



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

DIPLOMARBEIT

Vergleich der Heizenergiebedarfswerte mit den realen Verbräuchen inklusive einer Kostenanalyse in Wohnbauten

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplomingenieurs

unter der Leitung von
Associate Prof. DI DI(FH) Dr. Matthias Schuss
E 259-3 Abteilung für Bauphysik und Bauökologie
Institut für Architekturwissenschaften

eingereicht an der
Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Martin Fleischhacker BSc
0625596
Friedmanngasse 25/35 1160 Wien

Wien, im November 2018

Kurzfassung

Diese Studie untersucht und vergleicht den Energieverbrauch von 15 Wohnbauten durch Auswertung der Energieabrechnungen der letzten sieben Jahre (2011-2017). Die daraus gewonnenen Verbrauchsdaten werden den errechneten Bedarfswerten aus den jeweiligen Energieausweisen gegenübergestellt. Die Aussagekraft der Energieausweise wird auf diese Weise überprüft und Analysen abweichender Ergebnisse durchgeführt. Des Weiteren werden aus den Abrechnungsdaten die Energiekosten für Heiz- und Warmwasser entnommen und anschließend der Einfluss verschiedener Kennwerte und Merkmale der Objekte auf deren Gesamtkosten untersucht.

Die untersuchten Wohnbauten befinden sich im Großraum Wien. Sie bilden einen Mix aus verschiedenen Gebäude- und Energieklassen, Baujahren, Wohnungsgröße und Anzahl an Wohneinheiten pro Objekt bzw. Bauteil/ Stiege. In der gegenständlichen Arbeit werden die Verbrauchsdaten von 1348 Wohnungen, die sich auf insgesamt 49 Bauteile aufteilen, statistisch erfasst und ausgewertet.

Diese Objekte geben einen Überblick über das Verbrauchsverhalten der Wohngebäude selbst, sowie über das Nutzerverhalten der jeweiligen Einheiten und sind als Bestandsaufnahme der momentanen Verbrauchssituation und den daraus folgenden Kosten zu verstehen.

Abstract

This study examines and compares the energy consumption of 15 residential buildings by evaluating the energy bills of the past seven years (2011-2017). The resulting consumption data are compared with the calculated demand values from the respective energy certificates. The informative value of the energy performance certificates is checked in this way and analyzes of deviating results are made. Furthermore, the energy costs for heating and hot water are taken from the bills and then the influence of various parameters and characteristics of the objects on their total costs are examined.

The examined residential buildings are located in the metropolitan area of Vienna and form a mix of different building and energy classes, years of construction, size of apartment and number of residential units per object or component. In the present study, the consumption data of 1348 apartments, which are divided into a total of 49 components, are statistically recorded and evaluated.

These objects provide a overview of the consumption behavior of the residential buildings themselves, as well as the user behavior of the respective units and are to be understood as a survey of the current consumption situation and the resulting costs.

Danksagung

Ich danke allen, die mich beim Erstellen dieser Diplomarbeit hilfreich unterstützt haben.

Besonders zu erwähnen sind;

Herr Ass. Prof. Matthias Schuß für die Betreuung,

Herr Prof. Ardeshir Mahdavi für die begleitende Betreuung und Expertise,

Herr Mag. Martin Orner und sein Team der EBG Hausverwaltung für das Bereitstellen der Projektunterlagen der untersuchten Wohnobjekte,

Die Abrechnungsfirmen ISTA und TECHEM für das Bereitstellen der Abrechnungsdaten,

Herr Arch. DI Gerhard Moßburger für die Erleichterung der Arbeitszeiten zum Verfassen dieser Diplomarbeit,

Meine Eltern für die durchgängige Unterstützung jeglicher Art während des gesamten Studiums,

Meine Freundin Lisa für das Korrekturlesen und psychologische Unterstützung während des Verfassens.

Ohne ihr Zutun wäre die Durchführung dieser Arbeit nicht möglich gewesen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Überblick	1
1.2	Motivation	3
1.3	Fragestellung	5
1.4	Der Energieausweis	6
1.4.1	Hintergrund	6
1.4.2	Energieklassen - Thermische Qualität der Gebäude	8
1.4.3	Kennwerte	11
1.5	Grundlagen Energiekosten	15
2	Methoden	19
2.1	Überblick	19
2.2	Auswertung der Verbrauchswerte	20
2.2.1	Arten der Abrechnungen pro Einheit	20
2.3	Auswertung der Energiekosten	25
2.3.1	Zusammensetzung der Kosten	25
2.3.2	Auszug aus dem Heizkostenabrechnungsgesetz	27
2.4	Heizgradtage	28
3	Die Objekte	31
3.1	Überblick	31
3.2	Geographische Verteilung der Objekte	32
3.3	Kubaturen	33
3.4	Verteilung der Kennwerte	35

4	Resultate	39
4.1	Überblick	39
4.2	Einzelbewertung der Objekte - Heizwärmeverbrauch	41
4.3	Analyse der Energiebewertung der Objekte	105
4.4	Einzelbewertung der Objekte - Energiekosten	111
4.5	Analyse der Heizenergiekosten	126
4.6	Arbeitspreis	126
4.7	Nebenkosten	127
4.8	Vergleich Energiekosten	129
4.9	Kostenvergleich zwischen den Wohneinheiten	132
5	Schlussfolgerung	135
5.1	Heizwärmeverbrauch	135
5.2	Heizkosten	136
5.3	Ausblick	136
	Literatur	139
	Tabellen	141
	Abbildungen	143

1 Einleitung

1.1 Überblick

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Energieverbrauch und den Energiekosten von Wohnanlagen in und im Umkreis von Wien. Insgesamt wurden 1348 Wohnungen aus 15 Objekten untersucht. Die Varietät der Objekte ist durch eine Vielzahl von Faktoren wie Lage, Größe, Wohnungsanzahl, Baujahr, Energiekennzahl oder durch das verwendete Haustechniksystem gegeben.

Der Energieverbrauch der einzelnen Wohnungen wurde aus den Energieabrechnungen von den Jahren 2011 bis 2017 entnommen. Die gemessenen Werte wurden mit den Kennwerten aus dem Energieausweis verglichen und Abweichungen von den prognostizierten Werten untersucht. In der gegenständlichen Arbeit wurde primär der Heizwärmeverbrauch [HWV] dem Heizwärmebedarf [HWB] gegenübergestellt. Vorhandene Abweichungen oder statistische Ausreißer konnten durch verschiedene Ursachen, wie zum Beispiel einer exponierten Lage im Gebäude erklärt werden. In Fällen, bei denen keine plausible Ursache für abweichende Werte festgestellt werden konnte, kann nur von einem der Norm abweichenden Nutzerverhalten ausgegangen werden.

Durch die Untersuchung des Heizwärmeverbrauchs, welcher dem Heizwärmebedarf aus den 49 Energieausweisen aller Objekte gegenübergestellt wird, können ausschlaggebende Faktoren für die Energieeffizienz ausgemacht werden und für zukünftige Projekte realistischere Vorhersagen treffen zu können.

Der zweite Teil der Untersuchungen stellt die Erhebung der Energiekosten dar. Da diese für die Nutzer/innen der einzige sichtbare Indikator für dessen Energieverbrauch darstellt, war das Ziel, die Objekte und deren verschiedene Faktoren auf ihre Kosteneffizienz zu untersuchen und kostentreibende Faktoren aufzuzeigen. Je nach Abrechnungsunternehmen oder Heizsystem, kommt es zur unterschiedlichen Zusammensetzung der Energiekosten. Deshalb wurde untersucht, in welchem Ausmaß sich diese unterschiedlichen Arten der Abrechnung auf die

2 | Einleitung

Energiekosten der einzelnen Wohneinheiten auswirken und inwiefern sich dadurch ein Anreiz zur Optimierung des Nutzungsverhaltens ergibt.

Ziel dieser angestellten Untersuchungen ist es, unterschiedliche Objekte auf ihre errechnete Energiekennwerte zu überprüfen und Unterschiede zwischen den 15 Objekten bzw. 49 Bauteilen unter dem Einfluss verschiedener Kennwerten auszumachen.

1.2 Motivation

Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurden die angesetzten Bemühungen zur Reduzierung des Energieverbrauches in allen Sektoren sukzessive verstärkt. Der Gebäudesektor benötigt durchschnittlich 40% des Gesamtenergiebedarfs der Europäischen Union (Richtlinie 2010/31/EU, 2010, S.1). Hier wurde großes Einsparungspotential erkannt und umfangreiche Maßnahmen gesetzt. Neubauten wurden nicht nur besser gedämmt, sondern auch im Bereich der Baustoffe konnte man den Stand der Technik von Jahr zu Jahr anheben. Weitere Instrumente zur Energieeffizienz waren bessere Haustechniksysteme, mit denen der Energiebedarf der Gebäude und deren Nutzer/innen gedrosselt werden konnte. Doch wie effizient sind diese Maßnahmen und um wieviel kann der Energieverbrauch tatsächlich reduziert werden?

In Österreich regelt das Energieausweis-Vorlage-Gesetz von 2012 *„(...) die Pflicht des Verkäufers oder Bestandgebers, beim Verkauf oder bei der In-Bestand-Gabe eines Gebäudes oder Nutzungsobjekts dem Käufer oder Bestandnehmer einen Energieausweis vorzulegen und auszuhändigen, sowie die Pflicht zur Angabe bestimmter Indikatoren über die energietechnische Qualität des Gebäudes (...)“*. (EAVG, 2012, §1)

Die Grundidee eines Energieausweises liegt in der Möglichkeit zur Überprüfbarkeit des Energiebedarfs sowie besserer Einschätzbarkeit der Kosten.

Da ein Energieausweis nicht nur eine vom Gesetz geforderte Projektbeschreibung des Energiebedarfs und der thermischen Qualität ist, sondern sehr oft auch als Kauf- oder Verkaufsargument fungiert, ist meine Motivation die Aussagekraft eines Energieausweises zu überprüfen und zu hinterfragen.

Für einen einzelnen Wohnungsnutzer/innen ist es nicht möglich das Verbrauchsverhalten des Gebäudes zu untersuchen und so Rückschlüsse auf seinen eigenen Verbrauch und Kosten zu ziehen. Deshalb habe ich, unter Vollmacht der EBG Hausverwaltung, Einblick in alle Projektunterlagen von 15 ausgewählten Objekten und dessen 49 Energieausweise erhalten, um diese auf ihre Aussagekraft zu untersuchen.

Für den/die Wohnungsnutzer/in sind neben dem Abschneiden des Wohnobjektes in der Energiebilanz, vor allem die tatsächlichen Verbrauchskosten von Interesse. Hier ist das Ziel

4 | Einleitung

herauszufinden, welchen Einfluss die thermische Qualität beziehungsweise die Energieklasse oder das verwendete Heizsystem auf die anfallenden Heizkosten hat und wieviel eine Kilowattstunde [kWh] tatsächlich kostet.

1.3 Fragestellung

Aus den vorliegenden Energieausweisen der Wohnobjekte können Werte zum Energiebedarf entnommen werden. Diese wurden mit Kennwerten errechnet und bilden eine Art Prognose über den Energieverbrauch. In der Realität werden diese Werte erfahrungsgemäß oft überschritten.

Darauf bezogen werden daher in dieser Arbeit folgende wissenschaftliche Fragen zu stellen.

- 1. Welche Ursachen/Faktoren lassen die errechneten Werte übersteigen und wie stark ist ihr Einfluss?**
- 2. Wie unterscheiden sich die Abweichungen zwischen den verschiedenen Energieklassen?**

Des Weiteren wird der Einfluss der verschiedenen Energieklassen auf die Energiekosten der einzelnen Wohnungsnutzer/innen untersucht. Hier sind vor allem folgende Fragen zu beantworten.

- 3. Welchen Einfluss haben die verschiedenen Energieklassen auf die Gesamtkosten der Wohnungsnutzer/innen?**
- 4. Führt Energieeffizienz auch zu Kosteneffizienz?**
- 5. Wieviel kostet eine Kilowattstunde inklusive aller Nebenkosten tatsächlich?**

1.4 Der Energieausweis

1.4.1 Hintergrund

Die Idee eines Energieausweises reicht bis in die 1970er Jahre zurück, als die Ölkrise von 1973 und 1979 bis 1980 der Welt ihre Abhängigkeit von fossilen Energieträgern vor Augen hält. Anlässlich dieser Krisen sahen sich Staaten zu Maßnahmen zur besseren Ressourcennutzung gezwungen. Österreich erlies 1980 erste Energiespargesetze und Verbrauchstandards. (Kirnberger, Matiasek, Spiegel, BMVIT, 2007, S.208)

Ein weiterer Meilenstein in der Geschichte, die zum heutigen Energieausweis führen sollte, war die 1992 in Rio abgehaltene Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung. Hier wurden die ersten Ambitionen gesetzt um Länder zur Reduktion der Treibhausgasemissionen zu verpflichten (Abbildung 1). Fünf Jahre später, bei der Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls 1997, einigten sich die 158 teilnehmenden Länder auf eine Reduktion von insgesamt 5% Prozent bis 2012, bezogen auf die Werte von 1990. Österreich verpflichtete sich sogar zu 13% weniger Treibhausgasemissionen. Die Europäische Union einigte sich auf ein ähnlich ambitioniertes Ziel. Eine Reduktion um 8% sollte bis 2012 erreicht werden. (Europäische Kommission, 2016) Auf diese vertragliche Verpflichtung folgten eine Reihe von Maßnahmen, die das Erreichen der 8%- Marke sichern sollten.

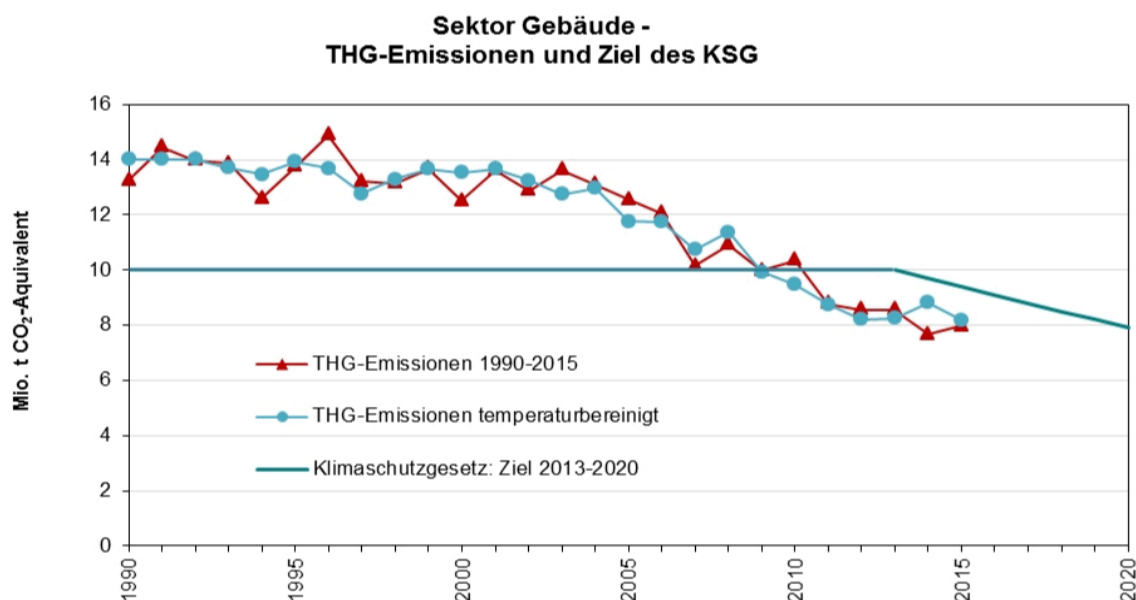


Abbildung 1: Treibhausgasemissionen des Gebäude Sektors (Quelle: BMNT, Maßnahmen im Gebäudesektor, S.5, 2017)

„Auf Gebäude entfallen 40% des Gesamtverbrauches der Union.“ (Richtlinie 2010/31/EU, 2010, S.1). Deshalb trat Anfang 2003 die „Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ in Kraft. Diese Richtlinie forderte die Mitgliedsstaaten dazu auf, Maßnahmen für eine Reduktion des Energieverbrauches von Gebäuden zu setzen. Ein wesentlicher Teil dieser Forderung ist die Einführung des Energieausweises. Mittlerweile wurde diese Richtlinie durch die neuere Fassung von 2010 mit der Kennzahl „2010/31 EU“ ersetzt.

Für das Erreichen der festgelegten Ziele bis 2020 würde ein „Nationaler Plan“ erstellt, welcher in der OIB 6 2015 - Energieeinsparung und Wärmeschutz formuliert ist

Im Allgemeinen wird in Österreich der Energieausweis über folgende Richtlinien und Normen geregelt:

- OIB Richtlinie 6 2015, Energieeinsparung und Wärmeschutz,
- ÖNORM B 8110 1-6 Wärmeschutz im Hochbau
- ÖNORM H 5050 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Berechnung des Gesamtenergieeffizienzfaktors
- ÖNORM H5056 - H5059 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Folgende Grenzen sind für die Energieeffizienzklassen festgelegt. Die graphische Skala kann je nach Aussteller abweichen (Abbildung 2)

ENERGIEKLASSEN	HWB _(Ref, SK) [kWh/m ² a]	PEB _{SK} [kWh/m ² a]	CO ₂ _{SK} [kg/m ² a]
A ++	≤ 10	≤ 60	≤ 8
A +	≤ 15	≤ 70	≤ 10
A	≤ 25	≤ 80	≤ 15
B	≤ 50	≤ 160	≤ 30
C	≤ 100	≤ 220	≤ 40
D	≤ 150	≤ 280	≤ 50
E	≤ 200	≤ 340	≤ 60
F	≤ 250	≤ 400	≤ 70
G	> 250	> 400	> 70

Abbildung 2: Graphische Skala der Energieklassen (OIB-Richtlinie 6, 2015)

1.4.2 Energieklassen - Thermische Qualität der Gebäude

Die Energie, die man einem Gebäude zuführen muss um den Innenraum warm zu halten, hängt überwiegend von dessen thermischer Qualität ab. Je niedriger die thermische Qualität eines Gebäudes ist, desto mehr Heizenergie muss also zugeführt werden. Aus dem Energieverbrauch und dem Verhältnis zur beheizbaren Fläche resultiert der Heizwärmebedarf, welcher in Kilowattstunden pro m² und Jahr [kWh/(m²a)] angegeben wird. Die verschiedenen Standards der Gebäude, werden in nachstehende Gruppen unterteilt.

Alte, unsanierte Gebäude



Diese Kategorie beinhaltet jene Gebäude, bei denen keine bzw. nur minimale energetische Maßnahmen getroffen wurden. Im Wesentlichen sind dies Gebäude die vor 1950 errichtet wurden. Der Heizwärmebedarf von diesen Objekten liegt über dem Zielwert nach Bauvorschrift und erfüllen deshalb den energetischen Mindeststandard nicht. Ab einem Wert von 100 kWh/(m²a) erfolgt die Zuteilung in diese Kategorie, welche ab der Energieklasse G nach oben hin offen ist.

An solchen Objekten werden in der Regel thermische Sanierungen durchgeführt, um den Heizwärmeverbrauch deutlich zu verringern.

Gebäudestandard nach technischer Bauvorschrift (TVB)



Gebäude die der Mindestanforderung nach TVB genügen, werden der Energieklasse C zugeordnet. Der Heizwärmebedarf beträgt zwischen 50 und 100 kWh/(m²a).

Mit niedrigen Dämmstärken oder weniger effizienten Fassadendämmstoffen, die nicht mehr den Stand der Technik entsprechen, können die Mindestanforderungen bereits erfüllt werden

Niedrigenergiehaus



Als Niedrigenergiehäuser werden Gebäude bezeichnet, deren Energiebedarf die gesetzlichen Mindestanforderungen deutlich unterschreitet. Dazu gehören meistens auch Altbauten, die einer thermischen Sanierung unterzogen worden sind. Die erreichten Werte sind bei min. 26 kWh/(m²a) und max. 50 kWh/(m²a) einzuordnen. Bei diesen Objekten sind bereits aufwendigere thermische Maßnahmen notwendig, um den Anforderung der Energieklassen zu genügen. Dämmstärken von 15 bis 30cm und Fenster mit einem U-Wert von <0,9 W/m²K sind üblich.

Niedrigstenergiehaus




Bei Niedrigstenergiehäusern liegt der Heizwärmebedarf laut OIB Richtlinie 6/2015 zwischen 11 und 25 kWh/(m²a). Um diese Grenzwerte zu erreichen, müssen umfassende thermische Maßnahmen getroffen werden. Erreicht werden diese meist nicht nur durch eine dementsprechende Wärmedämmung. Zusätzliche Maßnahmen wie eine Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung sind in dieser Energieklasse obligatorisch.

„Eine "amtliche" Erwähnung findet der Begriff "Niedrigstenergiehaus" jedoch beispielsweise in Oberösterreich. Dort wird im Rahmen der Wohnbauförderung das Niedrigstenergiehaus als ein Einfamilienhaus oder ein Reihenhaus definiert, das eine Energiekennzahl von 30 kWh/(m²a) unterschreitet. Für solche Häuser kann eine erhöhte Wohnbauförderung beantragt werden.“
(Verein energiesparhaus.at, 2018)

Passivhaus



Als Passivhäuser werden Gebäude bezeichnet, die einen Heizwärmebedarf von unter 10 kWh/(m²a) und einen Primärenergiebedarf von unter 60 kWh/(m²a) aufweisen.

Um die erforderlichen Mindestkriterien für ein Passivhauses zu erfüllen, muss das Gebäude mit qualitativ hochwertigem Dämmmaterial „(U-Wert ≤ 0,15 W/m²K)“ lückenlos gedämmt werden

und mit einer Wärmeschutzverglasung „(Ug-Werten $\leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, g-Wert $\geq 50\%$)“ ausgestattet sein. (Passivhaus Austria Dr. Wolfgang Feist, n.d) Zusätzlich muss eine hocheffiziente Wohnraumlüftung installiert werden, wodurch auf ein aktives Heizsystem verzichtet werden kann (Abbildung 3).

Die geringe Energiekennzahl stellt nicht nur hohe Anforderungen an Baumaterial und Gebäudekomponenten, sondern erfordert auch einen höheren Standard in der Planung sowie in der Ausführung. Mängel und Fehler in diesen Phasen können dazu führen, dass der Passivhausstandard in der Nutzung nicht erreicht wird. Ein wesentliches Kriterium stellt die Luftdichtheit des Gebäudes dar, da ein unkontrollierter Luftwechsel aufwendige Maßnahmen zur Erhaltung der Energiebilanz hinfällig werden lässt.

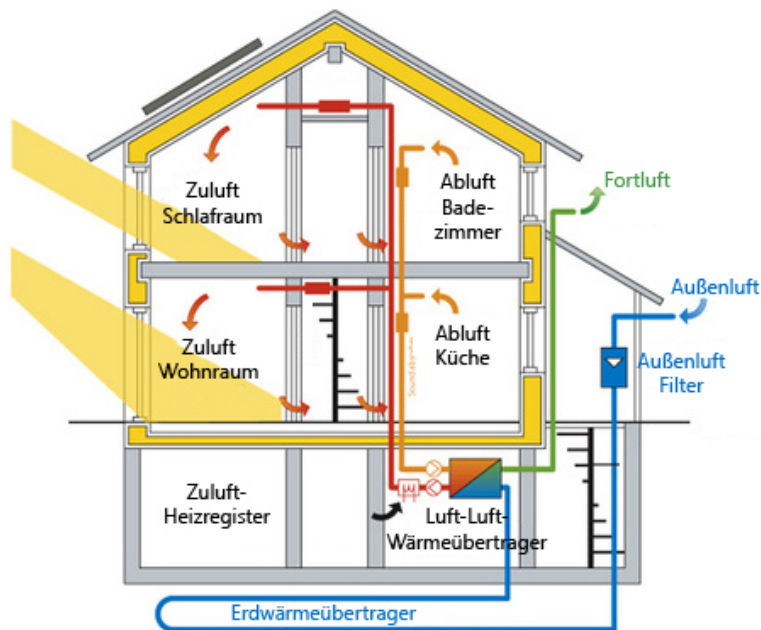


Abbildung 3: Funktionsweise Passivhaus (Quelle: <http://energieinitiative.org/wp-content/uploads/2015/03/so-funktioniert-ein-passivhaus.jpg>, 2015)

1.4.3 Kennwerte

Der Heizwärmebedarf HWB [kWh/(m²a)]

Allgemein

Der Heizwärme [HWB] wird als die Energie- bzw. Wärmemenge bezeichnet, die benötigt wird, um einen Raum auf einer Soll- Innentemperatur zu halten. Diese beträgt üblicherweise 20° C. Die Einheit der Wärmemenge wird in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr [kWh/(m²a)] angegeben.

Zusätzlich ist der Heizwärmebedarf [HWB] in den Energieausweisen mit verschiedenen Indizes angeführt.

Ref

Dieser Index steht für Referenz-Lüftungsleitwert (entspricht Fensterlüftung) und Referenz-Nutzung (wird nur angewandt bei Wohnnutzung die keine Wohngebäuden sind). Das heißt, dass Wärmegewinne aus der Wärmerückgewinnung nicht berücksichtigt werden.

RK

Der Index RK ist die Abkürzung für Referenzklima. Das besagt, dass für die Berechnung des HWB ein fiktiver Standort angenommen wird und keine standortspezifischen Klimadaten oder die Lage des Objektes in der tatsächlichen Klimazone miteinfließen.

SK

steht für Standortklima. Dieser sagt aus, dass das Objekt mit standortbezogenen Daten, wie Klimabedingungen und Klimazone berechnet wurde.

Im Energieausweis wird der $HWB_{Ref,SK}$ auf dem Deckblatt angegeben. Dieser bestimmt die Energiekennzahl, die in der Skala ersichtlich ist.

Laut OIB RL 6 :2015 wird jedoch der $HWB_{Ref,RK}$ für den Nachweis herangezogen.

Die maßgeblichste Verschärfung von der OIB RL6 :2011 zur OIB RL6 :2015 ist, dass der zulässige Heizwärmebedarf [HWB] nur noch ohne Wärmerückgewinnung zu ermitteln ist -> $[HWB_{Ref}]$.

Je nach Bundesland gibt es unterschiedliche Grenzwerte die für die Wohnbauförderung zu erreichen sind. (A-Null Development, 2017)

Der Heizwärmebedarf [HWB] erreichte bei Neubauten im Jahr 2016 im österreichischen Durchschnitt einen Wert von 25,8 kWh/(m²a). Der Wert vom Vorjahr mit 26,1 kWh/(m²a) konnte somit verbessert werden. (BMNT, 2017, S.9)

Primärenergiebedarf (PEB)

Der Primärenergiebedarf ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten (Abbildung 4). Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEBern.) und einen nicht erneuerbaren (PEBn.ern.) Anteil auf. (OIB, Begriffsbestimmungen, 2015)



Abbildung 4: Energieflussdiagramm, (Quelle: https://www.schwaz.at/wp-content/2011/09/Infoblatt-EA_Bauleutemappe.pdf, 2011)

U-Wert

Der U-Wert oder Wärmedurchgangskoeffizient genannt, beschreibt den Durchgang eines Wärmestromes durch ein Bauteil und wird in $[W/m^2K]$ angegeben. Dieser beschreibt jene Wärmeleistung in Watt [W], die benötigt wird um $1m^2$ eines Bauteils zu durchdringen, wenn der Temperaturunterschied zwischen Innen -und Außenseite 1 Kelvin [K] beträgt. Für den U-Wert der jeweiligen Bauteile (Abbildung 5) gibt es in der OIB 6 Grenzwerte die bei Neubauten nicht überschritten werden dürfen.

Wand	Bauteil	Fläche [m ²]	U [W/(m ² K)]
EG-6.OG - Außenwand - N	1 - AW - 25cm HLZ/WD 5cm - (0,50)	176,27	0,50
EG-6.OG - Außenwand - N	F1 - AF 1,57/1,35m U=1,84	59,35	1,84
Flachdach über 6.OG	6 - FD - 16cm STB/WD 5cm /Pappe - (0,54)	190,88	0,54
EG-6.OG - Außenwand - S	1 - AW - 25cm HLZ/WD 5cm - (0,50)	93,49	0,50
EG-6.OG - Außenwand - S	F1 - AF 1,57/1,35m U=1,84	29,67	1,84
EG-6.OG - Außenwand - S	F2 - AF 3,57/2,25m U=1,72	112,46	1,72
EG - Decken über Außenluft	4 - TD beh./AL - 15cm STB/WD 10cm/TDP 2cm/Parkett - (0,53)	50,75	0,53

Abbildung 5: Ausschnitt Energieausweis/ Bauteilaufstellung (Bauteil DP_02, 2012)

Der mittlere U-Wert ist ein Durchschnittswert aller Bauteile eines Gebäudes im Verbund. Dieser wird im Energieausweis für die Berechnungen der Energiekennzahlen herangezogen.

Kompaktheit

Die Kompaktheit, auch A/V- Verhältnis genannt, beschreibt das Verhältnis der Gebäudehüllfläche zum Volumen eines Gebäudes.

Da der Wert der Kompaktheit Auswirkungen auf den Energieverbrauch hat, wird dieser im Energieausweis angegeben. Denn je kleiner die Gebäudehüllfläche im Verhältnis zum Gebäudevolumen ist, desto weniger Wärme kann über diese abgegeben werden. Die Gebäudeform ist also ein entscheidender Faktor in der Berechnung für den Heizwärmebedarf.

Wie aus der nachfolgenden Grafik (Abbildung 6) zu entnehmen ist, sind eingeschobige L- oder Sternformen als ungünstig, mehrgeschoßige Würfel - oder Quaderformen als günstig zu werten. Gebäude mit auskragenden Bauteilen besitzen ebenfalls einen höheren A/V- Wert.

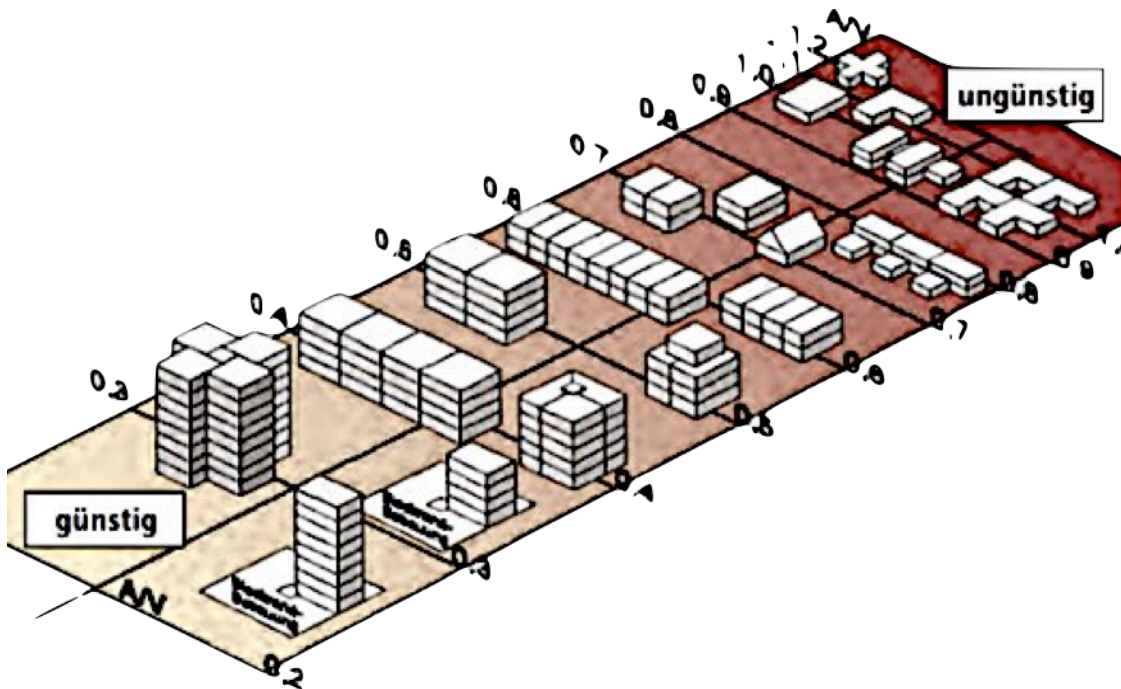


Abbildung 6: Kubaturen Kompaktheit; (Quelle: <https://blog.paradigma.de/wp-content/uploads/2018/04/Kompaktheit.png>, 2018)

Besitzen also zwei Gebäude den selben Grundriss bei unterschiedliche Höhe, so wird der höhere Baukörper einen niedrigeren A/V-Wert aufweisen. Ab einer gewissen Gebäudehöhe wird der Wert jedoch wieder schlechter, wenn die Grundfläche nicht ebenfalls proportional größer wird. Da Grundflächen aber nicht beliebig vergrößert werden können, da sonst eine ausreichende Belichtung der Räume nicht gewährleistet werden kann, kann von fünf Geschoßen als Optimum ausgegangen werden. Eine große Baukörpertiefe beeinflusst auch die Nutzung der Sonnenenergie negativ, welches sich ungünstig auf den Heizwärmebedarf auswirkt. Dieses Prinzip kann auch auf die Länge der Baukörper angewendet werden, daher empfiehlt es sich ab einer Länge, die etwa der Höhe des Gebäudes entspricht, den Baukörper, wenn auch nicht optisch, zu teilen.

Ab 1. Jänner 2012 soll der Heizwärmebedarf [HWB] bei einem A/V-Wert von $>0,8$, 36 kWh/(m²a) nicht mehr überschreiten. Bei einem A/V-Wert von $>0,2$ sollte der Heizwärmebedarf [HWB] nicht mehr als 20 kWh/(m²a) betragen. (BMNT, 2017, S.9)

1.5 Grundlagen Energiekosten

Energiekosten im Allgemeinen sind immer von verschiedenen Faktoren abhängig. Diese sind nicht konstant und können innerhalb von Jahren oder Monaten schwanken. Nachdem die Versorgung von Heizenergie der untersuchten Objekte überwiegend mit fossilen Brennstoffen gewährleistet wird, sind die Kosten primär von der derzeitigen Lage dieses Marktes abhängig.

Einen geeigneten Referenzwert bietet der Österreichische Gaspreisindex [ÖGPI]. „Der Österreichische Gaspreisindex ÖGPI, den die Österreichische Energieagentur erstmals im März 2010 veröffentlichte, orientierte sich damals an der Preisentwicklung (Abbildung 7) von Gasöl und Heizöl. Die sachliche Grundlage dafür war in den Erdgasimportverträgen gegeben, die eine Preisbindung an die Entwicklung von Erdölprodukten für den Wärmemarkt vorsahen: dies sind im Wesentlichen Gasöl (in Österreich als Heizöl extra Leicht bekannt) sowie Heizöl Leicht bzw. Schwer“. (Verein Österreichische Energieagentur, 2018)

Mit Hilfe der Regressionsanalyse wurde ein Model ermittelt, auf deren Basis aus den genannten Preisvariablen für Heizöl Schwer und Erdgas der ÖGPI monatlich berechnet wird.

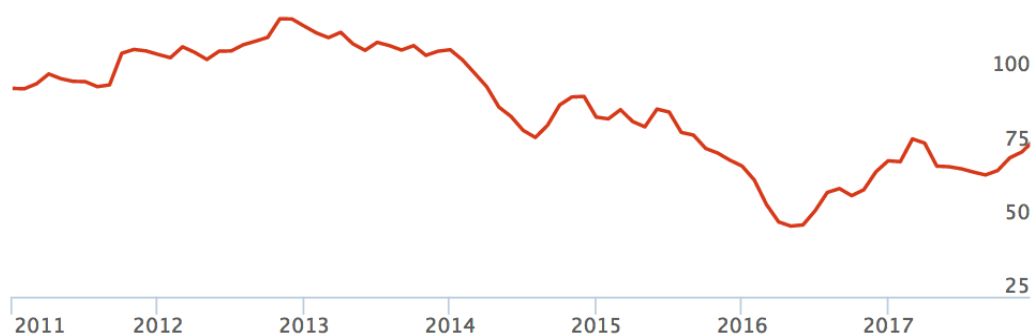


Abbildung 7: Preisentwicklung ÖGPI 2011-2017, (Quelle: <https://www.energyagency.at/fakten-service/energie-in-zahlen/gaspreisindex.html>, animierte Grafik, 2018)

Diese Preisentwicklung kann mit den Jahresgesamtabrechnungen von einem Wohnobjekt verglichen werden, wo der „Fernwärme Arbeitspreis“ für den Jahresverbrauch (ablesbar am Zählerstand) verrechnet wird.

Energiekosten				DATUM	FERNWÄRME MWH	KOSTEN EUR
Fernwärme Arbeitspreis						41.550,58

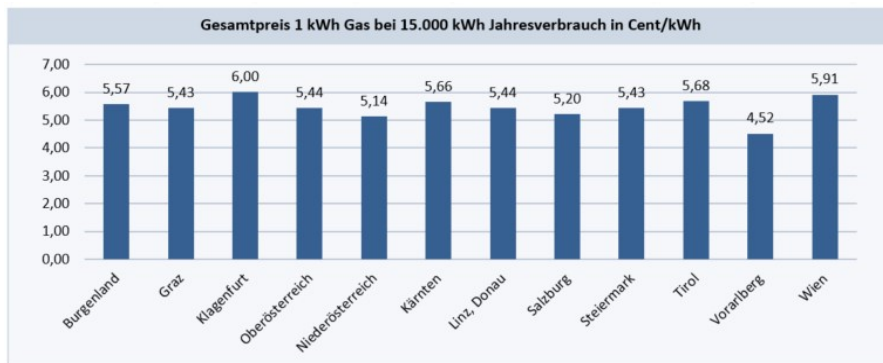
NR	Raum	Gart	Faktor	Datum	Ablesewert neu	alt	Verbrauch	
0070101	65408029	UFO	WMZ-G	1.000,000	05.01.2018HA	1.355,290	732,822	622.468,000

Abbildung 8: Beispiel einer Jahresabrechnung, Objekt KT, (Techem, 2017)

Laut dem Beispiel einer Jahresabrechnung (Abbildung 8) wird hier für eine Kilowattstunde [kWh] Gas 0,0667 € verrechnet. *Im Durchschnitt liegt der „(...)Preis für 1 kWh Gas (...)zwischen rund 4 Cent und über 9 Cent.“* (E-Control Austria, 2018)

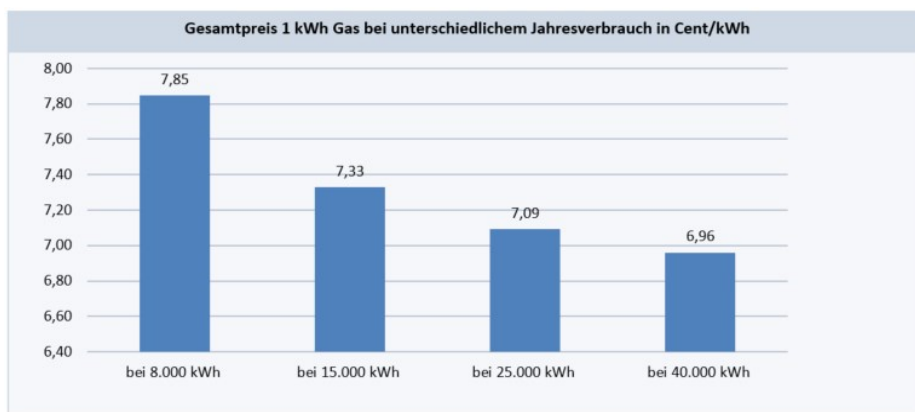
Weitere Einflussfaktoren auf den Energiepreis sind:

1. der **Wohnort**: Denn je nach Netzgebiet unterscheiden sich die Netzentgelte (Abbildung 9).
2. der **Verbrauch**: Denn in den Gesamtkosten gibt es Anteile, die nach Verbrauch berechnet werden und Pauschalen. (Abbildung 10)
3. der **Gaslieferant**. (E-Control Austria, 2018)



Quelle: E-Control Tarifikalkulator, Musterhaushalt 15.000 kWh Gas, Stand 01.01.2018

Abbildung 9: Gesamtpreis 1 kWh Gas bei 15000 kWh/a in Cent/kWh, (Quelle: <https://www.e-control.at/documents/20903/21054/1kWh-Gas-bei-15000kWh-nach-netzbereich.JPG/e4dfe361-ad53-6aaa-29d7-e1dd82ad3624?t=1483628411459>, 2018)



Quelle: E-Control Tarifikalkulator, Netzbereich Wien, Stand 01.01.2018

Abbildung 10: Gesamtpreis 1 kWh Gas nach Jahresverbrauch in Cent/kWh, (Quelle: <https://www.e-control.at/documents/20903/21054/1kWh-Gas-nach-verbrauch.JPG/52e1fbb0-fb72-5788-9009-10032d48b3ac?t=1483948941709>, 2018)

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die Hauptfaktoren Rohstoffpreis, Standort, Verbrauch und Gaslieferant für den Preis für eine zum Wohnobjekt gelieferte Kilowattstunde [kWh] verantwortlich sind.

Diese gelieferte Kilowattstunde [kWh] kommt jedoch nicht zur Gänze in den einzelnen Wohneinheiten an. Hier spielen Faktoren wie Umwandlungs-, Anlagen-, Speicher- oder Verteilungsverluste eine nicht unwesentliche Rolle.

Um die Kosten für den/die einzelnen Nutzer/in zu erheben, müssen detaillierte Jahresabrechnungen herangezogen werden.

Hier werden zwar in einigen Fällen die Kosten für eine Kilowattstunde [kWh], die als Heizenergie genutzt wurde, in der Abrechnung ausgewiesen, jedoch werden die Heizkosten und die Kosten für die Warmwasseraufbereitung im Vorfeld über einen vorgegebenen Schlüssel aufgeteilt (2.3.2 Auszug aus dem Heizkostenabrechnungsgesetz) Somit kann der exakte Preis für die verbrauchte Energiemenge Heizung und Warmwasser nicht pro Einheit erfasst werden. (2.3.1 Zusammensetzung der Kosten)

2 Methoden

2.1 Überblick

Die vorhandenen Unterlagen zur Untersuchung der 15 Objekte sind einerseits die Projektunterlagen, die für die Einreichung benötigt wurden, andererseits die Jahresabrechnungen der Objekte über die letzten sieben Jahre (2011-2017).

Die Einreichunterlagen, welche in einer Ausfertigung bei den Bauherren aufliegen (in diesem Fall der Hausverwaltung EBG), bestehen aus dem Einreichplan, dem Energieausweis und der Projektbeschreibung. Aus diesen Unterlagen können die spezifischen Projektdaten ausgelesen und erfasst werden. Aus dem Energieausweis wird vorrangig der Heizwärmebedarf [HWB] für die angestellten Untersuchungen herangezogen. Weitere Kennwerte, wie die Anzahl an Wohneinheiten oder die Energieklasse, dienen der vertiefenden Analyse und lassen eine weitere Kategorisierung der Objekte zu.

Die Jahresabrechnungen der einzelnen Objekte wurden von den zuständigen Abrechnungsfirmen zur Verfügung gestellt. Aus diesen Abrechnungen können je nach Alter der verwendeten Heizsysteme und je nach vorhandenen Zählanlagen eine detaillierte Aufstellung des Energieverbrauchs entnommen werden. Die Abrechnungen enthalten die gesamte zugeführte Summe, sowie den Verbrauch aller Wohneinheiten. Die Gesamtsumme des Energieverbrauchs des Objektes wird, bevor die Verrechnung an die Nutzer/innen erfolgt, in Heizenergie und die Energie zur Warmwasseraufbereitung aufgeteilt. Die Aufstellung der verbrauchten Heizenergie erfolgt in Kilowattstunden [kWh], das verbrauchte Warmwasser wird in Kubikmeter [m³] verrechnet. Jede Einheit wird in der Jahresabrechnung gesondert angeführt, wodurch eine wohnungsspezifische Auswertung möglich ist. Im Rahmen dieser Arbeit ist es also sinnvoll, nur den Verbrauch der einzelnen Wohneinheiten zu untersuchen und mit Einheiten anderer Objekte zu vergleichen, da sich in einigen Objekten Geschäfts- und Vereinslokale oder Nebenräume befinden, welche das Ergebnis verfälschen würden. Weitere Unschärfefaktoren, wie die Geräte- und Leitungsverluste, fließen somit nicht in die Analyse ein, können aber Anhand der Differenz zur Nutzersumme ersichtlich gemacht werden.

Die Objekte werden im ersten Schritt anhand der Verbrauchswerte der Wohneinheiten separat analysiert und entscheidende Faktoren für etwaige Abweichungen aufgezeigt. Im Anschluss erfolgt der Vergleich aller Objekte nach den jeweiligen Kennwerten unter dem Einfluss der entscheidenden Faktoren für Abweichungen. (4.2 Einzelauswertung der Objekte - Heizwärmeverbrauch)

Im gleichen Verfahren werden die Energiekosten analysiert. (4.4 Einzelauswertung der Objekte - Energiekosten)

2.2 Auswertung der Verbrauchswerte

Die Auswertung und der Vergleich der zur Verfügung gestellten 15 Objekte erfolgte pro Objekt und Wohneinheit über die Energieabrechnungen der Jahre 2011 bis 2017. Da sich das Alter der Objekte über einen Zeitraum von 54 Jahren streut (Fertigstellung der Objekte zwischen 1960 und 2014), gibt es bei den verwendeten Systemen der Raumheizung sowie der Warmwasseraufbereitung Unterschiede. Bei 12 der Wohnobjekte sind separate Zähler vorhanden, die den Verbrauch pro Wohneinheit in kWh/(m²a) aufzeichnen und diese Werte auslesen lassen. Bei drei Objekten erfolgt die Aufzeichnung des Energieverbrauches in VE (Verbrauchseinheiten). Bei diesen Objekten ist allerdings die Gesamtsumme des Objektes in Kilowattstunden [kWh] ausgewiesen, wodurch der Vergleich mit anderen Objekten ermöglicht wird, die einzelnen Wohneinheiten können jedoch nicht mit Einheiten anderer Objekte verglichen werden.

2.2.1 Arten der Abrechnungen pro Einheit

TYP A

Die Abbildung 11 zeigt die am häufigsten vorhandene Form unter den Jahresabrechnungen. Die Wohnungen verfügen hier über drei Mengenzähler; einen Wärmemengenzähler (WMZ), einen Warmwasserzähler (WWZ) und über einen Kaltwasserzähler (KWZ). Der Wärmemengenzähler liefert Werte in kWh und der Wasserzähler Werte in m³. Für die statistische Auswertung im Vergleich mit dem Energieausweis kommt also hier nur der Heizwärmeverbrauch in Verbindung mit der beheizten Fläche in Frage.

