.952,500	9.289,900		**26.718,000**
1998/1999	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
597,450			99,575	**434,980**	**162,470**	**52.370,100**		**25.652,100**	**26.718,000**
100,0%				**72,8%**	**27,2%**	**100,0%**		**49,0%**	**51,0%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(162,47)*	***(162,47)***	***90,48***	***120,64***	**1.598,60 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***41,83***	***41,83***	*(20,8%)*	*(74,3%)*	***41,83 MWh***	***41,83 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>	*(9,6%)*	***(25,7%)***			***entspr.= 83,66 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:	Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
1998 / 1999	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 30,16***	***(-) 120,64***		***6,4%***	***-***	***38,09***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 90,48***			***21,0%***	***63,32***	***62,23***
	Leitungsverluste gesamt:		***211,12 MWh***		***35,3%***	***163,65 MWh***		***27,4%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***3,0%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***83,66 MWh***		***14,0%***	***83,66 MWh***		***14,0%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***302,67 MWh***		***50,7%***	***332,18 MWh***		***55,6%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***597,45 MWh***		***100,0%***	***597,45 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	24.08.1999	4.398,790				81.952,500			
1999/2000	19.10.1999	4.448,660	49,870			90.168,300	8.215,800		
	20.12.1999	4.587,270	138,610			5.494,700	15.326,400		
	22.02.2000	4.765,730	178,460			20.426,400	14.931,700		
	17.04.2000	4.863,720	97,990	**415,060**		34.515,000	14.088,600	**44.346,700**	
	29.06.2000	4.925,330	61,610			47.777,400	13.262,400		
568,240	22.08.2000	4.967,030	41,700		**153,180**	57.671,000	9.893,600		**31.371,800**
1999/2000	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
568,240			94,707	**415,060**	**153,180**	**75.718,500**		**44.346,700**	**31.371,800**
100,0%				**73,0%**	**27,0%**	**100,0%**		**58,6%**	**41,4%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(153,18)*	***(153,18)***	***85,38***	***113,84***	**1.503,50 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***39,34***	***39,34***	*(20,6%)*	*(74,3%)*	***39,34 MWh***	***39,34 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(25,7%)***			***entspr.= 78,69 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:		Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
	im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
1999 / 2000	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 28,46***	***(-) 113,84***		***6,0%***	***-***	***33,87***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 85,38***			***23,2%***	***66,39***	***65,46***
	Leitungsverluste gesamt:		***199,22 MWh***		***35,1%***	***165,72 MWh***		***29,2%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***3,2%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***78,69 MWh***		***13,8%***	***78,69 MWh***		***13,8%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***290,34 MWh***		***51,1%***	***305,88 MWh***		***53,8%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***568,24 MWh***		***100,0%***	***568,24 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	22.08.2000	4.967,030				57.671,000			
2000/2001	17.10.2000	5.016,570	49,540			67.851,700	10.180,700		
	19.12.2000	5.127,870	111,300			82.051,400	14.199,700		
	20.02.2001	5.307,820	179,950			97.124,500	15.073,100		
	18.04.2001	5.415,090	107,270	**398,520**		10.956,100	13.831,600	**43.104,400**	
	19.06.2001	5.478,290	63,200			26.572,800	15.616,700		
557,900	18.08.2001	5.524,930	46,640		**159,380**	42.088,500	15.515,700		**41.313,100**
2000/2001	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
557,900			92,983	**398,520**	**159,380**	**84.417,500**		**43.104,400**	**41.313,100**
100,0%				**71,4%**	**28,6%**	**100,0%**		**51,1%**	**48,9%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(159,38)*	***(159,38)***	***88,94***	***118,58***	**1.559,10 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***40,80***	***40,80***	*(22,3%)*	*(74,4%)*	***40,80 MWh***	***40,80 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(25,6%)***			***entspr.= 81,60 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:		Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
	im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2000 / 2001	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 29,65***	***(-) 118,58***		***6,5%***	***-***	***36,52***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 88,94***			***23,6%***	***67,36***	***64,46***
	Leitungsverluste gesamt:		***207,52 MWh***		***37,2%***	***168,35 MWh***		***30,2%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***3,2%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***81,60 MWh***		***14,6%***	***81,60 MWh***		***14,6%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***268,79 MWh***		***48,2%***	***290,00 MWh***		***52,0%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***557,90 MWh***		***100,0%***	***557,90 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	18.08.2001	5.524,930				42.088,500			
2001/2002	20.10.2001	5.581,560	56,630			57.493,100	15.404,600		
	14.12.2001	5.702,400	120,840			68.485,300	10.992,200		
	19.02.2002	5.895,030	192,630			77.322,800	8.837,500		
	23.04.2002	5.999,440	104,410	**417,880**		83.979,000	6.656,200	**26.485,900**	
	25.06.2002	6.050,320	50,880			90.620,200	6.641,200		
563,470	20.08.2002	6.088,400	38,080		**145,590**	96.411,900	5.791,700		**27.837,500**
2001/2002	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
563,470			93,912	**417,880**	**145,590**	**54.323,400**		**26.485,900**	**27.837,500**
100,0%				**74,2%**	**25,8%**	**100,0%**		**48,8%**	**51,2%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(145,59)*	***(145,59)***	***78,36***	***104,49***	**1.570,80 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***41,10***	***41,10***	*(18,8%)*	*(71,8%)*	***41,10 MWh***	***41,10 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(28,2%)***			***entspr.= 82,21 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:	Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2001 / 2002	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 26,12***	***(-) 104,49***		***5,2%***	***-***	***29,38***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 78,36***			***22,9%***	***64,15***	***64,61***
	Leitungsverluste gesamt:		***182,85 MWh***		***32,5%***	***158,14 MWh***		***28,1%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***3,2%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***82,21 MWh***		***14,6%***	***82,21 MWh***		***14,6%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***298,41 MWh***		***53,0%***	***305,16 MWh***		***54,2%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***563,47 MWh***		***100,0%***	***563,47 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	20.08.2002	6.088,400				96.411,900			
2002/2003	22.10.2002	6.158,030	69,630			2.774,700	6.362,800		
	14.12.2002	6.273,120	115,090			8.084,000	5.309,300		
	18.02.2003	6.485,290	212,170			15.730,500	7.646,500		
	26.04.2003	6.619,610	134,320	**461,580**		23.577,100	7.846,600	**20.802,400**	
	24.06.2003	6.666,520	46,910			29.269,800	5.692,700		
620,128	25.08.2003	*6.708,528*	*42,008*		**158,548**	*35.282,430*	*6.012,630*		**18.068,130**
2002/2003	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
620,128			103,355	**461,580**	**158,548**	**38.870,530**		**20.802,400**	**18.068,130**
100,0%				**74,4%**	**25,6%**	**100,0%**		**53,5%**	**46,5%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(158,55)*	***(158,55)***	***89,81***	***119,75***	**1.482,60 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***38,80***	***38,80***	*(19,5%)*	*(75,5%)*	***38,80 MWh***	***38,80 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(24,5%)***			***entspr.= 77,59 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:	Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2002 / 2003	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 29,94***	***(-) 119,75***		***6,0%***	***-***	***37,22***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 89,81***			***20,2%***	***61,86***	***63,56***
	Leitungsverluste gesamt:		***209,57 MWh***		***33,8%***	***162,64 MWh***		***26,2%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***2,9%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***77,59 MWh***		***12,5%***	***77,59 MWh***		***12,5%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***332,97 MWh***		***53,7%***	***361,94 MWh***		***58,4%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***620,13 MWh***		***100,0%***	***620,13 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	25.08.2003	6.708,528				35.282,430			
2003/2004	21.10.2003	69,795	57,862			8.510,350	6.732,320		
	19.12.2003	207,832	138,037			15.336,600	6.826,250		
	24.02.2004	402,878	195,046			22.733,520	7.396,920		
	20.04.2004	518,671	115,793	**448,876**		29.297,820	6.564,300	**20.787,470**	
	01.07.2004	584,361	65,690			37.422,080	8.124,260		
609,916	21.08.2004	621,849	37,488		**161,040**	43.438,910	6.016,830		**20.873,410**
2003/2004	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
609,916			101,653	**448,876**	**161,040**	**41.660,880**		**20.787,470**	**20.873,410**
100,0%				**73,6%**	**26,4%**	**100,0%**		**49,9%**	**50,1%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(161,04)*	***(161,04)***	***92,76***	***123,68***	**1.427,70 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***37,36***	***37,36***	*(20,7%)*	*(76,8%)*	***37,36 MWh***	***37,36 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(23,2%)***			***entspr.= 74,72 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:	Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2003 / 2004	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 30,92***	***(-) 123,68***		***6,4%***	***-***	***39,29***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 92,76***			***20,2%***	***60,01***	***63,09***