Grundkosten	2,053824	x	66,200	m ² beheizte Nutzfläche	=	135,96
Verbrauchskosten	0,060517	x	2.462,000	kWh	=	148,99
				Heizung		284,95
Grundkosten	0,882852	x	66,200	m ² beheizte Nutzfläche	=	58,44
Verbrauchskosten Warmwasser	2,956679	x	12,900	m ³	=	38,15
				Warmwasser		96,59
Kaltwasser	1,274400	x	48,500	m ³	=	61,81
Kanal	1,317228	x	48,500	m ³	=	63,88
				Kaltwasser		125,69
	Nettobetrag		MwSt	Brutto	Vorauszahlung	Saldo
Heizung	284,95	+(20,0%)	56,99	=	341,94	-
Warmwasser	96,59	+(10,0%)	9,66	=	106,25	-
Kaltwasser	125,69	+(10,0%)	12,57	=	138,26	-
1 WMZ, 1 WWZ, 1 KWZ						
					571,92	=
						-229,98
						-68,47
						-71,50

Abbildung 11: Auszug Jahresabrechnung Wohneinheit Objekt KT; (Techem, 2017)

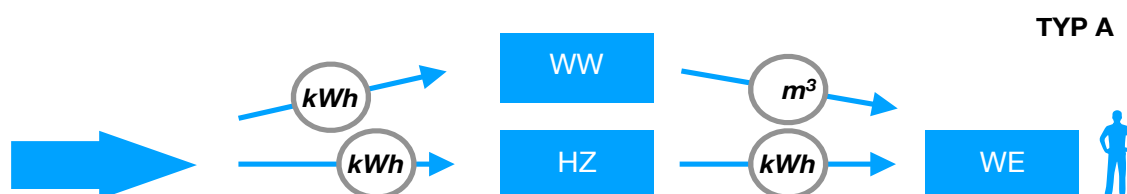


Abbildung 12: Zähl- und Abrechnungsmethode TYP A, (Quelle: eigene Abbildung)

Gelieferte Energiemengen werden von drei separaten Zählern in Kilowattstunden [kWh] erfasst. Die Wohneinheit [WE] ist ebenfalls mit drei Zählern ausgestattet, wobei für die Raumheizung Kilowattstunden [kWh] (Energienmengenzähler) geliefert und das Kalt- und Warmwasser in Kubikmeter [m³] (Volumszähler) geliefert werden. (Abbildung 12)

TYP B

Der Abrechnungsausschnitt dieser Wohneinheit (Abbildung 13) ist einem Objekt mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung zugehörig. Der Energiebedarf für die Lüftung wird nur in der Haustechnik- und Lüftungszentrale des Objektes in Kilowattstunden [kWh] gezählt. Über einen Quadratmeterschlüssel werden die Kosten über die einzelnen Wohneinheiten verteilt. Verschiedenen Nutzerverhalten beeinflussen den Kostenanteil hier also nicht.

Nutzer Nummer	Name/ Türnummer	Kostenart	Bestandnehmernummer Hausverwaltung	Einheiten	Betrag pro Einheit	Kostenanteil
		Heizung Energie Feste Kosten		74,47 m ²	1,4587372 €/m ²	= 108,63 €
		Heizung Verbrauchskosten		1.256,30 kWh	0,0998290 €/kWh	= 125,42 €
		Lüftung		74,47 m ²	1,4793241 €/m ²	= 110,17 €
		Heizung Sonstige Kosten		74,47 m ²	0,3129401 €/m ²	= 23,30 €
		Heizung Allgemekosten		74,47 m ²	0,0143417 €/m ²	= 1,07 €
		Gesamtkosten Heizung				368,59 €
		Warmwasser Energie Feste Kosten		74,47 m ²	1,3235818 €/m ²	= 98,57 €
		Warmwasser Verbrauchskosten		8,10 m ³	6,5389178 €/m ³	= 52,97 €
		Warmwasser Sonstige Kosten		74,47 m ²	0,2840963 €/m ²	= 21,16 €
		Gesamtkosten Warmwasser				172,70 €
		Kaltwasser Verbrauchskosten		36,60 m ³	3,6270286 €/m ³	= 132,75 €
		Kaltwasser zur Warmwasserbereitung		8,10 m ³	3,6270225 €/m ³	= 29,38 €
		Wasser Allgemekosten		74,47 m ²	0,1333392 €/m ²	= 9,93 €
		Gesamtkosten Kaltwasser				172,06 €
		Gesamtkosten				713,35 €

Abbildung 13: Auszug Jahresabrechnung Wohneinheit Objekt KW, (Techem, 2017)

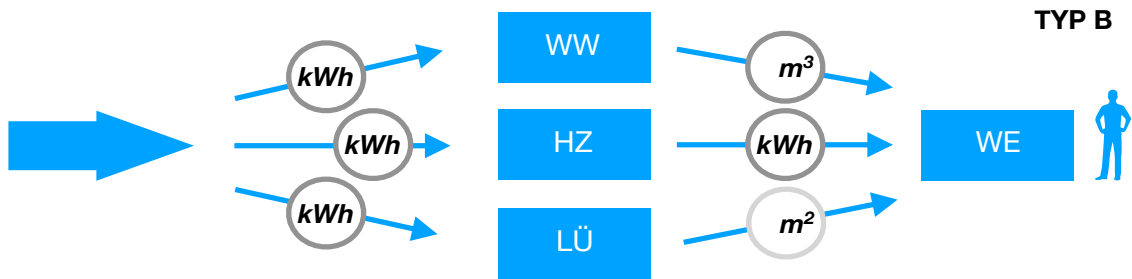


Abbildung 14: Zähl- und Abrechnungsmethode TYP B; (Quelle: eigene Abbildung)

Die Zähl- und Abrechnungsmethode dieser Gruppe (TYP B) ist ident mit dem TYP A, nur ist diese nicht mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung ausgestattet. Da die Wohnraumlüftung von den Nutzer/innen nur bedingt gesteuert werden kann, erfolgt die Abrechnung über die Wohnungsgröße [m²] (Abbildung 14)

TYP C

Diese Abrechnung stammt von einer Wohneinheit (Abbildung 15) eines Objektes in welchem die verbrauchten Energiemengen nur von einer zentralen Einheit, sowohl Heizwärmemengen, als auch Warmwassermengen in kWh abgelesen werden können. Die Messung in den einzelnen Wohnungen erfolgt vermutlich durch an den Heizkörpern angebrachte Verdunstungsröhrchen. Die Warmwassermengen werden in diesem Objekt über die Zentralheizanlage in Kilowattstunden [kWh] abgerechnet. Mit dem Wert der verbrauchten Gesamtenergie sowie den Gesamtkosten dafür, wird durch die Gesamtmenge an aufbereitetem Warmwasser über Kosten pro verbrauchtem Kubikmeter [€/m³] in den einzelnen Wohneinheiten abgerechnet.

Nutzer Nummer	Name/ Türnummer	Kostenart	Bestandnehmernummer Hausverwaltung	Einheiten	Betrag pro Einheit	Kostenanteil
		Heizung Energie Feste Kosten		66,91 m ² x	1,8496624 €/m ² =	123,76 €
		Heizung Verbrauchskosten		90,91 VE x	3,6941588 €/VE =	335,84 €
		Heizung Sonstige Kosten		66,91 m ² x	0,6894350 €/m ² =	46,13 €
Gesamtkosten Heizung						505,73 €
		Warmwasser Energie Feste Kosten		66,91 m ² x	0,5578117 €/m ² =	37,32 €
		Warmwasser Verbrauchskosten		12,10 m ³ x	3,2073507 €/m ³ =	38,81 €
		Warmwasser Sonstige Kosten		66,91 m ² x	0,2079161 €/m ² =	13,91 €
Gesamtkosten Warmwasser						90,04 €
		Kaltwasser Verbrauchskosten		37,80 m ³ x	3,6248703 €/m ³ =	137,02 €
Gesamtkosten Kaltwasser						137,02 €
Gesamtkosten						732,79 €

Abbildung 15: Auszug Jahresabrechnung Wohneinheit Objekt ZS, (Techem, 2017)

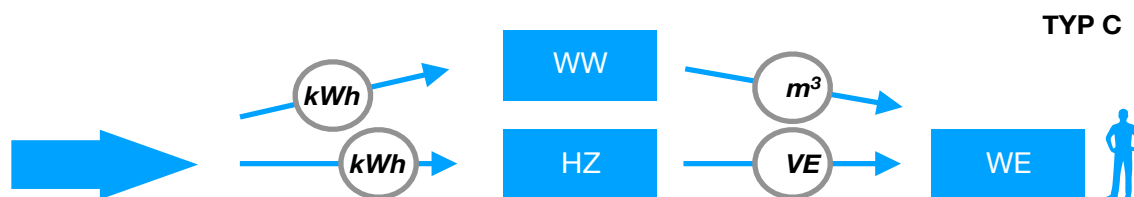


Abbildung 16: Zähl- und Abrechnungsmethode TYP C, (Quelle: eigene Abbildung)

Bei TYP C werden die vom Energieversorger gelieferten Energiemengen für Heizung und Warmwasser in einem zentralen Heizraum in Kilowattstunden [kWh] gezählt (Abbildung 16). Von hier aus werden die Heizkörper in den Wohnungen versorgt und der Verbrauch an Verdunstungsröhrchen abgelesen (Abbildung 17).



Abbildung 17: elektronischer Heizkostenverteiler; (Quelle: https://www.energie-experten.org/fileadmin/_processed_/9/b/csm_Heizkoerper_Heizkoerperzaehler_doprino_3_ready_von_ista_Foto_energie-experten.org_21d4019dd9.jpg, 2017)

TYP D

	Grundkosten	2,452996	x	129,670	m ² beheizte Nutzfläche	=	318,08		
	Verbrauchs-kosten	0,040682	x	9.176,000	kWh	=	373,30		
					Heizung		691,38		
	Kaltwasser	2,225205	x	133,800	m ³	=	297,73		
	Kanalbenüt-zungs-gebühr	2,453241	x	133,800	m ³	=	328,24		
					Kaltwasser		625,97		
	Nettobetrag				Brutto		Vorauszahlung	Saldo	
Heizung	691,38	+(20,0%)	138,28	=	829,66	-	564,24	=	265,42
Kaltwasser	625,97	+(10,0%)	62,60	=	688,57	-	773,64	=	-85,07
1 WMZ, 1 KWZ									
	1.317,35		200,88	=	1.518,23	-	1.337,88	=	180,35

Abbildung 18: Auszug Jahresabrechnung Wohneinheit Objekt FM; (Techem, 2017)

TYP E

Nutzer Nummer	Name/ Türnummer	Kostenart	Bestandnehmernummer Hausverwaltung	Einheiten	Betrag pro Einheit	Kostenanteil
		Heizung Energie Feste Kosten		88,00 m ² x	2,7473679 €/m ² =	241,77 €
		Heizung Verbrauchskosten		26,10 VE x	9,2069516 €/VE =	240,30 €
		Heizung Sonstige Kosten		88,00 m ² x	0,7913454 €/m ² =	69,64 €
Gesamtkosten Heizung						551,71 €
Gesamtkosten						551,71 €

Abbildung 19: Auszug Jahresabrechnung Wohneinheit Objekt AL; (Techem, 2017)

In diesen beiden Beispielen (Abbildung 18, Abbildung 19) werden die Wärmemengen wie zuvor erläutert abgerechnet. Nachdem für das Warmwasser aber keine separate Abrechnungszeile ausgewiesen ist, muss man davon ausgehen, dass die Warmwasseraufbereitung in der Wohneinheit mit Boilern stattfindet und in den Heizkosten inbegriffen sind.

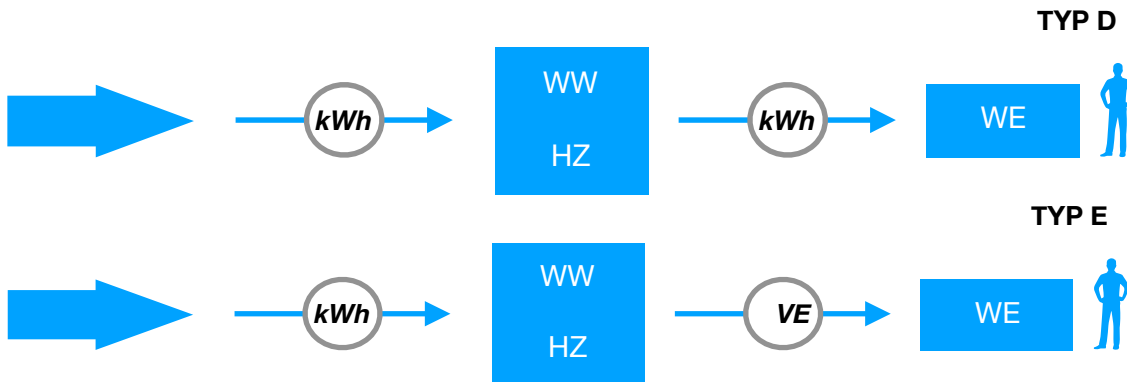


Abbildung 20: Zähl- und Abrechnungsmethode TYP D, TYP E; (Quelle: eigene Abbildung)

Bei den Zähl- und Abrechnungsmethoden der TYPEN D und E werden Heiz- und Warmwasserkosten nicht getrennt abgerechnet (Abbildung 20). Die Wohneinheiten verfügen also über keine separaten Zähler. Anzunehmen ist daher, dass die Wohnungen über ein zentrales System mit Warmwasser versorgt werden, welches durch einen Wohnungszähler läuft und die Nutzung dann nicht mehr nachvollziehbar ist, nach welchen Anteilen Warmwasser als solches oder für die Heizung verwendet wird.

In solchen Fällen gibt es bei der Auswertung einen nicht unerheblichen Unschärfegrad.

2.3 Auswertung der Energiekosten

2.3.1 Zusammensetzung der Kosten

Die Energiekosten bestehen wie in 1.5 Grundlagen Energiekosten erwähnt, hauptsächlich aus dem Arbeitspreis, der für die gelieferte Energiemenge berechnet wird. Hinzu kommen je nach Objekt, Heizsystem, Energielieferant und Abrechnungsunternehmen verschiedene Positionen, die mit dem Arbeitspreis summiert, den Gesamtpreis oder die Gesamtabrechnungssumme der Energiekosten bilden.

Die Gesamtabrechnungssumme der Objekte setzt sich aus folgenden Kosten zusammen:

- **Arbeitspreis**
 - Stromkosten Heizung
 - Stromkosten Warmwasser
 - Ablesekosten
 - Gerätekosten
 - Wartungskosten
 - sonstige Kosten
- Nebenkosten**

Diese Abrechnungspositionen finden sich je nach Objekt nicht in dieser Zusammenstellung in den Abrechnungen wieder. Unter dem Abrechnungsposten „sonstige Kosten“ sind oftmals detaillierter Kosten für z.B. Wartung oder Ablesen inkludiert.

Berechnungsmethode

WÄRMEKOSTENAUFSTELLUNG				
Energiekosten	DATUM	FERNWÄRME M	ARBEITSPREIS	TRAG OHNE MWST
Fernwärme Arbeitspreis			41.550,58	
Strom Heizanlage			306,38	41.856,96
sonstige Kosten				
Wartung			1.077,18	
Abrechnungskosten			9.479,93	
			NEBENKOSTEN	10.557,11
Zusatzkosten Heizung				
Abzug Nutzer Direktkosten			-52,80	-52,80
			Wärmekosten Gesamt	52.361,27

Abbildung 21: Auszug Jahresabrechnung/ Wärmekostenaufstellung Objekt KT; (Techem, 2017)

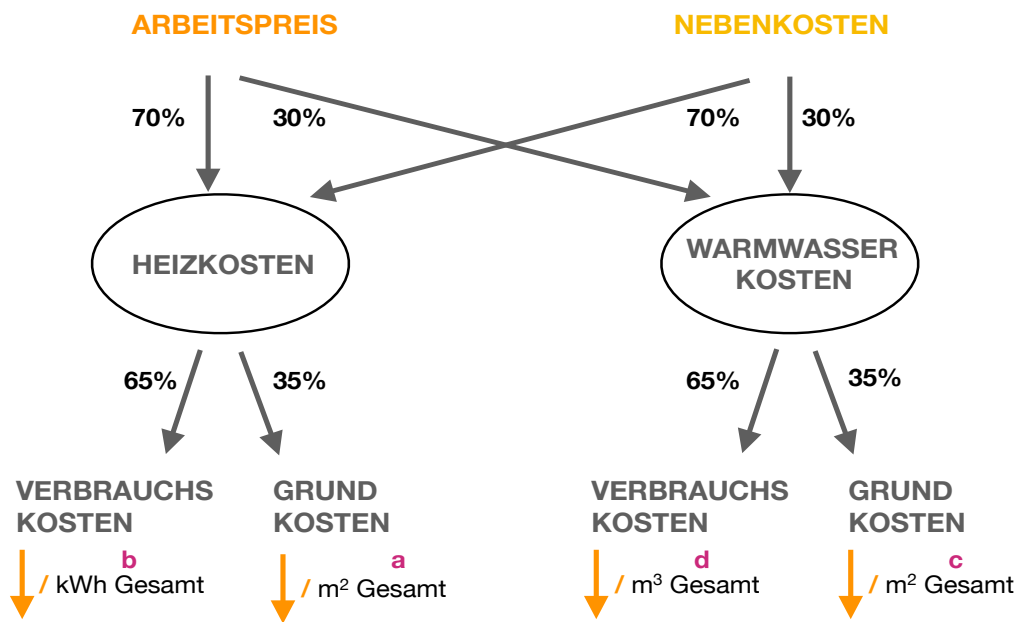
Das Summenblatt der Jahresabrechnung (Abbildung 21) zeigt die gelieferten Energiesummen mit den dafür berechneten Kosten des gesamten Objektes. Anschließend werden Grund- und Verbrauchskosten von Heizung und Warmwasser, gemäß Heizkostenabrechnungsgesetz ermittelt (Abbildung 22).

ERMITTLUNG DER GRUND- UND VERBRAUCHSKOSTEN GEMÄSS HEIZKOSTENABRECHNUNGSGESETZ

Kosten		Heizung			Warmwasser		
		70,00 %	Grund- 35,00 %	Verbrauchskosten 65,00 %	30,00 %	Grund- 35,00 %	Verbrauchskosten 65,00 %
Energiekosten	41.856,96	29.299,87	10.254,95	19.044,92	12.557,09	4.394,98	8.162,11
Sonstige Kosten	10.557,11	7.389,98	7.389,98		3.167,13	3.167,13	
Zusatzkosten Heizung	-52,80		-52,80				
		36.637,05	17.592,13	19.044,92	15.724,22	7.562,11	8.162,11

Abbildung 22: Auszug Jahresabrechnung, Ermittlung der Heiz- und WW-Kosten, Objekt KT; (Techem, 2017)

Graphische Darstellung der Berechnungsmethode:



Verteilung der Kosten		Gesamtkosten	Gesamtanteile	Preis je Anteil
Heizkosten		36.637,05		
Grundkosten	17.592,13	:	8.565,550 m² beh. Nutzfläche	a = 2,053824
Verbrauchskosten H1	19.044,92	:	314.702,000 kWh	b = 0,060517
Warmwasserkosten		15.724,22		
Grundkosten	7.562,11	:	8.565,550 m² beh. Nutzfläche	c = 0,882852
Verbrauchskosten Warmwasser W1	8.162,11	:	2.760,567 m³	d = 2,956679
Kaltwasserkosten		21.245,47		
Kaltwasser	10.447,19	:	8.197,731 m³	= 1,274400
Kanal	10.798,28	:	8.197,731 m³	= 1,317228

Abbildung 23: Graphische Darstellung der Berechnungsmethode mit Auszug Jahresabrechnung; (Quelle: eigene Abbildung; Techem, 2017)

Mit den Werten „Preis je Anteil“ werden die Verbrauchswerte bzw. die Fläche der Wohnung der einzelnen Nutzer/innen multipliziert. Hier kann man bereits erkennen, dass in den Punkten „a“ und „c“ Teile des Arbeitspreises inkludiert sind, welcher solidarisch auf die Nutzer/innen aufgeteilt wird (4.9 Kostenvergleich zwischen den Wohneinheiten)

Weiters ist im Summenblatt (Abbildung 24) der abgelesene Zählerstand ersichtlich.

0070101	65408029	UFO	WMZ-G	1.000,000	05.01.2018HA	1.355,290	732,822	622.468,000	
Die Ablesung Ihres Zählers wurde von MWh in kWh umgerechnet									
H0	Verbrauch Heizung							Ihr Anteil	622.468,000
Verbrauchskosten H1			19.044,92	:	314.702,000 kWh	=	0,060517		

Abbildung 24: Auszug Jahresabrechnung/ Zählerstand Objekt KT; (Techem, 2017)

Anhand der verbrauchten Nutzersummen, kann man die Energiemengen zu unbekanntem Teilen für die Warmwasseraufbereitung bzw. Verluste berechnen.

2.3.2 Auszug aus dem Heizkostenabrechnungsgesetz

„Trennung der Heiz- und Warmwasserkosten

§ 9. (1) Wird von einer gemeinsamen Wärmeversorgungsanlage Wärme sowohl für die Heizung als auch für Warmwasser bereitgestellt, so hat der Wärmeabgeber die Heiz- und Warmwasserkosten gemäß dem Wärmeverbrauch für die Heizung einerseits und für das Warmwasser andererseits zu trennen. Diese Trennung hat nach den Ergebnissen der Erfassung (Messung) des jeweiligen Wärmeteilverbrauchs durch dem Stand der Technik entsprechende Vorrichtungen oder, wenn dies nicht möglich ist, durch Ermittlung nach einem dem Stand der Technik entsprechenden Verfahren zu erfolgen.

(2) Ist weder eine Erfassung (Messung) noch eine Ermittlung nach Abs. 1 möglich, so sind von den gesamten Heiz- und Warmwasserkosten mindestens 60 vH und höchstens 80 vH der Heizung und der jeweilige Rest (also höchstens 40 vH und mindestens 20 vH) dem Warmwasser zuzuordnen.“ (HeizKG, §9, WRN,2009)

2.4 Heizgradtage

Die Heizgradtagberechnung ist Teil der Berechnung der Bedarfswerte des Energieausweises. Durch standardisierte Werte zu Klimaregion und Seehöhe des Objektes ergeben sich die Heizgradtage im Energieausweis.

Die Anzahl der Heizgradtage bilden die Differenz zwischen Innentemperatur eines Raumes, die bei 20°C liegt mit der Außentemperatur, sofern diese unter 12°C liegt. Bei der Berechnung zur Anzahl der Heizgradtage eines Jahres werden alle durchschnittlichen Tagestemperaturen unter 12°C herangezogen. Tage mit Tagesmittel unter 12°C werden als Heiztage bezeichnet. Beträgt also beispielsweise eine durchschnittliche Tagestemperatur 10°C, so ergeben sich zehn Heizgradtage.

Die Werte der Heizgradtage in den Energieausweisen der ausgewerteten Objekte bewegen sich zwischen 3300 und 3522 [Kd]. Sollten die Jahre 2011 bis 2017 mehr oder weniger Heizgradtage aufweisen, müssten die Werte der folgenden Analyse des Energieverbrauchs relativiert werden und in der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen werden.

Anhand der Temperaturdaten der Zentrale für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), können die Heizgradtage der letzten sieben Jahre ermittelt werden. In der Abbildung 25 sind die Heiztage über den Temperaturverlauf des Tagesmittels von 2011 bis 2017 ersichtlich.

Die Auswertung der Heizgradtage (Abbildung 26) zeigt, dass für das Jahr 2014 mit 2295,1 Kd am wenigsten und für das Jahr 2015 mit 2940,4 Kd am meisten Heizgradtage berechnet wurden. (ZAMG, 2018) Nachdem die Anzahl der Heizgradtage in den Energieausweisen höher angesetzt wurde, kann von einer Anpassung der Verbrauchswerte abgesehen werden. Es ist aufgrund dieser Werte sogar anzunehmen, dass die Verbrauchswerte unter den Bedarfswerten liegen. Da die Analysen ohnehin überwiegend mit Durchschnittswerten der letzten sieben Jahre erfolgt, ist die Schwankungsbreite der Anzahl der Heizgradtage über diesen Zeitraum zu vernachlässigen.

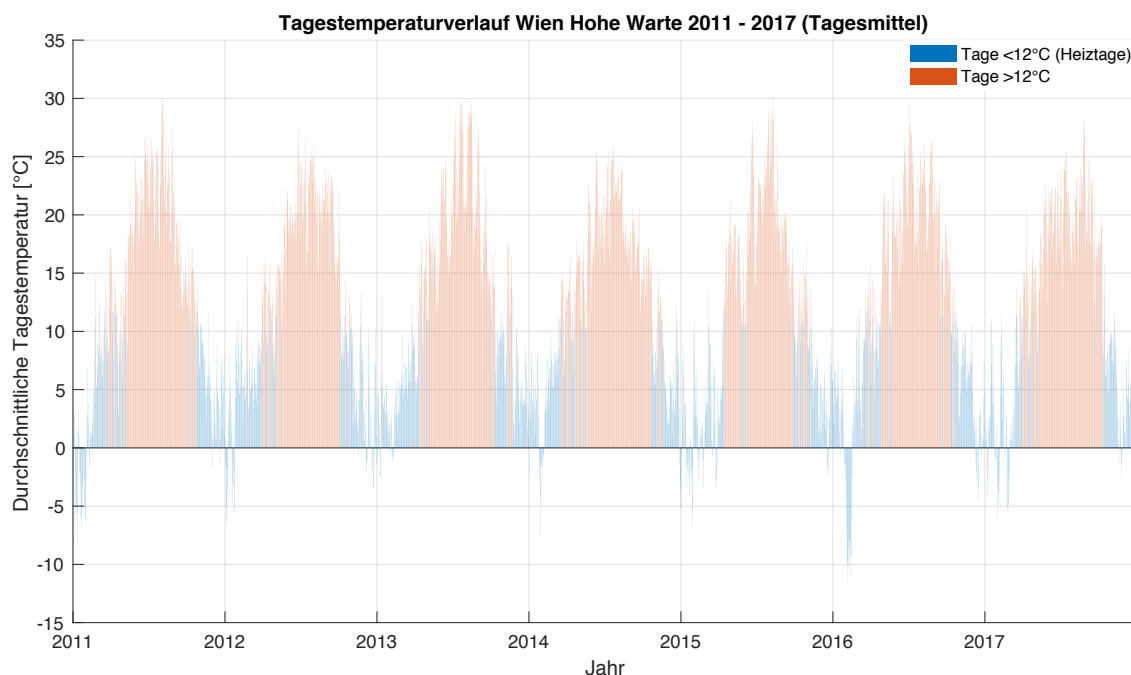


Abbildung 25: Tagestemperaturverlauf Wien Hohe Warte 2011 – 2017; (Quelle: eigene Abbildung)

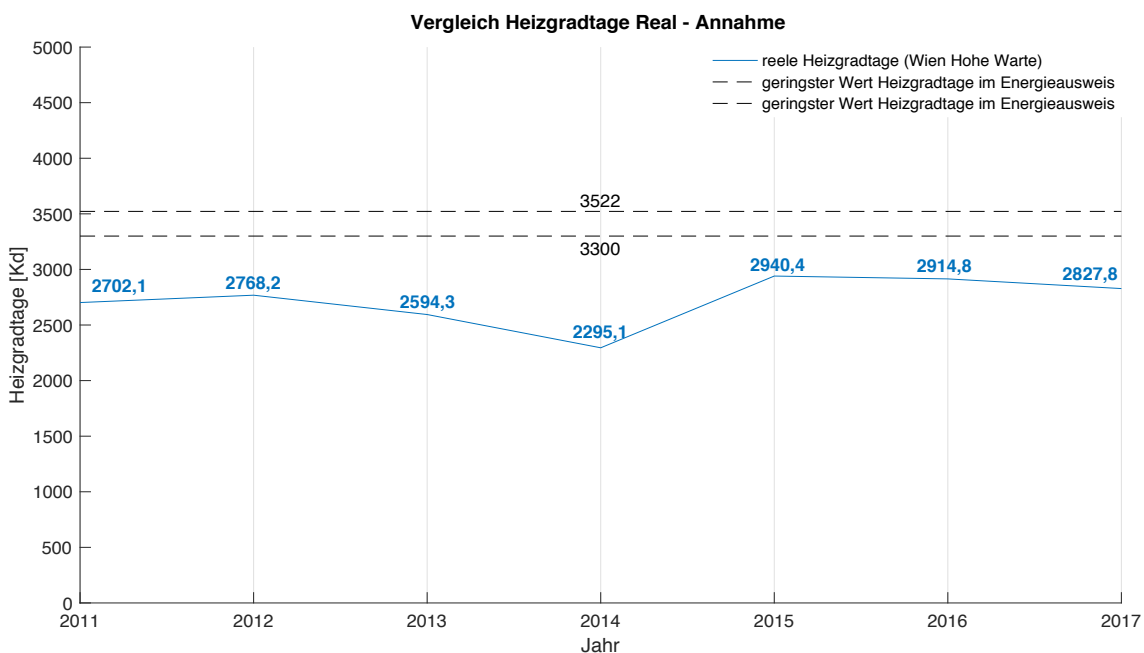


Abbildung 26: Anzahl der Heizgradtage Wien Hohe Warte 2011 – 2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Zur Kontrolle kann der Gesamtenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser (inkl. Verluste) in kWh/(m²a) aller Objekte über die letzten sieben Jahre herangezogen werden (Abbildung 27).

Eine Korrelation zwischen der Anzahl der Heizgradtage und des Gesamtenergieverbrauches ist ersichtlich. Die Schwankungsbreite der durchschnittlichen Jahreswerte beträgt 11,5%.

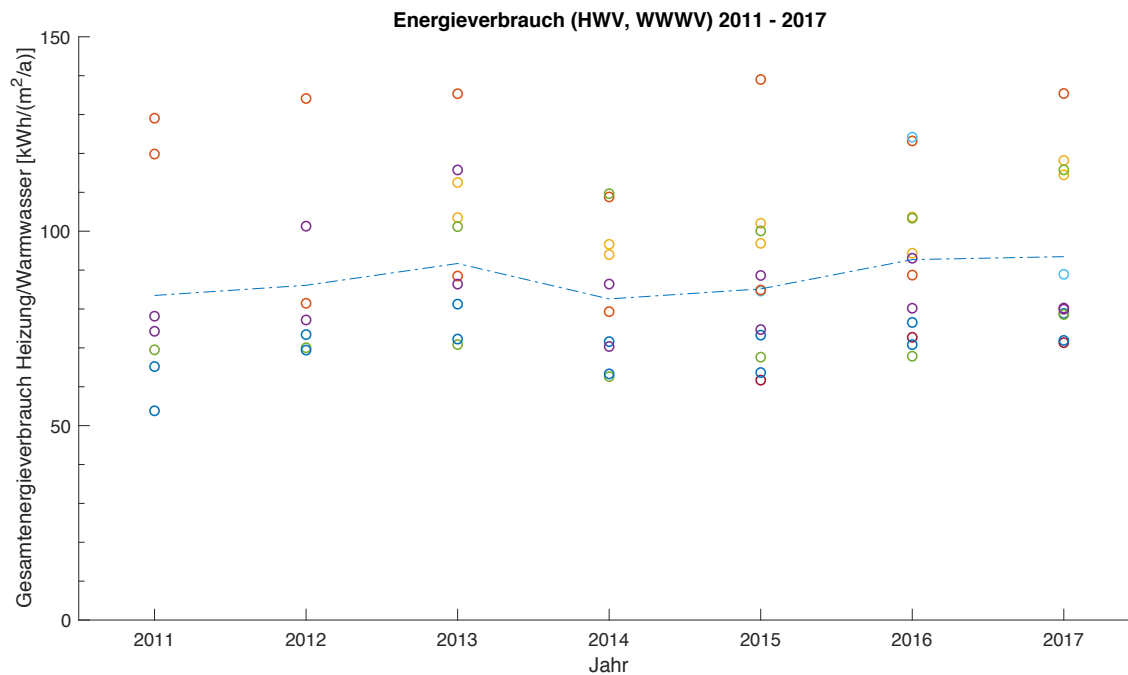


Abbildung 27: Gesamtenergieverbrauch Heizung/ Warmwasser [kWh/(m²·a)] 2011-2017,
(Quelle: eigene Abbildung)

Obwohl der Energieverbrauch zur Warmwasseraufbereitung im Allgemeinen nicht von den Heizgradtagen abhängt, konnte nur der Gesamtenergieverbrauch für diesen Vergleich herangezogen werden, da bei einigen Objekten die einzelnen Energiesummen nicht gesondert angegeben wird.

Aufgrund der Nähe zu Wien (gleiche Klimazone) und der deutlichen Unterschreitung der Werte aus dem Energieausweis wurde eine gesonderte Auswertung Heizgradtage in Niederösterreich als vernachlässigbar angesehen.

3 Die Objekte

3.1 Überblick

Diese Arbeit untersucht die Energieeffizienz von Wiener Wohnbauten. Dazu werden die Abrechnungsdaten der letzten sieben Jahre (2011-2017), also dem Heizwärmeverbrauch pro m^2 und Jahr $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$ herangezogen. Dem gegenüber steht der errechnete und prognostizierte HWB $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$, der im entsprechenden Energieausweis angeführt wird.

Anhand der Verbrauchsdaten und den Werten aus den Energieausweisen der unterschiedlichen Wohnobjekte, werden diese miteinander verglichen und unter Parametern wie Baujahr, Gebäude- und Energieklasse in Relation gebracht. Innerhalb eines Objektes werden ebenfalls das Stockwerk sowie die Lage (z.B.: exponierte Lage, große Fassadenhüllfläche) einer Wohneinheit im Geschoss genauer untersucht.

Zehn der Wohnobjekte sind in mehrere Stiegen unterteilt, wobei die niedrigste Anzahl der Stiegen zwei beträgt (Objekte JB, KT, UZ) und die höchste Anzahl bei 16 liegt (Objekt KE). Die restlichen fünf Wohnobjekte sind nicht unterteilt (Tabelle 1) Die Unterteilungen sind alle ebenfalls mit Energieausweisen ausgewiesen, wodurch eine gesonderte Untersuchung von insgesamt 49 Objekten durchgeführt werden kann. Das garantiert eine höhere Streuung in der statistischen Auswertung.

Tabelle 1: Übersicht der Objekte

Objekte	Baujahr	GK	Wohneinheiten	HWB _{spez}	Energieklasse
AB	2005	5	108	30	B
AL	1960	3	28	79	C
AS	2006	5	45	31	B
BH	2011	3,4	73	17	A
DP	1970	5	148	44	B
FM	2008	3,4	47	45	B
JB	1988	4	46	56	C
KE	2007	5	324	37	B
KF	2012	3	47	25	A
KW	2009	5	45	11	A+
KT	2003	4,5	90	29	B
RA	2003	4	41	41	B
UZ	2004	3	23	47	B
VG	2003	5	52	35	B
ZS	1994	4	231	57	C

3.2 Geographische Verteilung der Objekte

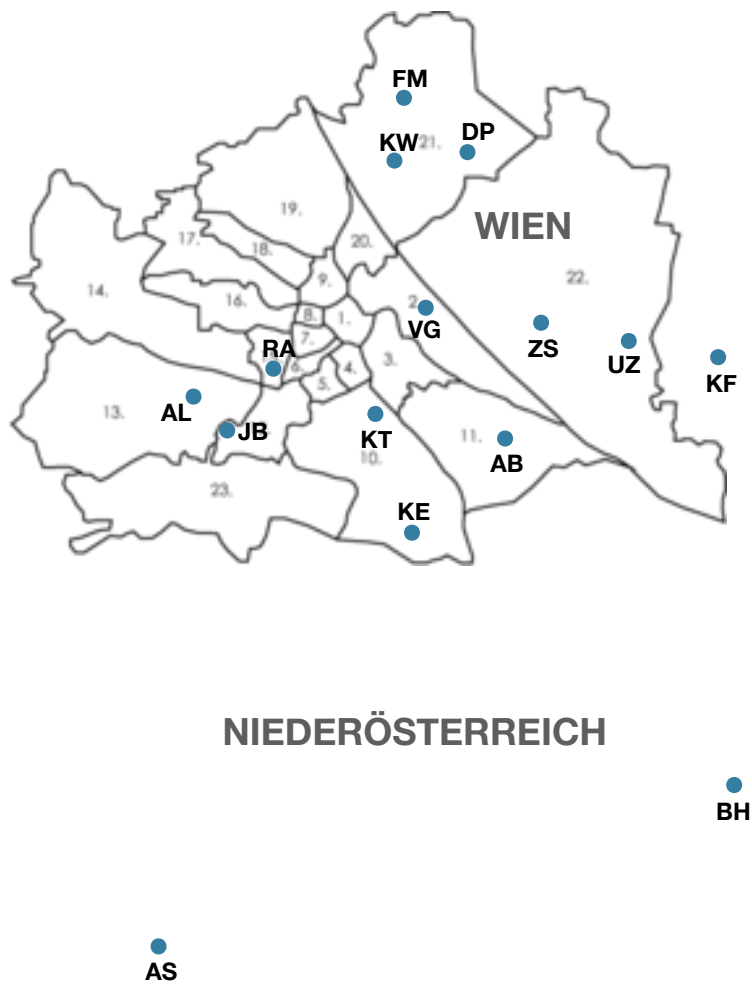
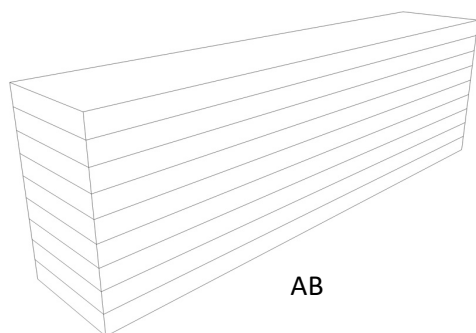
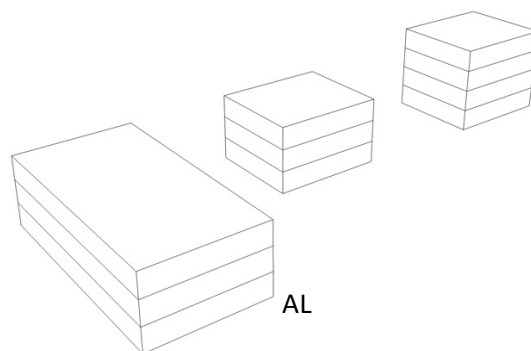


Abbildung 28: Geographische Verteilung der Objekte; (Quelle: eigene Abbildung)

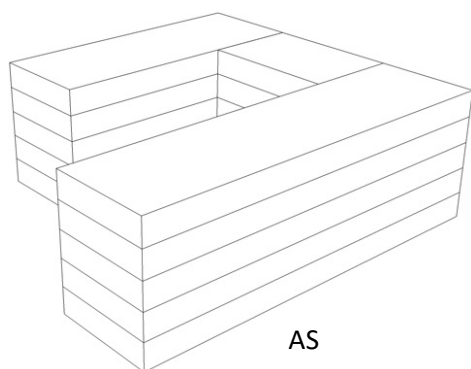
3.3 Kubaturen



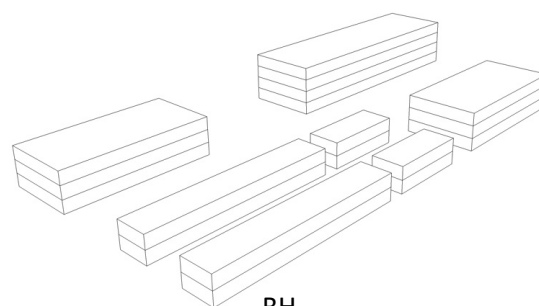
AB



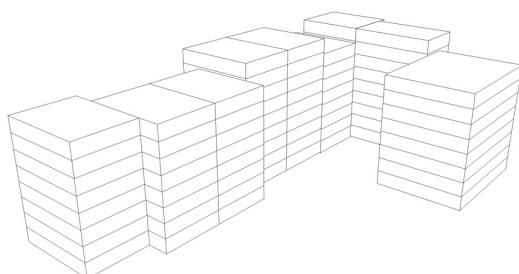
AL



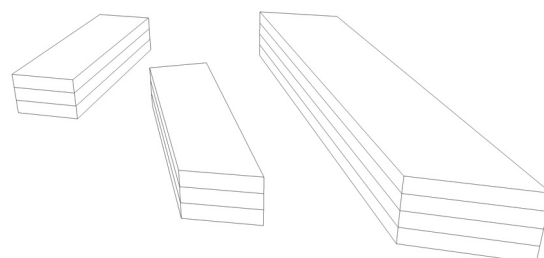
AS



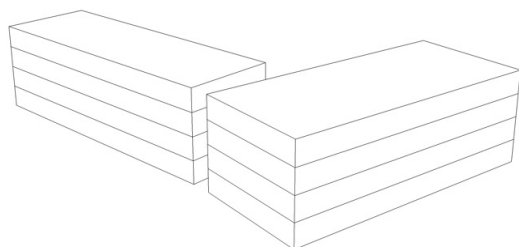
BH



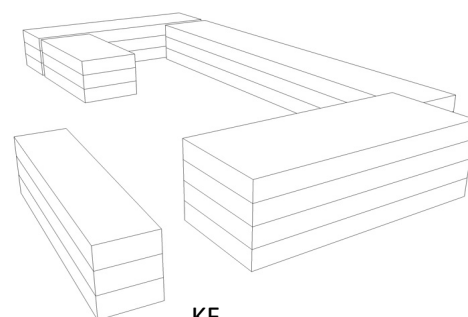
DP



FM



JB



KF

Abbildung 29: Kubaturen AB – KF; (Quelle: eigene Abbildung)

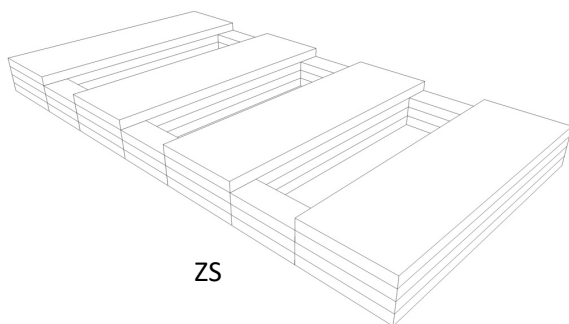
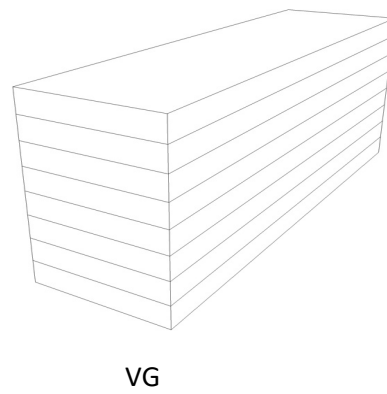
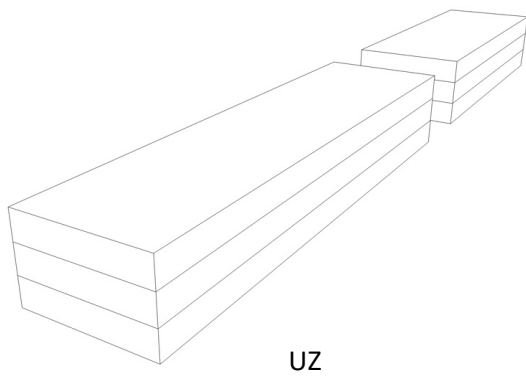
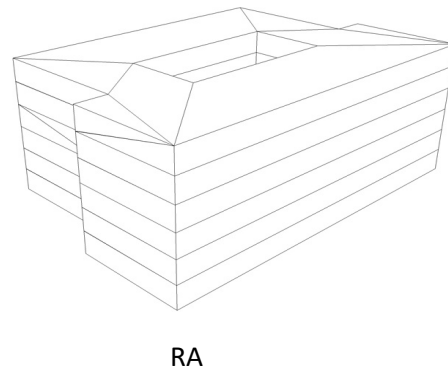
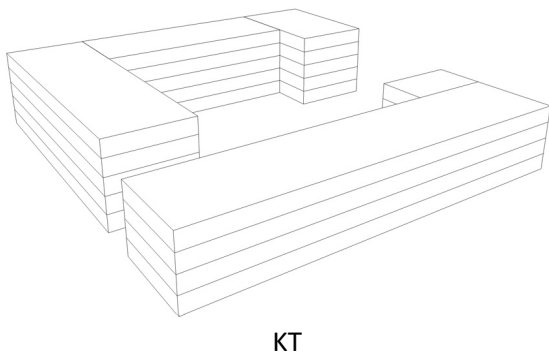
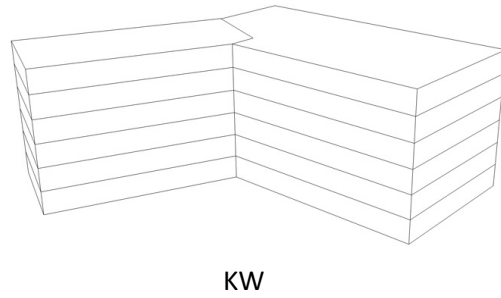
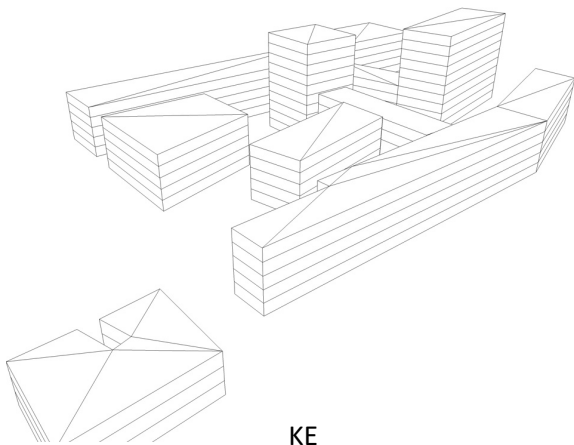


Abbildung 30: Kubaturen KE – ZS; (Quelle: eigene Abbildung)

3.4 Verteilung der Kennwerte

Die gegebenen 15 Objekte werden durch verschiedene Parameter definiert, welche für die Berechnungen im Energieausweis ausschlaggebend sind. Da die Gebäude hinsichtlich des Baujahres zwischen 1960 und 2014 variieren, schlägt sich das, nicht zuletzt aufgrund verschiedener Bauweisen im Laufe dieser Zeitspanne, auf die Gebäudekennwerte nieder. Der Stand der Technik bei der Konstruktion, als auch bei der Gebäudetechnik, hat sich in den letzten Jahrzehnten so stark entwickelt, dass Gebäude, die in den Sechziger- und Siebzigerjahren gebaut wurden, bei den Kennwerten neuerer Gebäude, oft trotz aufwendiger thermischer Sanierung nicht mithalten können. Die 15 Objekte sind in insgesamt 49 Stiegen/Bauteile unterteilt, für welche jeweils ein Energieausweis ausgestellt wurde.