	Leitungsverluste gesamt:		***216,44 MWh***		***35,5%***	***162,39 MWh***		***26,6%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***2,9%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***74,72 MWh***		***12,3%***	***74,72 MWh***		***12,3%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***318,76 MWh***		***52,3%***	***354,85 MWh***		***58,2%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***609,92 MWh***		***100,0%***	***609,92 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	21.08.2004	621,849				43.438,910			
2004/2005	25.10.2004	687,924	66,075			51.198,730	7.759,820		
	21.12.2004	818,377	130,453			57.884,780	6.686,050		
	25.02.2005	1.003,394	185,017			66.491,080	8.606,300		
	22.04.2005	1.106,695	103,301	**418,771**		74.763,230	8.272,150	**23.564,500**	
	23.06.2005	1.165,463	58,768			82.308,670	7.545,440		
589,568	23.08.2005	1.211,417	45,954		**170,797**	89.368,220	7.059,550		**22.364,810**
2004/2005	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
589,568			98,261	**418,771**	**170,797**	**45.929,310**		**23.564,500**	**22.364,810**
100,0%				**71,0%**	**29,0%**	**100,0%**		**51,3%**	**48,7%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(170,80)*	***(170,80)***	***99,92***	***133,23***	**1.435,75 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***37,57***	***37,57***	*(23,9%)*	*(78,0%)*	***37,57 MWh***	***37,57 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(22,0%)***			***entspr.= 75,14 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:		Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
	im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2004 / 2005	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 33,31***	***(-) 133,23***		***7,3%***	***-***	***43,22***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 99,92***			***21,6%***	***61,16***	***66,02***
	Leitungsverluste gesamt:		***233,15 MWh***		***39,5%***	***170,40 MWh***		***28,9%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***3,0%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***75,14 MWh***		***12,7%***	***75,14 MWh***		***12,7%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***281,28 MWh***		***47,7%***	***326,07 MWh***		***55,3%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***589,57 MWh***		***100,0%***	***589,57 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	23.08.2005	1.211,417				89.368,220			
2005/2006	20.10.2005	1.267,183	55,766			96.788,710	7.420,490		
	19.12.2005	1.400,749	133,566			104.608,010	7.819,300		
	22.02.2006	1.604,391	203,642			114.190,530	9.582,520		
	20.04.2006	1.721,244	116,853	**454,061**		124.048,350	9.857,820	**27.259,640**	
	22.06.2006	1.780,521	59,277			132.281,270	8.232,920		
614,245	23.08.2006	1.825,662	45,141		**160,184**	139.924,210	7.642,940		**23.296,350**
2005/2006	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
614,245			102,374	**454,061**	**160,184**	**50.555,990**		**27.259,640**	**23.296,350**
100,0%				**73,9%**	**26,1%**	**100,0%**		**53,9%**	**46,1%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(160,18)*	***(160,18)***	***92,47***	***123,30***	**1.409,55 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***36,88***	***36,88***	*(20,4%)*	*(77,0%)*	***36,88 MWh***	***36,88 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(23,0%)***			***entspr.= 73,77 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:	Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2005 / 2006	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 30,82***	***(-) 123,30***		***6,3%***	***-***	***38,72***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 92,47***			***21,0%***	***64,48***	***64,59***
	Leitungsverluste gesamt:		***215,77 MWh***		***35,1%***	***167,80 MWh***		***27,3%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***2,9%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***73,77 MWh***		***12,0%***	***73,77 MWh***		***12,0%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***324,70 MWh***		***52,9%***	***354,72 MWh***		***57,7%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***614,25 MWh***		***100,0%***	***614,25 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	23.08.2006	1.825,662				139.924,210			
2006/2007	24.10.2006	1.880,394	54,732			147.501,950	7.577,740		
	14.12.2006	1.970,979	90,585			153.922,390	6.420,440		
	22.02.2007	2.129,441	158,462			163.698,000	9.775,610		
	19.04.2007	2.213,499	84,058	**333,105**		171.796,440	8.098,440	**24.294,490**	
	21.06.2007	2.264,505	51,006			180.507,900	8.711,460		
486,413	28.08.2007	2.312,075	47,570		**153,308**	190.103,790	9.595,890		**25.885,090**
2006/2007	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
486,413			81,069	**333,105**	**153,308**	**50.179,580**		**24.294,490**	**25.885,090**
100,0%				**68,5%**	**31,5%**	**100,0%**		**48,4%**	**51,6%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(153,31)*	***(153,31)***	***89,37***	***119,16***	**1.305,05 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***34,15***	***34,15***	*(26,8%)*	*(77,7%)*	***34,15 MWh***	***34,15 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(22,3%)***			***entspr.= 68,30 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:	Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2006 / 2007	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 29,79***	***(-) 119,16***		***7,3%***	***-***	***35,63***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 89,37***			***26,6%***	***61,08***	***68,45***
	Leitungsverluste gesamt:		***208,53 MWh***		***42,9%***	***165,17 MWh***		***34,0%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***3,7%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***68,30 MWh***		***14,0%***	***68,30 MWh***		***14,0%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***209,59 MWh***		***43,1%***	***234,99 MWh***		***48,3%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***486,41 MWh***		***100,0%***	***486,41 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	28.08.2007	2.312,075				190.103,790			
2007/2008	22.10.2007	2.368,528	56,453			197.946,220	7.842,430		
	14.12.2007	2.483,441	114,913			206.409,550	8.463,330		
	25.02.2008	2.674,389	190,948			217.829,640	11.420,090		
	22.04.2008	59,780	*88,106*	**393,967**		6.096,830	*8.735,620*	**28.619,040**	
	20.06.2008	110,100	50,320			14.231,600	8.134,770		
544,140	22.08.2008	153,500	43,400		**150,173**	22.644,910	8.413,310		**24.390,510**
2007/2008	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
544,140			90,690	**393,967**	**150,173**	**53.009,550**		**28.619,040**	**24.390,510**
100,0%				**72,4%**	**27,6%**	**100,0%**		**54,0%**	**46,0%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(150,17)*	***(150,17)***	***88,32***	***117,75***	**1.238,90 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***32,42***	***32,42***	*(22,4%)*	*(78,4%)*	***32,42 MWh***	***32,42 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(21,6%)***			***entspr.= 64,84 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:		Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
	im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2007 / 2008	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 29,44***	***(-) 117,75***		***6,7%***	***-***	***36,41***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 88,32***			***23,4%***	***64,18***	***62,99***
	Leitungsverluste gesamt:		***206,07 MWh***		***37,9%***	***163,58 MWh***		***30,1%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***3,3%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***64,84 MWh***		***11,9%***	***64,84 MWh***		***11,9%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***273,23 MWh***		***50,2%***	***297,76 MWh***		***54,7%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***544,14 MWh***		***100,0%***	***544,14 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	22.08.2008	153,500				22.644,910			
2008/2009	28.10.2008	224,110	70,610			31.337,120	8.692,210		
	15.12.2008	316,940	92,830			37.601,810	6.264,690		
	26.02.2009	529,790	212,850			49.780,400	12.178,590		
	24.04.2009	620,440	90,650	**396,330**		59.485,100	9.704,700	**28.147,980**	
	17.06.2009	664,000	43,560			67.140,960	7.655,860		
555,070	20.08.2009	708,570	44,570		**158,740**	76.305,420	9.164,460		**25.512,530**
2008/2009	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
555,070			92,512	**396,330**	**158,740**	**53.660,510**		**28.147,980**	**25.512,530**
100,0%				**71,4%**	**28,6%**	**100,0%**		**52,5%**	**47,5%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(158,74)*	***(158,74)***	***92,57***	***123,42***	**1.349,70 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***35,32***	***35,32***	*(23,4%)*	*(77,8%)*	***35,32 MWh***	***35,32 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(22,2%)***			***entspr.= 70,64 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:	Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2008 / 2009	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 30,86***	***(-) 123,42***		***7,0%***	***-***	***38,64***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 92,57***			***23,2%***	***63,65***	***65,38***
	Leitungsverluste gesamt:		***215,99 MWh***		***38,9%***	***167,66 MWh***		***30,2%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***3,2%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***70,64 MWh***		***12,7%***	***70,64 MWh***		***12,7%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***268,45 MWh***		***48,4%***	***298,81 MWh***		***53,8%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***555,07 MWh***		***100,0%***	***555,07 MWh***		***100,0%***

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