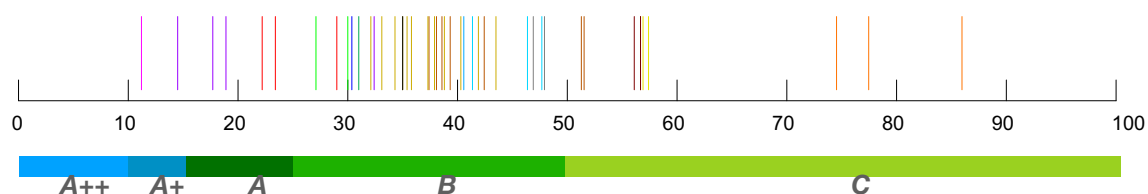


Abbildung 31: Verteilung der Werte; Heizwärmebedarf; (Quelle: eigene Abbildung)

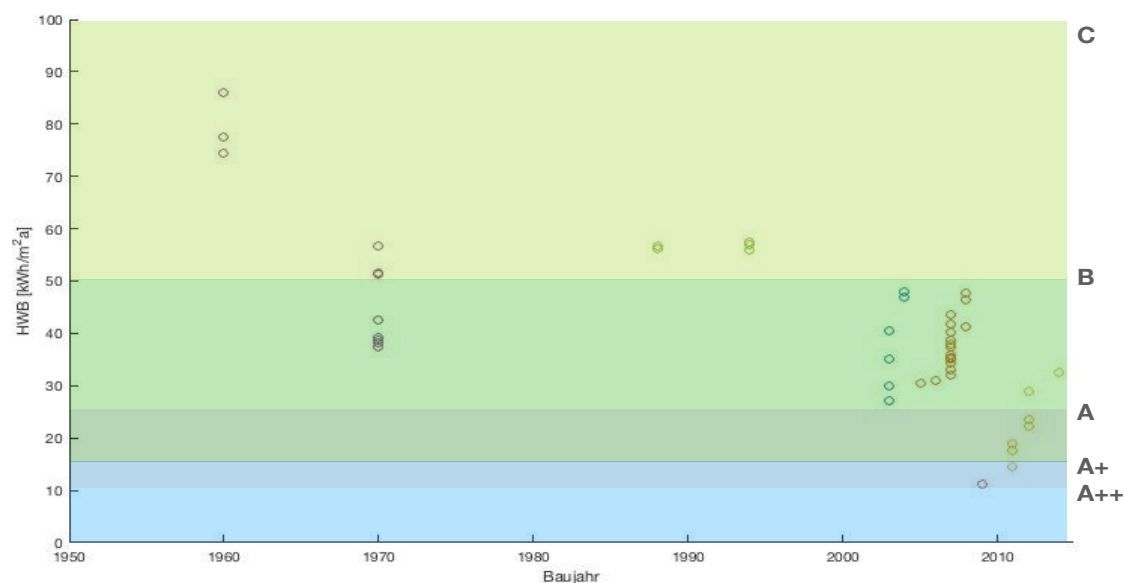


Abbildung 32: Heizwärmebedarf nach Baujahren; (Quelle: eigene Abbildung)

Der Großteil der 49 Bauteile ist in den Energieklassen B und C zu finden (Abbildung 31). Der Heizwärmebedarf [HWB (kWh/(m²a))], auch Energiekennzahl genannt, befindet sich in diesen Fällen zwischen 25 und 100 kWh/(m²a) (Abbildung 31). Zwei der Bauteile sind mit Werten zwischen 10 und 15 kWh/(m²a) der Energieklasse A+ zuzuordnen. Vier weitere Bauteile ordnen

sich mit Werten zwischen 15 und 25 kWh/(m²a) der Energieklasse A ein. Der Durchschnittswert des Heizwärmebedarfes aller Bauteile beträgt 40,91 kWh/(m²a).

Auf die Baujahre verteilt lässt sich ein eindeutiger Trend ablesen. Zwischen den Jahren 1960 und 2014 wurden die Energiekennzahlen aufgrund der verbesserten Standards und dem allgemeinen Streben nach geringem Energiebedarf sukzessive geringer (Abbildung 32).

Zum Vergleich: Die Neubauten im Jahr 2016 in Österreich erreichten einen durchschnittlichen Heizwärmebedarf von 25,8 kWh/(m²a). (BMNT, 2017, S.9)

mittlerer U-Wert

Der mittlere U-Wert ist der Durchschnittswert aller U-Werte der Bauteile des Gebäudes. Der Großteil der Werte aller 49 Gebäude liegt zwischen 0,3 und 0,65 W/m²K (Abbildung 33). In der graphischen Aufstellung nach Baujahren (Abbildung 34) ist, wie in der vorigen Grafik, zum Heizwärmebedarf nach Baujahren (Abbildung 32) ein Trend zu niedrigeren Werten zu erkennen. Dies lässt sich ebenso auf die Entwicklung der Baustoffe, wie auch auf den Einsatz von Dämmstoffen zurückzuführen.

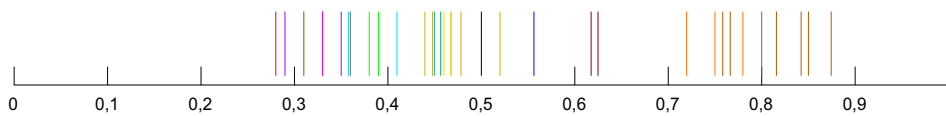


Abbildung 33: Verteilung der Werte; U-Werte; (Quelle: eigene Abbildung)

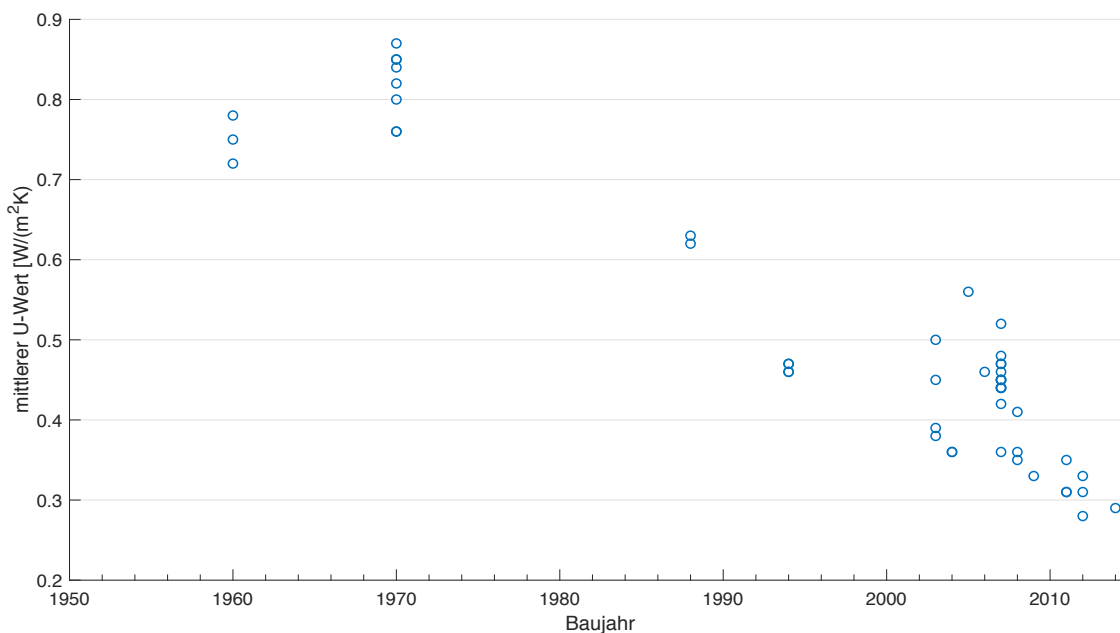


Abbildung 34: mittlerer U-Wert nach Baujahren; (Quelle: eigene Abbildung)

Anzahl der Wohneinheiten

Die Anzahl der Wohneinheiten in den jeweiligen 49 Gebäuden liegt zwischen 4 und 108.

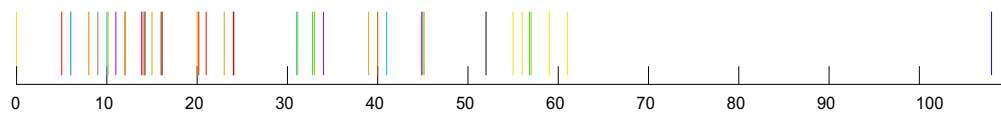
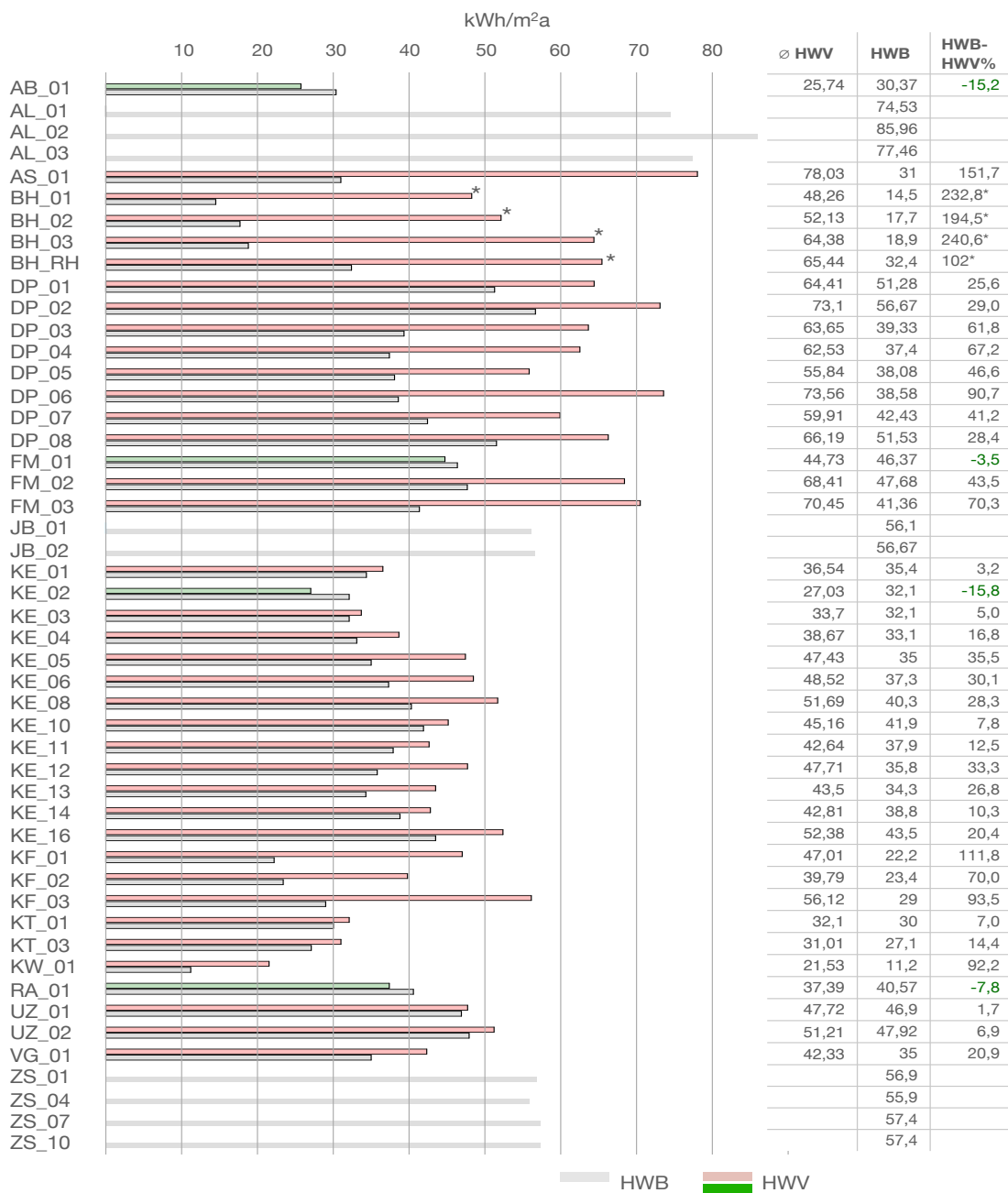


Abbildung 35: Verteilung der Werte; Wohneinheiten; (Quelle: eigene Abbildung)

4 Resultate

4.1 Überblick

Tabelle 2: Übersicht Gegenüberstellung HWB – HWV; (Quelle: eigene Abbildung)



Die Übersichtstabelle (Tabelle 2) zeigt die Gegenüberstellung der Bauteile von Heizwärmebedarf HWB [kWh/(m²a)] und Heizwärmeverbrauch HWV [kWh/(m²a)] als **Durchschnittswert von 2011 bis 2017**. Bei neun Bauteilen konnten keine nutzerbezogenen Daten ausgewertet werden. 40 der Bauteile hatten einen höheren Verbrauchswert als der HWB, nur vier konnten unter den Werten des HWB bleiben (Abbildung 36).

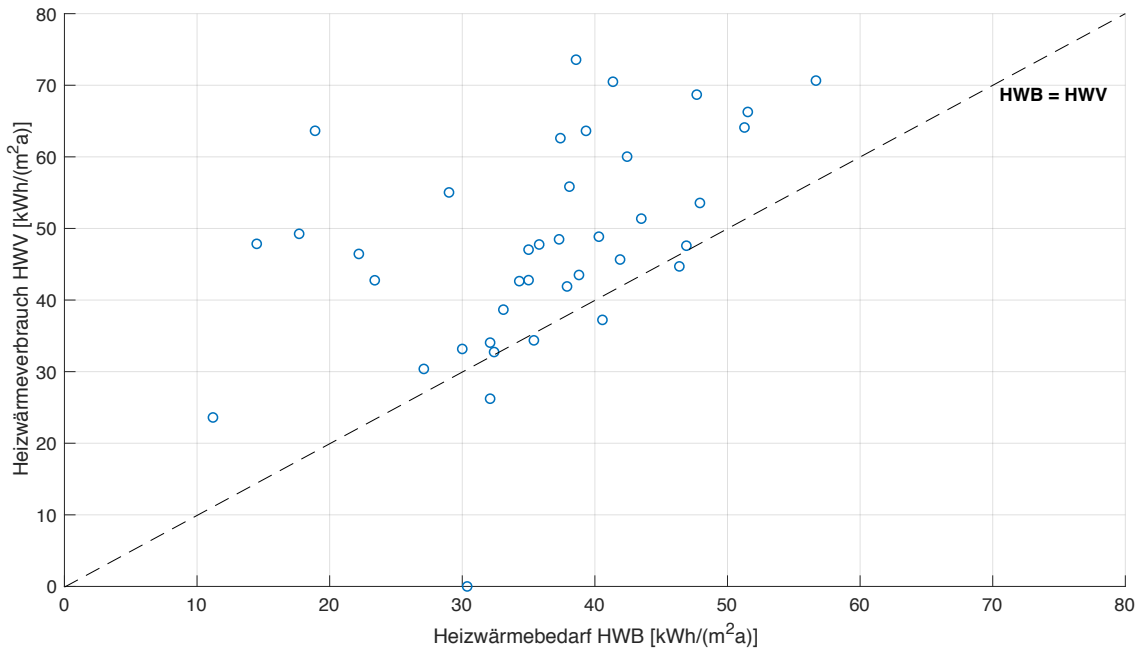


Abbildung 36: Gegenüberstellung HWV -HWB der Objekte; (Quelle: eigene Abbildung)

Festzustellen ist allerdings, dass sich dennoch einige Verbrauchswerte der Bauteile dem Wert des Heizwärmebedarfs annähern.

4.2 Einzelauswertung der Objekte - Heizwärmeverbrauch

OBJEKT AB

Das Objekt AB befindet sich in Wien, jedoch in einem schwach bebauten Gebiet, welches durch Wohnanlagen und Einfamilienhäuser geprägt ist. Das Gebäude misst 87 bzw. 92m in der Länge und 17m in der Breite. Aufgrund der Quaderform ergibt sich eine dementsprechend niedrige Kompaktheit von 0,25. Die Konstruktion aus Außenwänden und Decken wurde in **Großtafelbauweise** hergestellt und wird im Energieausweis als **massiv** angegeben. Der Aufbau der Fertigbetonteile besteht aus 15cm. Stahlbeton mit einer ca. 12cm starken EPS-Wärmedämmung mit einem U-Wert von $0,31 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für das Bauteil. Der mittlere U-Wert beträgt $0,56 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (Abbildung 37)

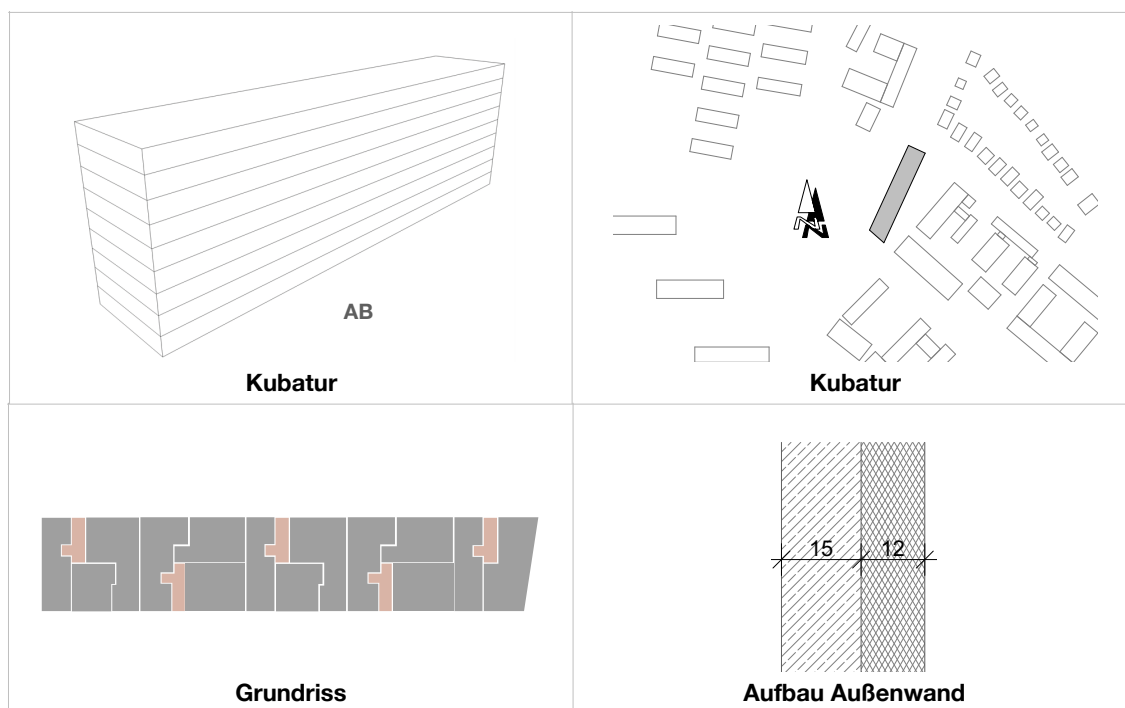


Abbildung 37: Überblick Objekt AB; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 3: Kennwerte Objekt AB

Objekt	Baujahr	GK	EH	HWB_{spez} [kWh/ m^2a]	beh. Fläche [m^2]	BGF [m^2]	Brutto Volumen [m^3]	A/V
AB_01	2005	5	108	30,37	10614,8	12479,9	34873,5	0,25

B

Ø 25,74 kWh/(m²a)

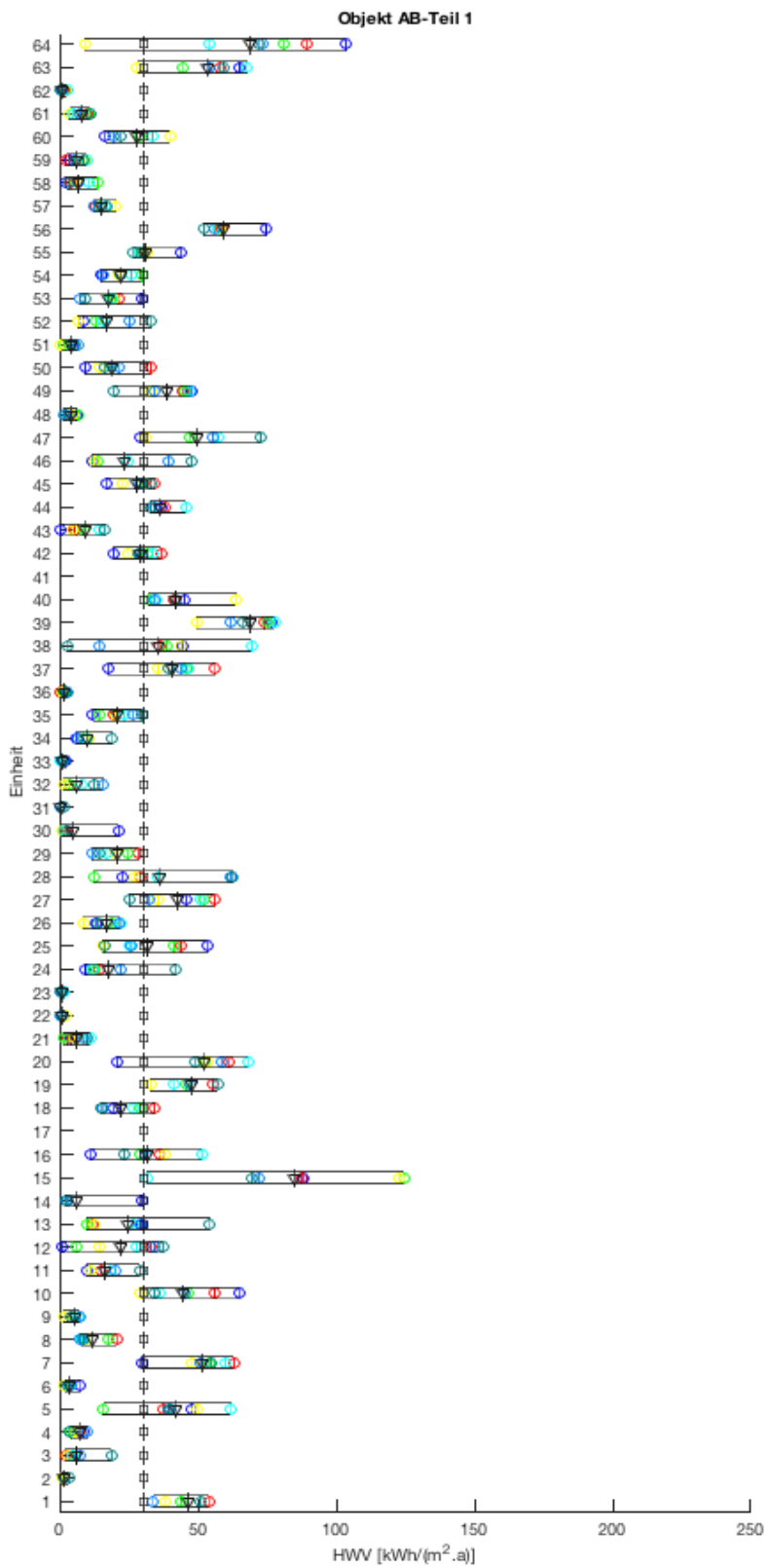


Abbildung 38: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)], AB Teil 1, 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Ø 25,74 kWh/(m²a)

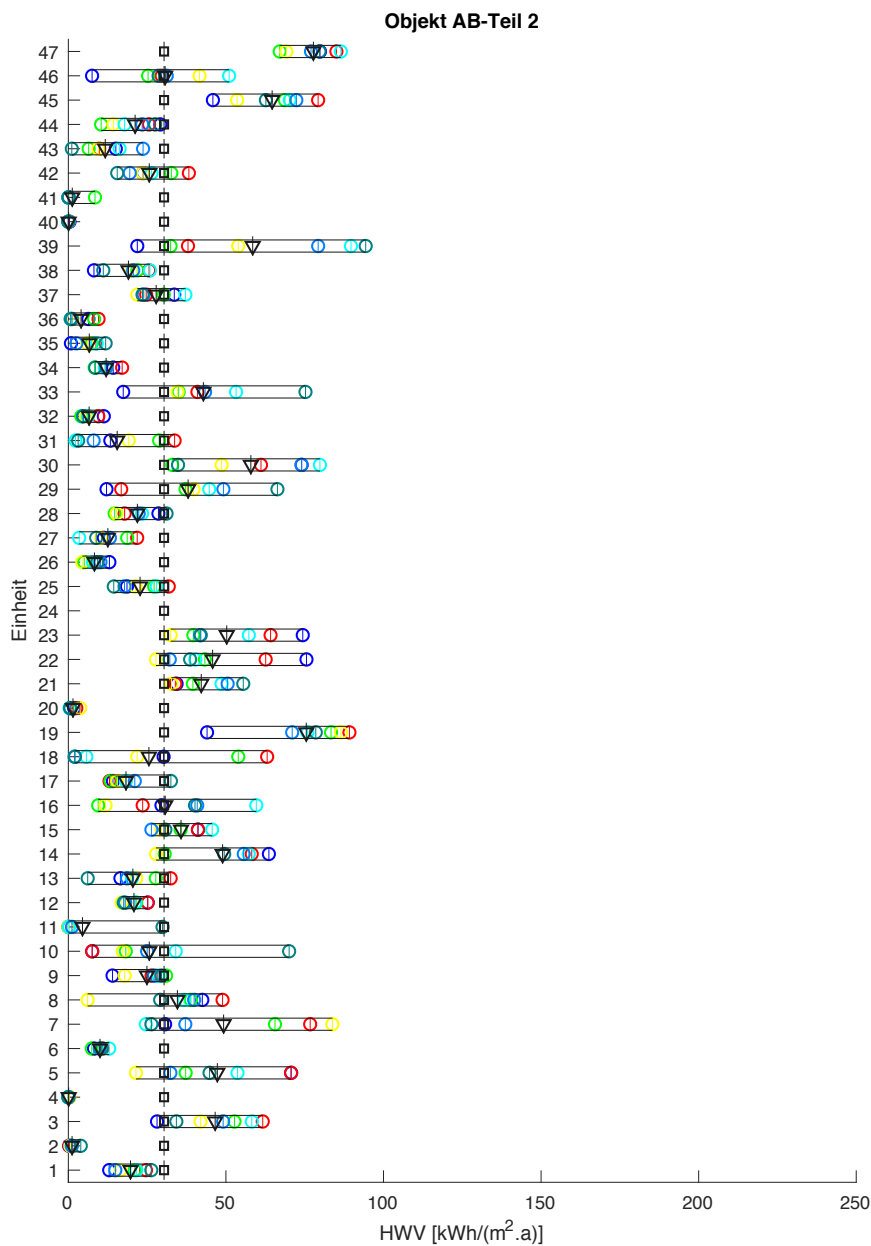


Abbildung 39: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)], AB Teil 2, 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Fernwärme

Eine Analyse des Durchschnittsverbrauchs zeigt, dass sich das Gebäude entsprechend dem Energieausweises verhält. Der spezifische Heizwärmebedarf beträgt laut Energieausweis 30,37 kWh/(m²a) (Tabelle 3), der Durchschnittswert des Heizwärmeverbrauches liegt bei 25,74

kWh/(m²a). Statistische Ausreißer mit Werten über 100 kWh/(m²a) sind selten (Abbildung 38, Abbildung 39). Werte unter 15 kWh/(m²a) sind jedoch sehr häufig.

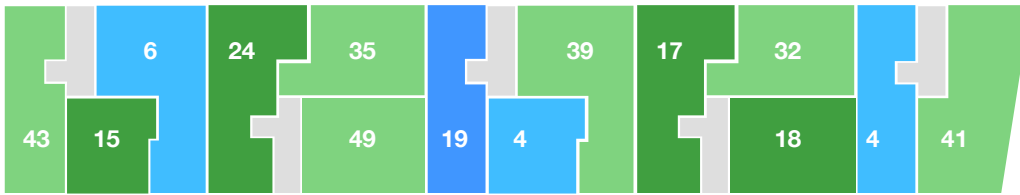


Abbildung 40: Graphische Darstellung des Durchschnitts HWV 2017 im Grundriss OG-3/ AB;
(Quelle: eigene Abbildung)

Die grafische Auswertung nach Farben der Energieklassen vom dritten Obergeschoß (Abbildung 40) zeigt eine Verteilung der Energiekennzahlen zwischen ca. 4 und 49 kWh/(m²a). Auf den ersten Blick kann man mögliche Faktoren aus den entsprechenden Werten ableiten. Auffallend sind die erhöhten Werte der Eckwohnungen, dessen Verhältnis zwischen Fassadenfläche und Grundfläche deutlich höher ist als das der innenliegenden Wohnungen. Bei Eckwohnungen kann man also bei diesem Objekt von einem höheren Heizwärmebedarf ausgehen. Umgekehrt ist zu beobachten, dass das günstige Fassadenfläche-Grundfläche-Verhältnis bzw. die Abstrahlungswärme angrenzender Wohnungen dem geringen Energiebedarf innenliegender Wohnungen zugrunde liegt. In der Tabelle 4 ist ersichtlich, dass der Heizwärmeverbrauch in den letzten sieben Jahren durchgängig unter dem Wert des Heizwärmebedarfes liegt.

Tabelle 4: Gegenüberstellung HWB- Ø HWV; AB_01

AB_01	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
HWB	30,37	30,37	30,37	30,37	30,37	30,37	30,37
HWV	25,62	29,70	25,29	21,91	28,79	26,19	27,80

Faktoren für einen niedrigen Heizwärmeverbrauch sind hauptsächlich die **kompakte Bauweise**, ein **wirksames Wärmedämmverbundsystem** und ein **ideales Nutzerverhalten** (wenig Ausreißer).

Einen hohen Heizwärmeverbrauch begünstigen wiederum die **großen Eckwohnungen** sowie die **erhöhten U-Werte einzelner Bauteile** (zB.: Fenster 1,5 W/(m²K)

OBJEKT AL

Die Wohnanlage AL befindet sich in einem dünn besiedelten Stadtgebiet innerhalb Wiens, in dem sich hauptsächlich Einfamilienhäuser sowie kleinere Wohnanlagen befinden. Die gegenständliche Anlage besteht aus drei eigenständigen Objekten, die an keine weiteren Objekte angebaut sind (Abbildung 41). In den vier oberirdischen Geschoßen von Haus 1 sind acht Wohnungen untergebracht, Haus 2 und 3 sind jeweils drei Geschosse hoch und beinhalten sechs und 14 Wohnungen. Erschlossen werden die Objekte jeweils durch ein zentrales Stiegenhaus. Die Häuser wurden 1960 mit **Betonhohlsteinen aus Schlacke, Bims und Ziegelsplitt** ohne Wärmedämmung gebaut. Bei einer thermischen Sanierung im Laufe der Jahre (in den vorhandenen Unterlagen nicht dokumentiert), wurde eine 8cm starke Wärmedämmung angebracht und weisen einen U-Wert von $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf. Trotz der durchgeführten Sanierung schlagen Bestandfenster mit bis zu $5,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ zu buche. Die Energiekennzahlen liegen dadurch zwischen 75 und $85 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (Tabelle 5).

Weit höhere Werte sind bei einem unsanierten Gebäude dieses Baujahres anzunehmen. Die Wohnungen werden über Einzelöfen (zum Teil mit Gas, Öl) beheizt und teilweise mittels Elektrospeicher mit Warmwasser versorgt.

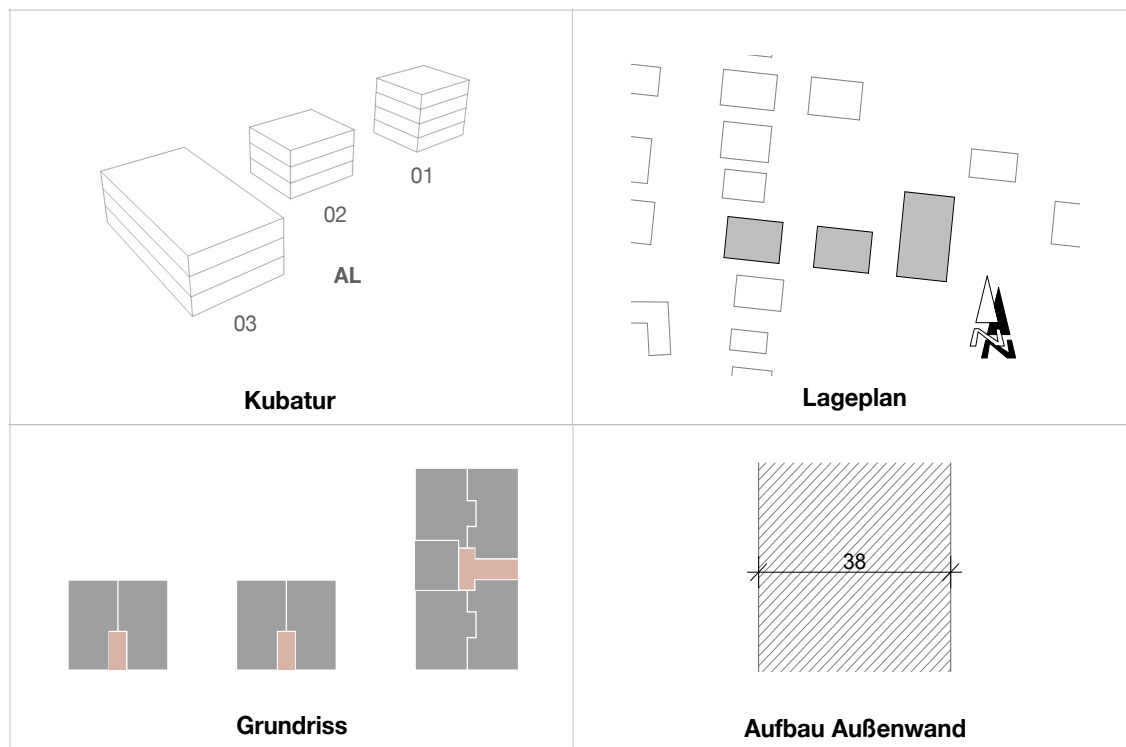


Abbildung 41: Überblick Objekt AL; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 5: Kennwerte Objekt AL

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
AL_01	1960	3	8	74,53	568	735,81	2137,8	0,47	C
AL_02	1960	3	6	85,96	410	566,54	1536,5	0,55	C
AL_03	1960	3	14	77,46	1064	1305	3828,8	0,42	C

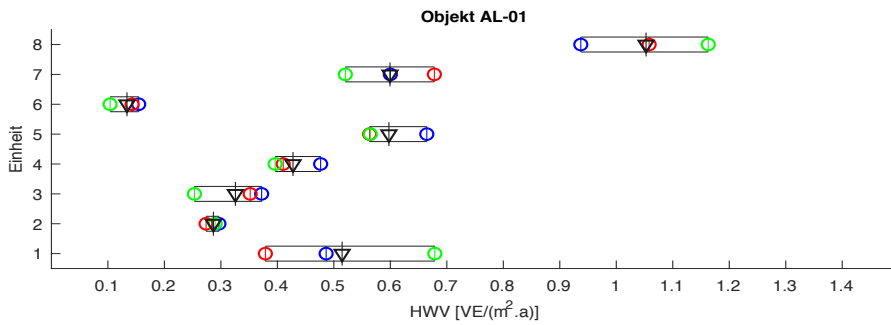


Abbildung 42: Heizwärmeverbrauch [VE/(m²a)], AL_01, 2015-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

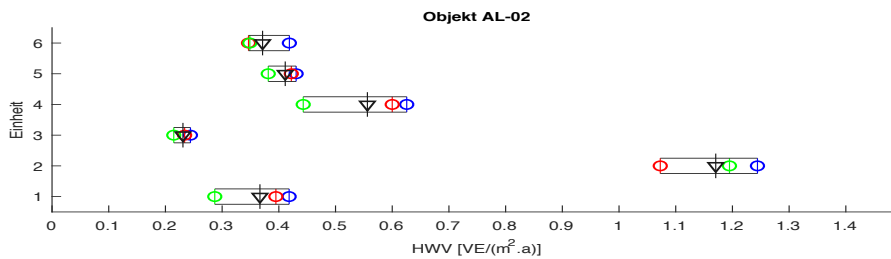


Abbildung 43: Heizwärmeverbrauch [VE/(m²a)], AL_02, 2015-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

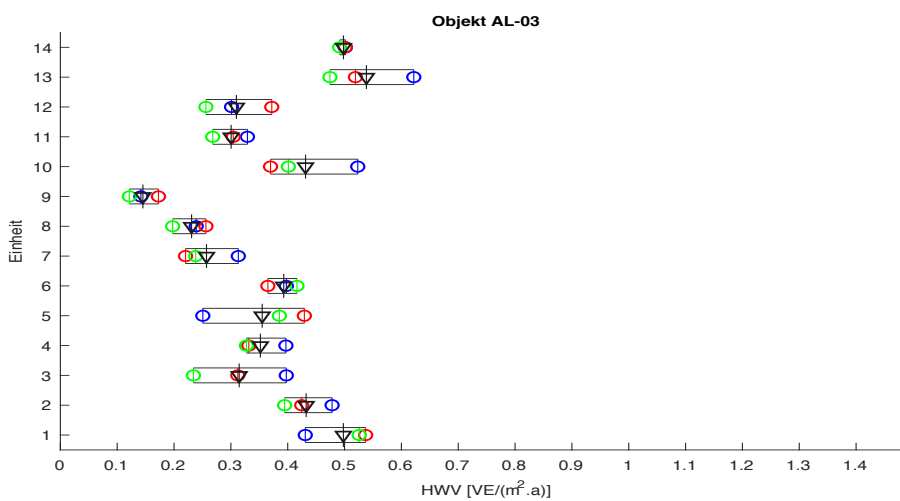


Abbildung 44: Heizwärmeverbrauch [VE/(m²a)], AL_03, 2015-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Einzelöfen

Das Wohnobjekt AL wurde 1960 erbaut und entspricht deshalb nicht mehr den heutigen Gebäudestandards. Im Zuge einer energetischen Sanierung konnten zumindest Energiekennzahlen zwischen 75 und 85 kWh/(m²a) erreicht werden.

Die Abrechnung erfolgt mittels Verbrauchseinheiten [VE] (Abbildung 42, Abbildung 43, Abbildung 44) und nicht in Kilowattstunden [kWh]. Somit kann kein Vergleich zwischen Wohnungen anderer Objekte stattfinden. Der Durchschnittsverbrauch der gesamten Anlage über die letzten sieben Jahre beträgt 264.257 kWh. Das ergibt bei einer beheizten Fläche von 2.044m² einen durchschnittlichen Gesamtenergieverbrauch von 129,28 kWh/(m²a). Nicht unerhebliche Verluste entstehen durch die Heizung durch mit Gas oder Öl betriebene Einzelöfen. Die Warmwasseraufbereitung erfolgt mit Hilfe von Elektrospeichern. Daher ist davon auszugehen, dass die zugeführte Heizenergie allein zur Raumbeheizung dient. Mit entsprechenden Verlusten im System kann man mit einem Heizwärmeverbrauch um die 100 kWh/(m²a) rechnen.

Unter diesen Umständen ist eine vom Mieter zusätzlich installierte Stromheizung nicht auszuschließen. In der Auswertung ist deutlich zu erkennen, dass Wohnungen im Parterre oder im Dachgeschoß einen höheren Energieverbrauch aufweisen als Wohnungen in den Zwischengeschossen. Der entscheidende Faktor dafür sind ungedämmte Bauteile gegen die Außenluft oder ungeheizten Räume, wie die Kellerdecke oder Decke zum Dachstuhl. Im Energieausweis wird deshalb die Empfehlung zur Dämmung dieser Bauteile, als auch zum Tausch der Fenster festgehalten.

Innenliegende Wohnungen sind bei diesem Objekt der einzige Faktor für einen niedrigen Heizwärmeverbrauch. Nachdem vermutet werden kann, dass die Räume zusätzlich **elektrisch beheizt** werden, ist dieser Umstand ein nicht messbarer Faktor, der den Heizenergiebedarf nach unten drückt.

Ausschlaggebende Faktoren für den hohen Heizwärmeverbrauch sind das **ineffiziente Heizsystem**, die **ungedämmten Bauteile zu nicht beheizten Räumen** und **alte Fenster**. Des Weiteren begünstigen **exponierte Wohnungen** einen hohen Verbrauch.

Objekt AS

Das Objekt AS befindet sich in einem innerstädtischen Gebiet außerhalb von Wien und ist Teil einer lockeren Bebauung. In der unmittelbaren Umgebung befinden sich weitere Wohnanlagen. Die Anlage AS besteht aus fünf oberirdischen Geschossen mit 45 Wohneinheiten die über zwei Stieghäuser erschlossen werden (Abbildung 45). Die Wohnungsgrößen liegen zwischen 55 und 116m². Der Durchschnitt liegt bei 77m². Die U-förmige Grundrissform lässt einen hohen A/V- Wert vermuten. Jedoch wirken sich Bauteilfugen und eine optimale Anzahl von fünf oberirdischen Geschoßen positiv auf die Kompaktheit aus. Die Anlage AS wurde 2006 in massiver (**schwere Bauweise** lt. Energieausweis) Bauweise ausgeführt. Die Außenwände bestehen aus 25cm **Betonhohlstein** mit 10cm EPS-Dämmplatten. Die aussteifenden Kerne sind 25cm - Stahlbetonscheiben.

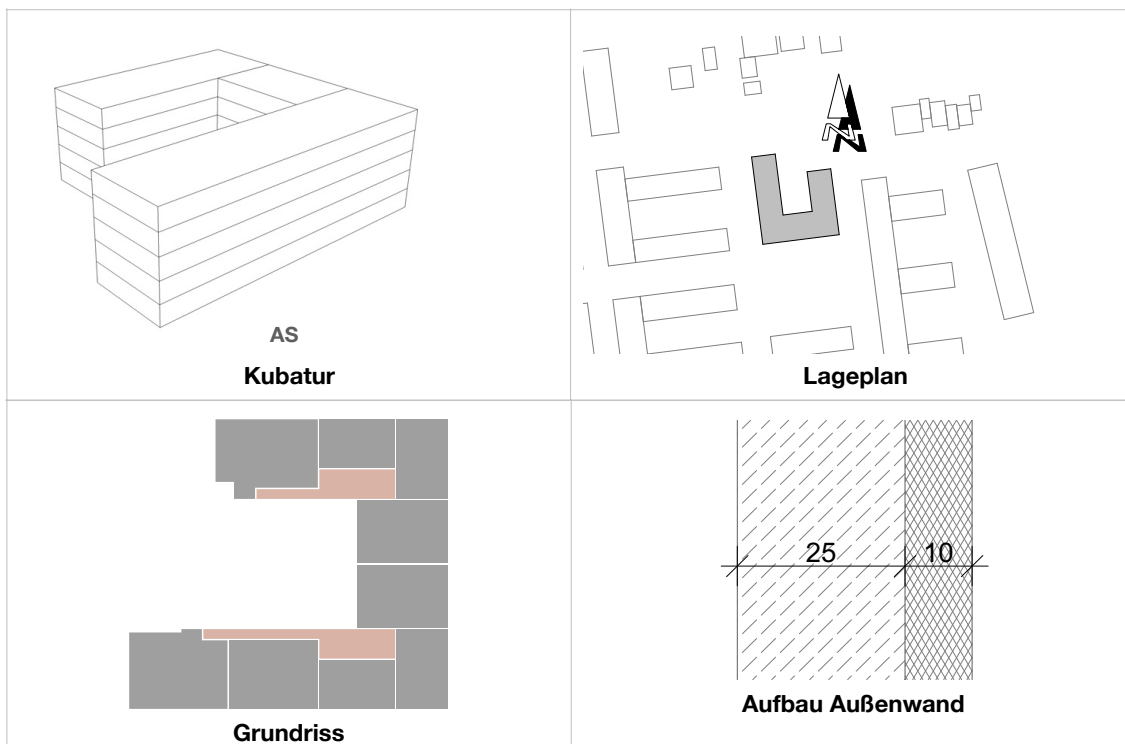


Abbildung 45: Überblick Objekt AS; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 6: Kennwerte Objekt AS; (Quelle: eigene Abbildung)

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V
AS_01	2006	5	45	31	3782,8	5746	15744	0,33

B

Ø 78,03 kWh/(m²a)

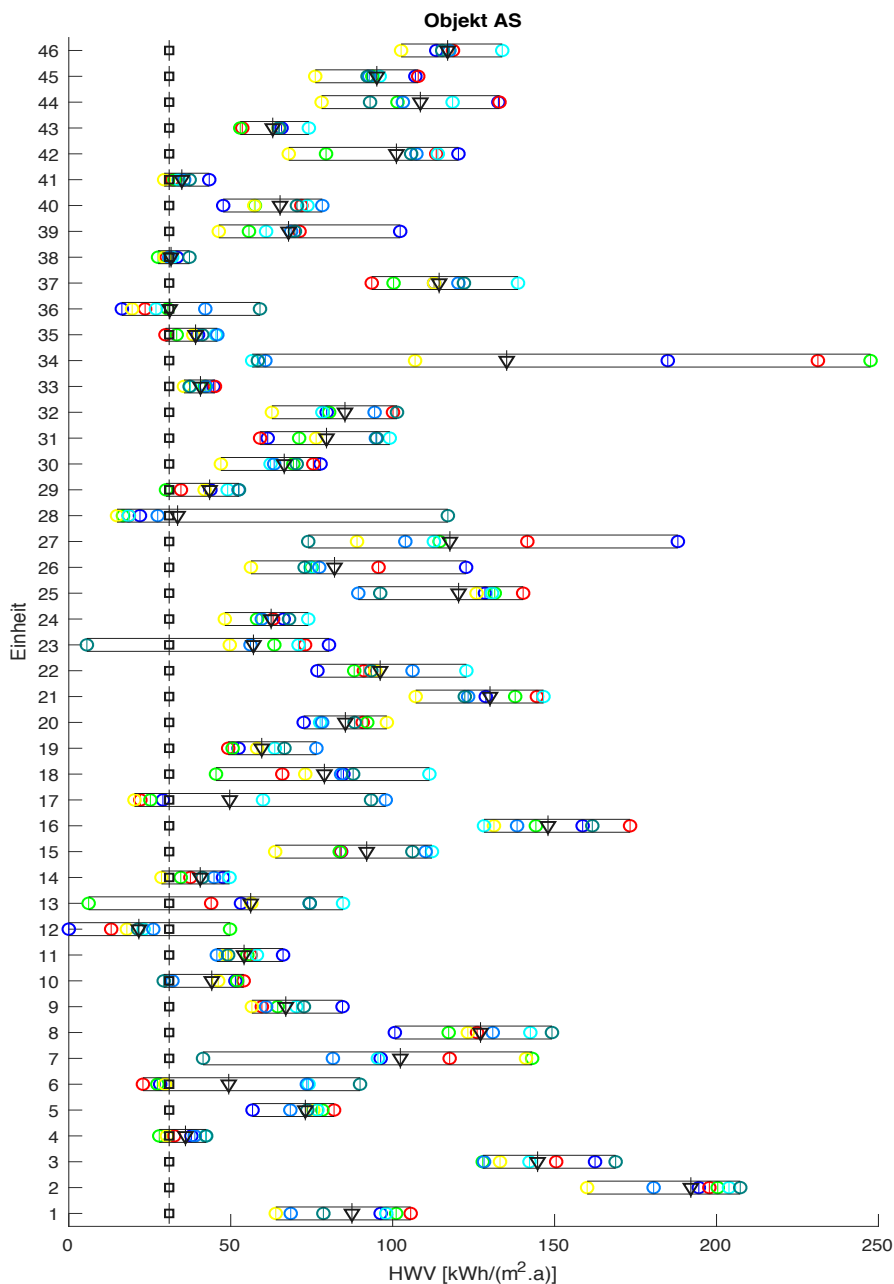


Abbildung 46: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; AS; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Fernwärme/ Heizkessel (Gas)

Die Auswertung des Heizwärmeverbrauches [HWV] am Objekt AS zeigt einen durchschnittlichen Wert von ca. 80 kWh/(m²a), bei einer im Energieausweis prognostizierten Energiekennzahl von 31 kWh/(m²a) (Tabelle 6). Das lässt sich darauf zurückzuführen, dass das

Warmwasser nicht in einem zentralen System, sondern in den jeweiligen Wohneinheiten erhitzt wird. Deshalb wird die gelieferte Energie für die Heizung und für die Warmwasseraufbereitung, zu unbekanntem Teil, verwendet. Auffällig ist zusätzlich die hohe Streuung der Verbräuche der einzelnen Wohneinheiten (Abbildung 46). Die durchschnittliche Gesamtenergie der letzten sieben Jahre beträgt 314.774 kWh. Bei einer beheizten Fläche von 3.782,85m² ergibt das einen Gesamtenergieverbrauch von 83,21 kWh/(m²a). Die Differenz zur Summe von Heizwärmeverbrauch [HWV] und Warmwasserwärmeverbrauch [WWWV] sind Verluste. Die grafische Auswertung anhand eines Regelgeschosses zeigt, dass innenliegende Wohnungen einen niedrigeren Energieverbrauch aufweisen als exponierte Eckwohnungen (Abbildung 47).



Abbildung 47: Graphische Darstellung HWV (Ø 2011-2017) OG2; AS; (Quelle: eigene Abb.)

Nachdem der Heizwärmeverbrauch [HWV] aufgrund der Kopplung mit dem Warmwasserwärmeverbrauch [WWWV] nicht gesondert ausgewertet werden kann, können keine expliziten Aussagen über das Heizverhalten getroffen werden. Die Summe der Durchschnittswerte kann aber der Summe aus HWB und WWWB gegenübergestellt werden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Gegenüberstellung Bedarfswerte – Durchschnittsverbrauchswerte; AS

	AS_01
HWB	31
WWWB	12,8
HWB+WWWB	43,8
HWV+WWWV	78,03

Durch die **hohe Anzahl der innenliegenden Wohnungen** kann der Heizwärmeverbrauch stellenweise geringgehalten werden. Jedoch sind das **ineffiziente Heizsystem**, die **unzureichende Wärmedämmung** (10cm) und die hohe Streuung im Nutzerverhalten ausschlaggebend für den insgesamt hohen Verbrauch.

Objekt BH

Die Siedlung BH befindet sich im außerstädtischen Gebiet an der Stadtgrenze zu Wien. Trotz der Zugehörigkeit zu einer größeren Wohnsiedlung, befinden sich die Objekte in einer exponierten Lage. Die Siedlung BH ist in einzelne Häuser bzw. Stiegen gegliedert. Stiege 1 ist mit vier Geschoßen (Gebäudeklasse 4) und 34 Wohneinheiten am größten. Die Stiegen 2 und 3 (Gebäudeklasse 3) zählen 14 und 11 Wohnungen. Der Siedlung sind ebenfalls zwei Reihen an zweigeschossigen Reihenhäusern zugeordnet (Abbildung 48).

Der Aufbau der Außenwände besteht aus 25cm **Porotherm-Hochlochziegelwänden** und einer 14cm starken EPS-Wärmedämmung. Der mittlere U-Wert aller Objekte beträgt zwischen 0,29 und 0,35 $W/(m^2K)$. Alle Objekte der Wohnanlage sind mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmetauschern ausgestattet.

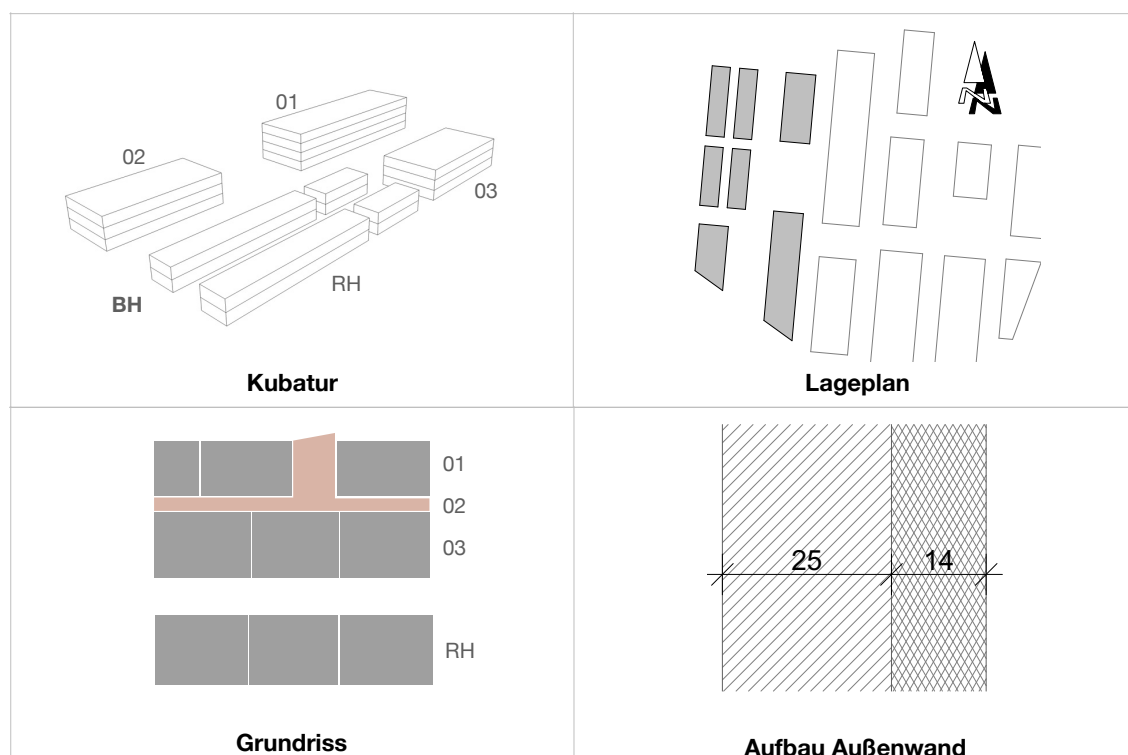


Abbildung 48: Überblick Objekt BH; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 8: Kennwerte Objekt BH

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
BH_01	2011	4	34	14,5	2511,5	3571	11599	0,33	A+
BH_02	2011	3	14	17,7	1067,6	1555	5197	0,42	A
BH_03	2011	3	11	18,9	846,1	1244	4175	0,44	A
BH_RH	2014	2	14	32,4	1401,9				B

Ø 48,26 kWh/(m²a)

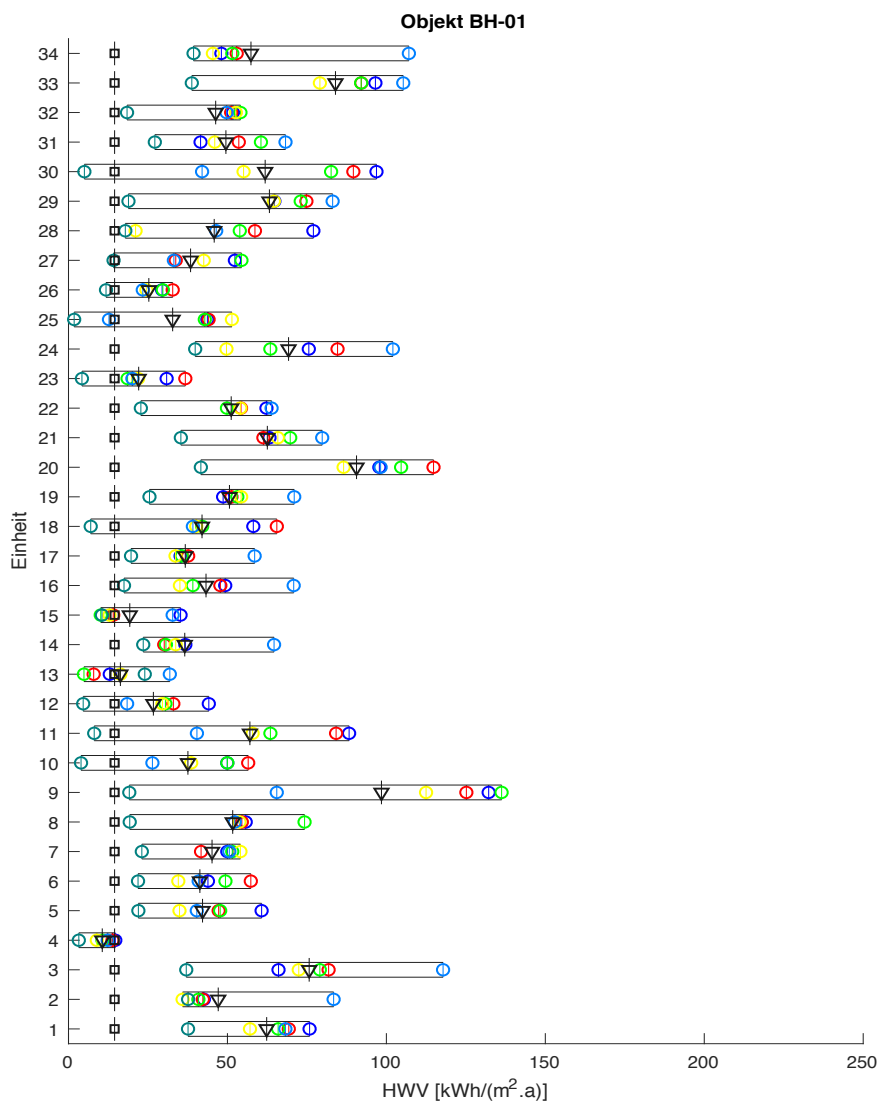


Abbildung 49: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m².a)]; BH_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Ø 52,13 kWh/(m²a)

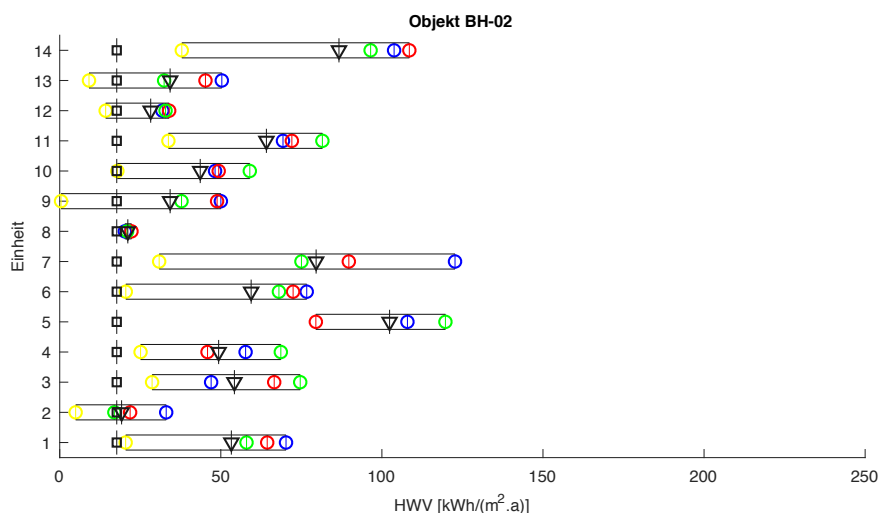


Abbildung 50: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; BH_02; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Ø 64,38 kWh/(m²a)

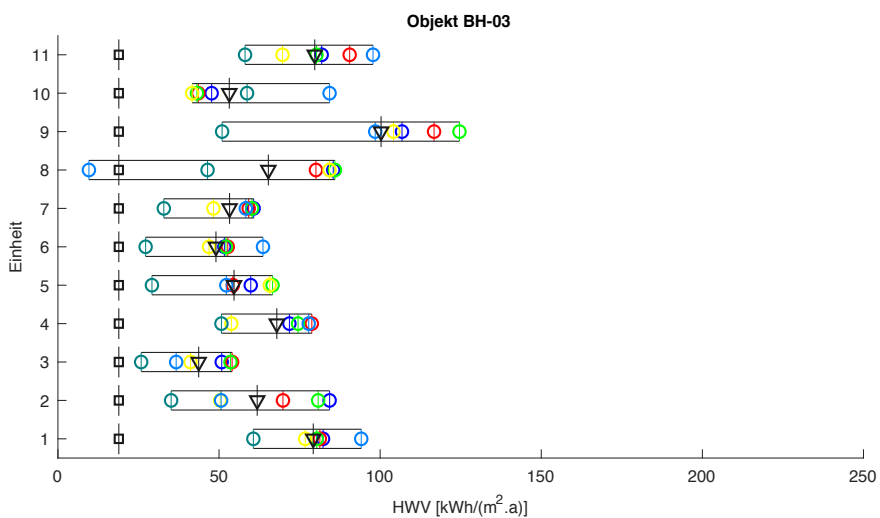


Abbildung 51: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; BH_03; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Ø 65,44 kWh/(m²a)

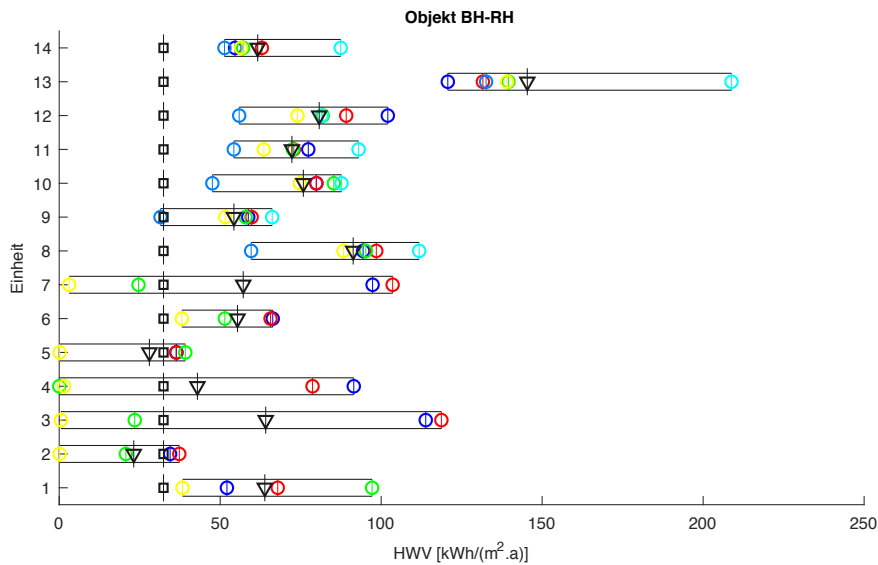


Abbildung 52: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; BH_RH; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Nah- und Fernwärme mit kontrollierter Wohnraumlüftung

Die Wohnanlage BH besteht aus vier Baukörpern, welche unterschiedliche Energiekennzahlen aufweisen. Zwischen 14,5 und 32,4 kWh/(m²a), also zwischen Energieklasse A+ und B, variieren die Werte aus den Energieausweisen (Tabelle 8).

Die Unterschiede in den ausgewerteten Energiewerten variieren jedoch weniger stark. Zwischen 48,26 und 65,44 kWh/(m²a) befinden sich die Verbrauchswerte der vier Stiegen.

Die Auswertung der Jahresabrechnungen ergibt, dass keine separate Abrechnung der verbrauchten Heizenergie, der Energie für die Warmwasseraufbereitung und der Energie für die kontrollierte Wohnraumlüftung erfolgt. Deshalb ergeben sich fälschlicherweise Werte, die stark von der Energiekennzahl abweichen (Abbildung 49, Abbildung 50, Abbildung 51, Abbildung 52). Man kann wie beim Objekt AS den realen Wert für den HWV nicht ablesen bzw. Vergleiche mit Wohnungen anderer Objekte anstellen. Deshalb müssen hier wiederum die Kennzahlen des Heizwärmebedarfs [HWB] und des Warmwasserwärmebedarfs [WWWB] zum Vergleich addiert werden. Die durchschnittlich verbrauchte Gesamtenergiemenge von HWV und WWV über die letzten sieben Jahre betragen 290.770,17 kWh. Das ergibt bei einer beheizten Fläche von 5.827,39 m² einen Wert von durchschnittlich ca. 50 kWh/(m²a).

Nachdem die vier Stiegen verschiedene Energiekennzahlen aufweisen, müssen diese getrennt angeführt werden (Tabelle 9).

Tabelle 9: Gegenüberstellung Bedarfswerte – Durchschnittsverbrauchswerte; BH

	BH_01	BH_02	BH_03	BH_RH
HWB	14,9	18,1	19,4	33,0
WWWB	12,8	12,8	12,8	12,8
HWB+WWWB	27,7	30,9	32,2	45,8
HWV+WWV	48,26	52,13	64,38	65,44

Bei allen Gebäuden der Siedlung ist ein Mehrverbrauch über den Zeitraum von sieben Jahren erkennbar. Trotz des nicht nachvollziehbaren Energieverbrauchs der Wohnraumlüftung wären die Werte vermutlich trotzdem erhöht.

Verbrauchstreibende Faktoren sind nicht eindeutig festzumachen, es können aber mögliche Indikatoren in Betracht gezogen werden.

Einen niedrigen Heizwärmeverbrauch begünstigt die **kompakte Bauweise** sowie das **wirksame Wärmedämmverbundsystem** (14cm EPS).

Negativ auf den Heizwärmeverbrauch wirken sich die **exponierte städtebauliche Lage**, das **Nutzerverhalten (viele Ausreißer)** sowie die **mittelschwere Bauweise** aus.

OBJEKT DP

Das Objekt DP wurde 1970 erbaut und besteht aus acht aneinandergereihten Bauteilen/Stiegen mit insgesamt 148 Wohneinheiten, die sich auf acht bzw. neun Stockwerke aufteilen. Das Objekt befindet sich in einem Außenbezirk von Wien und ist Teil eines Verbandes aus freistehenden Wohnsiedlungen in einem dünn besiedelten Gebiet

Durch den zentral liegenden Erschließungskern können in den Stiegen 3 bis 8 pro Geschoß zwei und bei den Stiegen 2 und 1 fünf bzw. vier Wohnungen erschlossen werden (Abbildung 53). Die durchschnittliche Wohnungsgröße beträgt ca. 69m².

Der spezifische Heizwärmebedarf der Bauteile liegt zwischen 37 und 56 kWh/(m²a) und somit in der Energieklasse B und im unteren Bereich von C. Die Bauweise wird im Energieausweis als **schwer** angegeben. Der Aufbau der Außenwände besteht aus einem 25cm starkem Hochlochziegelmauerwerk und einer 5cm EPS Wärmedämmung. Die A/V-Werte sind aufgrund der günstigen Anzahl der Stockwerke, sowie der annähernden Quaderform, niedrig. Die Bauteile 3 bis 7 sind an andere Bauteile angeschlossen und weisen somit einen niedrigeren A/V-Wert auf, als die restlichen Teile. Aufgrund dieses Umstandes ist ein niedriger Heizwärmebedarf zu erwarten, welcher sich im Energieausweis, mit dem Unterschied von einer Energieklasse, niederschlägt. (Tabelle 10)

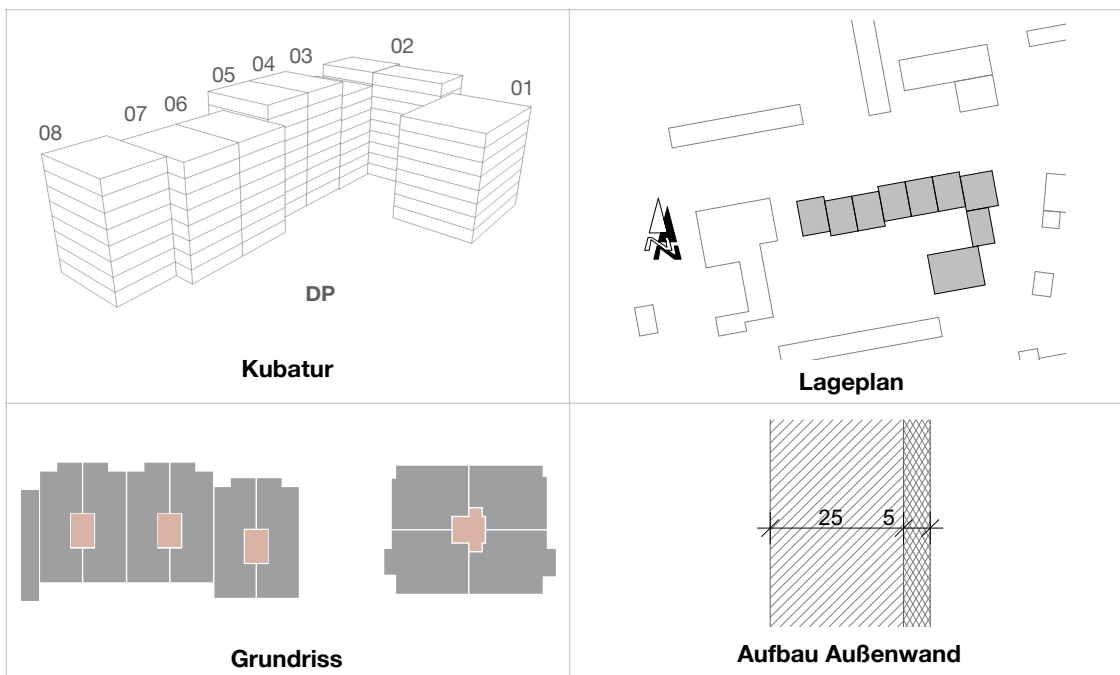


Abbildung 53: Überblick Objekt DP; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 10: Kennwerte Objekt DP

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
DS_01	1970	5	24	51,28	1826,54	2277,89	6454,05	0,33	C
DS_02	1970	5	40	56,67	2093,69	2905,39	8171,33	0,34	C
DS_03	1970	5	14	39,33	1030,18	1341,76	3785,68	0,24	B
DS_04	1970	5	14	37,4	1032,99	1336,16	3769,88	0,23	B
DS_05	1970	5	16	38,08	1204,49	1584,54	4456,8	0,23	B
DS_06	1970	5	16	38,58	1207,41	1573,12	4424,4	0,24	B
DS_07	1970	5	12	42,43	887,31	1141,44	3234,08	0,27	B
DS_08	1970	5	12	51,53	887,48	1154,88	3272,16	0,34	C

Ø 64,41 kWh/(m²a)

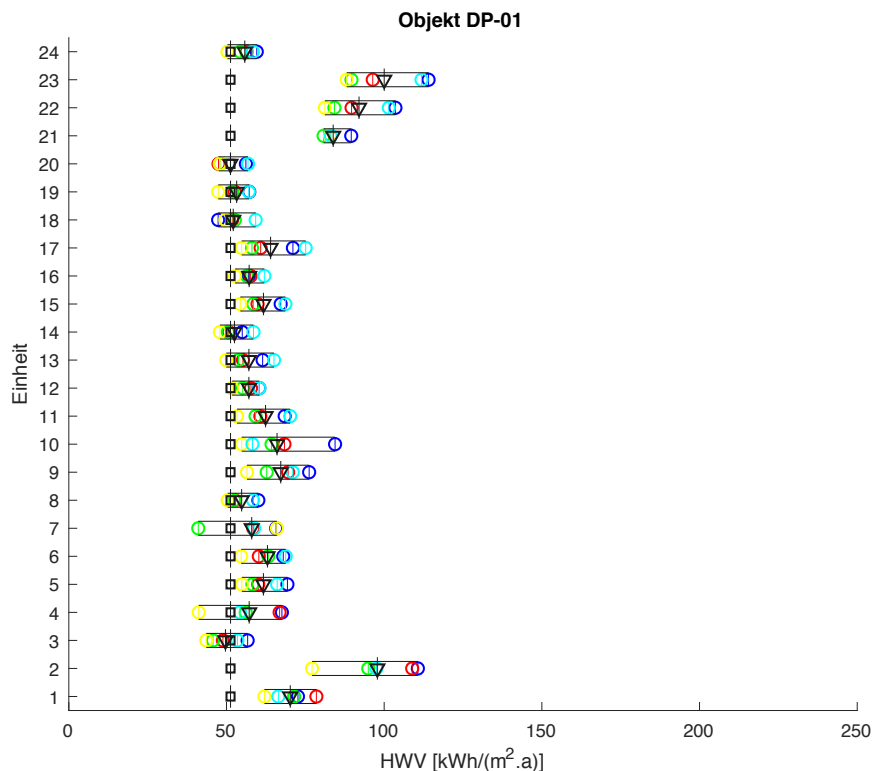


Abbildung 54: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m².a)]; DP_01; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Ø 73,10 kWh/(m²a)

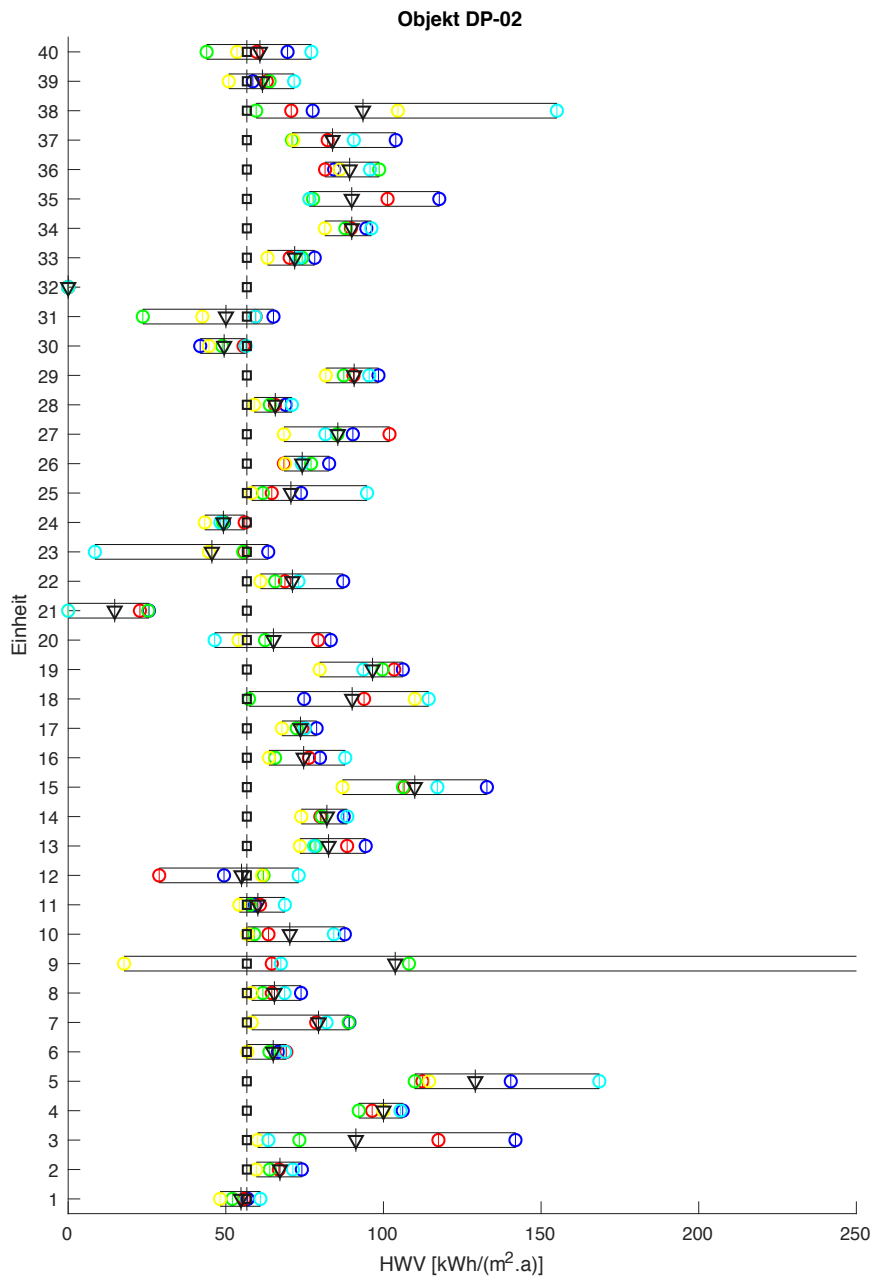


Abbildung 55: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; DP_02; 2013-2017; (Quelle: eigene

Abbildung)

Ø 59,91 kWh/(m²a)

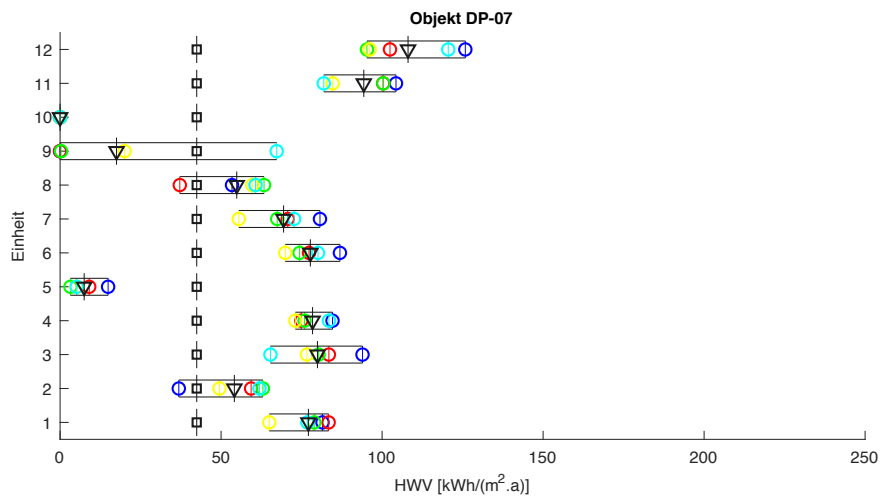


Abbildung 60: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; DP_07; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Ø 66,19kWh/(m²a)

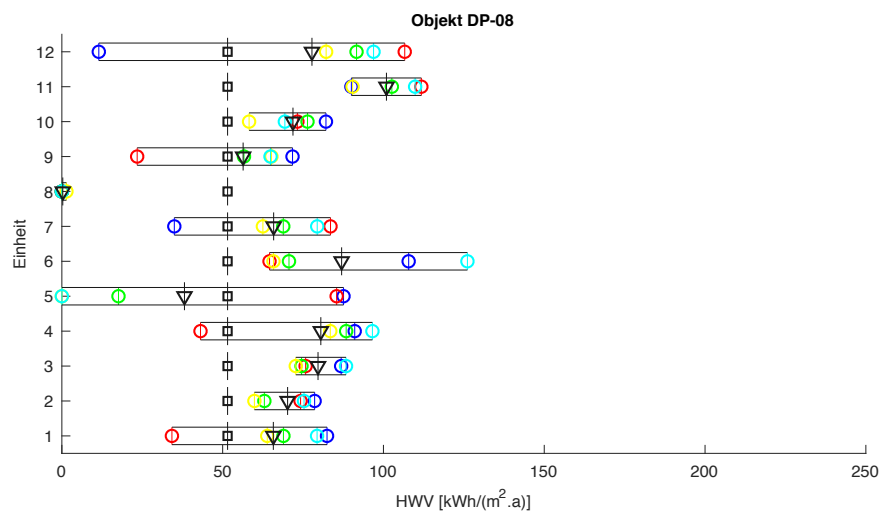


Abbildung 61: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; DP_08; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Nah- und Fernwärme

Die Wohnanlage DP verfügt über acht Baukörper die unterschiedlichen Energiekennzahlen aufweisen. Die durchschnittlich verbrauchte Gesamtenergiemenge für Heizung und

Warmwasser (inkl. Verluste) beträgt 105.2364 kWh/a. Bei einer beheizten Fläche von 10.170,11m² liegt der Energieverbrauch bei 103,5 kWh/(m²a). Nachdem die Anlage im Jahr 1970 erbaut wurde, entsprechen etliche Gebäudekomponenten nicht mehr den heutigen Vorschriften. So wird im 2012 ausgestellten Energieausweis eine Reihe von Empfehlungen von Maßnahmen gem. OIB Richtlinie 6 festgehalten. Zur Verbesserung der Qualität der Gebäudehülle wird die Anbringung einer zusätzlichen Wärmedämmung empfohlen, um den bestehenden U-Wert von 0,5 W/(m²K) auf mindestens 0,35 W/(m²K) zu verringern. Weiters wird die Anbringung einer Wärmedämmung an Gebäudeteilen wie der Kellerdecke oder der Decke über Durchfahrten und Decken zu unbeheizten Dachräumen dringend angeraten.

Diese Empfehlungen sind in der Auswertung des Energieverbrauches leicht ersichtlich. Besonders stark machen sich die Folgen von ungedämmten Bauteilen in der Stiege 01 bemerkbar. Hier weist das unterste sowie das oberste Geschoss einen auffällig hohen Heizwärmeverbrauch [ca. 84kWh/(m²a)] im Vergleich mit den restlichen Geschossen [ca. 58 kWh/m²a] auf (siehe Abbildung 54 ab Wohneinheit 21). In den übrigen Bauteilen lässt sich diese Tendenz ebenso ansatzweise erkennen. (Abbildung 55, Abbildung 56, Abbildung 57, Abbildung 58, Abbildung 59, Abbildung 60, Abbildung 61)

Tabelle 11: Gegenüberstellung HWB- Ø HWV; DP_01 – DP_08

	DP_01	DP_02	DP_03	DP_04	DP_05	DP_06	DP_07	DP_08
HWB	51,28	56,67	39,33	37,40	38,08	38,58	42,43	51,53
HWV	64,41	73,10	63,65	62,53	55,84	73,56	59,91	66,19

Die Auswertung der einzelnen Baukörper ergibt jeweils einen mäßig erhöhten Heizwärmeverbrauch [HWV] im Vergleich zum errechneten Heizwärmebedarfs [HWB] (Tabelle 11).

Verantwortlich für einen niedrigen Heizwärmeverbrauch sind die **kompakte Bauweise**, die **hohe Anzahl der innenliegenden Wohnungen** sowie das **ideale Nutzerverhalten** mit wenig Ausreisern nach oben.

Negativ hingegen wirken sich exponierte Wohnungen, **ungedämmte Bauteile** und die allgemein **unzureichende Wärmedämmung** auf den Heizwärmeverbrauch aus.

Objekt FM

Das Objekt FM liegt in einem Randbezirk an der Stadtgrenze Wiens. Das umliegende Gebiet ist dünn bis mäßig bebaut. Es wurde 2008 erbaut und besteht aus 3 Bauteilen, welche aus insgesamt 47 Wohneinheiten bestehen. In Bauteil 1 befinden sich auf vier oberirdischen Geschoßen 31 Einheiten, welche über fünf Stieghäuser erschlossen werden. Bauteil 2 und 3 bestehen aus Maisonetten, die sich über drei Geschoße erstrecken, welche eine durchschnittliche Größe von ca. 125m² aufweisen. 95m² beträgt dieser Durchschnittswert bei Bauteil 1.

Die Konstruktion besteht vorwiegend aus **Stahlbeton** und ist einer **schweren** Bauweise zuzuordnen. Trotz der Dämmstärken von 20cm (bei Bauteil 2) und 16cm (bei Bauteil 2 und 3) (Abbildung 62), liegt der spezifische Heizwärmebedarf zwischen 41 und 48 kWh/(m²a) und somit im oberen Bereich der Energieklasse B (Tabelle 12). Dies ist vorrangig dem hohen Glasanteil in den Fassaden mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten von 1,4 W/(m²K), sowie dem ungünstigem A/V-Wert zuzuschreiben. Das Objekt ist ebenfalls nicht an eine Fernwärmeleitung angeschlossen.

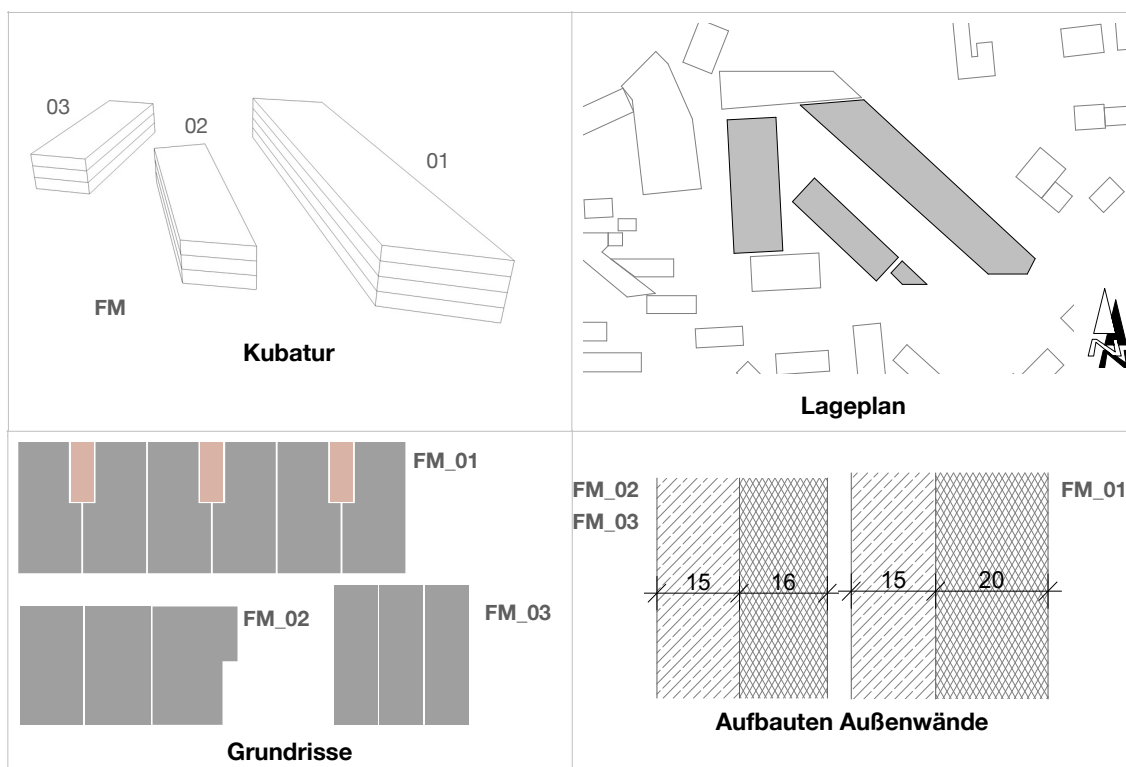


Abbildung 62: Überblick Objekt FM; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 12: Kennwerte Objekt FM

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
FM_01	2008	4	31	46,37	2960,25	3524,5	10981,1	0,46	B
FM_02	2008	3	6	47,68	751,51	926,57	2888,05	0,58	B
FM_03	2008	3	10	41,36	1252,24	1546,45	4737,24	0,49	B

Ø 44,73 kWh/(m²a)

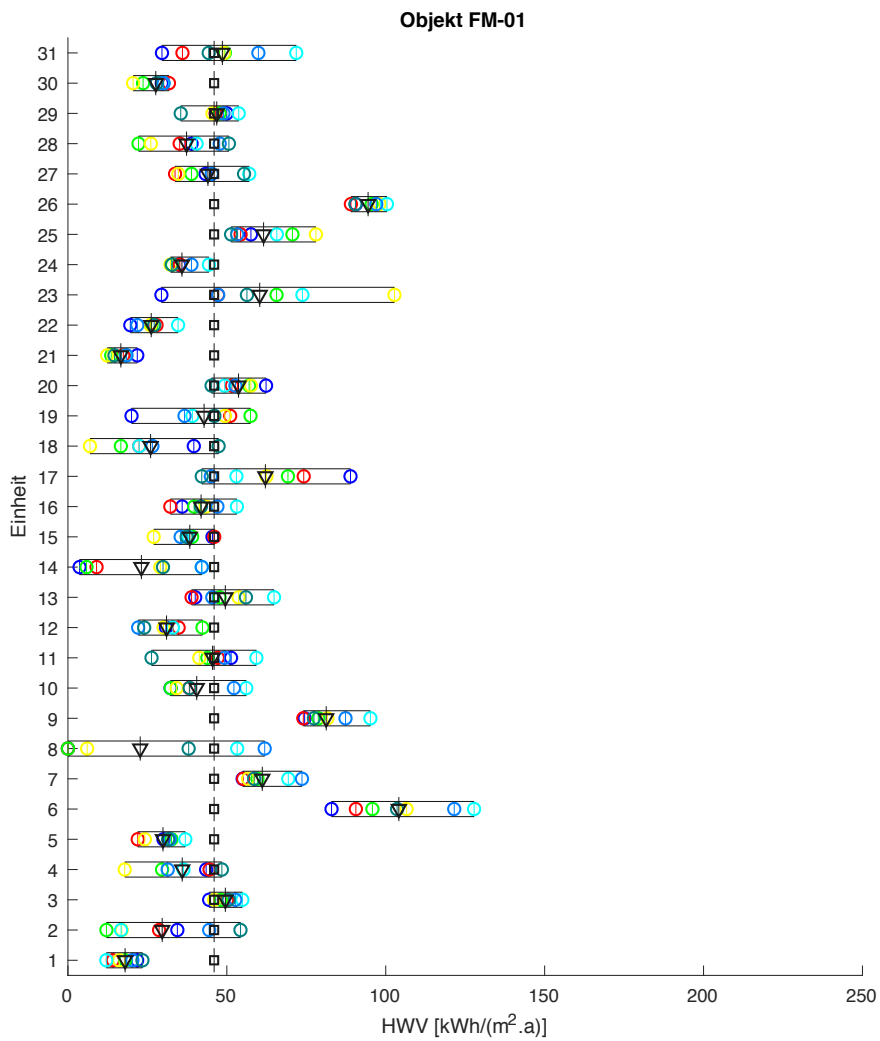


Abbildung 63: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m².a)]; FM_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Ø 68,41 kWh/(m²a)

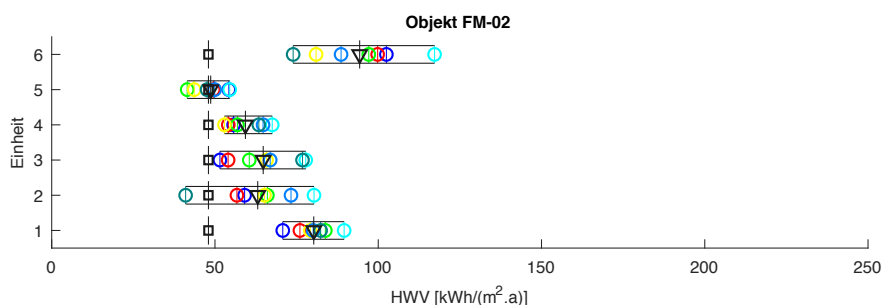


Abbildung 64: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; FM_02; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Ø 70,45 kWh/(m²a)

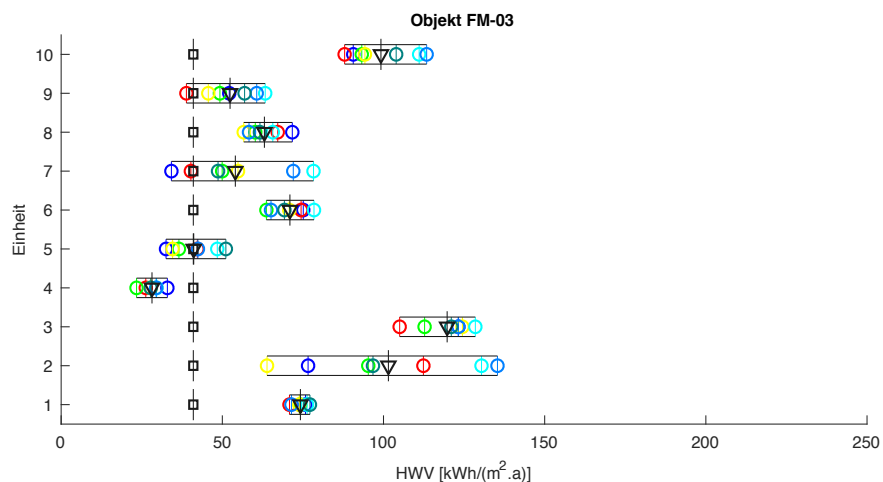


Abbildung 65: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; FM_03; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Verbauchsanalyse

Heizung: Heizkessel (Gas)

Auf den ersten Blick auffallend sind die hohen Energiekennzahlen für eine Anlage, die in der letzten Dekade erbaut wurde. Im Energieausweis werden diese Werte mit dem erhöhten A/V-Wert, dem Anteil der ungedämmten Bauteilen zu unbeheizten Räumen, sowie der fehlenden Anbindung an die Fernwärme erklärt. Tatsächlich liegt aber der A/V-Wert von 0,46 bis 0,58, sowie der mittlere U-Wert von 0,35 W/(m²K) im Vergleich nicht erwähnenswert höher, teils

sogar niedriger, als der Durchschnitt der untersuchten Objekte. Die Auswertung des Energieverbrauchs (Heizung, Warmwasser, Verluste) über die letzten sieben Jahre ergibt einen Jahresenergieverbrauch von durchschnittlich 453.569,93 kWh/a bei einer beheizten Fläche von 4.963,99m². Das ergibt einen Energiebedarf von 91,37 kWh/(m²a).

In der Auswertung des Heizwärmeverbrauchs [HWV] zeigen sich eklatante Unterschiede zwischen den verschiedenen Bauteilen (Abbildung 63, Abbildung 64, Abbildung 65).