	▼verknüpft▼	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)	▼verknüpft▼	▼Ergebnis▼	(HWV+WW)	(WW)
	20.08.2009	708,570				76.305,420			
2009/2010	06.11.2009	792,300	83,730			87.445,670	11.140,250		
	17.12.2009	877,880	85,580			92.910,380	5.464,710		
	24.02.2010	1.082,240	204,360			1.725,310	8.814,930		
	26.04.2010	1.180,320	98,080	**388,020**		9.829,700	8.104,390	**22.384,030**	
	28.06.2010	1.233,520	53,200			18.374,690	8.544,990		
564,660	27.08.2010	1.273,230	39,710		**176,640**	25.977,430	7.602,740		**27.287,980**
2009/2010	(Wärmemenge gesamt)			Mittelwert	Mittelwert	Sekundärsystem Fernwärme		Mittelwert	Mittelwert
				Heizperiode	Sommerbetrieb	Mittelwert gesamt [m³]		Heizperiode	Sommerbetrieb
564,660			94,110	**388,020**	**176,640**	**49.672,010**		**22.384,030**	**27.287,980**
100,0%				**68,7%**	**31,3%**	**100,0%**		**45,1%**	**54,9%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Verechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :

Annahme: WW-V_Sommerbetrieb 4/4 , WW-V_Heizperiode 3/4	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (**3/4**)	LV Sommer (**4/4**)	WW-Verbrauch/Jahr	
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(176,64)*	***(176,64)***	***106,87***	***142,50***	**1.304,80 m³**	
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***34,14***	***34,14***	*(27,5%)*	*(80,7%)*	***34,14 MWh***	***34,14 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>		***(19,3%)***			***entspr.= 68,29 MWh***	

Bereitstellungs-/Leitungsverluste:	Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode	Sommerbetrieb
im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein**	**ja**
außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja**	**ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung		Heizperiode	Sommerbetrieb
2009 / 2010	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 35,62***	***(-) 142,50***		***8,2%***	***-***	***46,34***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 106,87***			***23,3%***	***60,20***	***71,43***
	Leitungsverluste gesamt:		***249,37 MWh***		***44,2%***	***177,97 MWh***		***31,5%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***3,2%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***68,29 MWh***		***12,1%***	***68,29 MWh***		***12,1%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***247,00 MWh***		***43,7%***	***300,44 MWh***		***53,2%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***564,66 MWh***		***100,0%***	***564,66 MWh***		***100,0%***

A.2.5. WÄRMEBILANZEN EINZELJAHRE (1998 – 2010)

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**1998 / 1999**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*38,09 MWh*	*6,4%*	*26,76 MWh + 11,33 MWh*	*16,5%*	*+7,0%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*14,6%*	*63,32 MWh*	*10,6%*	*125,55 MWh*	*10,4%*	*62,23 MWh*	*38,3%*	
Summe Wärmeverluste		**14,6%**	**63,32 MWh**	**10,6%**	**163,65 MWh**	**16,8%**	**100,33 MWh**	**54,8%**	**+7,0%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,1%**	**8,98 MWh**	**1,5%**	**17,96 MWh**	**1,5%**	**8,98 MWh**	**5,5%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**9,6%**	**41,83 MWh**	**7,0%**	**83,66 MWh**	**7,0%**	**41,83 MWh**	**25,7%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**73,8%**	**320,85 MWh**	**53,7%**	**332,18 MWh**	**1,9%**	**11,33 MWh**		**+7,0%**
							162,47	**86,0%**	**+14,0%**
		100,0%	**434,98 MWh**	**72,8%**		**27,2%**	**162,47 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**434,98 MWh**		**597,45 MWh**			**162,47 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**597,45 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**1999 / 2000**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*33,87 MWh*	*6,0%*	*28,35 MWh + 5,52 MWh*	*18,5%*	*+3,6%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*16,0%*	*66,39 MWh*	*11,7%*	*131,85 MWh*	*11,5%*	*65,46 MWh*	*42,7%*	
Summe Wärmeverluste		**16,0%**	**66,39 MWh**	**11,7%**	**165,72 MWh**	**17,5%**	**99,33 MWh**	**61,2%**	**+3,6%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,2%**	**8,98 MWh**	**1,6%**	**17,96 MWh**	**1,6%**	**8,98 MWh**	**5,9%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**39,34 MWh**	**6,9%**	**39,34 MWh**	**25,7%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**72,4%**	**300,35 MWh**	**52,9%**	**305,88 MWh**	**1,0%**	**5,52 MWh**		**+3,6%**
							153,18	**92,8%**	**+7,2%**
		90,5%	**375,72 MWh**	**66,1%**		**27,0%**	**153,18 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**415,06 MWh**		**568,24 MWh**			**153,18 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**568,24 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**2000 / 2001**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*36,52 MWh*	*6,5%*	*27,90 MWh + 8,62 MWh*	*17,5%*	*+5,4%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*16,9%*	*67,36 MWh*	*12,1%*	*131,82 MWh*	*11,6%*	*64,46 MWh*	*40,4%*	