Tabelle 13: Gegenüberstellung HWB- Ø HWV; FM_01 – FM_03

	FM_01	FM_02	FM_03
HWB	46,37	47,68	41,36
HWV	44,73	68,41	70,45

Im Bauteil FM-01 ist der Durchschnittswert des Heizwärmeverbrauchs [HWV] der letzten sieben Jahren sogar niedriger als der prognostizierte Heizwärmebedarf [HWB]. In den Bauteilen in FM-02 und 03 (Tabelle 13) ist zeitgleich ein deutlicher Mehrverbrauch zu beobachten. Ursachen für diese Unterschiede liegen möglicherweise in der Wohnungsart. Der Bauteil 1 besteht aus klassischen Wohneinheiten, die beiden anderen aus Maisonetten ohne Unterkellerung, wobei der Anteil der schlecht gedämmten Bauteile (gegen Erdreich, gegen Dach oder Dachräume) höher zu sein scheint. Zusätzlich ist das Wärmedämmverbundsystem bei den Bauteilen 02 und 03 mit 16cm um 4cm schwächer als das von Bauteil 1.

Positiv auf den Heizwärmeverbrauch wirken sich das **stärker dimensionierte Wärmedämmverbundsystem (20cm)** und das **Nutzerverhalten** bei FM_01 aus. Des Weiteren neigen **innenliegende Wohnungen** in allen drei Bauteilen zu einem niedrigen Verbrauch.

Für einen hohen Heizwärmeverbrauch zeigen sich die **geringer dimensionierte Wärmedämmung (16cm)** und **ungedämmte Bauteile** in FM_02 und FM_03 verantwortlich. Zusätzlich wirkt sich der **fehlende Fernwärmeanschluss** ebenfalls negativ auf den Verbrauch aus.

OBJEKT JB

Das Objekt JB wurde 1988 erbaut und befindet sich im innerstädtischen Gebiet von Wien, ist aber an keine anderen Gebäude angebaut. Die Wohnanlage besteht aus zwei Bauteilen bzw. drei Stiegen die sich über vier oberirdische Geschoße erstrecken (Abbildung 66). Stiege JB01 gliedert sich in 12 Maisonetten und 4 weitere Wohnungen. Stiege 2 und 3 sind unter JB02 zusammengefasst und beinhalten 24 Wohneinheiten (Tabelle 14). Die Wohnungen sind in JB01 durchschnittlich 84m² und in JB02 63m² groß. Die Bauteile unterscheiden sich auch in der Erschließung. Die Maisonetten in JB01 sind im Erdgeschoß separat und im zweiten Obergeschoß durch einen offenen Laubengang zu erschließen. Die Wohneinheiten in JB02 werden durch zwei zentral gelegene Stiegenkerne erschlossen. Der Aufbau der Außenwand besteht aus einem **Durisol-Normalwandstein** mit der Stärke von 25cm und einer 5cm starken Dryvit (Mineralwolle) Wärmedämmung. Die U-Werte der Außenfenster der Wohnanlage betragen zwischen 1,3 und 1,8 W/(m²K). Der mittlere U-Wert des gesamten Gebäudes beträgt 0,63 W/(m²K).

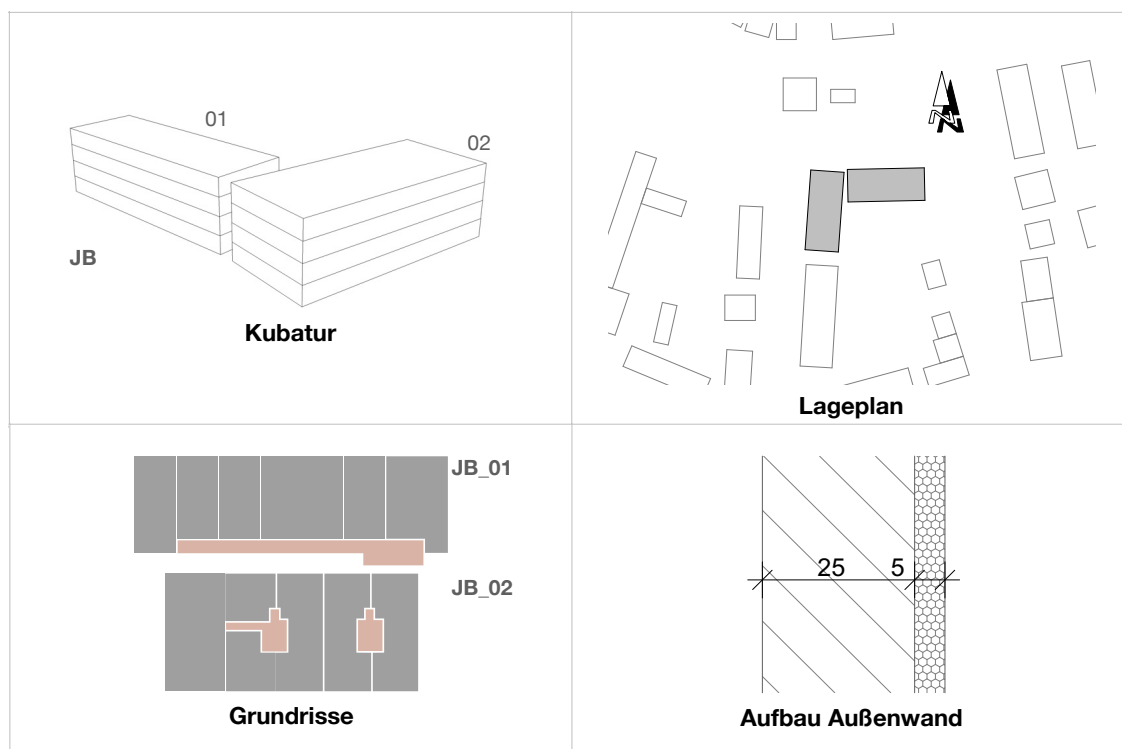


Abbildung 66: Überblick Objekt JB; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 14: Kennwerte Objekt JB

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
JB_01	1988	4	16	56,1	1347,56	1758,78	5175,39	0,40	C
JB_02	1988	4	24	56,67	1530,82	1992,53	6046,78	0,37	C

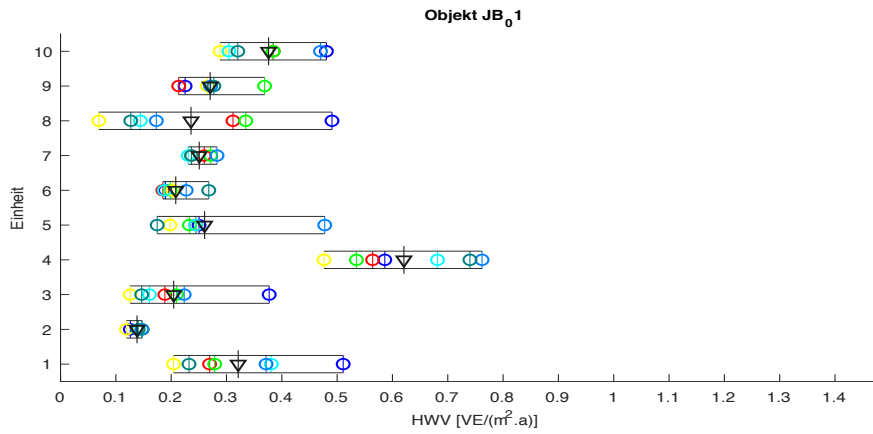


Abbildung 67: Heizwärmeverbrauch [VE/(m²a)]; JB_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

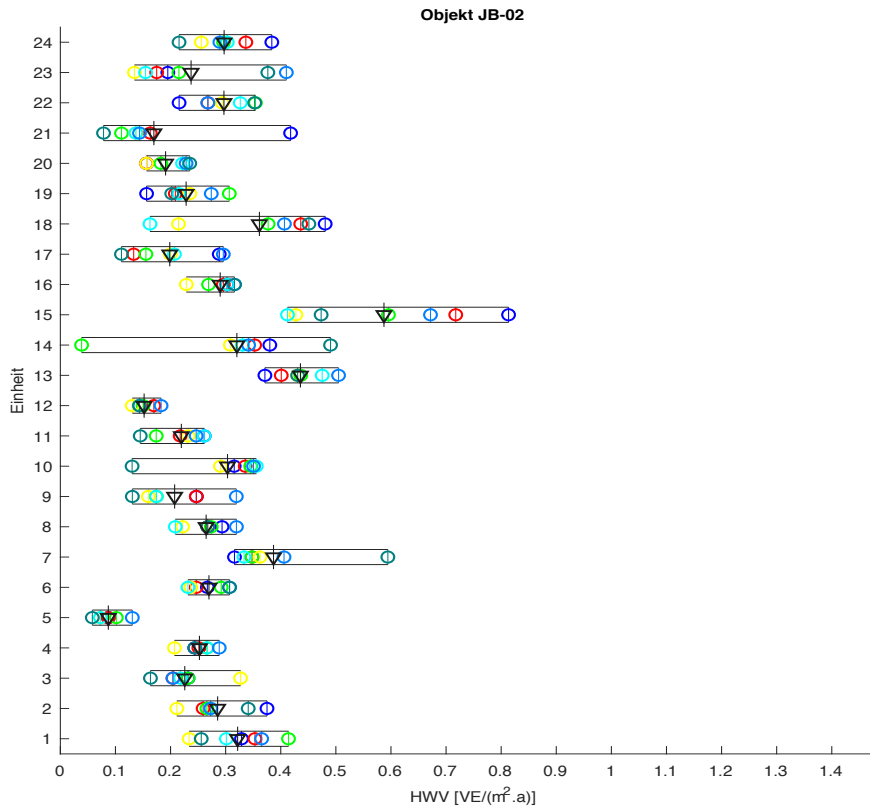


Abbildung 68: Heizwärmeverbrauch [VE/(m²a)]; JB_02; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Heizkessel (Gas)/ Kombithermen

Die Abrechnung in diesem Gebäude erfolgt durch Verbrauchseinheiten [VE] (Abbildung 67, Abbildung 68) und nicht durch Kilowattstunden [kWh], wodurch der Vergleich mit Wohnungen anderer Objekte nicht möglich ist. Die Heizung und Warmwasseraufbereitung erfolgt mit Gaskombithermen in den jeweiligen Wohneinheiten. Die verbrauchte Gesamtenergiemenge (Heizung, Warmwasser, Verluste) in den letzten sieben Jahren beträgt 200.127,29 kWh/a (JB_01: 94.335,23, JB_02: 105.792,06). Das entspricht bei einer beheizten Fläche von 2.876,42 m² einem Energiebedarf von durchschnittlich 69,58 kWh/(m²a). Der Energieverbrauch für Heizung und für die Warmwasseraufbereitung ist ebenfalls nicht getrennt abgerechnet, wodurch, zum Vergleich mit den Werten aus dem Energieausweis, der HWB und der WWWB gemeinsam herangezogen werden muss.

Tabelle 15: Gegenüberstellung Bedarfswerte – Durchschnittsverbrauchswerte; JB_01 – JB_02

	JB_01	JB_02
HWB	58,88	59,17
WWWB	12,78	12,78
HWB+WWWB	71,66	71,95
HWV+WWWV	70,00	52,13

Die Auswertung zeigt also, dass sich der Durchschnittswert der letzten sieben Jahr sogar leicht unter den prognostizierten Werten aus dem Energieausweis befindet (Tabelle 15). Zwar werden im 2012 ausgestellten Energieausweis Empfehlungen zur Verbesserung der thermischen Gebäudehülle, insbesondere die Verbesserung der Dämmung von erdberührten Bauteilen sowie Bauteilen zu unbeheizten Räumen empfohlen.

Die ausschlaggebenden Faktoren sind also die **solide Baumasse**, die im Verbund mit dem Heizsystem ein **funktionierendes System** zu bilden scheint. Zusätzlich sind nur **wenige Ausreißer** nach oben zu beobachten.

Negativ auf den Verbrauch wirken sich jedoch die **geringe Wärmedämmung (5cm)** sowie **ungedämmte Bauteile** aus. Ebenfalls ist das Objekt **nicht an die Fernwärme angeschlossen**.

OBJEKT KF

Die Wohnanlage KF wurde 2012 fertiggestellt, befindet sich an der Stadtgrenze zu Wien und besteht aus drei Bauteilen bzw. Stiegen. Die Bauteile sind jeweils drei oberirdische Geschosse hoch und beinhalten insgesamt 46 Wohneinheiten. In KF01 befinden sich 11 ca. 80m² große Maisonetten, welche im Erdgeschoß und erstem Obergeschoß über einen offenen Laubengang erschlossen werden und 9 ca. 75m² große Wohnungen im zweiten Obergeschoß. Der Bauteil KF02 ist mit einem Anteil von fünf Maisonetten ähnlich gegliedert. (Abbildung 69)

Der Aufbau der Außenwände gliedert sich in 25cm starke **Durisol-Holzspanbeton-Mantelsteinwände** und 14cm starken EPS-F Wärmedämmplatten, welche einen U-Wert von 0,24 aufweisen. Der mittlere U-Wert von KF01 beträgt 0,33 W/m²K, der von KF02 beträgt 0,31 W/m²K. Die beiden Bauteile verfügen ebenfalls über eine kontrollierte Wohnraumlüftung. Durch die hohen A_v-Werte konnte trotz der vorteilhaften Gebäudekomponenten eine bessere Energieklasse nicht erreicht werden.

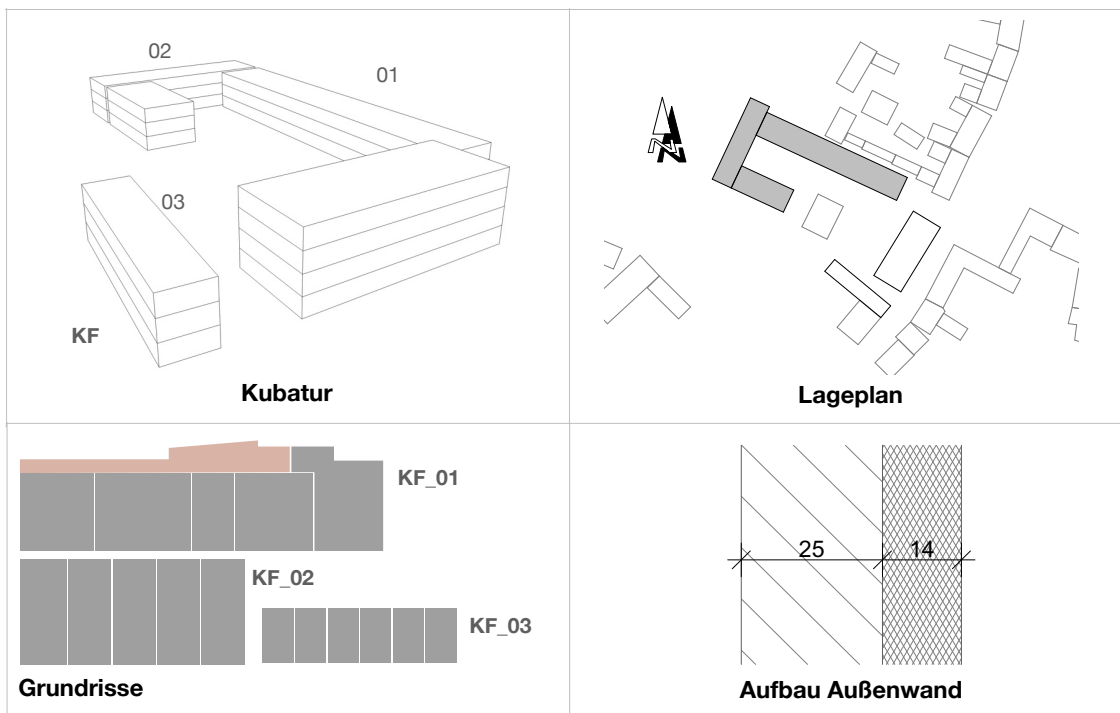


Abbildung 69: Überblick Objekt KF; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 16: Kennwerte Objekt KF

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
KF_01	2013	3	20	22,2	1525,11	1982	6394	0,49	A
KF_02	2012	3	21	23,4	1560,52	1139	3644	0,48	A
KF_03	2012	3	5	29	415,63	560	1819	0,58	B

Ø 47,01 kWh/(m²a)

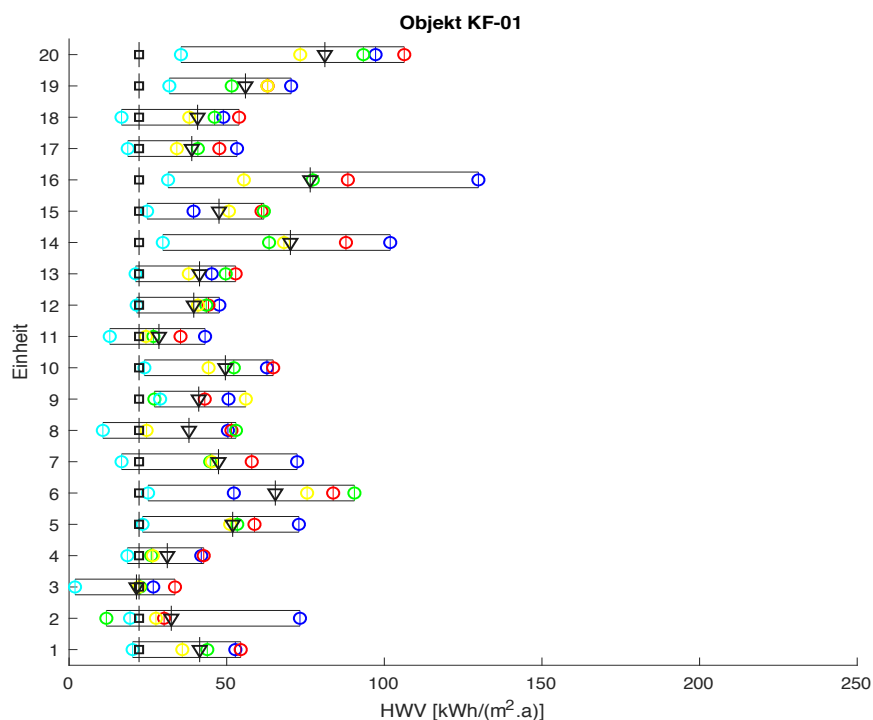


Abbildung 70: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KF_01; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Ø 56,12 kWh/(m²a)

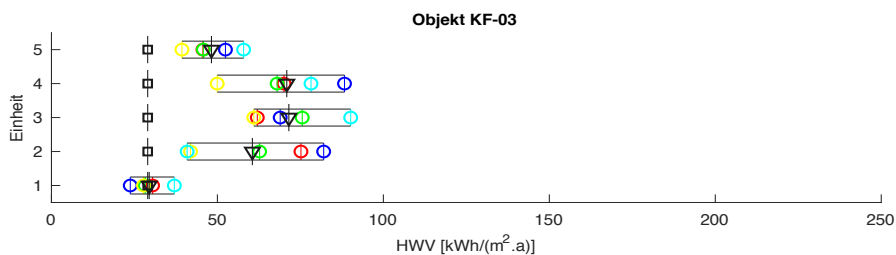


Abbildung 71: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KF_03; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Ø 39,79 kWh/(m²a)

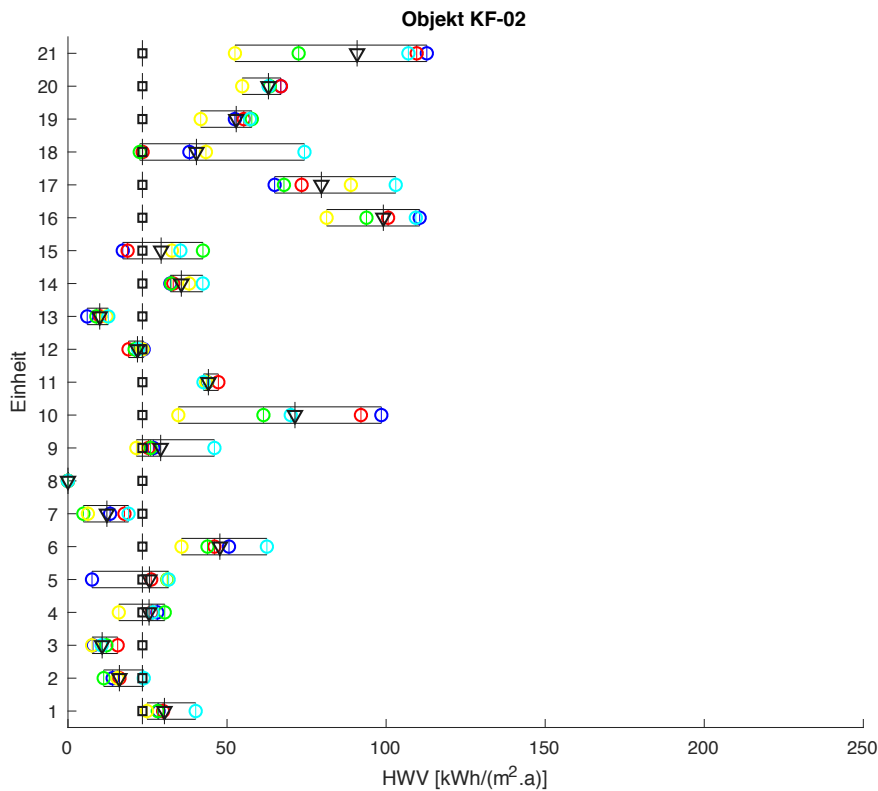


Abbildung 72: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KF_02; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Heizkessel (Pellets)

Die Wohnanlage KF besteht aus drei Bauteilen die 2012 fertiggestellt wurden. Die Energiekennzahlen von 22 bis 29 kWh/(m²a) bedeuten die Energieklassen A (<25 kWh/(m²a)) bzw. B (<50 kWh/(m²a)) (Tabelle 16). Die durchschnittlich verbrauchte Energiemenge für Heizung, Warmwasser und die kontrollierte Wohnraumlüftung beträgt 347.577,42 kWh/a. Das bedeutet bei einer beheizten Fläche von 4.409,99m², einen Energieverbrauch von 78,82 kWh/(m²a). Die Anlage verfügt über eine Pelletheizung, sowie einer Wärmerückgewinnungsanlage. Der ausgewertete Heizwärmeverbrauch [HWV] der einzelnen Bauteile weist große Differenzen zum prognostizierten Heizwärmebedarf [HWB] auf (Abbildung 70, Abbildung 71, Abbildung 72). Ebenfalls auffallend ist die hohe Schwankungsbreite der Werte über den Zeitraum der letzten fünf Jahre (Abrechnungen von 2011 und 2012 waren nicht vorhanden). Besonders beim Bauteil KF_01 ist zwischen dem Jahr

2014 und 2017, (2013 wird außer Acht gelassen, da erst im Laufe des Jahres die Beziehung der Wohnungen stattgefunden hat) wo eine Steigerung der Heizenergieverbrauchs um knapp 40% zu beobachten ist (67.503,5 kWh/a - 92.704,9 kWh/a).

Tabelle 17: Gegenüberstellung HWB- Ø HWV; KF_01 – FKF_03

	KF_01	KF_02	KF_03
HWB	22,20	23,40	29,00
HWV	47,01	39,79	56,12

Die Auswertung des HWV ergibt für alle drei Bauteile einen Durchschnittswert der relevanten letzten Jahre, der wesentlich höher ausfällt als der prognostizierte HWB (Tabelle 17). Die Ursachen dafür sind nicht eindeutig festzumachen. Wie schon in vorigen Objekten kann man auch hier festhalten, dass Maisonetten einen tendenziell höheren Energieverbrauch aufweisen. Man kann des Weiteren davon ausgehen, dass die Heizung in Kombination mit der Wohnraumlüftung nicht optimal aufeinander abgestimmt sind.

Der hohe Anteil von Außenfläche (mind. dreiseitig in KF_01: Decke zu Keller oder Dach, Fassade, Laubengang), scheinen einer der Faktoren für einen höheren HWV zu sein.

Bei einer Außenthermographie im Zuge eines thermographischen Messberichtes wurde festgestellt, dass Wärmebrücken im Bereich von Plattenfassaden bei KF_01 durch die Metallunterkonstruktion verursacht werden. (bauXund, 2010)

Ein Faktor der sich auf den Heizwärmeverbrauch positiv auswirken sollte, ist die **Pelletheizung**, jedoch überwiegen Faktoren wie **Wärmebrücken, hoher Glasanteil in der Fassade** und eine **nicht optimale Abstimmung der Heizung und Lüftung**, die den Verbrauch negativ beeinflussen. Zusätzlich ist der **Anteil der innenliegenden Wohnungen sehr gering**.

OBJEKT KE

Die Wohnanlage KE befindet sich in einem Randbezirk von Wien und wurde 2007 fertiggestellt. Sie besteht aus 10 verschiedenen Bauteilen mit insgesamt 16 Stiegen. Die Lage in dem dünnbesiedelten Gebiet ist als exponiert zu bezeichnen (Abbildung 73). In den jeweiligen Stiegen finden zwischen 10 und 45 Wohneinheiten Platz. Die Erschließung erfolgt meist über zentrale Stiegenhauszonen und Gänge. Eine Ausnahme bildet Stiege KE_10 welche über einen zentralen Atriumhof mit offenem Laubengang erschlossen wird. Aus diesem Grund ist bei dieser Stiege der A/V- Wert und die Energiekennzahl leicht erhöht (Tabelle 18). Die erhöhten Werte bei KE_16 sind der geringen Gebäudehöhe (vier Geschoße) geschuldet. Der Großteil, also 12 der 16 Stiegen, sind fünf-geschossig, KE_05, 06 und 07 sind zehn Geschoße hoch. Die Wohneinheiten in KE_06 erstrecken sich über sechs Geschoße.

Die ähnlichen Werte der Bauteile im Energieausweis lassen auf einen gleichen Baustandard schließen. Der Aufbau der Außenwände aller Bauteile besteht aus einer 15cm starken „**Mischek Bio-Wand**“ (Beton mit Ziegelsplittzuschlag) und einer 12cm starken EPS-F Wärmedämmung. Die Stiegen KE_03 und KE_07 sind mit Brücken verbunden, in denen sich ebenfalls Wohneinheiten befinden. Dessen Konstruktion besteht aus Stahlbetonscheiben mit 15cm Stärke als Hauptträgersystem. Die Außenwände bestehen aus einer **hinterlüfteten Holzriegelkonstruktion** mit einer Gesamtstärke von 26cm. Die mittleren U-Werte betragen zwischen 0,32 und 0,57 W/(m²K).

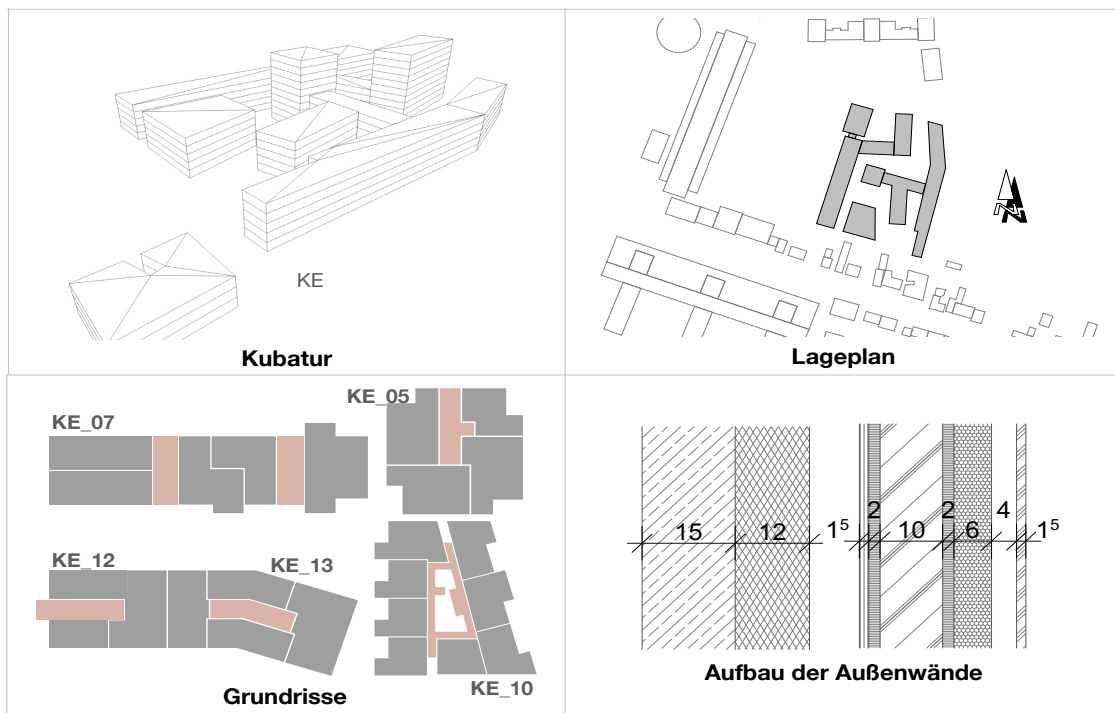


Abbildung 73: Überblick Objekt KE; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 18: Kennwerte Objekt KE

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
KE_01	2007	5	12	35,4	1066,3	1360,07	3961,92	0,36	B
KE_02	2007	5	12	32,1	1090,67	1379,38	4020,64	0,31	B
KE_03	2007	5	12	32,1	1090,89	1379,38	4020,64	0,31	B
KE_04	2007	5	57	33,1	4584,84	4983,91	14429,25	0,32	B
KE_05	2007	5	33	35	2480,85	3329,75	331,41	0,34	B
KE_06	2007	5	45	37,3	3689,82	4997,51	14425,86	0,34	B
KE_08	2007	5	23	40,3	2276,76	3036,18	8885,82	0,4	B
KE_10	2007	5	39	41,9	3384,03	3937,55	11491,53	0,44	B
KE_11	2007	5	20	37,9	1562,78	2049,58	5991,58	0,36	B
KE_12	2007	5	15	35,8	1173,75	1579,37	4617,81	0,35	B
KE_13	2007	5	15	34,3	1281,13	1771,67	5216,76	0,33	B
KE_14	2007	5	31	38,8	2165,74	2923,26	8636,77	0,4	B
KE_16	2007	4	10	43,5	989,12	1291,15	3889,24	0,5	B

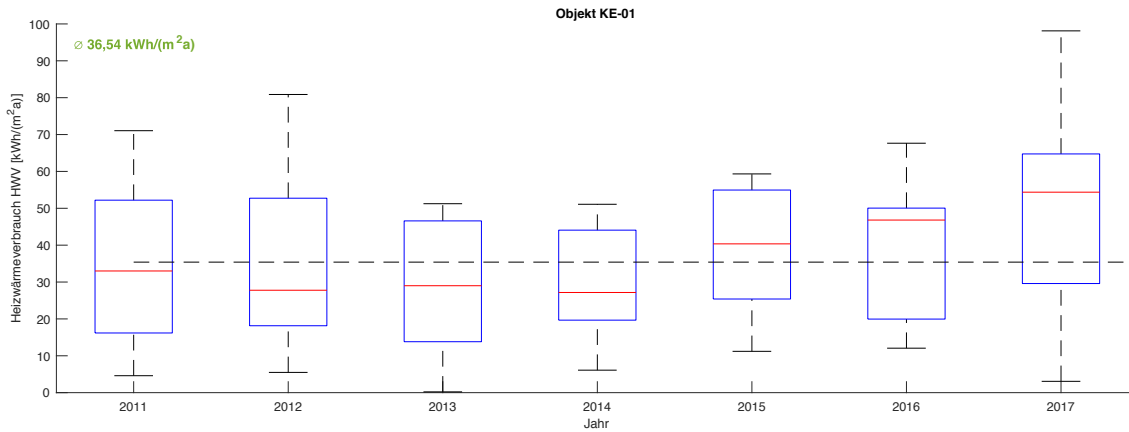


Abbildung 74: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

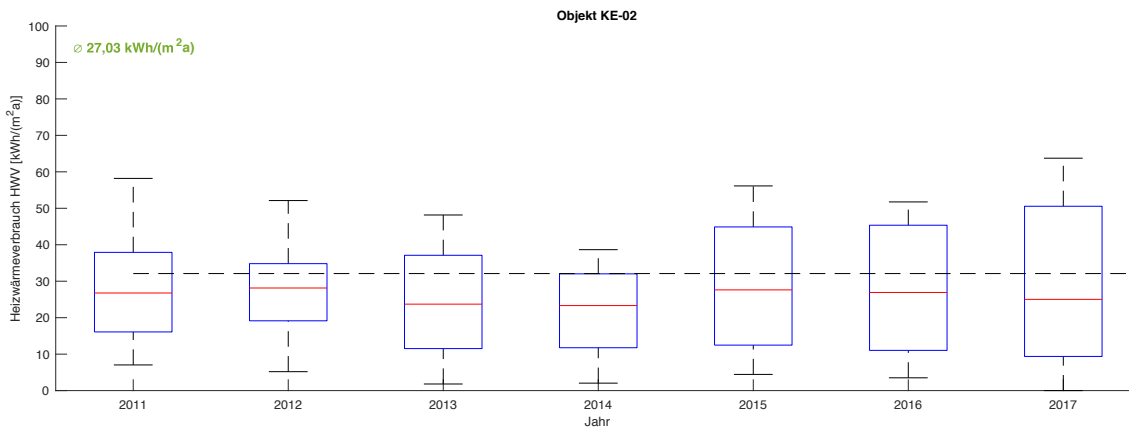


Abbildung 75: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_02; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

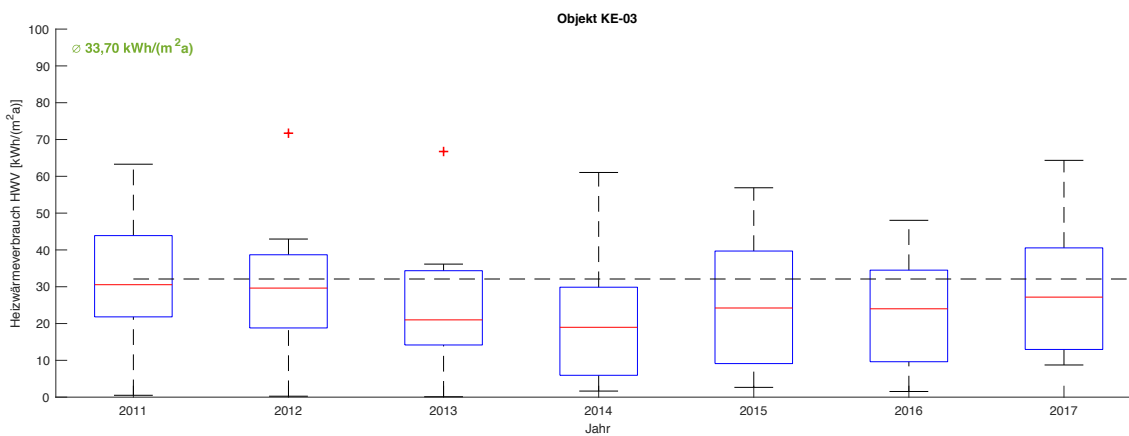


Abbildung 76: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_03; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

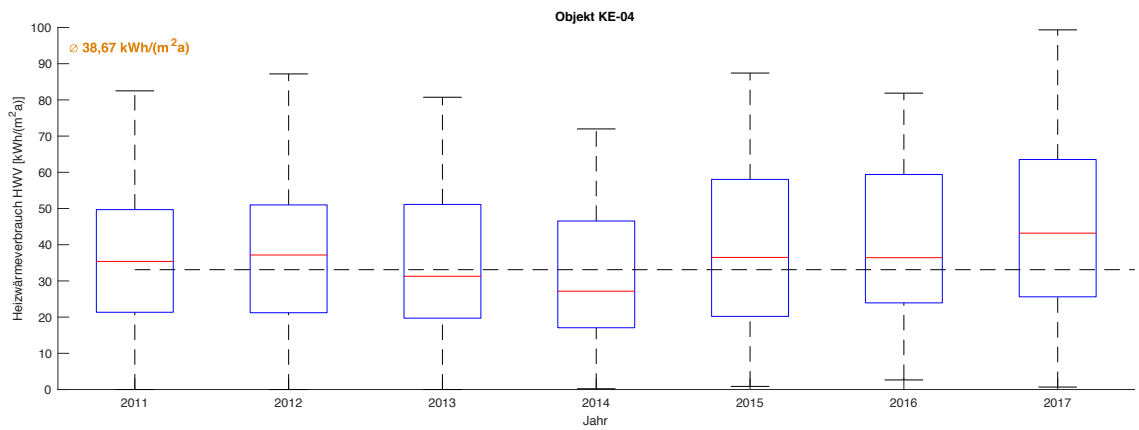


Abbildung 77: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_04; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

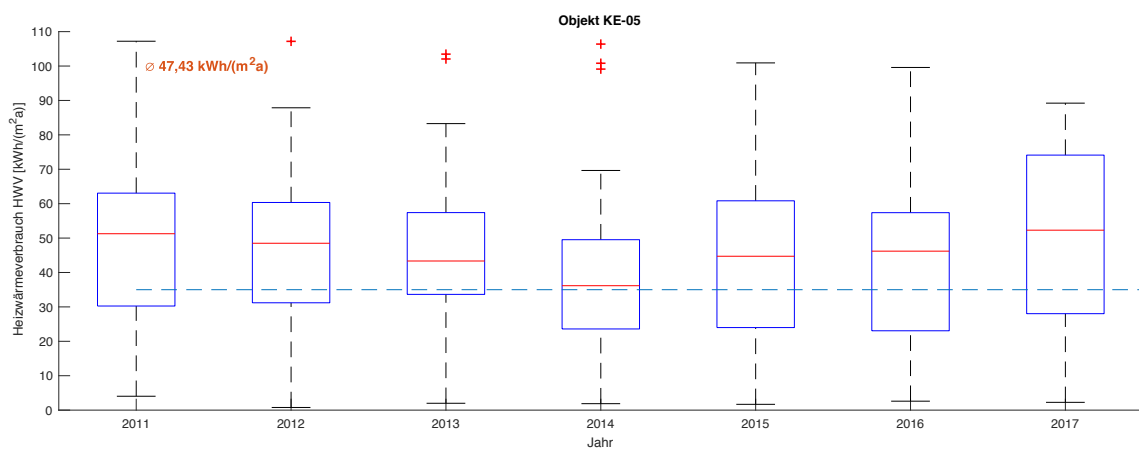


Abbildung 78: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_05; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

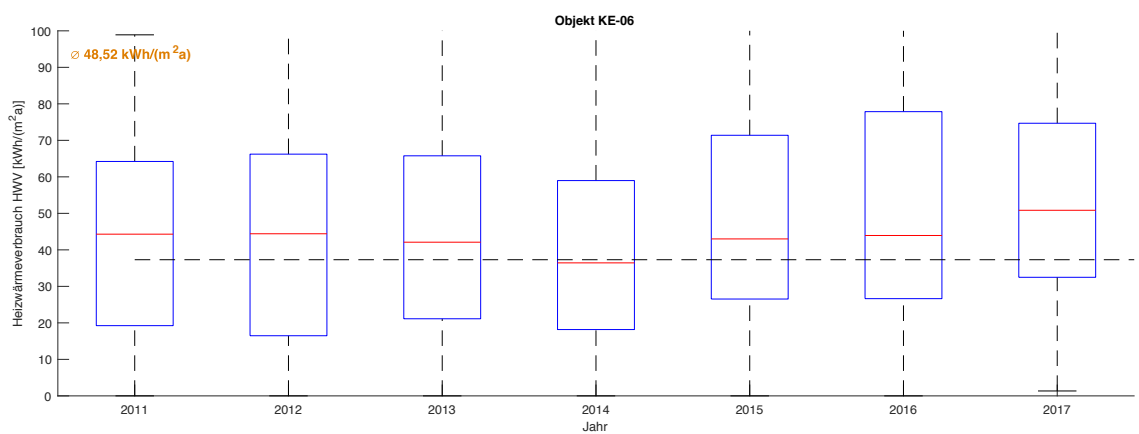


Abbildung 79: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_06; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

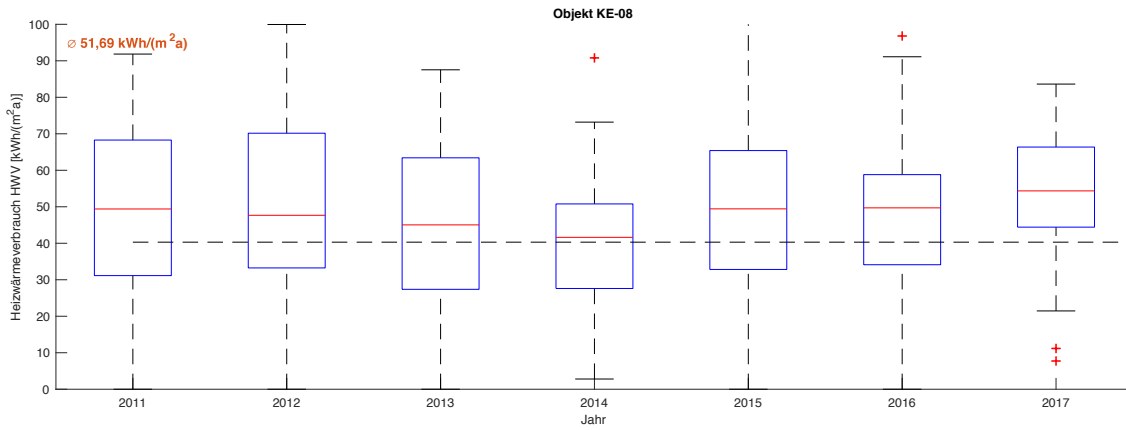


Abbildung 80: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_08; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

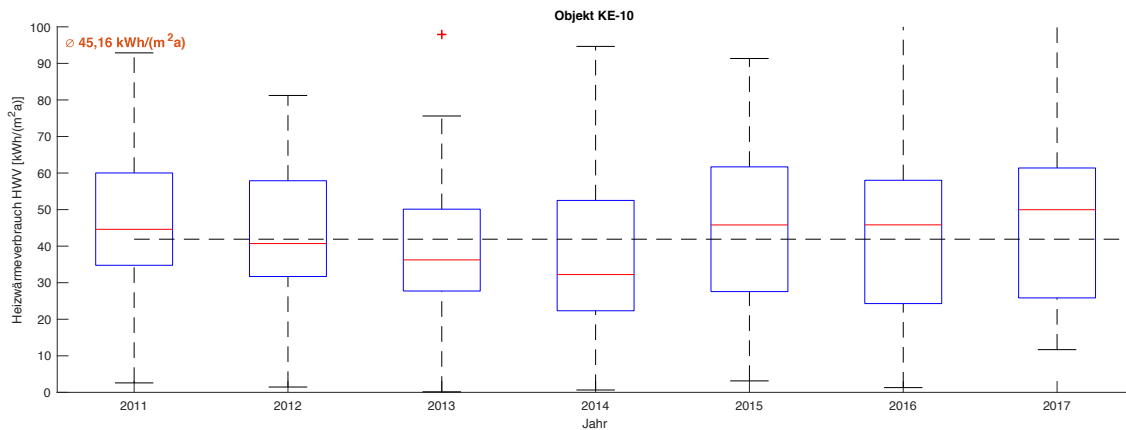


Abbildung 81: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_10; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

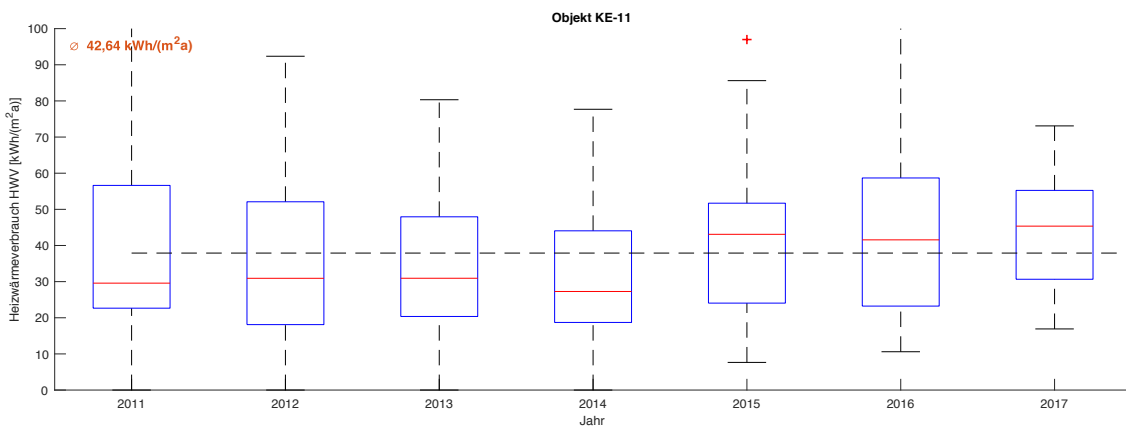
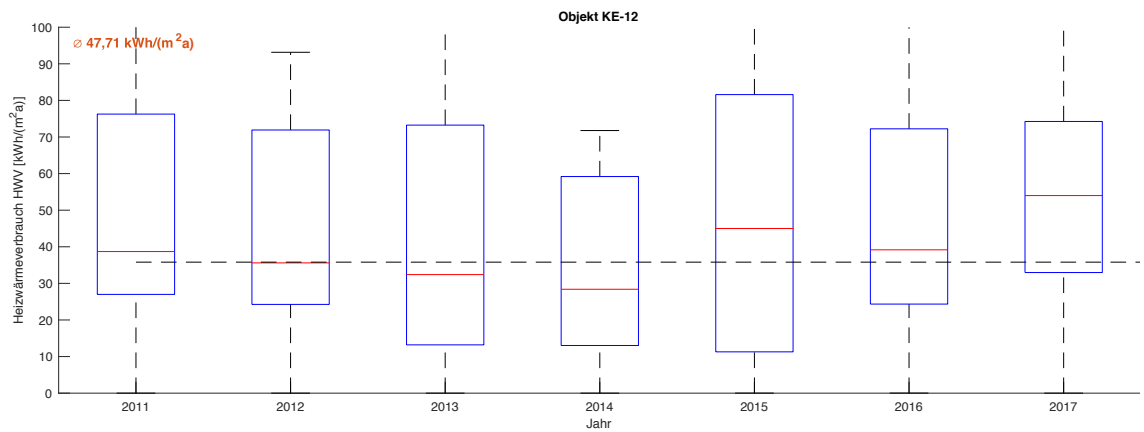
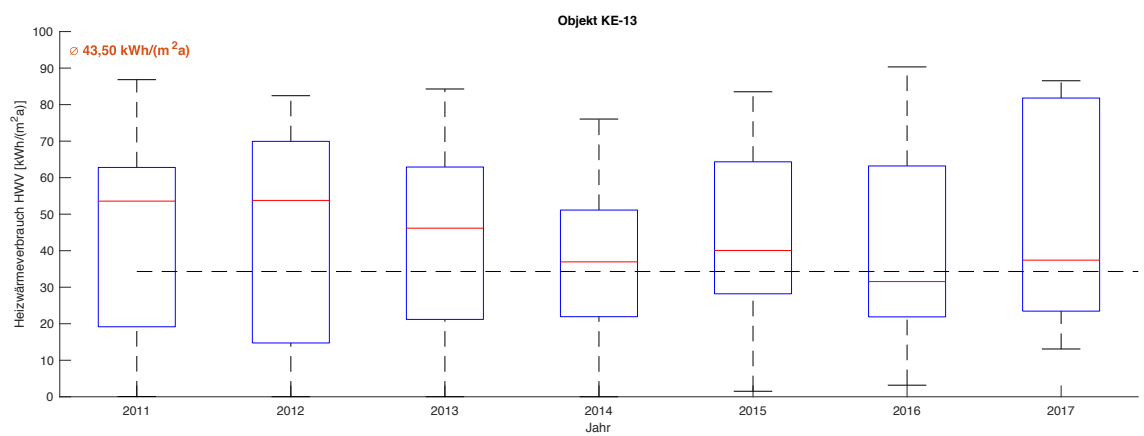
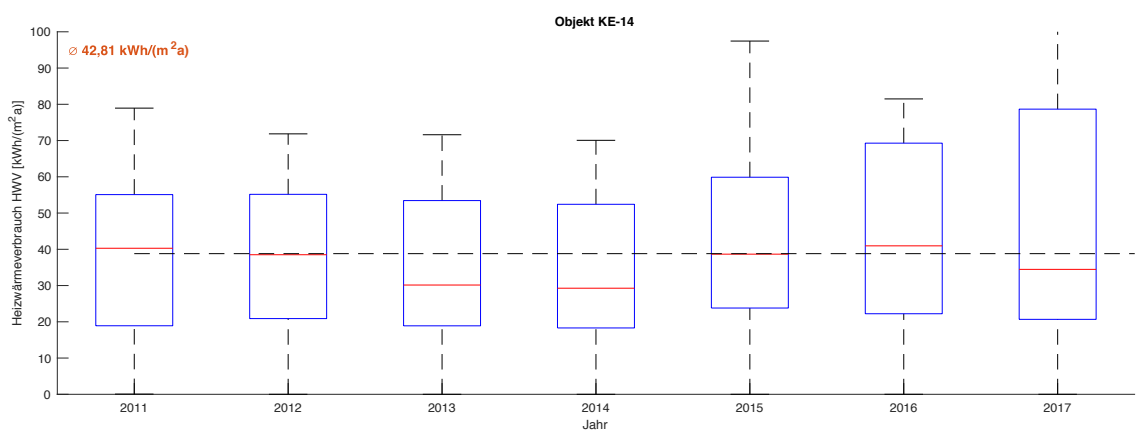


Abbildung 82: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_11; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Abbildung 83: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_12; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)Abbildung 84: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_13; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)Abbildung 85: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_14; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

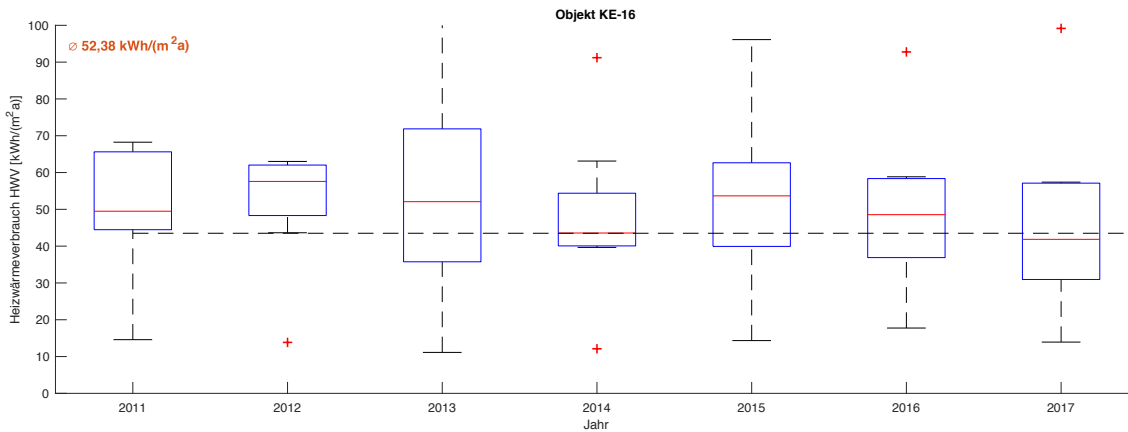


Abbildung 86: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KE_16; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Nah- und Fernwärme

Die Wohnanlage KE ist mit 318 Wohneinheiten das größte untersuchte Objekt. Die Auswertung mit den standardisierten Graphen wurde zur Vereinfachung durch einen Boxplot ersetzt. Die Zählung der zugeführten Heizenergie sowie der Energie zur Warmwasseraufbereitung wird auch hier getrennt durchgeführt, somit können die tatsächlichen HWV der Wohnungen ausgewertet werden. Die durchschnittlich zugeführte Gesamtenergie der ganzen Anlage für Heizung und Warmwasser beträgt 2.664.360 kWh/a. Bei einer beheizten Fläche von 26.849,48m², beträgt der Energieverbrauch 99,23 kWh/(m²a). Die unterschiedlichen Energiekennzahlen der Bauteile sind zwischen 32,1 und 43,5 kWh/(m²a) (Energieklasse B) zu finden. Die Auswertung der einzelnen Objekte ergibt, dass der Heizwärmeverbrauch [HWV] nur minimal vom errechneten Heizwärmebedarf [HWB] abweicht (Tabelle 19).