Summe Wärmeverluste		**16,9%**	**67,36 MWh**	**12,1%**	**168,35 MWh**	**18,1%**	**100,98 MWh**	**58,0%**	**+5,4%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,3%**	**8,98 MWh**	**1,6%**	**17,96 MWh**	**1,6%**	**8,98 MWh**	**5,6%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**40,80 MWh**	**7,3%**	**40,80 MWh**	**25,6%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**70,6%**	**281,38 MWh**	**50,4%**	**290,00 MWh**	**1,5%**	**8,62 MWh**		**+5,4%**
							159,38	**89,2%**	**+10,8%**
		89,8%	**357,72 MWh**	**64,1%**		**28,6%**	**159,38 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**398,52 MWh**		**557,90 MWh**			**159,38 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**557,90 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**2001 / 2002**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*29,38 MWh*	*5,2%*	*27,86 MWh + 1,51 MWh*	*19,1%*	*+1,0%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*15,4%*	*64,15 MWh*	*11,4%*	*128,76 MWh*	*11,5%*	*64,61 MWh*	*44,4%*	
Summe Wärmeverluste		**15,4%**	**64,15 MWh**	**11,4%**	**158,14 MWh**	**16,7%**	**93,99 MWh**	**63,5%**	**+1,0%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,1%**	**8,98 MWh**	**1,6%**	**17,96 MWh**	**1,6%**	**8,98 MWh**	**6,2%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**41,10 MWh**	**7,3%**	**41,10 MWh**	**28,2%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**72,7%**	**303,65 MWh**	**53,9%**	**305,16 MWh**	**0,3%**	**1,51 MWh**		**+1,0%**
							145,59	**97,9%**	**+2,1%**
		90,2%	**376,78 MWh**	**66,9%**		**25,8%**	**145,59 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**417,88 MWh**		**563,47 MWh**			**145,59 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**563,47 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**2002 / 2003**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*37,22 MWh*	*6,0%*	*27,23 MWh + 9,99 MWh*	*17,2%*	*+6,3%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*13,4%*	*61,86 MWh*	*10,0%*	*125,42 MWh*	*10,2%*	*63,56 MWh*	*40,1%*	
Summe Wärmeverluste		**13,4%**	**61,86 MWh**	**10,0%**	**162,64 MWh**	**16,3%**	**100,78 MWh**	**57,3%**	**+6,3%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**1,9%**	**8,98 MWh**	**1,4%**	**17,96 MWh**	**1,4%**	**8,98 MWh**	**5,7%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**38,80 MWh**	**6,3%**	**38,80 MWh**	**24,5%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**76,2%**	**351,95 MWh**	**56,8%**	**361,94 MWh**	**1,6%**	**9,99 MWh**		**+6,3%**
							158,55	**87,4%**	**+12,6%**
		91,6%	**422,78 MWh**	**68,2%**		**25,6%**	**158,55 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**461,58 MWh**		**620,13 MWh**			**158,55 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**620,13 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**2003 / 2004**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*39,29 MWh*	*6,4%*	*26,97 MWh + 12,32 MWh*	*16,7%*	*+7,7%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*13,4%*	*60,01 MWh*	*9,8%*	*123,10 MWh*	*10,3%*	*63,09 MWh*	*39,2%*	
Summe Wärmeverluste		**13,4%**	**60,01 MWh**	**9,8%**	**162,39 MWh**	**16,8%**	**102,38 MWh**	**55,9%**	**+7,7%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,0%**	**8,98 MWh**	**1,5%**	**17,96 MWh**	**1,5%**	**8,98 MWh**	**5,6%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**37,36 MWh**	**6,1%**	**37,36 MWh**	**23,2%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**76,3%**	**342,53 MWh**	**56,2%**	**354,85 MWh**	**2,0%**	**12,32 MWh**		**+7,7%**
							161,04	**84,7%**	**+15,3%**
		91,7%	**411,52 MWh**	**67,5%**		**26,4%**	**161,04 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**448,88 MWh**		**609,92 MWh**			**161,04 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**609,92 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**2004 / 2005**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*43,22 MWh*	*7,3%*	*28,21 MWh + 15,01 MWh*	*16,5%*	*+8,8%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*14,6%*	*61,16 MWh*	*10,4%*	*127,18 MWh*	*11,2%*	*66,02 MWh*	*38,7%*	
Summe Wärmeverluste		**14,6%**	**61,16 MWh**	**10,4%**	**170,40 MWh**	**18,5%**	**109,23 MWh**	**55,2%**	**+8,8%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,1%**	**8,98 MWh**	**1,5%**	**17,96 MWh**	**1,5%**	**8,98 MWh**	**5,3%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**37,57 MWh**	**6,4%**	**37,57 MWh**	**22,0%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**74,3%**	**311,06 MWh**	**52,8%**	**326,07 MWh**	**2,5%**	**15,01 MWh**		**+8,8%**
							170,80	**82,4%**	**+17,6%**
		91,0%	**381,20 MWh**	**64,7%**		**29,0%**	**170,80 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**418,77 MWh**		**589,57 MWh**			**170,80 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**589,57 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**2005 / 2006**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*38,72 MWh*	*6,3%*	*27,71 MWh + 11,01 MWh*	*17,3%*	*+6,9%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*14,2%*	*64,48 MWh*	*10,5%*	*129,08 MWh*	*10,5%*	*64,59 MWh*	*40,3%*	
Summe Wärmeverluste		**14,2%**	**64,48 MWh**	**10,5%**	**167,80 MWh**	**16,8%**	**103,31 MWh**	**57,6%**	**+6,9%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,0%**	**8,98 MWh**	**1,5%**	**17,96 MWh**	**1,5%**	**8,98 MWh**	**5,6%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**36,88 MWh**	**6,0%**	**36,88 MWh**	**23,0%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**75,7%**	**343,71 MWh**	**56,0%**	**354,72 MWh**	**1,8%**	**11,01 MWh**		**+6,9%**
							160,18	**86,3%**	**+13,7%**
		91,9%	**417,18 MWh**	**67,9%**		**26,1%**	**160,18 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**454,06 MWh**		**614,25 MWh**			**160,18 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**614,25 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**2006 / 2007**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*35,63 MWh*	*7,3%*	*29,54 MWh + 6,10 MWh*	*19,3%*	*+4,0%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*18,3%*	*61,08 MWh*	*12,6%*	*129,54 MWh*	*14,1%*	*68,45 MWh*	*44,6%*	
Summe Wärmeverluste		**18,3%**	**61,08 MWh**	**12,6%**	**165,17 MWh**	**21,4%**	**104,08 MWh**	**63,9%**	**+4,0%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,7%**	**8,98 MWh**	**1,8%**	**17,96 MWh**	**1,8%**	**8,98 MWh**	**5,9%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**34,15 MWh**	**7,0%**	**34,15 MWh**	**22,3%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**68,7%**	**228,89 MWh**	**47,1%**	**234,99 MWh**	**1,3%**	**6,10 MWh**		**+4,0%**
							153,31	**92,0%**	**+8,0%**
		89,7%	**298,96 MWh**	**61,5%**		**31,5%**	**153,31 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**333,11 MWh**		**486,41 MWh**			**153,31 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**486,41 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**2007 / 2008**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*36,41 MWh*	*6,7%*	*27,04 MWh + 9,37 MWh*	*18,0%*	*+6,2%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*16,3%*	*64,18 MWh*	*11,8%*	*127,17 MWh*	*11,6%*	*62,99 MWh*	*41,9%*	
Summe Wärmeverluste		**16,3%**	**64,18 MWh**	**11,8%**	**163,58 MWh**	**18,3%**	**99,40 MWh**	**59,9%**	**+6,2%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,3%**	**8,98 MWh**	**1,7%**	**17,96 MWh**	**1,7%**	**8,98 MWh**	**6,0%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**32,42 MWh**	**6,0%**	**32,42 MWh**	**21,6%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**73,2%**	**288,39 MWh**	**53,0%**	**297,76 MWh**	**1,7%**	**9,37 MWh**		**+6,2%**
							150,17	**87,5%**	**+12,5%**
		91,8%	**361,55 MWh**	**66,4%**		**27,6%**	**150,17 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**393,97 MWh**		**544,14 MWh**			**150,17 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**544,14 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**2008 / 2009**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*38,64 MWh*	*7,0%*	*28,21 MWh + 10,43 MWh*	*17,8%*	*+6,6%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*16,1%*	*63,65 MWh*	*11,5%*	*129,03 MWh*	*11,8%*	*65,38 MWh*	*41,2%*	
Summe Wärmeverluste		**16,1%**	**63,65 MWh**	**11,5%**	**167,66 MWh**	**18,7%**	**104,01 MWh**	**59,0%**	**+6,6%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,3%**	**8,98 MWh**	**1,6%**	**17,96 MWh**	**1,6%**	**8,98 MWh**	**5,7%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**35,32 MWh**	**6,4%**	**35,32 MWh**	**22,2%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**72,8%**	**288,38 MWh**	**52,0%**	**298,81 MWh**	**1,9%**	**10,43 MWh**		**+6,6%**
							158,74	**86,9%**	**+13,1%**
		91,1%	**361,01 MWh**	**65,0%**		**28,6%**	**158,74 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**396,33 MWh**		**555,07 MWh**			**158,74 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**555,07 MWh**							

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**W I N T E R B E T R I E B**			**G E S A M T**	**S O M M E R B E T R I E B**			
Berechnungszeitraum:	**2009 / 2010**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu Gesamt WV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu Gesamt WV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*46,34 MWh*	*8,2%*	*30,60 MWh + 15,75 MWh*	*17,3%*	*+8,9%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*15,5%*	*60,20 MWh*	*10,7%*	*131,63 MWh*	*12,7%*	*71,43 MWh*	*40,4%*	
Summe Wärmeverluste		**15,5%**	**60,20 MWh**	**10,7%**	**177,97 MWh**	**20,9%**	**117,77 MWh**	**57,8%**	**+8,9%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,3%**	**8,98 MWh**	**1,6%**	**17,96 MWh**	**1,6%**	**8,98 MWh**	**5,1%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**0,0%**	**0,00 MWh**	**0,0%**	**34,14 MWh**	**6,0%**	**34,14 MWh**	**19,3%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**73,4%**	**284,70 MWh**	**50,4%**	**300,44 MWh**	**2,8%**	**15,75 MWh**		**+8,9%**