Tabelle 19: Gegenüberstellung HWB- Ø HWV; KE_01 – KE_16

	KE_01	KE_02	KE_03	KE_04	KE_05	KE_06	KE_08
HWB	35,40	32,10	32,10	33,10	35,00	37,30	40,30
HWV	36,54	27,03	33,70	38,67	47,43	48,52	51,69
	KE_10	KE_11	KE_12	KE_13	KE_14	KE_16	
HWB	41,90	37,90	35,80	34,30	38,80	43,50	
HWV	45,16	42,64	47,71	43,50	42,81	52,38	

Auffallend ist jedoch, dass der Gesamtenergieverbrauch weitaus höher liegt als der Heizwärmeverbrauch. Nachdem die Gesamtsumme der Heizenergie und die Nutzersumme in der Abrechnung vorhanden sind, können im Schnitt 33% Verluste (ohne WW-Verluste) errechnet werden. Die Bereitstellung der Wärmemengen erfolgt über Nah- und Fernwärme. Im Nutzerverhalten können nur vereinzelt Ausreißer festgestellt werden.

Faktoren für einen geringen Verbrauch sind einerseits der **hohe Anteil innenliegender Wohnungen** und das **ideale Nutzerverhalten** mit wenig Ausreißern, andererseits die dichte Bebauung innerhalb der Anlage.

Hohe Verbräuche zeichnen sich üblicherweise bei **exponierten Wohnungen** ab.

OBJEKT KW

Das Objekt KW wurde 2009 fertiggestellt und befindet sich in einem Wiener Randbezirk in einem Verband aus Wohnsiedlungen, grenzt jedoch an kein anderes Gebäude an. Die Dichte der Bebauung in der unmittelbaren Umgebung ist als mäßig einzustufen. Das Objekt besteht aus zwei Gebäudeteilen. Teil 1 besteht aus 15 Maisonetten, die im Erdgeschoß von außen und im zweiten und vierten Geschoß über offene Laubengänge erschlossen werden. Teil 2 besteht aus 30 Wohneinheiten und einem Erschließungskern mit Gang (Abbildung 87). Das Objekt KW liegt mit einem spezifischen Heizwärmebedarf von $11,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ knapp an der Grenze zum Passivhaus. Die Heizung erfolgt mittels Fernwärme über Radiatoren und einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnungsanlage. Die Außenwände sind aus 15cm **Stahlbeton** mit einer 20cm starken „EPS-F Plus“ Wärmedämmung. Die Bauweise fällt demnach in die Kategorie **schwer**. Der mittlere U-Wert des gesamten Objektes beträgt $0,332 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

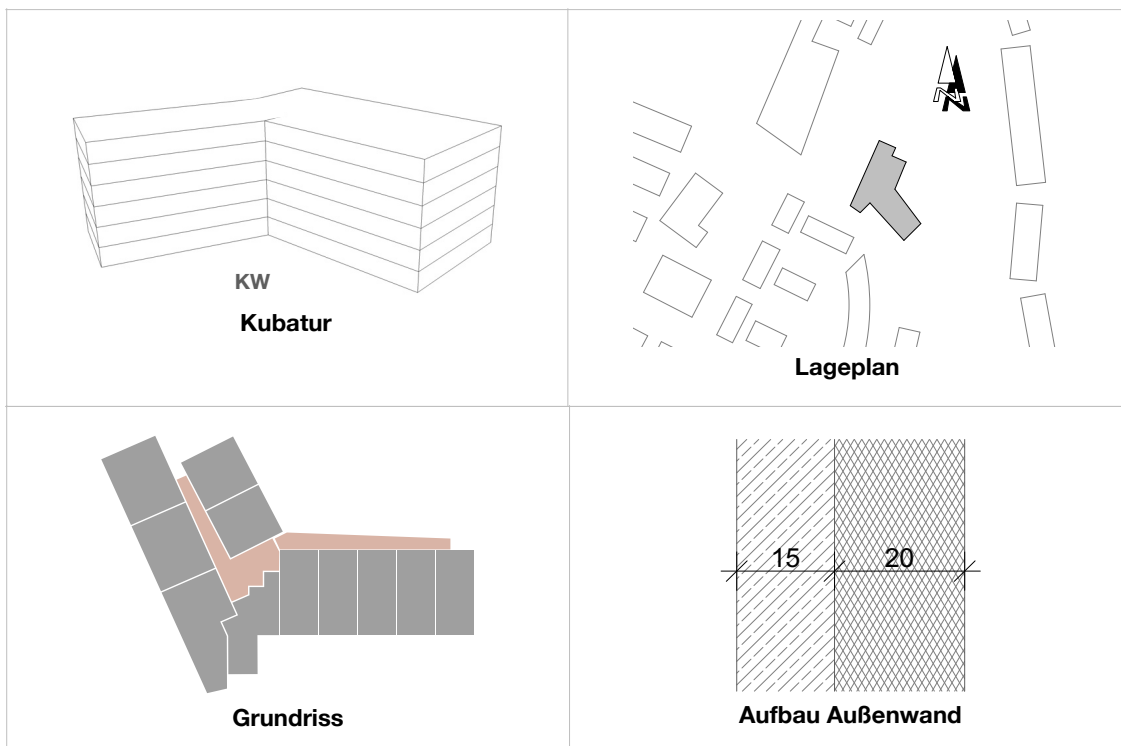


Abbildung 87: Überblick Objekt KW; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 20: Kennwerte Objekt KW

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
KW_01	2009	5	45	11,2	3991,85	5300,94	15792,74	0,31	A+

Ø 21,53 kWh/(m²a)

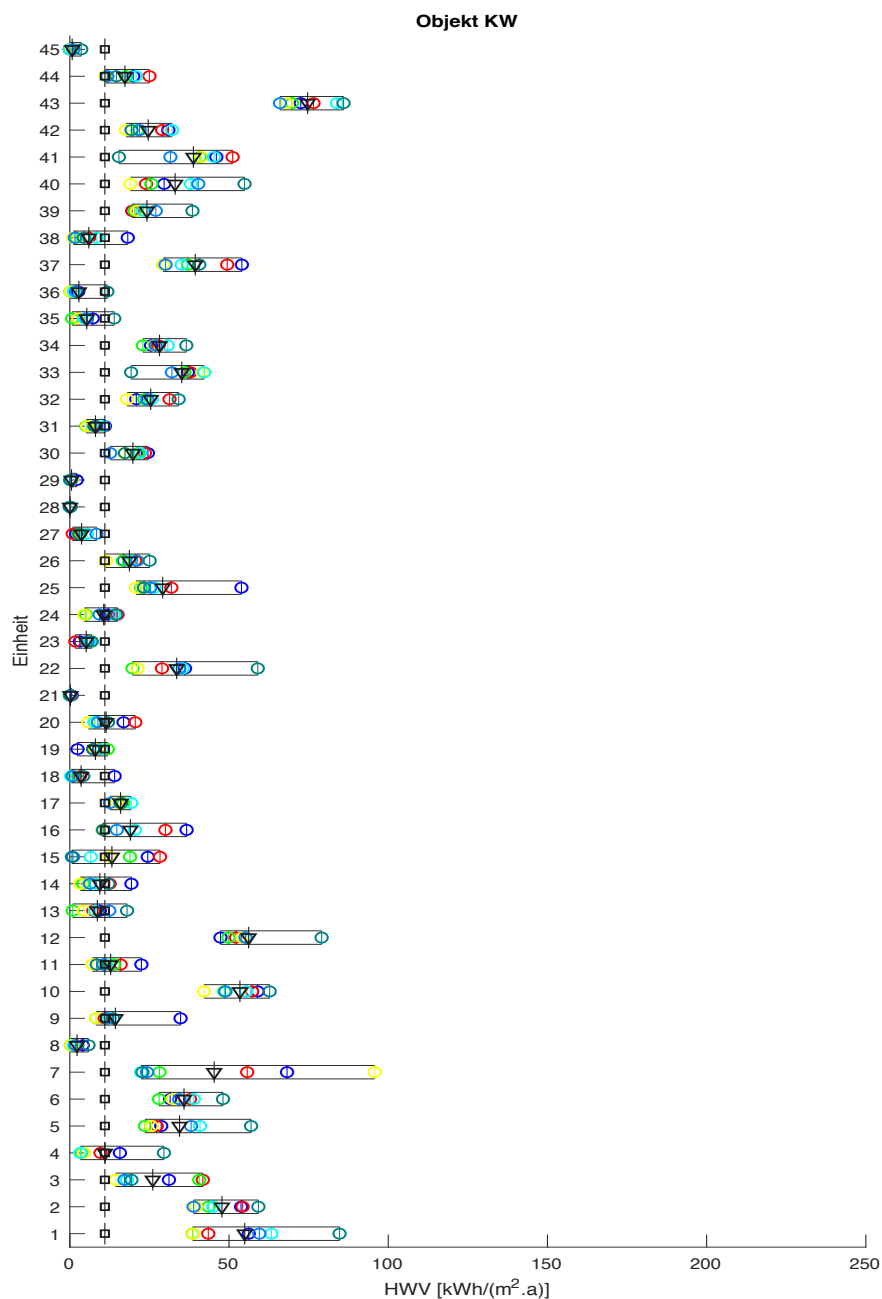


Abbildung 88: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KW; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Fernwärme mit kontrollierter Wohnraumlüftung

Das Objekt KW wurde 2009 fertiggestellt und weist die Energiekennzahl 11,2 kWh/(m²a) und kratzt somit an der Grenze zum Passivhaus (<10 kWh/m²a) (Tabelle 20). Es ist mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung ausgestattet. Die Zählung der zugeführten Energie geschieht

separat. Die Bereitstellung der Wärme erfolgt durch Fernwärme. Die zugeführten Gesamtwärmemengen belaufen sich im Durchschnitt (nur 2015-2017 auswertbar) auf 273.763,33 kWh/a. Bei einer beheizten Fläche von 3.991,85m² ergibt sich ein Gesamtenergieverbrauch (Heizung, Warmwasser und Lüftung) von 68,58 kWh/(m²a).

Tabelle 21: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, KW

KW_01	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
HWB	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20
HWV	27,14	25,01	19,68	19,00	24,47	21,30	28,58

Obwohl auf geringem Niveau, ist der ausgewertete Heizwärmeverbrauch [HWV] gegenüber dem Heizwärmebedarf [HWB] im Schnitt um ca. das Doppelte erhöht (Tabelle 21). Einer der ausschlaggebenden Faktoren für diesen hohen Verbrauch ist das ungünstige Nutzerverhalten. In der graphischen Auswertung (Abbildung 88) ist die hohe Schwankungsbreite (0 bis ca. 100 kWh/(m²a)) zwischen den Nutzerinnen und Nutzern zu erkennen. Zusätzlich ist die Schwankungsbreite der Mehrverbraucher/innen über die letzten sieben Jahre deutlich erhöht. Hier ist zu vermuten, dass das Zusammenspiel von Heizung und Lüftung von den Nutzer/innen nicht optimal gesteuert wird. Eine weitere Ursache für die hohen Durchschnittswerte ist der Kindergarten im Erdgeschoß mit einem HWV von 54,93kWh/(m²a). Weiters weisen Wohnungen gegen das Dach, sowie gegen den unbeheizten Keller ebenfalls erhöhte Werte auf. Im Gegenzug verzeichnen innenliegende Wohnungen im 2. und 3. OG, Werte um 10 kWh/(m²a) (Abbildung 89).

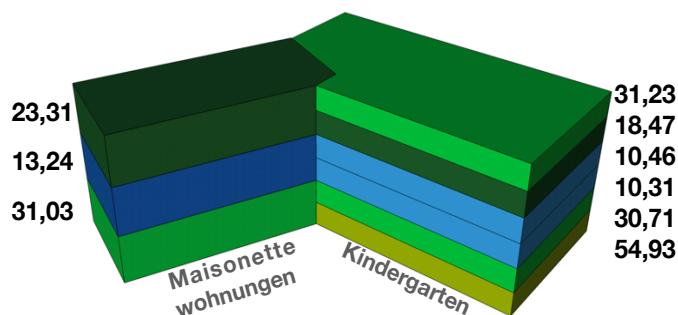


Abbildung 89: Graphische Darstellung HWV (Ø 2011-2017) Objekttypen; KW; (Quelle: eigene Abbildung)

Ausschlaggebende Faktoren für einen niedrigen Heizwärmeverbrauch sind demnach ein **hoher Anteil innenliegender Wohnungen** sowie ein **hochwirksames Wärmedämmverbundsystem**.

Negativ wirken sich jedoch **exponierte Wohnungen gegen Außenluft und unbeheizten Räumen** aus. Zusätzlich beeinflusst das **unterschiedliche Heizverhalten** der Nutzer/innen das Heizsystem in Verbindung mit der kontrollierten Wohnraumlüftung negativ.

OBJEKT KT

Die Wohnanlage KT wurde 2003 erbaut und befindet sich in einem Randbezirk von Wien, nahe der Grenze zu Niederösterreich. Die Lage ist als exponiert zu bezeichnen, da es an keine anderen Gebäude grenzt und sich an Nord- und Ostseite freie Felder befinden. Die Erdgeschoßzone von Bauteil 1 ist für Stellplätze und Abstellräume vorgesehen. Die 57 Wohneinheiten von Bauteil 1 teilen sich auf vier weitere Geschosse auf. Die Erschließung erfolgt über zwei Kerne und einen zentralen Gang. Bauteil 2 und 3 sind teilunterkellert. In den 4 oberirdischen Geschossen befinden 33 Maisonetten die im Erdgeschoß und im zweiten Obergeschoß durch offene Laubengänge erschlossen werden. Der spezifische Heizwärmebedarf liegt bei 27 und 30 kWh/(m²a) (Tabelle 22). Der Rohbau besteht aus einem **Betonhohlsteinmauerwerk** mit einer Stärke von 15cm. Das Wärmedämmverbundsystem bildet eine 15cm EPS-F Dämmung (Abbildung 90).

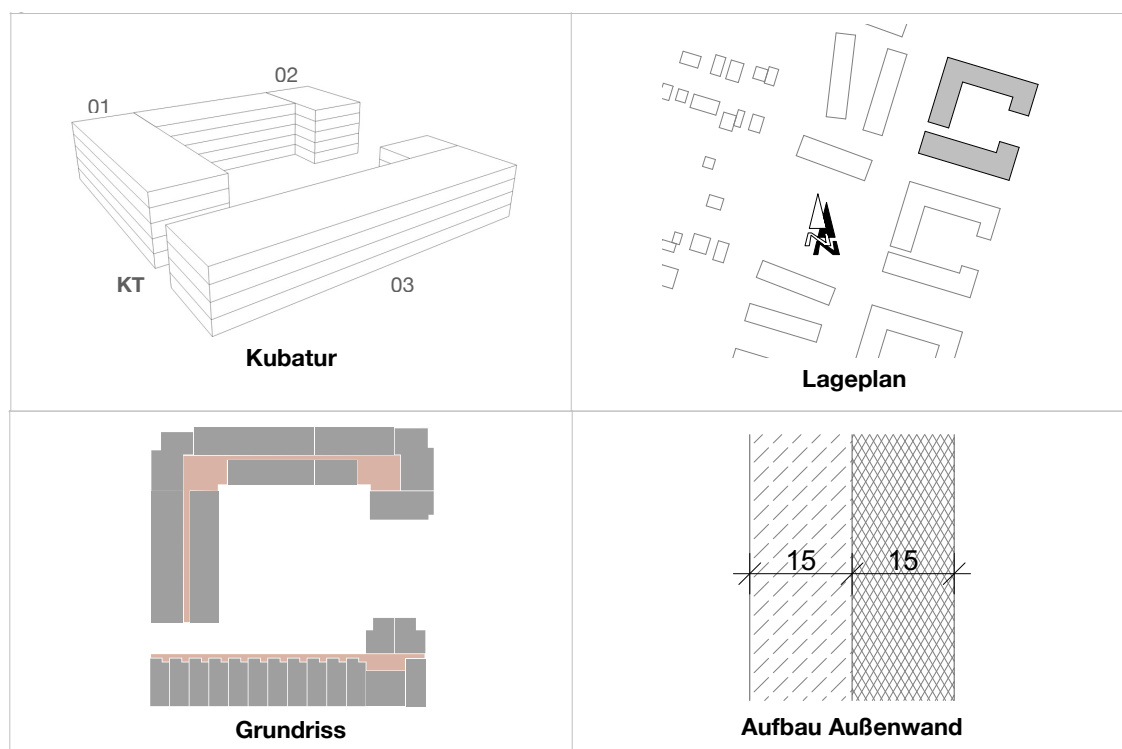


Abbildung 90: Überblick Objekt KT; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 22: Kennwerte Objekt KT

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
KT_01	2003	5	57	30	4992,96	6780	18645	0,33	B
KT_03	2003	4	33	27,1	3570,59	6130,8	16798,4	0,3	B

Ø 32,10 kWh/(m²a)

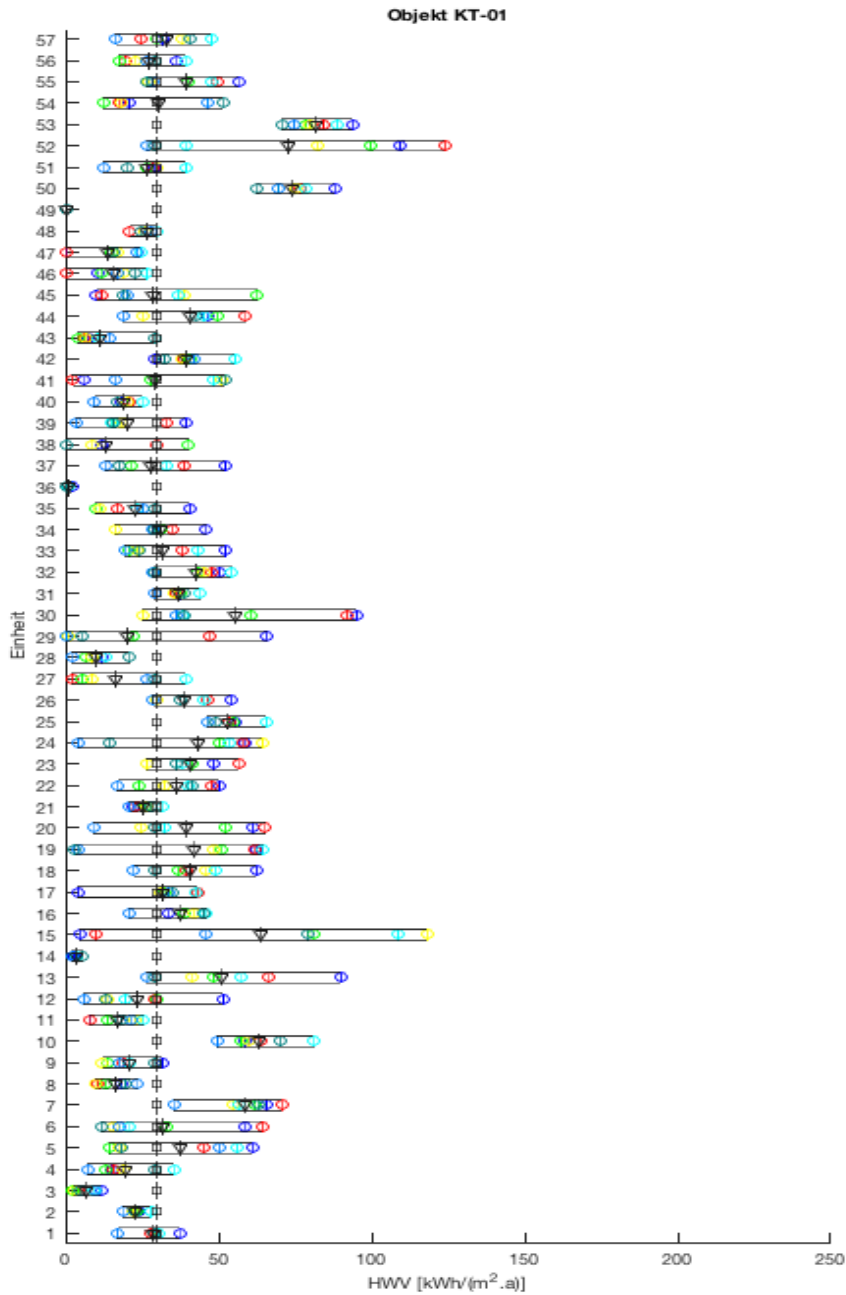


Abbildung 91: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; KT_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Ø 31,01 kWh/(m²a)

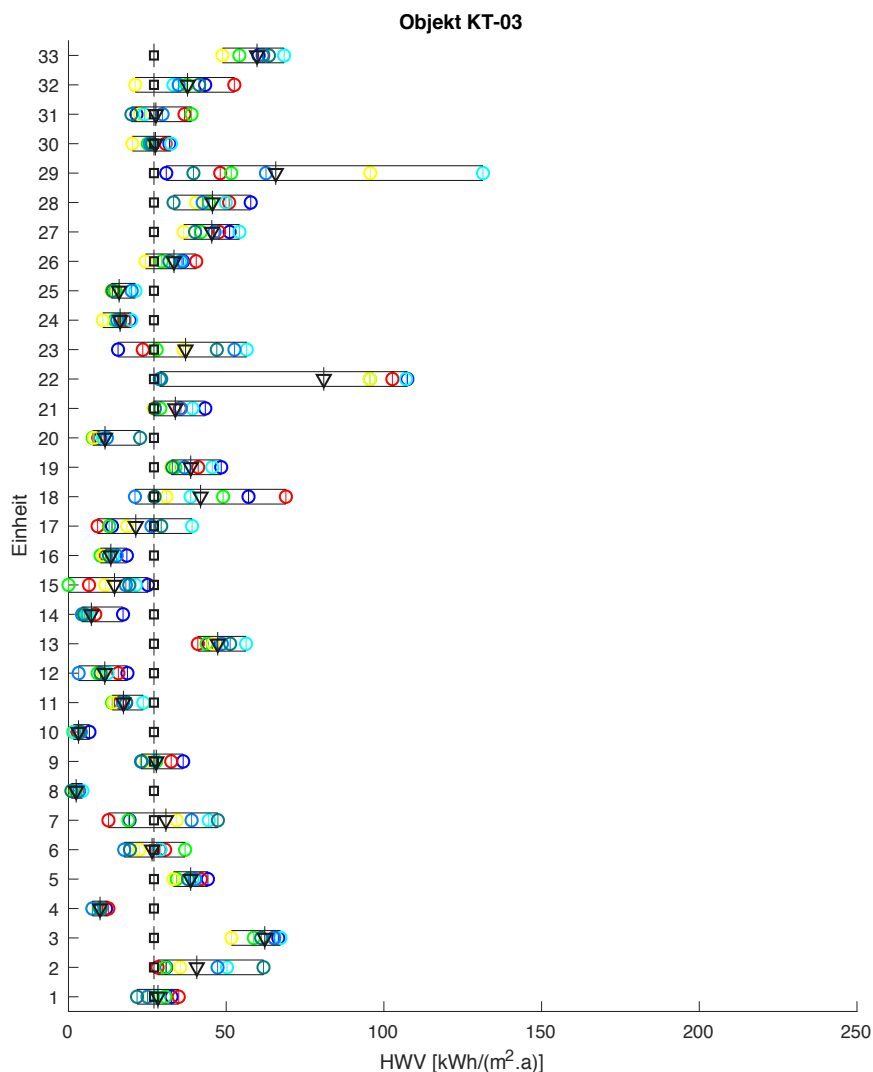


Abbildung 92: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m².a)]; KT_03; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Nah- und Fernwärme

Die Wohnanlage KT besteht aus zwei Bauteilen mit insgesamt 90 Wohnungen. Mit einer Energiekennzahl von 27 und 30 kWh/(m².a) sind die Bauteile der Energieklasse B zuzuordnen. Die durchschnittlich zugeführte Gesamtenergiemenge (Heizung, Warmwasser, Verluste) über die letzten sieben Jahre beträgt 589.318,71 kWh/a. Bei einer beheizten Fläche von 8.656,55 m² beträgt der Gesamtenergieverbrauch 68,08 kWh/(m².a). Die Bereitstellung der Heizenergie erfolgt durch eine Nah- und Fernwärmestation. In der Auswertung der einzelnen

Wohneinheiten (Abbildung 92, Abbildung 91) ist zu erkennen, dass es nicht nur wenige statistische Ausreißer gibt, sondern auch die Schwankungsbreite der nutzerbezogenen Daten, speziell in KT_03, relativ gering ist. Auf den ersten Blick kann hier also ein günstiges Nutzerverhalten abgelesen werden.

Tabelle 23: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, KT_01

KT_01	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
HWB	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30
HWV	39,87	36,82	32,82	30,77	38,99	23,02	29,87

Tabelle 24: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, KT_03

KT_03	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
HWB	27,10	27,10	27,10	27,10	27,10	27,10	27,10
HWV	32,10	31,17	28,02	27,41	36,81	28,70	28,41

Die Gegenüberstellung des ausgewerteten Heizwärmeverbrauchs [HWV] mit dem Heizwärmebedarf [HWB] (Tabelle 23, Tabelle 24) der beiden Bauteile aus dem Energieausweis zeigt, dass über die letzten sieben Jahre nur minimal mehr verbraucht wurde als prognostiziert. Auf Grund der großen Anzahl der Wohneinheiten kann die Schwankungsbreite zwischen den Jahren geringgehalten werden. Die Nutzer/innen, welche signifikant mehr verbrauchen als der Durchschnitt, sind typischen Faktoren, wie eine exponierte Lage, nicht ausgesetzt und können nur im Nutzerverhalten erklärt werden.

Für einen niedrigen Heizwärmeverbrauch sind Faktoren wie ein **hoher Anteil innenliegender Wohnungen**, das **wirksame Wärmedämmverbundsystem**, sowie das **Nutzerverhalten** mit wenig Ausreißern verantwortlich.

Negativ auf den Heizwärmeverbrauch wirkt sich die **exponierte städtebauliche Lage** aus.

OBJEKT RA

Das Objekt RA liegt im sichtbebautem Wiener Stadtgebiet, wurde 2003 erbaut und ist Teil einer Blockrandbebauung. Mit 41 Wohneinheiten auf 5 oberirdischen GeschöÙen ist es der Gebäudeklasse 5 zuzuordnen. Die durchschnittliche WohnungsgröÙe beträgt 84m^2 . Um die Belichtung des 28 Meter tiefen Baukörpers gewährleisten zu können, befindet sich in der Mitte des Baukörpers ein Atriumhof mit den AusmaÙen von 6×12 Meter (Abbildung 93). Die ErschlieÙung erfolgt über einen Stiegenkern, sowie einem offenen Laubengang entlang des Atriums. Dem Atrium ist auch der erhohnte A/V-Wert von 0,4 geschuldet. Die AuÙenwand besteht aus einer 15cm starken „Mischek Bio-Wand“ (Beton mit Ziegelsplittzuschlag) und einer 14cm EPS-Dämmung (Abbildung 93). Die wirksame Wärmespeicherfähigkeit ist also einer **schweren** Bauweise zuzuordnen. Der mittlere U-Wert beträgt $0,451\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

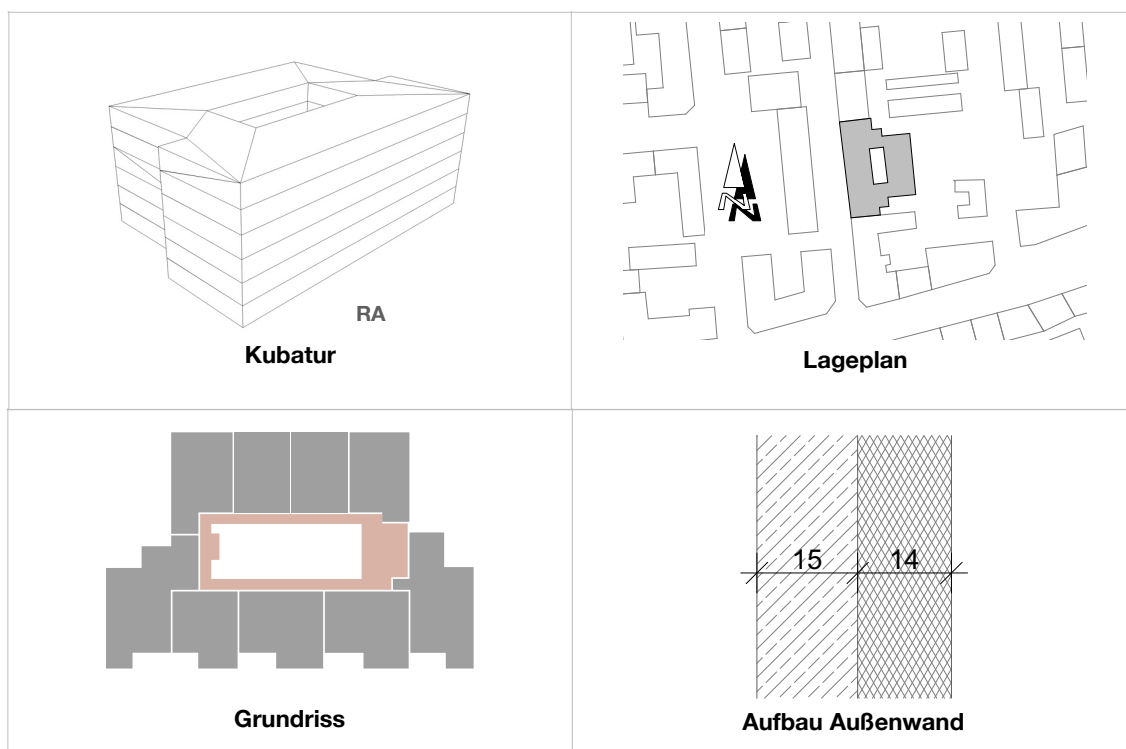


Abbildung 93: Überblick Objekt RA; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 25: Kennwerte Objekt RA

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V
RA_01	2003	5	41	40,57	3440,73	4072,04	11801,97	0,4

B

Ø 37,39 kWh/(m²a)

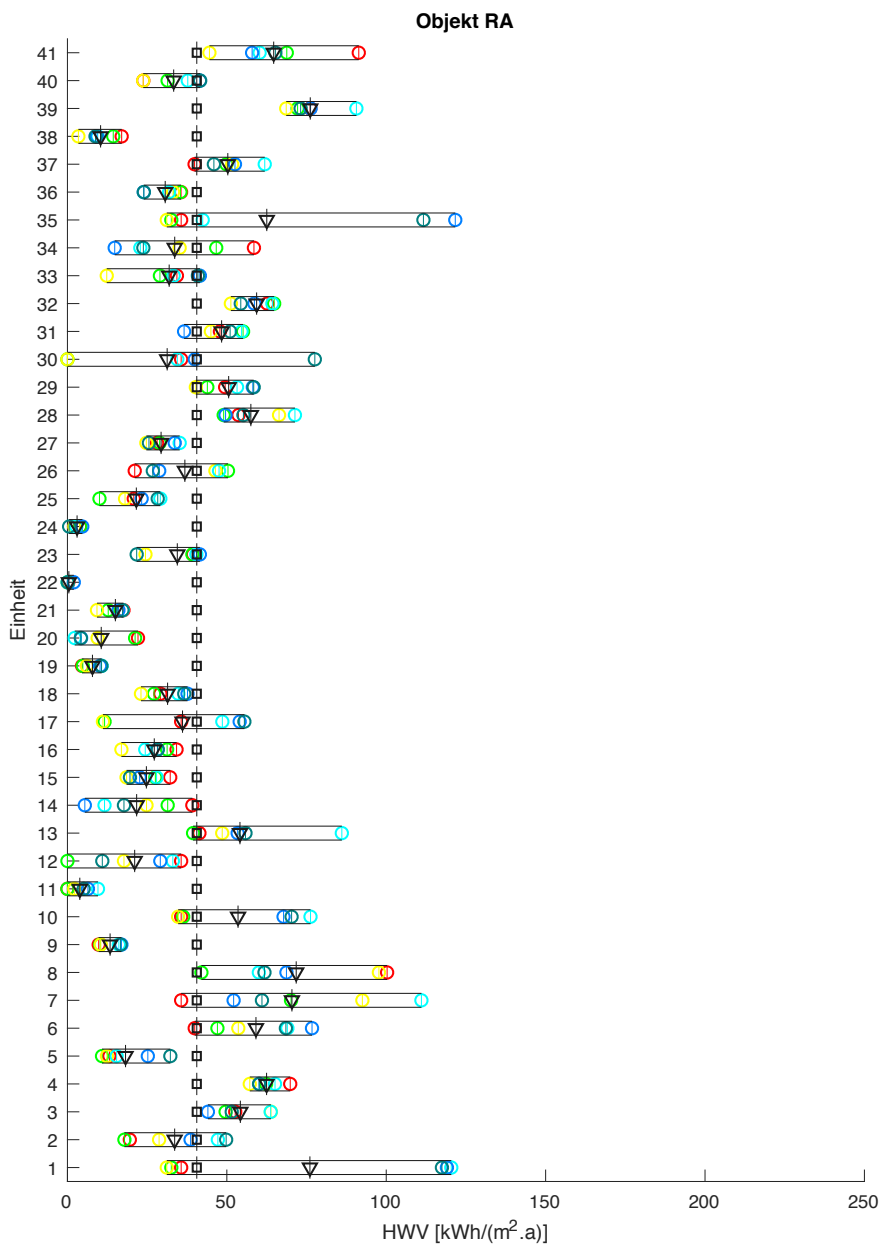


Abbildung 94: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; RA_01; 2011-2016; (Quelle: eigene Abb.)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Heizkessel (Gas)

Das Objekt RA wurde 2003 fertiggestellt und ist mit einem Heizwärmebedarf [HWB] von 40,57 kWh/(m²a) der Energieklasse B zugehörig. Die 41 Wohneinheiten verbrauchten in den Jahren 2011-2016 durchschnittlich 310.924,17 kWh/a. Bei einer beheizten Fläche von 3.473,73 m²

(Tabelle 25), ergibt sich ein Gesamtenergieverbrauch von 89,51 kWh/(m²a). Die Heizung und die Warmwasseraufbereitung erfolgt mit einem Niedertemperaturkessel. Bei der Auswertung des Heizwärmeverbrauchs [HWV] der einzelnen Wohneinheiten kann bereits anhand der Grafik (Abbildung 94) ein durchwegs niedriger Verbrauch erkannt werden. Die Anzahl der statistischen Ausreißer nach oben ist überschaubar. Auffallend ist jedoch die große Anzahl der Nutzer/innen, die sehr wenig verbrauchen. 60% verbrauchen weniger als der HWB von 40,57 kWh/(m²a), 37% verbrauchen unter 30 kWh/(m²a).

Tabelle 26: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, RA_01

RA_01	2016	2015	2014	2013	2012	2011
HWB	40,57	40,57	40,57	40,57	40,57	40,57
HWV	35,64	32,26	31,14	42,78	40,44	41,11

Der Vergleich zeigt eine deutliche Unterschreitung der Werte vom ausgewerteten Heizwärmeverbrauchs [HWV] gegenüber dem Heizwärmebedarf [HWB] (Tabelle 26). Auffallend ist jedoch die Differenz des Gesamtverbrauchswert von 89,51 kWh/(m²a) zum Energieverbrauch der Heizung.

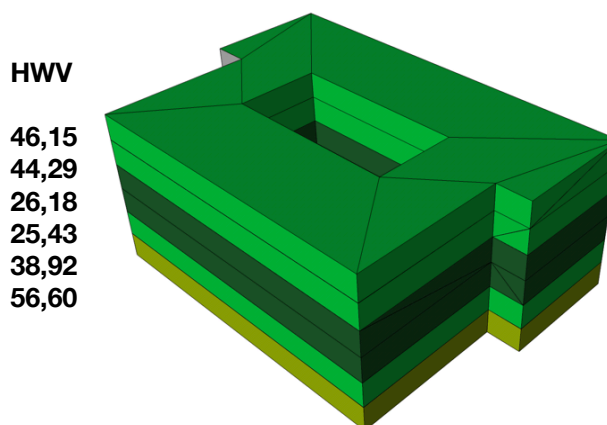


Abbildung 95: Graphische Darstellung des HWV (Ø 2011-2017) in der Gesamtkubatur; RA;
(Quelle: eigene Abbildung)

Diese Differenz beinhaltet die Energie, die für die Warmwasseraufbereitung benötigt wird und die Verluste im System zu unbekanntem Teil. Nachdem für die Warmwasseraufbereitung im Energieausweis mit den üblichen 12,8 kWh/(m²a) (in der Realität meist über 20 kWh/(m²a)) angenommen wird, kann man von sehr hohen Verlusten oder fehlerhaften Zählersummen ausgehen. In der Übersicht der Durchschnittswerte der Geschosse ist erwartungsgemäß

ersichtlich, dass exponierte Geschoße (EG: zu ungeheizter Garage; 4. OG: in der Dachschräge; 5.OG: unter Dach) einen höheren HWV als die innenliegenden Geschoße/ Wohnungen aufweisen (Abbildung 95). Im Energieausweis werden ebenfalls Verbesserungen bezüglich dieser Bauteile vorgeschlagen.

In einem thermographischen Messbericht aus dem Jahr 2010 wurden dennoch keine wesentlich unüblichen Wärmebrücken festgestellt. (bauXund, 2010)

Die **innerstädtische Lage** sowie die **solide Baumasse (keine wesentlich unüblichen Wärmebrücken)** bilden die Hauptfaktoren für einen niedrigen Heizwärmeverbrauch. Hervorzuheben ist zusätzlich das **Nutzerverhalten**, welches wenige statistische Ausreißer nach oben aufweist. Die Abbildung 94 und Abbildung 95 unterstreichen den Faktor der **innenliegenden Wohnungen**. Gut erkennbar sind diese durch den niedrigen Verbrauch über den Beobachtungszeitraum.

Im Gegensatz dazu begünstigen **exponierte Wohnungen** auch bei diesem Objekt einen hohen Heizwärmeverbrauch. Die **hohen Verluste im Heizsystem** wirken sich in dieser Analyse nicht auf die Ergebnisse aus, da diese nur Wohneinheiten behandelt.

OBJEKT UZ

Die Wohnanlage UZ wurde 2004 fertiggestellt und befindet sich in einem Randbezirk an der Stadtgrenze von Wien. Das Gebiet in dem die Wohnanlage errichtet wurde, wird hauptsächlich von Einfamilienhäusern sowie vereinzelt Reihenanlagen geprägt. Die Anlage wird in zwei Bauteile bzw. Stiegen unterteilt, welche insgesamt 23 Wohneinheiten fassen die sich über drei Stockwerke erstrecken (Tabelle 27). Die Wohnungen im Erdgeschoß sind wie Reihenhäuser individuell erschlossen. Die Maisonnetten in den oberen zwei Geschöen können über einen Stiegenhäusern pro Bauteil und einem offenen Laubengang im zweiten Obergeschoß erschlossen werden (Abbildung 96). Die Maisonnetten haben eine einheitliche Größe von ca. 113m^2 , die Reihenhäuser im Erdgeschoß 82m^2 . Die Energiekennzahlen von knapp 47 und $48\text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ befinden sich an der Grenze zur Energieklasse C (Tabelle 27).