							176,64	**82,2%**	**+17,8%**
		91,2%	**353,88 MWh**	**62,7%**		**31,3%**	**176,64 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**388,02 MWh**		**564,66 MWh**			**176,64 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**564,66 MWh**							

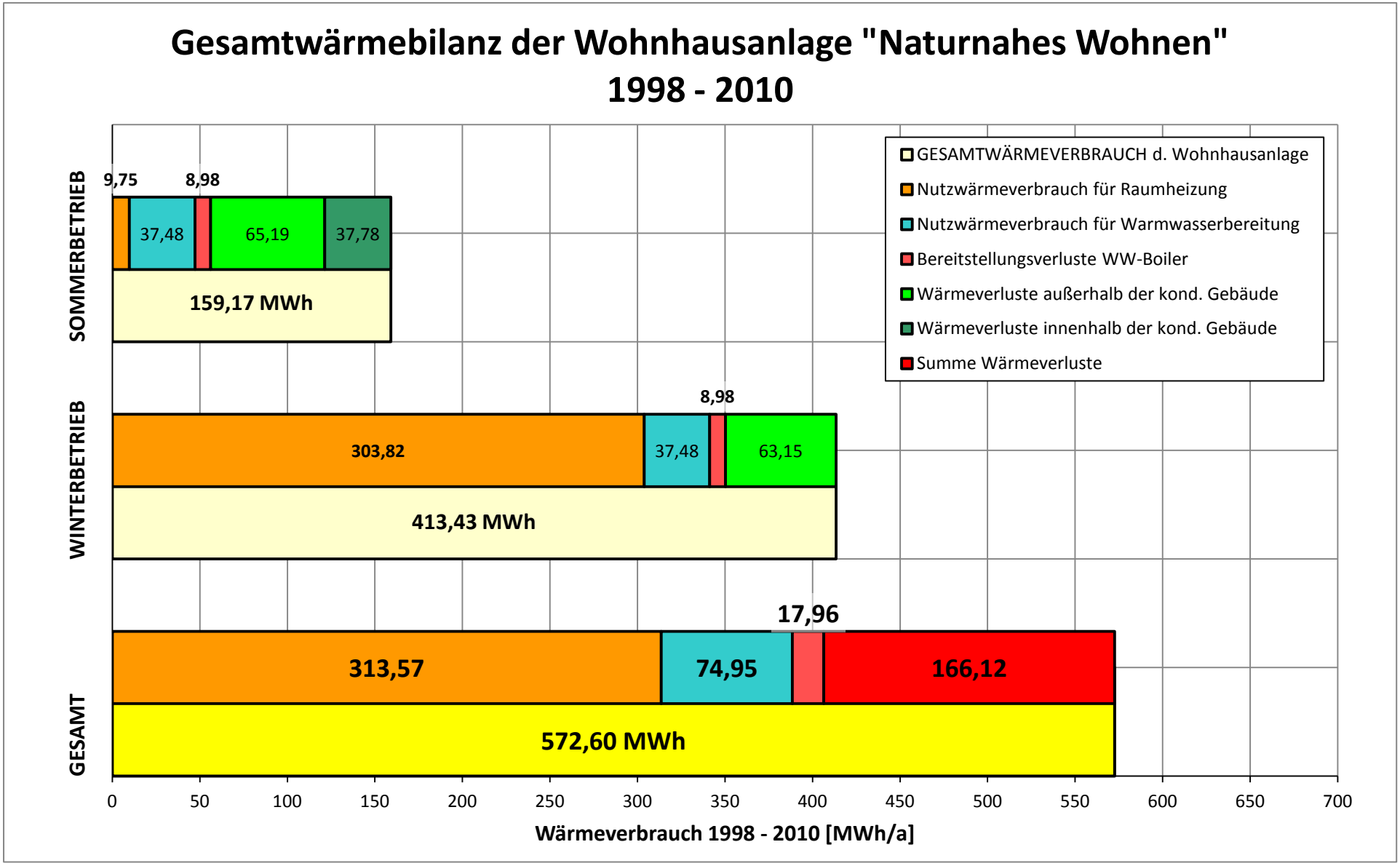
A.2.6. DATENBLATT UND WÄRMEBILANZ GESAMTANLAGE 1998 – 2010

Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"		WÄRMEMENGE - ENERGIE [MWh]				DURCHFLUSSMENGE - VOLUMEN [m³]			
Fernwärme Verbrauch	Ablesedatum	Stand Wärmezähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb	Stand Wasserzähler	Differenz	Heizperiode	Sommerbetrieb
[MWh]		[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
WÄRMEBILANZ 1998-2010 (langjähriger Durchschnitt)				Mittelwert Heizperiode	Mittelwert Sommerbetrieb	Sekundärsystem Fernwärme Mittelwert gesamt [m³]		Mittelwert Heizperiode	Mittelwert Sommerbetrieb
572,600				**413,429**	**159,171**	**54.197,322**		**27.954,054**	**26.243,268**
100,0%				**72,2%**	**27,8%**	**100,0%**		**51,6%**	**48,4%**

durchschnittl. Wärmeverbrauch für Warmwasser / Abrechnungsperiode der gesamten Reihenhausanlage inkl. LV :					
Annahme: WW-V_Sommerbetrieb = WW-V_Heizperiode	Heizperiode	Sommerbetrieb	LV Winter (3/4)	LV Sommer (4/4)	Mittelwert WW-Verbrauch/Jahr
WW-V inkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	*(159,17)*	***(159,17)***	***91,27***	***121,69***	**1.432,17 m³**
WW-V exkl. Bereitstellungs-/Leitungsverluste u. Gewinne >>>	***37,48***	***37,48***	*(22,1%)*	*(76,5%)*	***37,48 MWh*** ***37,48 MWh***
WW-Aufbereitung WIRKUNGSGRAD >>>	*(9,1%)*	***(23,5%)***			***entspr.= 74,95 MWh***
Bereitstellungs-/Leitungsverluste:	Heizperiode	Sommerbetrieb			Heizperiode Sommerbetrieb
im Gebäude (**1/4** d. Leitungslängen):	**nein**	**ja**	(gering gedämmte Rohrleitungen)		**nein** **ja**
außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):	**ja**	**ja**	(relativ gut gedämmte Rohrleitungen)		**ja** **ja**

Leitungsverluste: Abschätzung und Berechnung			Leitungsverluste - ABSCHÄTZUNG			**Leitungsverluste - BERECHNUNG**		
			Heizperiode	Sommerbetrieb	Abschätzung	% zu GWV	Heizperiode	Sommerbetrieb
1998-2010	im Gebäude (**1/4** d. Leitungen):	*Gewinne...(+)*	***(+) 30,42***	***(-) 121,69***		***6,6%***	***-***	***37,78***
	außerhalb der Gebäude (**3/4** d. Leitungen):		***(-) 91,27***			***22,4%***	***63,15***	***65,19***
	Leitungsverluste gesamt:		***212,97 MWh***		***37,2%***	***166,12 MWh***		***29,0%***
	Bereitstellungsverluste WW-Boiler/Jahr					***17,96 MWh***		***3,1%***
	Warmwasseraufbereitung gesamt:		***74,95 MWh***		***13,1%***	***74,95 MWh***		***13,1%***
	Heizwärmeverbrauch gesamt:		***284,68 MWh***		***49,7%***	***313,57 MWh***		***54,8%***
	Gesamtwärmeverbrauch:		***572,60 MWh***		***100,0%***	***572,60 MWh***		***100,0%***

WÄRMEBILANZ - WHA"NATURNAHES WOHNEN"		**WINTERBETRIEB**			**GESAMT**	**SOMMERBETRIEB**			
Berechnungszeitraum:	**1998-2010**	**% zu** Winter betrieb	**Wärmeverbrauch** Winterbetrieb	**% zu GWV**	**Gesamt Wärmeverbrauch** Anteile MWh	**% zu GWV**	**Wärmeverbrauch** Sommerbetrieb	**% zu** Sommer betrieb	
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude		*0,0%*	*0,00 MWh*	*0,0%*	*37,78 MWh*	*6,6%*	*37,78 MWh *)*	*17,6%*	*+6,1%*
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude		*15,3%*	*63,15 MWh*	*11,0%*	*128,34 MWh*	*11,4%*	*65,19 MWh*	*41,0%*	
Summe Wärmeverluste		**15,3%**	**63,15 MWh**	**11,0%**	**166,12 MWh**	**18,0%**	**102,97 MWh**	**58,6%**	**+6,1%**
Bereitstellungsverluste WW-Boiler		**2,2%**	**8,98 MWh**	**1,6%**	**17,96 MWh**	**1,6%**	**8,98 MWh**	**5,6%**	
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung		**9,1%**	**37,48 MWh**	**6,5%**	**74,95 MWh**	**6,5%**	**37,48 MWh**	**23,5%**	
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung		**73,5%**	**303,82 MWh**	**53,1%**	**313,57 MWh**	**1,7%**	**9,75 MWh**		**+6,1%**
								87,8%	**+12,2%**
		100,0%	**413,43 MWh**	**72,2%**		**27,8%**	**159,17 MWh**	**100,0%**	
WÄRMEVERBRAUCH WINTER- / SOMMERBETRIEB		**413,43 MWh**		**572,60 MWh**			**159,17 MWh**		
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage		**572,60 MWh**							
Die angegebenen Werte beruhen auf Berechnungen langjähriger Mittelwerte über einen Berechnungszeitraum von 12 Jahren (1998 - 2010)								*) = 28,03 + 9,75 MWh	


Gesamtwärmebilanz der Wohnhausanlage "Naturnahes Wohnen"
1998 - 2010
GESAMTWÄRMEVERBRAUCH d. Wohnhausanlage
Nutzwärmeverbrauch für Raumheizung
Nutzwärmeverbrauch für Warmwasserbereitung
Bereitstellungsverluste WW-Boiler
Wärmeverluste außerhalb der kond. Gebäude
Wärmeverluste innenhalb der kond. Gebäude
Summe Wärmeverluste
SOMMERBETRIEB
9,75
8,98
37,48
65,19
37,78
159,17 MWh
WINTERBETRIEB
8,98
303,82
37,48
63,15
413,43 MWh
GESAMT
17,96
313,57
74,95
166,12
572,60 MWh
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700
Wärmeverbrauch 1998 - 2010 [MWh/a]