Die Außenwände bestehen aus 25cm **Hochziegel** und 15cm EPS-F 17 Wärmedämmung. Der mittlere U-Wert der beiden Objekte beträgt $0,36\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

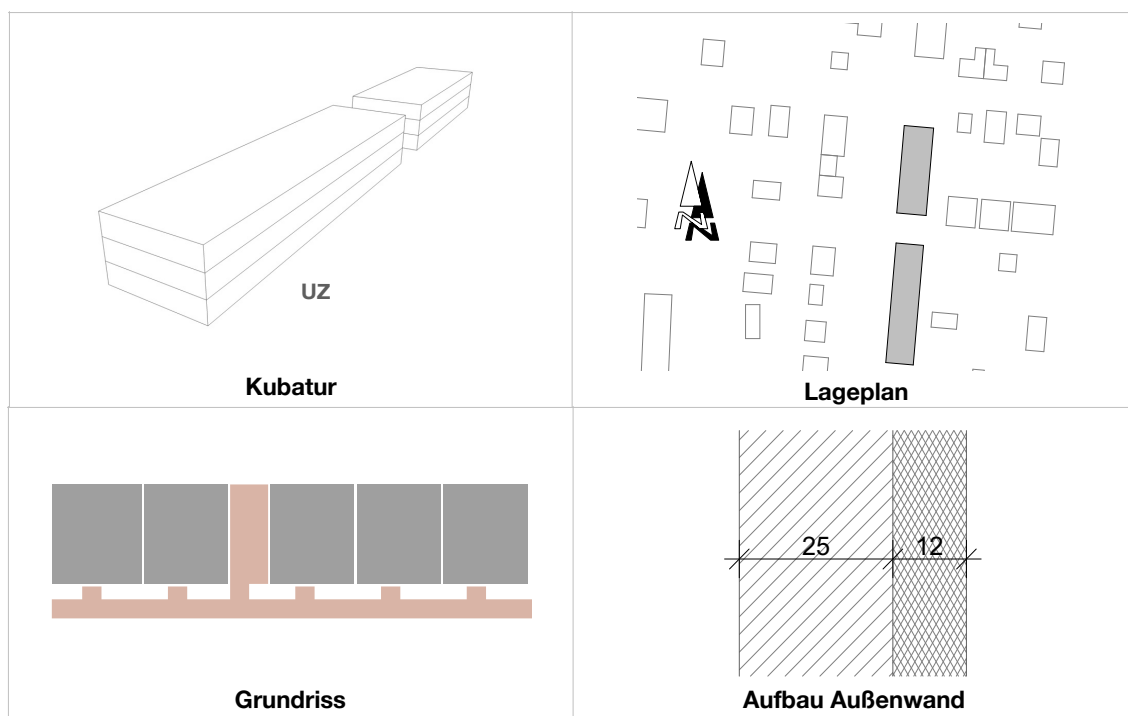


Abbildung 96: Überblick Objekt ZU; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 27: Kennwerte Objekt UZ

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
UZ_01	2004	3	14	46,9	1343,33	1789,9	5733,07	0,51	B
UZ_02	2004	3	9	47,92	876,82	1313,7	4207,84	0,52	B

Ø 47,72 kWh/(m²a)

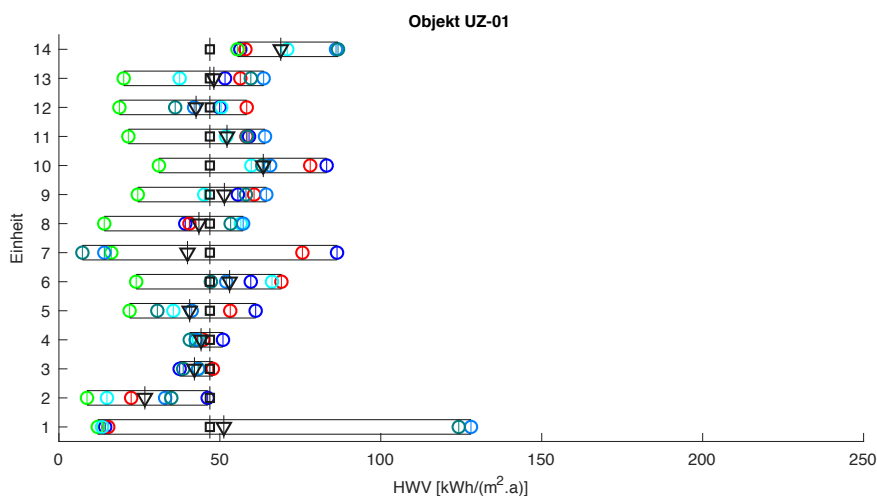


Abbildung 97: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; UZ_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Ø 51,21 kWh/(m²a)

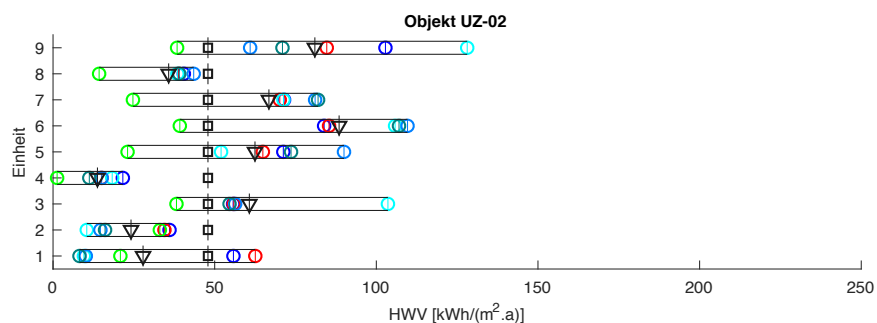


Abbildung 98: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; UZ_02; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Nah- und Fernwärme/ Wärmetauscher

Die Wohnanlage UZ besteht aus zwei Stiegen mit jeweils 14 bzw. 9 Wohneinheiten. Die Energiekennzahlen betragen 46,9 und 47,9 kWh/(m²a) welche die Energieklasse B bedeuten.

Der Durchschnittswert der über die letzten fünf Jahre zugeführten Wärmemenge beträgt 287.952,75 kWh/a. Das bedeutet bei einer beheizten Fläche von 2.220,15m² einen Gesamtenergieverbrauch von Heizung und Warmwasser (beide inkl. Verluste) 103,76 kWh/(m²a). Anhand der nutzerbezogenen Auswertung des Heizwärmeverbrauches [HWV] können zumindest bei der Stiege UZ_01 Durchschnittswerte um den Heizwärmebedarfs [HWB] abgelesen werden (Abbildung 97). In der Stiege UZ_02 sind mehrere Ausreißer zwischen 100 und 150 kWh/m²a vorhanden (Abbildung 98). Der Durchschnittswert nähert sich trotzdem dem HWB an.

Tabelle 28: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, UZ_01

UZ_01	2017	2016	2015	2013	2012	2011
HWB	46,90	46,90	46,90	46,90	46,90	46,90
HWV	54,05	53,86	25,50	40,93	57,81	53,69

Tabelle 29: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, UZ_02

UZ_02	2017	2016	2015	2013	2012	2011
HWB	47,92	47,92	47,92	47,92	47,92	47,92
HWV	62,00	58,66	26,18	62,66	57,01	54,87

Die Auswertung der Durchschnittswerte über die letzten sieben Jahre (ohne 2014) (Tabelle 28, Tabelle 29) ergibt leicht bis mäßig erhöhte Werte. Kurzzeitig sind sogar weit niedrigere Werte des HWV zu beobachten.

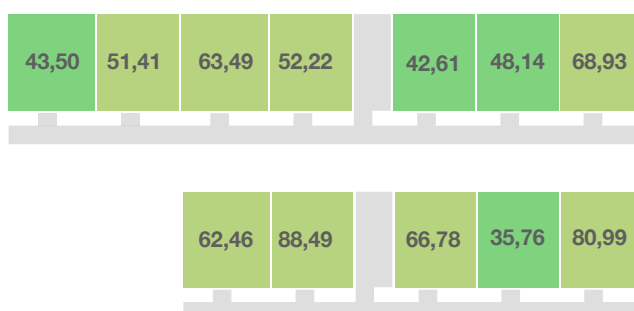


Abbildung 99: Graphische Darstellung des HWV (Ø 2011-2017) im Grundriss; ZU; (Quelle: eigene Abbildung)

Anhand der Auswertungen der Lage im Geschoss trifft auch hier der bekannte Fall ein, dass exponierte Wohnungen einen Mehrverbrauch begünstigen (Abbildung 99). In der

ausgewiesenen Grafik können Eckwohnungen und Wohnungen zum unbeheizten Stiegenhaus als Ausreißer identifiziert werden. Zusätzlich ist zu dieser Darstellung anzumerken, dass es sich hierbei um das oberste Geschoß handelt und deshalb allgemein höhere HWV üblich sind.

Zusammenfassend lassen sich die **innerstädtische Lage** des Objektes und die **solide ausgeführte Baumasse (wenig Wärmebrücken)** als Faktoren für den niedrigen Heizwärmeverbrauch festhalten.

Die Anzahl der exponierten Wohnungen ist zwar im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Wohnungen relativ hoch, jedoch wirken diese sich weniger stark auf den gesamten Heizwärmeverbrauch aus als in anderen Objekten.

OBJEKT VG

Das Objekt VG wurde 2003 erbaut und befindet sich im innerstädtischen Gebiet von Wien. Das unmittelbare Gebiet besteht größtenteils aus Wohnanlagen und ist mäßig bis dicht besiedelt. Das gegenständliche Objekt ist jedoch an kein weiteres Gebäude angebaut. 52 Wohneinheiten finden in acht oberirdischen Geschoßen Platz. Im Regelgeschoß befinden sich 7 Wohneinheiten, welche zwischen 74m^2 und 116m^2 aufweisen. Die Erschließung erfolgt über drei Stiegenkerne von denen jeweils zwei bzw. drei Wohnungen erschlossen werden können. Die Erdgeschoßzone besteht zur Hälfte aus Gemeinschaftsräumen und bietet eine Raumhöhe von ca. 3,10m (Raumhöhe im Regelgeschoß; 2,70m). Die Konstruktion besteht in den Geschoßen eins bis sechs durchgehend aus **Stahlbetonwänden** mit einer Dimension von 18cm. Die Außenwände wurden mit einer 16cm starken EPS- Wärmedämmung gedämmt. (Abbildung 100) Die Konstruktion im Dachgeschoß wurde mit einem leichteren Kiesbeton hergestellt. Der Außenwandaufbau besteht aus 18cm Kiesbetonwänden und einer 20cm starken hinterlüfteten Fassade, bestehend aus einer 8cm Mineralwolldämmung und HPL-Platten mit Metallunterkonstruktion. Im Dachgeschoß befinden sich ebenfalls auskragende Gebäudeteile, die an der Untersicht mit der hinterlüfteten Fassade ausgeführt wurden. Der mittlere U-Wert des gesamten Objektes beträgt $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

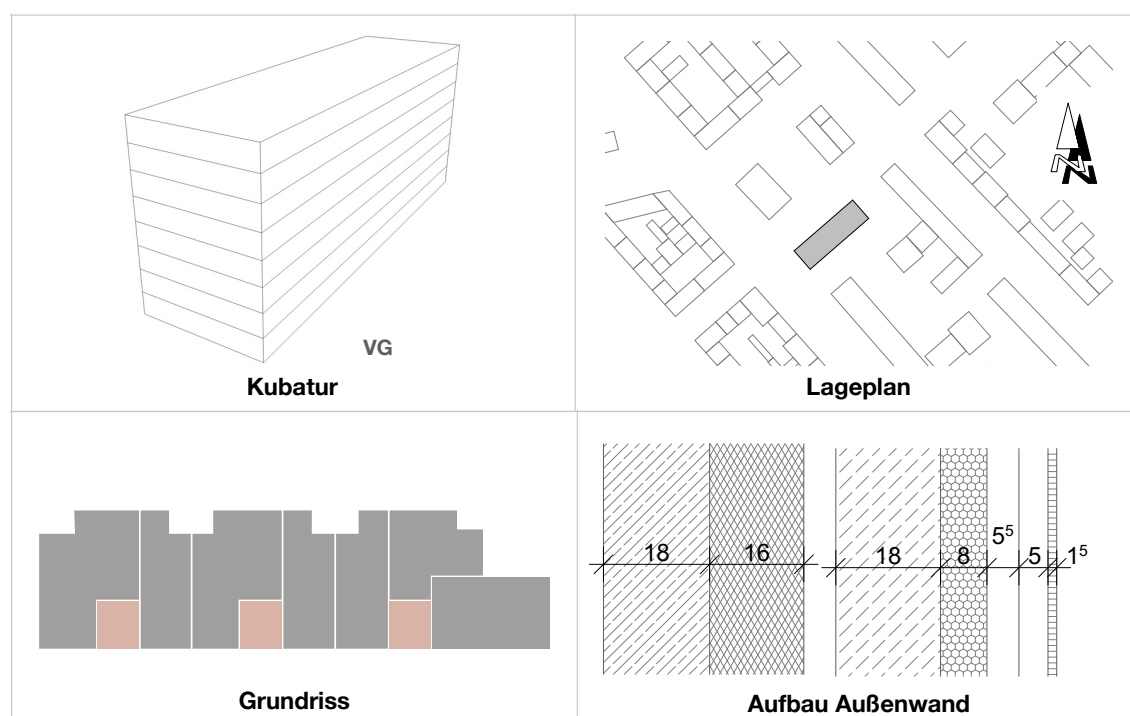


Abbildung 100: Überblick Objekt VG; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 30: Kennwerte Objekt VG

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V
VG_01	2003	5	52	35	4310,92	5811,87	17484,93	0,33



Ø 44,59 kWh/(m²a)

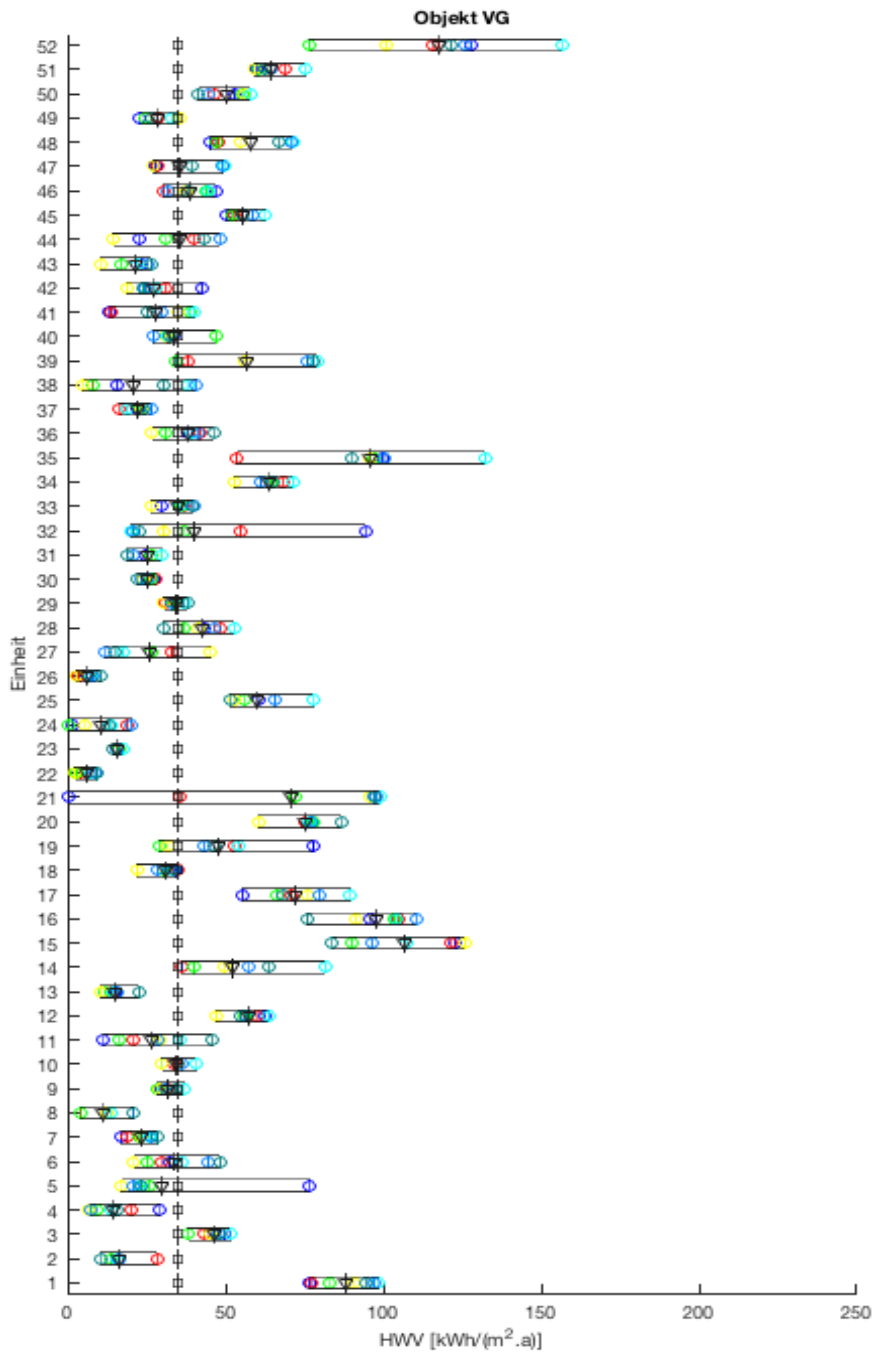


Abbildung 101: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m²a)]; VG_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Fernwärme

Die Wohnanlage VG wurde 2003 fertiggestellt und besteht aus drei Stiegen mit insgesamt 52 Wohneinheiten die einen Bauteil bilden (Tabelle 30). Über die letzten sieben Jahre beträgt die durchschnittlich zugeführte Gesamtenergie 336.947,14 kWh/a. Die beheizte Fläche beträgt 4.312,92m², wodurch sich ein Gesamtenergieverbrauch von 78,13 kWh/(m²a) ergibt. Anhand der grafischen nutzerbezogenen Auswertung ist eine überwiegend homogene Verbrauchslinie mit einer relativ geringen Schwankungsbreite feststellbar. Auffallend sind jedoch Ausreißer in den obersten Geschossen wie diese auch in den anderen Objekten üblich sind. (Abbildung 101)

Tabelle 31: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2016, VG_01.1

VG_01.1	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
HWB	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
HWV	46,32	44,76	40,80	44,11	51,87	48,56	47,30

Tabelle 32: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, VG_01.2

RA_01	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
HWB	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
HWV	42,66	37,68	36,71	35,67	41,94	36,96	36,54

Tabelle 33: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, VG_01.3

RA_01	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
HWB	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
HWV	41,51	40,95	36,85	38,75	53,61	48,69	47,59

An den Durchschnittswerten der jeweiligen Jahre kann man leichte bis mäßig erhöhte Werte gegenüber dem Heizwärmebedarfs erkennen (Tabelle 31, Tabelle 32, Tabelle 33) Die niedrigeren Verbrauchswerte in der Stiege VG_02 kann man auf deren Lage im Gebäude zurückzuführen. Diese befindet sich zwischen den anderen Stiegen (Abbildung 100) und kann

somit durch den hohen Anteil der innenliegenden Wohnungen den Durchschnittsverbrauch geringer halten.

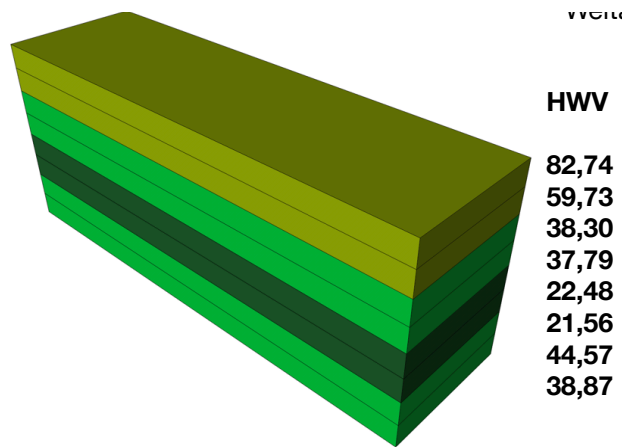


Abbildung 102: Graphische Darstellung des HWV (Ø 2011-2017) in der Gesamtkubatur; VG;
(Quelle: eigene Abbildung)

Weitaus dramatischer zeigt sich der Effekt von höheren Verbräuchen in der Gegenüberstellung der einzelnen Geschoße (Abbildung 102). Während die untersten Geschoße aufgrund von darunterliegenden selten beheizten Gemeinschaftsräumen zwar mäßig mehr verbrauchen, ist der Energieverbrauch bei den obersten Geschoßen hingegen signifikant erhöht. Aus den Plänen geht hervor, dass das oberste Geschoß in Leichtbauweise konstruiert wurde. Bei ordnungsgemäßer Ausführung ist dieser hohe Heizwärmeverbrauch aber trotzdem unüblich.

In einem thermographischen Messbericht von 2010 wurden Wärmebrücken im Bereich der Plattenfassaden im obersten Stockwerk festgestellt, die möglicherweise durch die unsachgemäß ausgeführte Metallunterkonstruktion verursacht werden. (bauXund, 2010)

Somit können also die **hohe Anzahl der innenliegenden Wohnungen, die hohe Wirksamkeit des Wärmedämmverbundsystems** sowie das **ideale Nutzerverhalten** als Ursachen für einen niedrigen Heizwärmeverbrauch genannt werden.

Exponierte Wohnungen sind Faktoren die den Heizwärmeverbrauch negativ beeinflussen. Speziell im Dachgeschoß, wo **in der Leichtbraukonstruktion Wärmebrücken** feststellbar sind, ist der Verbrauch stark erhöht.

OBJEKT ZS

Das Objekt ZS wurde 1994 fertiggestellt und befindet sich in einen Außenbezirk von Wien. Die Umgebung ist mäßig besiedelt und besteht zum größten Teil aus Wohnanlagen. Das Objekt ist freistehend, also an kein weiteres Gebäude angebunden. Es besteht aus vier Gebäudeteilen, welche in 12 Stiegen und vier oberirdische Geschoße geteilt sind und insgesamt 231 Wohneinheiten fassen. In den Haupttrakten der Anlage finden sich Maisonettwohnungen, in den Nebentrakten eingeschobige Wohnungen. Die Wohnungsgrößen variieren zwischen 38m² und 118m². Die Erschließung der Haupttrakte erfolgt über zentrale Kerne die zwei Stiegen miteinander verbinden. Die Wohnungen der Nebentrakte werden über eigenständige Stiegenhäuser erschlossen (Abbildung 103). Die Wohnanlage wurde 2012 thermisch saniert. Im Zuge dessen wurde eine EPS-F Wärmedämmung mit der Stärke von 6cm an die Bestandsaußenwand aus 30cm Hochlochziegel angebracht. Der Heizwärmebedarf konnte dadurch auf ca. 57 kWh/(m²a) verringert werden und ist deshalb an der unteren Grenze der Energieklasse C einzuordnen. Der mittlere U-Wert beträgt 0,47 W/(m²K). Die Bauweise wird als „mittelschwer“ angegeben. Durch die offenen Stiegenhäuser, die durchgehenden Innenhöfe und die geringe Gebäudehöhe kann nur eine Kompaktheit von 0,5 erzielt werden (Tabelle 34).

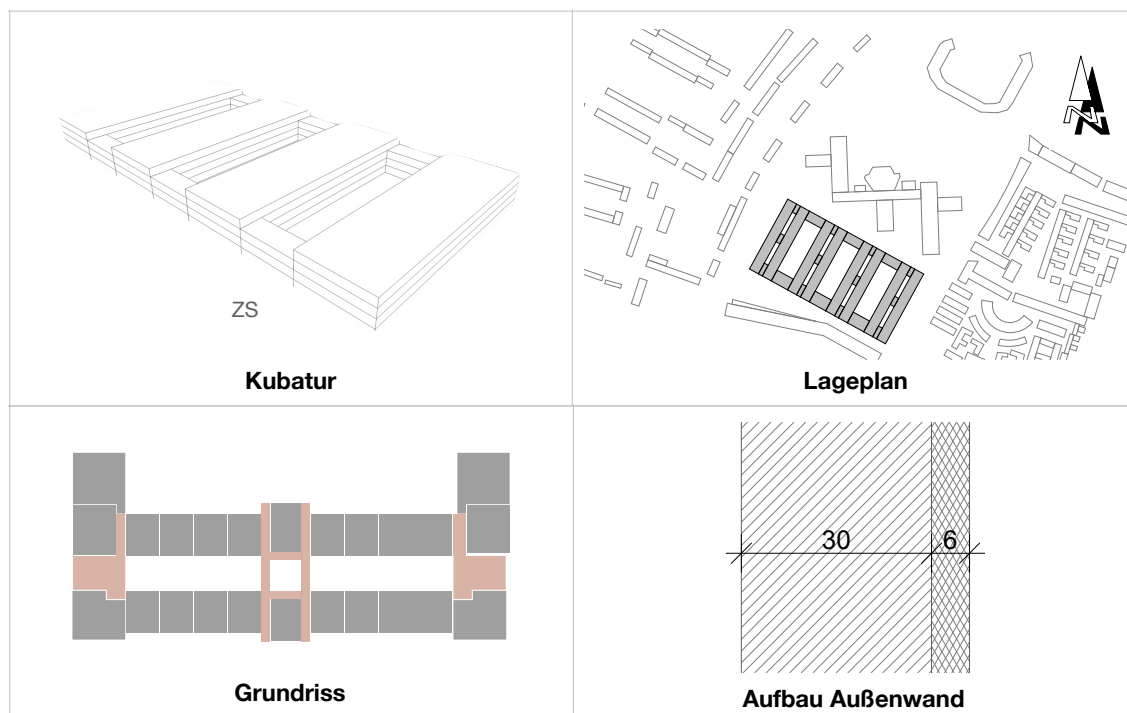


Abbildung 103: Übersicht Objekt ZS; (Quelle: eigene Abbildung)

Tabelle 34: Kennwerte Objekt ZS

Stiege	Baujahr	GK	EH	HWB _{spez} [kWh/ m ² a]	beh. Fläche [m ²]	BGF [m ²]	Brutto Volumen [m ³]	A/V	
ZS_01	1994	4	55	56,9	4482,21	5710	16904	0,49	C
ZS_04	1994	4	61	55,9	5015,34	5837	17275	0,49	C
ZS_07	1994	4	59	57,4	4942,97	6037	17888	0,5	C
ZS_10	1994	4	56	57,4	4511,51	5749	17032	0,49	C

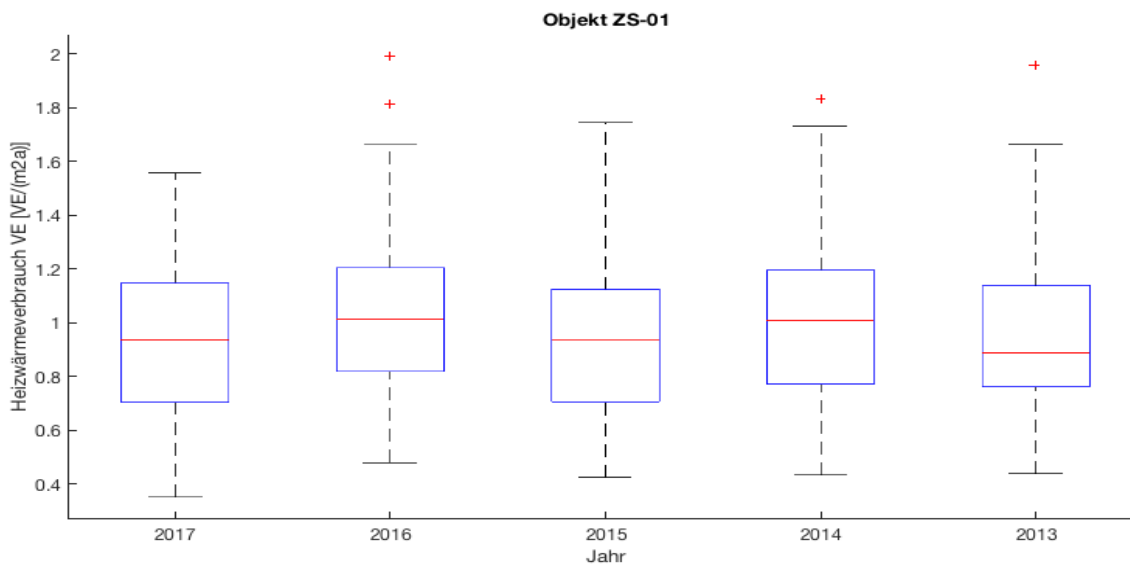


Abbildung 104: Heizwärmeverbrauch [VE/(m²a)]; ZS_01; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)

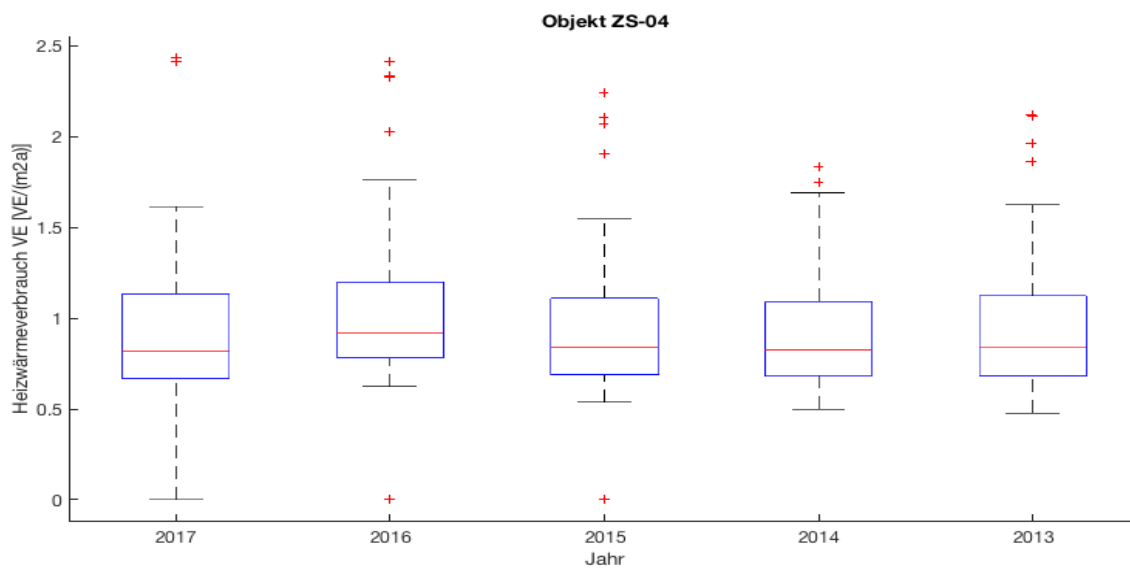
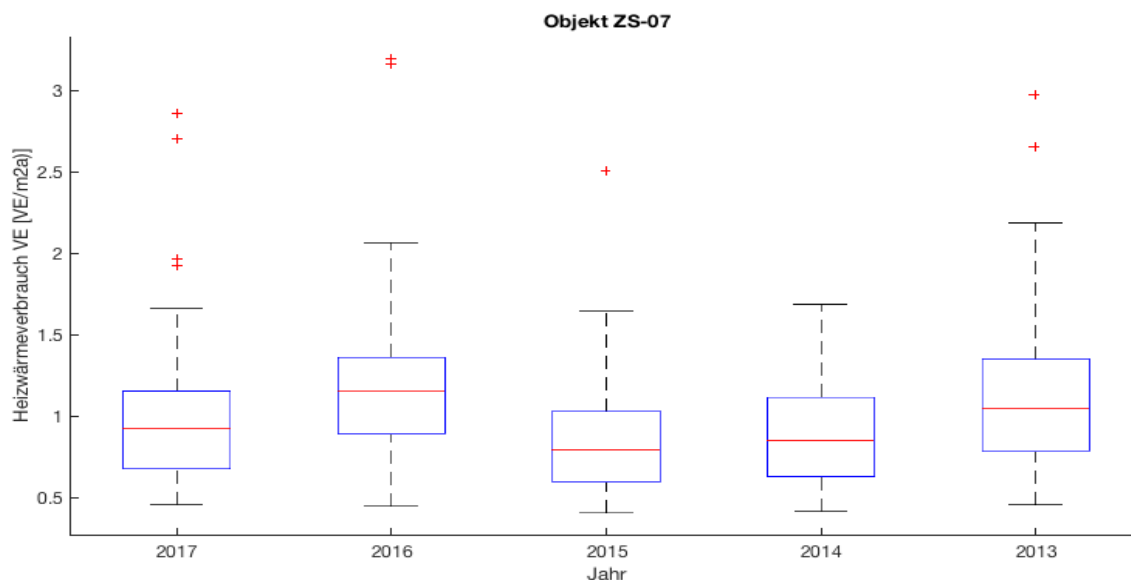
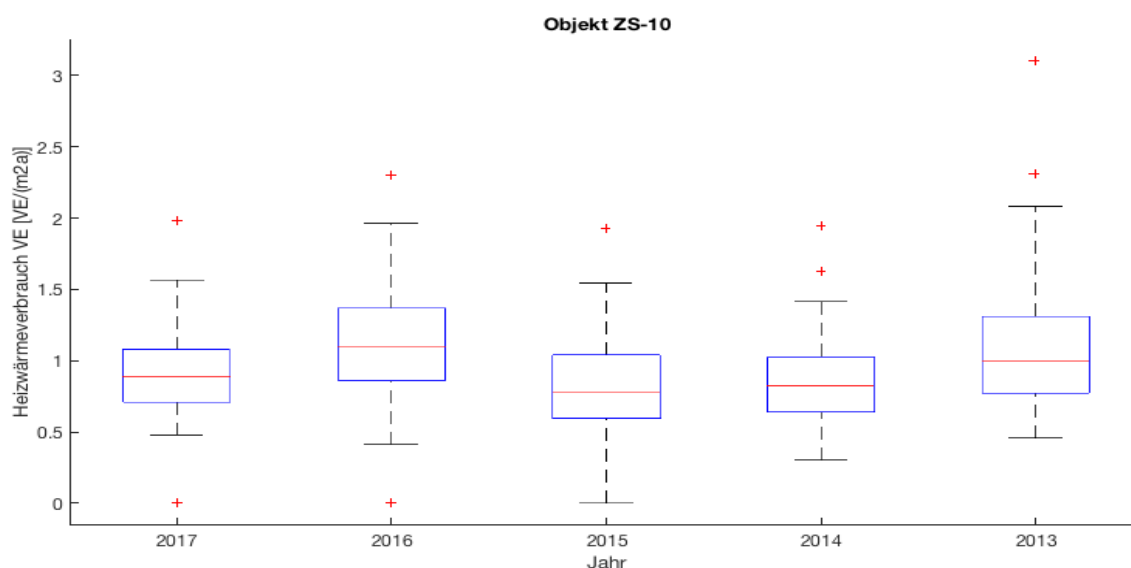


Abbildung 105: Heizwärmeverbrauch [VE/(m²a)]; ZS_04; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Abbildung 106: Heizwärmeverbrauch [VE/(m²a)]; ZS_07; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)Abbildung 107: Heizwärmeverbrauch [VE/(m²a)]; ZS_10; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)

Verbrauchsanalyse

Heizung: Nah- und Fernwärme

Die Wohnanlage ZS besteht aus vier Gebäudeteilen und aus 12 Stiegen die aus insgesamt 231 Wohnungen bestehen. Mit Energiekennzahlen zwischen 55,9 und 57,4 kWh/(m²a) sind die vier vorliegenden Bauteile in der Energieklasse C einzuordnen (Tabelle 34). Die durchschnittlich zugeführte Energiemenge der letzten fünf Jahre beträgt 2.104.576 kWh/a. Bei einer beheizten

Fläche von 18.953,94m² liegt der durchschnittliche Gesamtenergieverbrauch der Hausanlage bei 111,04 kWh/(m²a). Die Abrechnung des Energieverbrauchs geschieht bei diesem Objekt nach Verbrauchseinheiten [VE] (Abbildung 104, Abbildung 105, Abbildung 106, Abbildung 107). Die Summe der Nutzer/innen ist nicht angeführt, lediglich die der gesamten Anlage, wodurch auch Systemverluste inbegriffen sind. Daher ist ein Vergleich mit anderen Objekten nicht aussagekräftig.

Tabelle 35: Gegenüberstellung Bedarfswerte – Durchschnittsverbrauchswerte; ZS_01 – ZS_12

ZS_01 - 12	2017	2016	2015	2014	2013
HWB	Zwischen 55,9 und 57,4				
HWV	93,17	78,92	77,73	86,10	73,93
HWV+WWV	121,27	108,27	104,81	114,84	105,98

Die Aufstellung der Durchschnittswerte (Tabelle 35) zeigt markante Abweichungen zu den prognostizierten Werten aus dem Energieausweis. Doch auffallend ist die relativ geringe Differenz zur insgesamt zugeführten Wärmemenge [\emptyset 111,04 kWh/(m²a)], welche den Wert für den Warmwasserwärmeverbrauch [WWV] inkl. Verluste des Heizsystems sowie der Warmwasseraufbereitung enthält. Die hohen Verbrauchswerte der Heizung dürften also lediglich auf die thermische Qualität und der Weitläufigkeit (nur vier oberirdische Geschoße bei 231 Wohnungen) zurückzuführen sein.

Faktoren für einen niedrigen Heizwärmebedarf können nicht eindeutig ausgemacht werden.

Der **Weitläufigkeit** des Objektes mit dem einhergehenden **ungünstigen A/V Wert** und die **unzureichende Wärmendämmung** sind also die Hauptfaktoren für einen hohen Heizwärmeverbrauch.

4.3 Analyse der Energieauswertung der Objekte

Grundlagen zur Analyse

Bevor eine Analyse der Energieauswertung vorgenommen werden kann, muss sichergestellt werden, dass die Daten von allen Objekten kompatibel sind. Das heißt, dass Werte die nicht nur aus den Nutzersummen bestehen, sondern auch Verluste der Hausanlage beinhalten, nicht in der selben Analyse verglichen werden können. Die Tabelle 36 bildet eine Zusammenfassung der auswertbaren Daten.

Tabelle 36: Kompatibilität der Energiedaten aller Objekte zur Analyse

Objekt	Nutzersumme	HWV – WWWV getrennt	Gesamtsumme des Objektes	
AB	✓	✓	✓	✓
AL	✗	✗	✓	✗
AS	✓	✗	✓	✓
BH	✓	✗	✗	✓
DP	✓	✓	✓	✓
FM	✓	✓	✓	✓
JB	✗	✗	✓	✗
KF	✓	✓	✓	✓
KE	✓	✓	✓	✓
KW	✓	✓	✓	✓
KT	✓	✓	✓	✓
RA	✓	✓	✓	✓
UZ	✓	✓	✓	✓
VG	✓	✓	✓	✓
ZS	✗	✗	✓	✗

Anhand der Tabelle ist ersichtlich, dass die Objekte AL, JB und ZS nicht zum Vergleich mit den restlichen Objekten geeignet sind, da aus den Unterlagen jener Objekte nur die Gesamtsumme der ganzen Anlage ausgelesen werden können. Diese Summen enthalten nicht nur Nutzersummen, sondern auch Verbrauchsdaten von Nebenräumen, sowie Verluste des gesamten Heizsystems. Bei den Objekten AS und BH gibt es keine getrennte Zählung von

Heizwärmeverbrauch [HWV] und Warmwasserwärmeverbrauch [WWWV]. Hier muss in der Gegenüberstellung mit den Bedarfswerten auch der WWWB herangezogen werden.

Gegenüberstellung Bedarfswerte - Verbrauchswerte

In den Einzelauswertungen der 15 Objekte, die anhand von Jahresenergieabrechnungen und dem Energieausweis vorgenommen wurden, konnte allgemein festgestellt werden, dass der Energieausweis, trotz genauer Berechnungen mit standardisierten Parameter, nur Annäherungswerte der tatsächlichen Verbrauchswerte angeben kann.

Nachdem die Auswertung des Heizwärmeverbrauchs [HWV] anhand von den wohnungsbezogenen Verbrauchsdaten in kWh erfolgte, konnten nur 40 von 49 Bauteilen zum Vergleich herangezogen werden. Nicht auswertbar sind laut Tabelle 36 die Bauteile AL_01-03, JB_01-02, und ZS_01, 04, 07, 10, welche mit Verbrauchseinheiten [VE] abgerechnet werden.

In der Abbildung 108 sind die auswertebaren Bauteile (bzw. Stiegen) in deren Energiekennzahlen eingeteilt. Die Einteilung erfolgt in Zehnerschritten bzw. Bauteile unter 20 kWh/(m²a). Ein Großteil, nämlich 90%, der Bauteile verbrauchten über den Zeitraum von den letzten sieben Jahren mehr als der im Energieausweis angegebene Heizwärmebedarf [HWB]. Nur 10% konnten den Energieverbrauch unter diesem Wert halten. In der Klasse unter 20 kWh/(m²a) konnte kein Objekt den Wert des HWB halten, in den Klassen 30-40 und 40-50 kWh/(m²a) jeweils zwei.

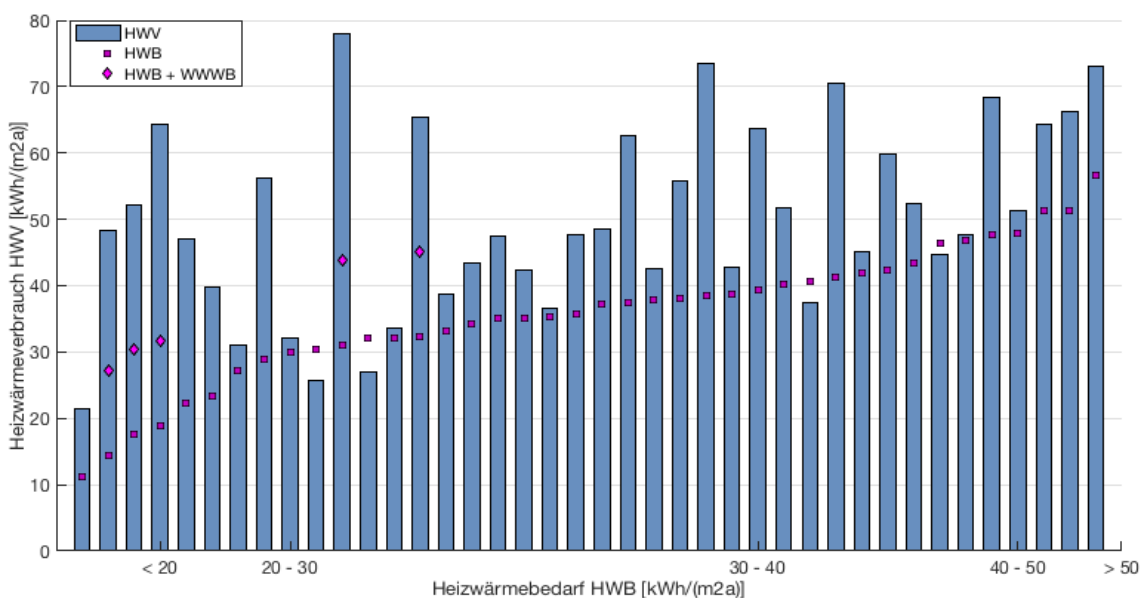


Abbildung 108: Heizwärmeverbrauch aller Objekte; (Quelle: eigene Abbildung)

Die Auswertung des Mehrverbrauchs in Prozent zeigt ein deutlicheres Bild von den Abweichungen zum HWB (Abbildung 109). Klar zu erkennen ist, dass die niedrigeren Energiekennzahlen prozentuell einen weit höheren Mehrverbrauch aufweisen, wobei hingegen Bauteile mit höheren Energiekennzahlen einen eher moderaten Mehrverbrauch verbuchen können. Der Prozentsatz des Mehrbrauchs in den Klassen <20 und 20-30 kWh/(m²a) beträgt zwischen 75 und knapp 120%, in den Klassen über 30 kWh/(m²a) pendelt sich dieser Wert unter 50% ein.

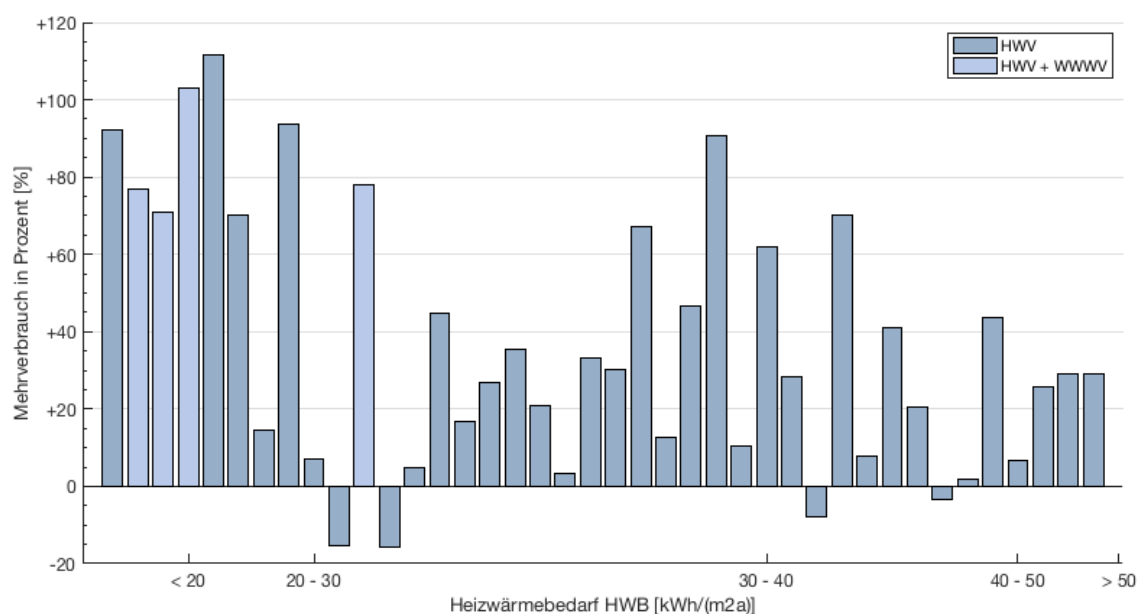


Abbildung 109: Abweichung des Heizwärmeverbrauches zum Heizwärmebedarf aller Objekte;
(Quelle: eigene Abbildung)

Obwohl sich die Abweichung der niedrigen Klassen in absoluten Zahlen auf geringerem Niveau als in höheren Klassen ereignen, sind diese so signifikant, dass der Energieverbrauch den Bereich von zwei bis drei Energieklassen darüber erreicht wird.

Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang ist auch die Schwankungsbreite der Werte in den verschiedenen Klassen (Abbildung 110).

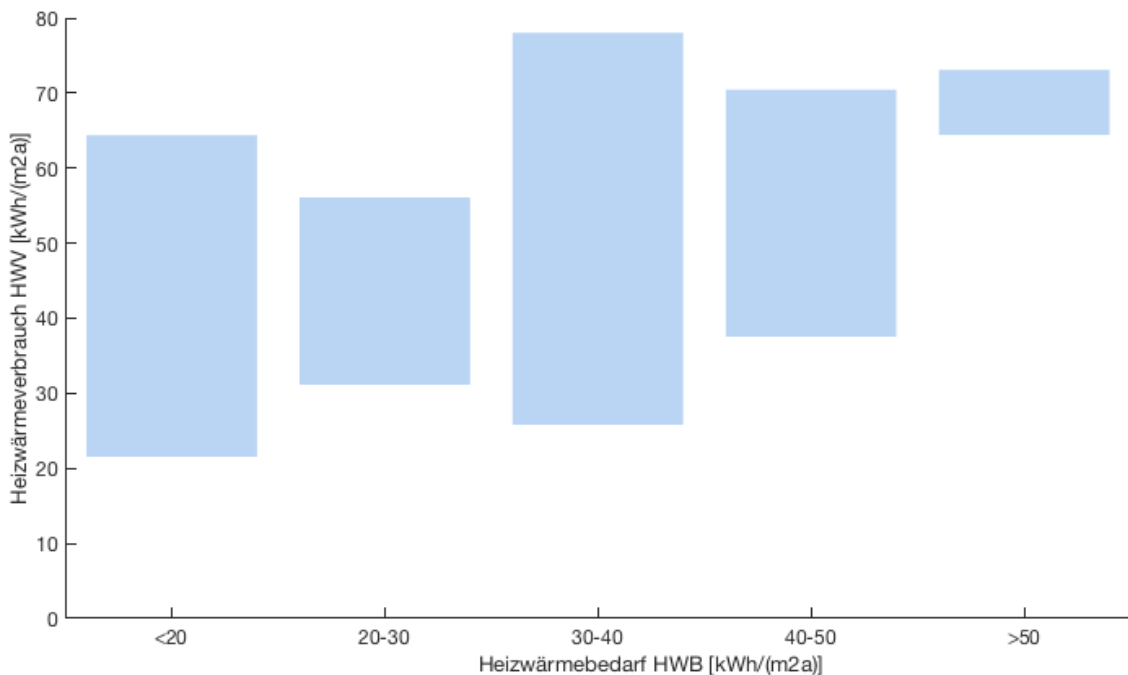


Abbildung 110: Schwankungsbreite HWV – HWB nach Energieklassen; (Quelle: eigene Abb.)

Aufgrund des kleinen Samples ist jedoch die Unschärfe vermutlich zu hoch um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Ein eindeutiger Trend ist aus dieser Grafik nicht abzulesen. Es kann also auch nicht vermutet werden, dass bei einer größeren Anzahl von ausgewerteten Bauteilen, die Schwankungsbreite mit höherer Energiekennzahl abnimmt.

Aufgrund der Auswertung nach Energiekennzahlen kann also zusammenfassend festgehalten werden, dass die untersuchten Objekte bzw. Bauteile mit Energiekennzahlen bis unter 30 kWh/(m²a) eher zu einem signifikanten Mehrverbrauch neigen als jene mit höherer Energiekennzahl.

Als Ursachen für diese Ergebnisse wurden in den Einzelauswertungen der Objekte „entscheidende Faktoren“ angeführt, die vermutlich für den erhöhten Energieverbrauch verantwortlich sind. Die häufigsten Faktoren sind laut Einzelauswertung folgende:

niedriger HWV:	hoher HWV:
<ul style="list-style-type: none"> • hoher Anteil innenliegender Wohnungen • Nutzerverhalten (wenig Ausreißer) • hochwirksame WD (Fassade) 	<ul style="list-style-type: none"> • hoher Anteil exponierter Wohnungen • Nutzerverhalten nicht optimal • schlecht-/ungedämmte Bauteile

Am häufigsten wurden die Faktoren von innenliegenden bzw. exponierten Wohnungen bzw. Geschoßen genannt. Da nicht ganz präzise zu bestimmen ist, ab wann eine Wohnung als innenliegend oder exponiert gewertet werden kann, ist die Anzahl der Wohneinheiten in einem Bauteil ein brauchbarer Bezugswert dafür. Vergleicht man ein Beispielsobjekt mit 100 Wohneinheiten mit einem mit 20 Wohneinheiten, so kann man davon ausgehen, dass der Anteil an exponierten Wohneinheiten bzw. Geschoßen bei großvolumigeren Objekten kleiner ist.

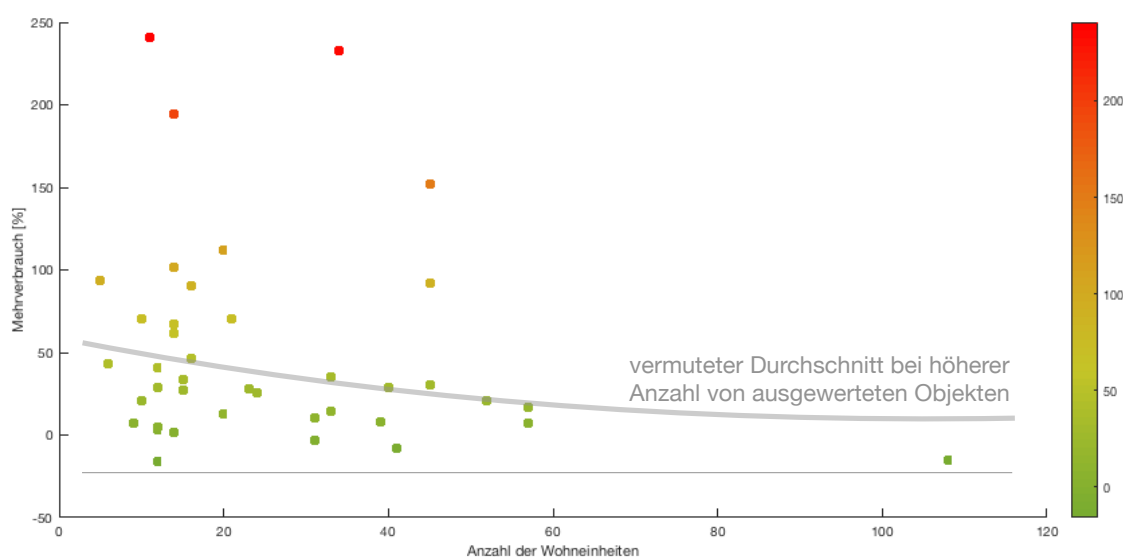


Abbildung 111: Abweichungen HWV - HWB nach Anzahl der Wohneinheiten; (Quelle: eigene Abbildung)

In der Abbildung 111 ist die Anzahl der Wohneinheiten und der prozentuelle Mehrverbrauch (HWB-HWV) gegenübergestellt. Aufgrund der geringen Anzahl der untersuchten Objekte, kann keine präzise Aussage getroffen werden. Dennoch lässt sich ein Trend erkennen, der die Annahme bestärkt, dass eine niedrige Anzahl von Wohneinheiten (also höherer Anteil von exponierten Gebäudeteilen) eine höhere Abweichung vom Energieausweis begünstigt. Aufgrund dieses Trends kann ein Durchschnittswert bei einer höheren Anzahl von untersuchten Objekten abgeleitet werden.

Ein weiterer oft genannter Faktor, der für Abweichungen sorgt, ist das Nutzerverhalten. Dieses ist oft schwer zu definieren, da anhand der Einzelauswertung nur statistische Ausreißer zu erkennen sind, die Gründe dafür aber nicht zu eruieren sind. Bei Objekten mit vielen

statistischen Ausreißern bzw. durchgehenden Mehrverbrauch im gesamten Objekt, kann ein nicht optimal funktionierendes Heizsystem der Hintergrund dafür sein (Abbildung 112).

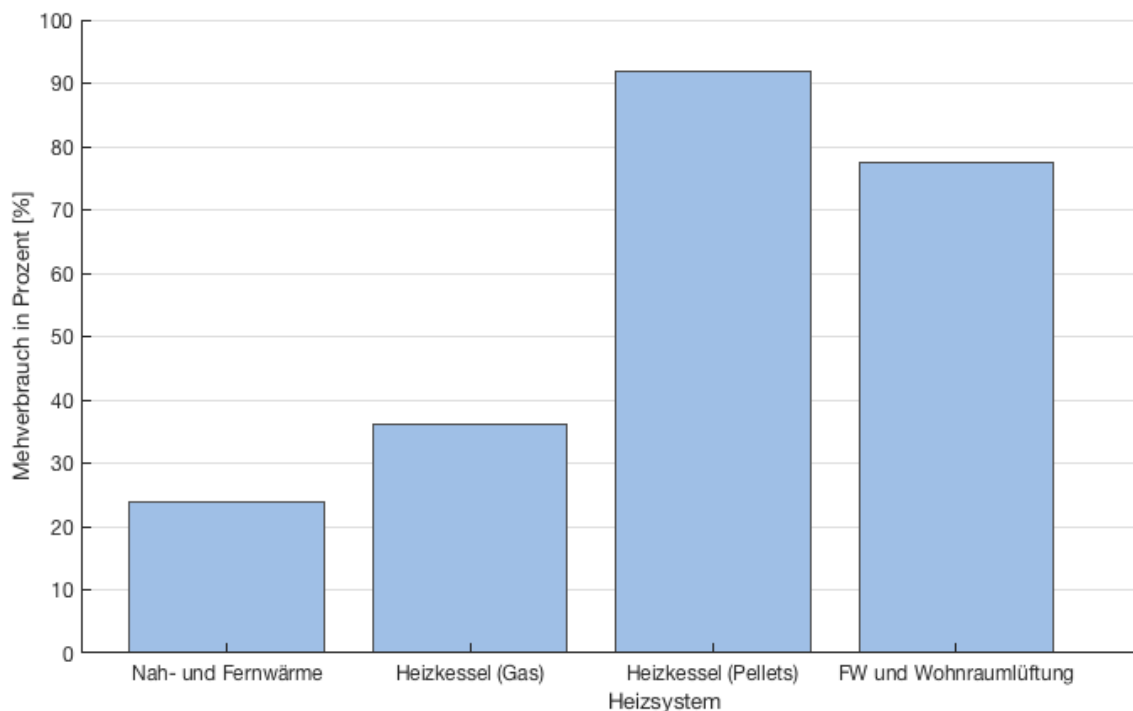


Abbildung 112: Abweichung HWV - HWB nach Heizsystem; (Quelle: eigene Abbildung)

In der Auswertung der Abweichung vom Heizwärmeverbrauch [HWV] zum Heizwärmebedarf [HWB], kann eine deutliche Abweichung bei den ausgewählten Objekten mit Heizsystemen kombiniert mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung und einer Pellet festgestellt werden. Nachdem sich eine Wohnraumlüftung automatisch auf das vorhandene durchschnittliche Raumklima einstellt, kann das bei Nutzerinnen und Nutzern mit verschiedenen Heizverhalten Abweichungen hervorrufen. Abweichungen können zwar nicht auf das Heizsystem allein reduziert werden kann, Tendenzen sind dennoch beobachtbar.

Anhand dieser durchgeführten Analyse konnte Frage 1 und 2 der Fragestellung dieser Arbeit (siehe 1.3 Fragestellung) nach Möglichkeiten der vorhandenen Unterlagen beantwortet werden.

Detailliertere Analyse sowie Ursachenforschung der Abweichungen vom Energieausweis sind aufgrund fehlender Unterlagen nicht möglich. Die Untersuchungen beziehen sich auf die Auswertung der Energieabrechnungen und deren Differenzen zum Energieausweis. Anhand von verschiedenen Faktoren und Kategorien können letztlich nur Trends und Tendenzen aufgezeigt werden.

4.4 Einzelauswertung der Objekte - Energiekosten

Die Einzelauswertung der Objekte hinsichtlich der Energiekosten erfolgt anhand der Gesamtkosten die im Summenblatt der Jahresabrechnung ersichtlich sind. (Abbildung 113, Abbildung 114, Abbildung 115)

ERMITTLUNG DER GRUND- UND VERBRAUCHSKOSTEN GEMÄSS HEIZKOSTENABRECHNUNGSGESETZ

Kosten	Heizung 70,00 %			Warmwasser 30,00 %		
	Grund- 35,00 %	Verbrauchskosten 65,00 %		Grund- 35,00 %	Verbrauchskosten 65,00 %	
Energiekosten	29.299,87	10.254,95	19.044,92	12.557,09	4.394,98	8.162,11
Sonstige Kosten	7.389,98	7.389,98		3.167,13	3.167,13	
Zusatzkosten Heizung	-52,80	-52,80				
	36.637,05	17.592,13	19.044,92	15.724,22	7.562,11	8.162,11

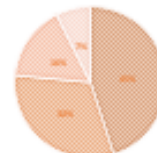


Abbildung 113: Auszug Jahresabrechnung, Ermittlung der Heiz- und WW-Kosten, Objekt KT 2017; (Quelle: eigene Abbildung, Techem, 2017)

0070101	65408029	UFO	WMZ-G	1.000,000	05.01.2018HA	1.355,290	732,822	622.468,000
Die Ablesung Ihres Zählers wurde von MWh in kWh umgerechnet								
H0 Verbrauch Heizung							Ihr Anteil	622.468,000
Verbrauchskosten H1		19.044,92	314.702,000 kWh	=			0,060517	



Abbildung 114: Auszug Jahresabrechnung/ Summenblatt/ Zählerstand/ Objekt KT 2017; (Quelle: eigene Abbildung, Techem, 2017)

WÄRMEKOSTENAUFSTELLUNG

Energiekosten	DATUM	FERNWÄRME MWH	KOSTEN EUR	BETRAG OHNE MWST
Fernwärme Arbeitspreis			41.550,58	
Strom Heizanlage			306,38	41.856,96
Sonstige Kosten				
Wartung			1.077,18	
Abrechnungskosten			9.479,93	
				10.557,11



Abbildung 115: Auszug Jahresabrechnung/ Wärmekostenaufstellung Objekt KT von 2017; (Quelle: eigene Abbildung, Techem, 2017)

Tabelle 37: Überblick Kosten Objekt AB

Objekt AB 10.614,78m ²	Gesamtverbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	Heizkosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2017	837060	315029	67229	55013,27	47013	20216	0,080
2016	812310	356068	63723	51101,98	44598	19125	0,078
2015	777719	300613	74196	61104,99	51899	22297	0,095
2014	760030	270635	74702	62509,71	52280	22422	0,098
2013	862420	346451	82688	78277,4	57863	24826	0,096
2012	779210	315816	73606	69279,57	51479	22127	0,094
2011	571165	335597	77579	73301,22	54259	23320	0,136
Ø	771416	320030	73389	64370	51342	22048	0,097

Das Objekt AB verfügt über keinen separaten Zähler für zugeführte Heiz- bzw. Warmwasserenergie. Jedoch verfügen die einzelnen Wohneinheiten über einen Zähler für die verbrauchte Heizenergie. Die Differenz von der Summe der Wohneinheiten zum Hauptzähler wird demnach zu einem unbekanntem Teil zur Warmwasseraufbereitung genutzt und der Rest kann als Verluste angenommen werden (Tabelle 37). Die Kosten für Heizung und Warmwasser werden 70 zu 30 aufgeteilt. Die Gesamtkosten bestehen zu 88% aus dem Arbeitspreis und zu 12% aus Nebenkosten. (Abbildung 116)

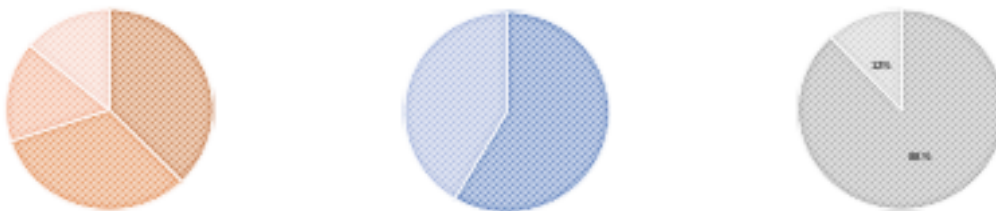


Abbildung 116: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (Ø 2011-2017); AB; (Quelle: eigene Abbildung)

- 70%** Heizungskosten
- 38%** Verbrauchskosten
- 32%** Grundkosten
- 30%** WW-Kosten
- 16%** Verbrauchskosten
- 14%** Grundkosten
- 59%** Warmwasser/ Verluste
- 41%** Heizung
- 88%** Arbeitspreis
- 12%** Nebenkosten

Tabelle 38: Überblick Kosten Objekt AS

Objekt AS 3.782,85m ²	Gesamt verbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Gesamt kosten [€]	Arbeitspreis [€]	€/kWh Gesamt
2017	331306	324413	36802	32612	0,111
2016	413546	325179	35663	31631	0,086
2015	274008	308094	34834	33317	0,127
2014	272511	271453	33887	31639	0,124
2013	307400	330558	36200	34640	0,118
2012	309520	308765	30354	28700	0,098
2011	295130	321777	30532	29111	0,103
∅	314774	312891	34039	31664	0,110

Die Abrechnung bei diesem Objekt erfolgt über einen Gesamtzähler für die zugeführte Energiemenge, welche nicht in Heizenergie und Energie für die Warmwasseraufbereitung unterteilt wird. Zusätzlich gibt es eine Aufstellung über den Energieverbrauch der einzelnen Nutzer/innen. In Verbindung mit dem Gesamtverbrauch können üblicherweise die Verluste errechnet werden. Nachdem in den Abrechnungen der Jahre 2015, 2013 und 2011 jedoch der Zählerstand niedriger als die Summe der einzelnen Einheiten ist, kann man hier von fehlerhaften Abrechnungen bzw. Zählern ausgehen. Der Arbeitspreis macht 93% der Gesamtkosten aus, die Nebenkosten 7%.



Abbildung 117: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (∅ 2011-2017); AS; (Quelle: eigene Abbildung)

99% Heizung/ Warmwasser
1% Verluste

93% Arbeitspreis
7% WW-Kosten

Tabelle 39: Überblick Kosten Objekt BH

Objekt BH 5.827,39m ²	Gesamt verbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Gesamt kosten [€]	Heizkosten [€]	WW- Kosten [€]	€/kWh Nutzersum me
2017	-	375169	59949	41964	17985	0,160
2016	-	370345	57019	39913	17106	0,154
2015	-	340962	62204	43543	18661	0,182
2014	-	248835	31939	22357	9582	0,128
2012	-	277710	32182	22527	9654	0,116
2011	-	131600	21029	14720	6309	0,160
∅	0,00	362159	59724	41807	17917	0,165

Bei dem Objekt BH scheint die Summe der Anlage nicht in der Abrechnung auf. Hier werden lediglich die Summen der einzelnen Einheiten summiert und anschließend als Gesamtenergieverbrauch des Objektes angegeben. Dadurch sind weder Energieverluste oder der Energieverbrauch für Warmwasser ersichtlich.

Die Aufteilung der Kosten in Heizungs- und Warmwasserkosten erfolgt laut HeizKG. Nachdem der Zählerstand in der Abrechnung nicht angeführt wird, ist der Arbeitspreis ebenfalls nicht zu ermitteln. Da Teile der Anlage erst 2014 fertiggestellt wurden, können die Jahre 2011-2014 nicht in die Auswertung aufgenommen werden, da keine verlässlichen Daten vorliegen.



Abbildung 118: Aufteilung der Kosten (∅ 2011-2017); BH; (Quelle: eigene Abbildung)

70%	Heizungskosten
21%	Verbrauchskosten
49%	Grundkosten
30%	WW-Kosten
9%	Verbrauchskosten
21%	Grundkosten

Tabelle 40: Überblick Kosten Objekt DP

Objekt DP 10.170,1 1m ²	Gesamtverbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Summe WW [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	HZ-Kosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2017	1164410	747493	264190	107701	104856	83270	24431	0,092
2016	959500	656774	215050	110874	107738	86024	24850	0,116
2015	1037710	633246	259880	107645	104897	80687	26958	0,104
2014	955810	590671	235420	118246	115575	89121	29125	0,124
2013	1144390	698093	259490	116114	113373	89785	26329	0,101
Ø	1052364	665255	246806	112116	109288	85778	26338	0,107

Beim Objekt DP werden Heizenergie und Warmwasserenergie getrennt gezählt. Ebenso wird die Gesamtsumme der Nutzer/innen angeführt. Dadurch werden Verluste im Heizsystem ersichtlich, welchen 13% betragen. Die Abrechnung der Energie zur Warmwasseraufbereitung erfolgt über verbrauchte Kubikmeter [m³]. Hier sind etwaige Verluste nicht sichtbar. Die Nebenkosten machen 3% der Gesamtkosten aus.



Abbildung 119: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (Ø 2013-2017); DP; (Quelle: eigene Abbildung)

77% Heizungskosten
 45% Verbrauchskosten
 32% Grundkosten
23% WW-Kosten
 16% Verbrauchskosten
 7% Grundkosten

63% Heizung
 24% Warmwasser/
 13% Verluste

97% Arbeitspreis
 3% Nebenkosten

Tabelle 41: Überblick Kosten Objekt FM

Objekt FM 4.963,99 m ²	Gesamtverbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Summe WW [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	HZ-Kosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2017	472290	398290	74000	28389	19136	22510	5879	0,060
2016	461870	391170	70700	32972	21640	26309	6663	0,071
2015	439890	372250	67640	26102	18169	20764	5338	0,059
2014	428913	362663	66250	26822	19518	21342	5480	0,063
2013	574586	486736	87850	31839	25254	24930	6909	0,055
2012	502800	415555	87245	24250	22031	20036	4214	0,048
2011	368640	303465	65175	14536	10873	11956	2580	0,039
∅	464141	390018	74123	26416	19517	21121	5295	0,057

Die verbrauchten Energiemengen werden über Wärmemengenzähler für Heizung und Warmwasser getrennt gezählt. Die Verteilung laut HeizKG erfolgt daher nach reellen Prozentsätzen.

Die Nutzersumme wird nur für die Heizung angegeben, nicht jedoch für das Warmwasser. Verluste können deshalb nur im Heizsystem errechnet werden.

Die Gesamtkosten bestehen zu 74% aus dem Arbeitspreis und zu 26% aus Nebenkosten.

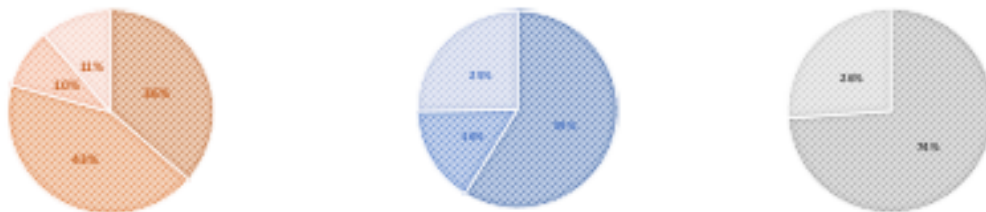


Abbildung 120: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (∅ 2011-2017); FM; (Quelle: eigene Abbildung)

79% Heizungskosten
 36% Verbrauchskosten
 43% Grundkosten
21% WW-Kosten
 10% Verbrauchskosten
 11% Grundkosten

59% Heizung
 16% WW/ Verluste
 25% Verluste

74% Arbeitspreis
 26% Nebenkosten

Tabelle 42: Überblick Kosten Objekt JB

Objekt JB 2876,42m²	Gesamtverbrauch [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	€/kWh Gesamt
2017	226027	17094	14909	0,076
2016	195141	15542	13402	0,080
2015	194478	17520	15359	0,090
2014	180132	16183	14056	0,090
2013	203816	20555	18419	0,101
2012	201411	19507	17144	0,097
2011	199886	18002	16012	0,090
Ø	200127	17772	15615	0,089

In der Jahresabrechnung von Objekt JB ist lediglich der Gesamtverbrauch, der Arbeitspreis und die Nebenkosten ersichtlich, welche durch das HeizKG in Heiz- und Warmwasserkosten aufgeteilt werden. Die Abrechnung der Nutzer/innen geschieht über Verbrauchseinheiten [VE]. Deshalb ist keine Nutzersumme in Kilowattstunden [kWh] ersichtlich, wodurch es auch nicht möglich ist Verluste zu berechnen.

Die Nebenkosten belaufen sich im Schnitt auf 12%.

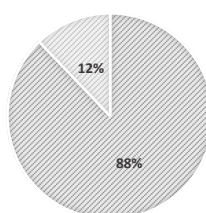


Abbildung 121: Aufteilung der Gesamtkosten (Ø 2011-2017); JB; (Quelle: eigene Abbildung)

88% **Arbeitspreis**
12% **Nebenkosten**

Tabelle 43: Überblick Kosten Objekt KF

Objekt KF 4409,99 m ²	Gesamtverbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Summe WW [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	HZ-Kosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2017	413120	247721	165399	38094	22109	22842	15251	0,092
2016	396208	246994	149214	45505	24360	28367	17137	0,115
2015	365031	216930	148101	33339	23317	19813	13526	0,091
2014	336481	195195	141286	37105	20966	21525	15580	0,110
2013	227047	157360	69688	37351	21743	25887	11464	0,165
Ø	347577	212840	134738	38279	22499	23687	14592	0,115

Das Objekt KF verfügt zwei separate Wärmemengenzähler für die Heizung und die Warmwasseraufbereitung. Die Aufteilung der Kosten erfolgt demnach nach realen Prozentsätzen. Des Weiteren werden die Heizenergiezähler in den Wohneinheiten in der Abrechnung summiert, wodurch Verluste im Heizsystem ablesbar sind.

Der hohe Anteil von Nebenkosten (im Schnitt 41%) ist auf hohe Abrechnungs- und Ablesekosten zurückzuführen.

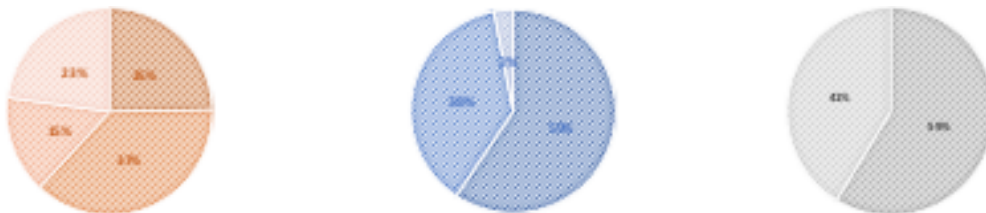


Abbildung 122: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (Ø 2011-2017); KF; (Quelle: eigene Abbildung)

62% Heizungskosten
 25% Verbrauchskosten
 37% Grundkosten
38% WW-Kosten
 15% Verbrauchskosten
 23% Grundkosten

58% Heizung
 39% WW/ Verluste
 3% Verluste

59% Arbeitspreis
 41% Nebenkosten

Tabelle 44: Überblick Kosten Objekt KE

Objekt KE 26.849,4 8m ²	Gesamtverbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Summe WW [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreiss [€]	HZ-Kosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2017	2387440	1455920	931520	263176	140964	148876	114300	0,110
2016	3334210	2389800	944410	261253	148059	140318	120935	0,078
2015	2271430	1336510	934920	242945	129552	128430	114514	0,107
Ø	2664360	1727410	936950	255791	139525	139208	116583	0,099

In dem Objekt KE sind ebenfalls separate Wärmemengenzähler für Heizenergiemengen und Wärmemenge für die Warmwasseraufbereitung vorhanden. Die Verluste des Heizsystems können auch aus den Nutzersummen abgeleitet werden. Diese sind mit durchschnittlich 21% im Vergleich mit anderen Objekten erhöht, wobei zu erwähnen ist, dass im Jahr 2016 rein im Heizsystem 50% an Verlusten zu verzeichnen sind.

Die hohen Nebenkosten (45% der Gesamtkosten) sind auf nicht näher angeführte „sonstige Kosten“ für Heizung und Warmwasser zurückzuführen.



Abbildung 123: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (Ø 2015-2017); KE; (Quelle: eigene Abbildung)

54% Heizungskosten

17% Verbrauchskosten

37% Grundkosten

46% WW-Kosten

18% Verbrauchskosten

28% Grundkosten

44% Heizung

35% WW/ Verluste

21% Verluste

55% Arbeitspreis

45% Nebenkosten

Tabelle 45: Übersicht Kosten Objekt KW

Objekt KW 3.991,85	Gesamtverbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Summe WW [kWh]	Summe Lüftung [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	HZ-Kosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2017	284790	127310	115580	41900	46054	37638	17887	16230	0,162
2016	290230	119300	116460	54470	38637	29939	12884	12563	0,133
2015	246270	100010	107900	38360	26389	23508	10560	11361	0,107
∅	273763	115540	113313	44910	37026	30362	13777	13384	0,134

Die Wärmemengen im Objekt KW werden durch drei separate Zähler erfasst: Heizung, Warmwasser und Lüftung. Die kontrollierte Wohnraumlüftung ist von den Nutzerinnen und Nutzern nur bedingt steuerbar. Deshalb werden die Kosten dafür auf die Nutzer/innen nach Wohnungsgröße aufgeteilt. Das schlägt sich mit erhöhten Grundkosten [€/m²] in der Berechnung nieder. Die tatsächlichen Verbrauchskosten sind aufgrund des geringen Verbrauchs relativ hoch und liegen im Schnitt bei 0,134 €/kWh.

Die Verluste der Heizung sind mit 8% der Gesamtenergie zu beziffern. Verluste im Warmwasserkreis bzw. im Lüftungssystem sind anhand der Abrechnung nicht ablesbar.

Die Nebenkosten können trotz eines fortgeschrittenem Heizungssystem bei 18% gehalten werden.

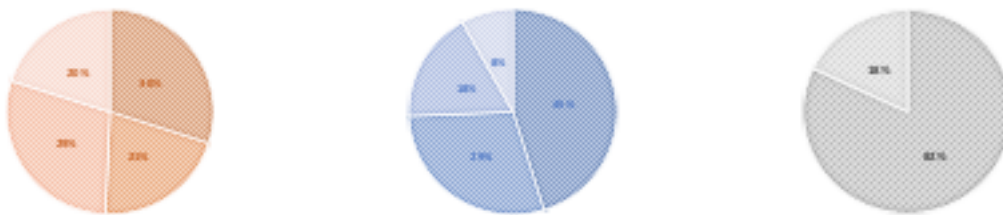


Abbildung 124: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (∅ 2015-2017); KW; (Quelle: eigene Abbildung)

51% Heizungskosten
 30% Verbrauchskosten
 21% Grundkosten
49% WW-Kosten
 29% Verbrauchskosten
 20% Grundkosten

45% Heizung
 29% WW/ Verluste
 18% LÜ/ Verluste
 8% Verluste

82% Arbeitspreis
 18% Nebenkosten

Tabelle 46: Übersicht Kosten Objekt KT

Objekt KT 8.656,55m²	Gesamtverbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	HZ-Kosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2017	622468	314702	52361	41551	36637	15724	0,084
2016	613062	295194	49810	38877	34859	14951	0,081
2015	550961	260906	52647	45740	36830	15817	0,096
2014	547950	251620	54891	43581	38407	16485	0,100
2013	625540	326095	69982	58737	48969	21013	0,112
2012	600930	218843	54831	43496	38368	16463	0,091
2011	564320	250546	62032	57799	43374	18658	0,110
Ø	589319	273986	56651	47111	39635	17016	0,096

Die Abrechnung beim Objekt KT erfolgt über nur einen Wärmemengenzähler. Die Gesamtenergie wird für die Heizung und die Warmwasseraufbereitung verwendet, wobei die Energiemengen für die Heizung durch die Nutzersummen ablesbar sind. Der Rest ist der Warmwasseraufbereitung sowie Verlusten zu unbekanntem Teil zuzuordnen. Diese belaufen sich im Schnitt auf 54%. Die Ermittlung der Grund- und Verbrauchskosten von Heiz- und Warmwasserkosten erfolgt gemäß HeizKG.

Der Arbeitspreis beläuft sich im Schnitt auf 83% der Gesamtkosten, der Nebenkostenanteil beträgt 17%.



Abbildung 125: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (Ø 2011-2017); KT; (Quelle: eigene Abbildung)

78% Heizungskosten
 51% Verbrauchskosten
 27% Grundkosten
22% WW-Kosten
 12% Verbrauchskosten
 10% Grundkosten

46% Heizung
54% WW/ Verluste

83% Arbeitspreis
17% Nebenkosten

Tabelle 47: Übersicht Kosten Objekt RA

Objekt RA 3.437,73m²	Gesamtverbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	HZ-Kosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2016	304962	122633	24469	19988	17122	7347	0,080
2015	291783	112012	27408	22962	19179	8228	0,094
2014	272650	107138	26061	21887	18217	7843	0,096
2013	304140	147190	32730	28382	22911	9819	0,108
2012	280020	139136	22185	20793	15517	6668	0,079
2011	411990	141438	27722	26263	19402	8320	0,067
Ø	310924	128258	26762	23379	18725	8038	0,087

Die gesamten Energiemengen laufen im Objekt RA ebenfalls nur über einen Wärmemengenzähler, welche dann für Heizung und zur Warmwasseraufbereitung verwendet werden. Die Mengen für die Heizung können anhand der Nutzersumme extrahiert werden, der Rest wird für das Warmwasser und die Verluste angenommen. Diese belaufen sich im Durchschnitt auf 59%. Die Nebenkosten belaufen sich auf durchschnittlich 13%. Angeführt sind lediglich die Ablesekosten.

Die Aufteilung in Heizungs- und Warmwasserkosten erfolgt laut HeizKG in 70/30.



Abbildung 126: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (Ø 2011-2017); RA; (Quelle: eigene Abbildung)

- 70%** Heizungskosten
- 40% Verbrauchskosten
- 30% Grundkosten
- 30%** WW-Kosten
- 17% Verbrauchskosten
- 13% Grundkosten

- 41%** Heizung
- 59%** WW/ Verluste

- 87%** Arbeitspreis
- 13%** Nebenkosten

Tabelle 48: Übersicht Kosten Objekt UZ

Objekt UZ 2.220,15m ²	Gesamtverbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	HZ-Kosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2017	262363	126999	19851	16292	13896	5955	0,076
2016	230088	123375	18106	14598	12670	5436	0,079
2015	215099	57204	19722	16304	13790	5932	0,092
2013	229750	109938	25003	21137	17502	7501	0,109
2012	-	136253	21388	19351	14972	6416	
2011	-	129529	20328	19194	13956	6372	
Ø	230362,2	113883	20733	17592	14464	6269	0,089

Das Objekt UZ verfügt über einen zentralen Wärmemengenzähler. Die bezogenen Wärmemengen werden für die Heizung und die Warmwasseraufbereitung verwendet. In der Abrechnung wird die Gesamtsumme der verbrauchten Heizenergie der einzelnen Nutzer/innen ausgewiesen. Die Differenz zur zugeführten Wärmemenge ergibt den Verbrauch für das Warmwasser und die Verluste im System. 47% der Gesamtenergie wird für Heizung aufgewendet.

Die Gesamtkosten teilen sich in 85% Arbeitspreis und 15% Nebenkosten auf.



Abbildung 127: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (Ø 2011-2017); ZU; (Quelle: eigene Abbildung)

70% Heizungskosten
39% Verbrauchskosten
31% Grundkosten
30% WW-Kosten
17% Verbrauchskosten
13% Grundkosten

47% Heizung
53% WW/ Verluste

85% Arbeitspreis
15% Nebenkosten

Tabelle 49: Übersicht Kosten Objekt VG

Objekt VG 4.312,92m ²	Gesamtverbrauch [kWh]	Nutzersumme HZ [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	HZ-Kosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2017	344770	198881	29344	21514	16917	12427	0,085
2016	345830	190359	27356	20781	15057	12299	0,079
2015	322136	175745	31478	23748	17157	14321	0,098
2014	303414	179128	34004	26212	20076	13928	0,112
2013	372620	220661	35884	28090	21250	14633	0,096
2012	332840	197724	37149	29687	22059	15090	0,112
2011	337020	194448	28283	20514	16318	11965	0,084
∅	336947	193849	31928	24364	18405	13523	0,095

Die Erfassung der Energiemenge läuft im Objekt VG über einen zentralen Wärmemengenzähler. Zieht man die Summe der verbrauchten Heizenergie der Nutzer/innen ab, so erhält man die Mengen für die Warmwasseraufbereitung und Verluste. 58% der Gesamtenergie wird die Heizung aufgewendet. Die restlichen 42% sind der Energie für Warmwasser und Verluste zu unbekanntem Teil anzunehmen.

Die verhältnismäßig hohen Nebenkosten (24%) sind auf hohe Abrechnungs- und Wartungskosten zurückzuführen.

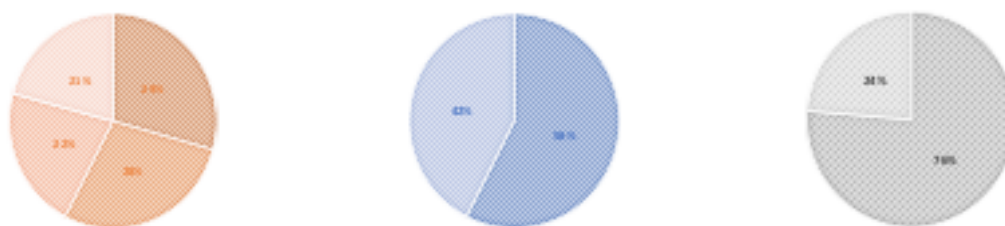


Abbildung 128: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (∅ 2011-2017); VG; (Quelle: eigene Abbildung)

- 57%** Heizungskosten
- 29% Verbrauchskosten
- 28% Grundkosten
- 43%** WW-Kosten
- 22% Verbrauchskosten
- 21% Grundkosten

- 58%** Heizung
- 42%** WW/ Verluste

- 76%** Arbeitspreis
- 24%** Nebenkosten

Tabelle 50: Übersicht Kosten Objekt ZS

Objekt ZS 18.953,94m²	Gesamtverbrauch [kWh]	Summe HZ [kWh]	Summe WW [kWh]	Gesamtkosten [€]	Arbeitspreis [€]	Heizkosten [€]	WW-Kosten [€]	€/kWh Gesamt
2017	2298600	1765990	532610	147383	127722	113234	34149	0,064
2016	2052070	1495890	556180	138740	118400	101142	37599	0,068
2015	1986570	1473200	513370	157236	139905	116606	40630	0,079
2014	2176940	1631860	545080	165645	146239	124167	41477	0,076
2013	2008700	1401330	607370	195106	175017	136106	59000	0,097
Ø	2104576	1553654	550922	160822	141457	118251	42571	0,077

Im Objekt ZS ist zur Zählung der zugeführten Energiemengen mit zwei Wärmemengenzähler ausgestattet. Eine Nutzersumme ist nicht vorhanden, da die Zählung für die Wohneinheiten über Verbrauchseinheiten [VE] durchgeführt wird. Deshalb können keine Verluste in den Systemen berechnet werden.

Die Aufteilung in Heizungs- und Warmwasserkosten erfolgt nach realen Prozentsätzen, da zwei separate Zähler vorhanden sind.

Die Nebenkosten betragen 12% der Gesamtkosten.

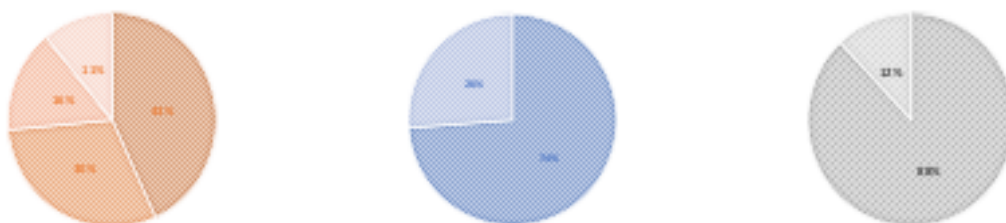


Abbildung 129: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (Ø 2011-2017); ZS; (Quelle: eigene Abbildung)

73% Heizungskosten

43% Verbrauchskosten

40% Grundkosten

27% WW-Kosten

16% Verbrauchskosten

11% Grundkosten

74% HZ/ Verluste

26% WW/ Verluste

88% Arbeitspreis

12% Nebenkosten

4.5 Analyse der Heizenergiekosten

4.6 Arbeitspreis

Wie bereits in 1.5 Grundlagen Energiekosten behandelt, ist der momentane Arbeitspreis/Rohstoffpreis ein wesentlicher Faktor für den Gesamtenergiepreis eines Objektes. Dieser richtet sich nach dem aktuellen Preisen für fossile Brennstoffe. Ein Richtwert bildet der Österreichische Gaspreisindex ÖGPI.

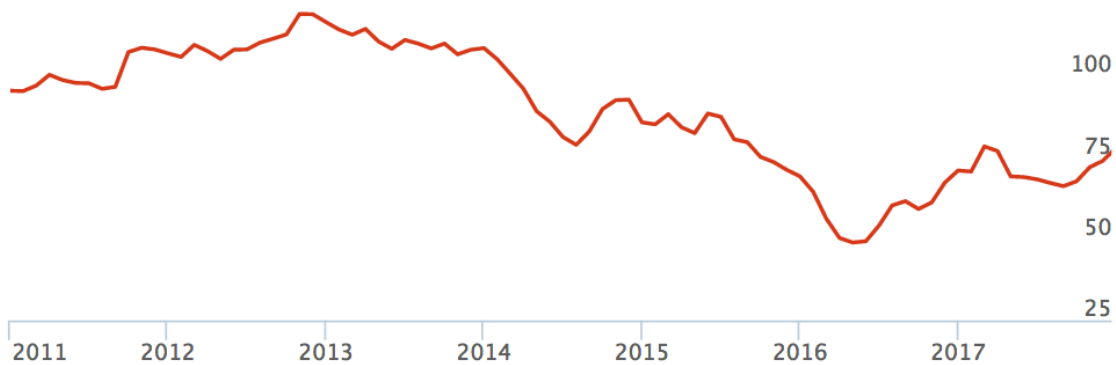


Abbildung 130: Preisentwicklung ÖGPI 2011-2017; (Quelle:

<https://www.energyagency.at/fakten-service/energie-in-zahlen/gaspreisindex.html>, animierte Grafik, 2018)

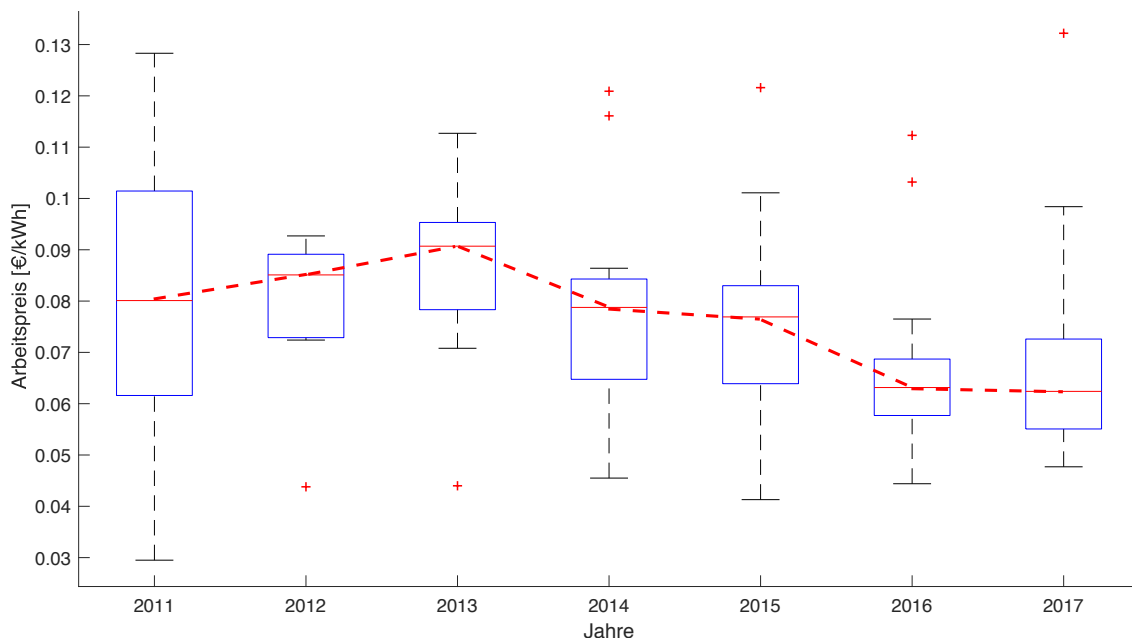


Abbildung 131: Preisentwicklung Arbeitspreis [€/kWh] aller Objekte; (Quelle: eigene

Abbildung)

Obwohl man mit Hilfe des Österreichische Gaspreisindex ÖGPI keine verbindlichen Aussagen über die Heizkosten der Endverbraucher treffen kann, so ist es doch möglich eine Korrelation mit den verrechneten Arbeitspreisen (Abbildung 130, Abbildung 131) auf den Jahresabrechnungen der untersuchten Objekte festzustellen.

Ausgewertet wurden alle Arbeitspreise von allen Objekten der Jahren 2011-2017 die in den zugehörigen Abrechnungen ausgewiesen sind. Der Einfluss des Österreichische Gaspreisindex ÖGPI auf die Preisentwicklung lässt sich über den entsprechenden Zeitraum erkennen.

4.7 Nebenkosten

Die Kosten für die gelieferten Energiemengen und die Nebenkosten bilden die Summe aller Kosten die an die Nutzer/innen verrechnet werden (2.3.1 Zusammensetzung der Kosten). Der Anteil der Nebenkosten beläuft sich je nach Objekt, Heizsystem oder Abrechnungsunternehmen auf 2,5 - 45,5% der Gesamtkosten. Im Durchschnitt ist mit ca. 20% an realen Nebenkosten zu rechnen.

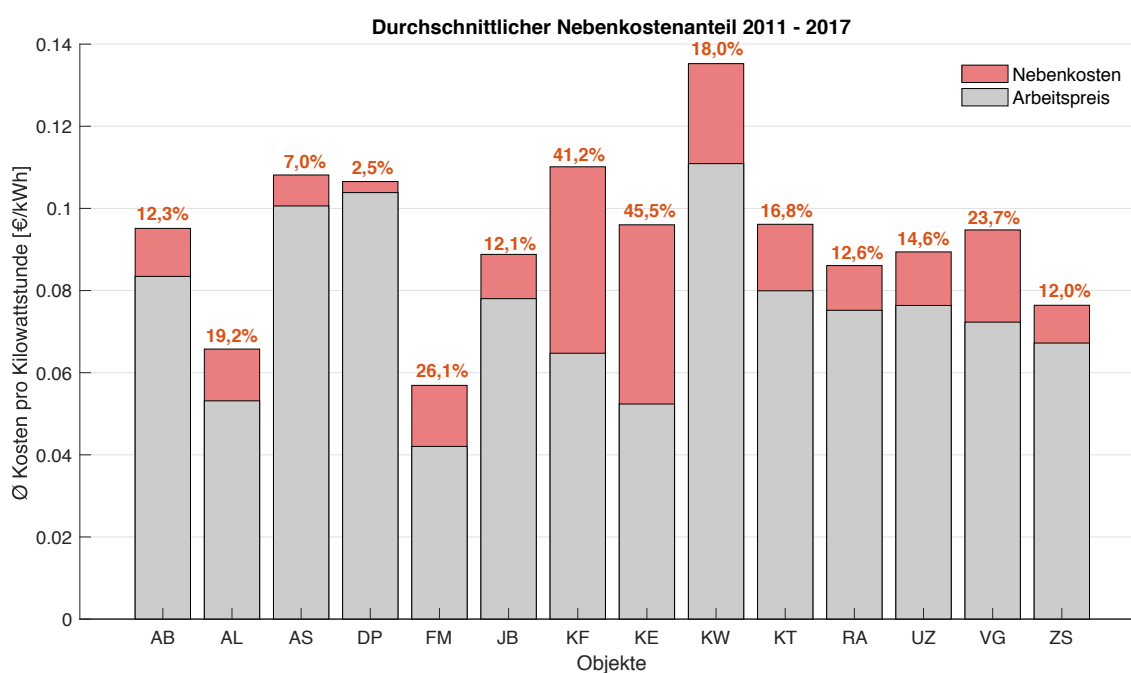


Abbildung 132: Durchschnittlicher Nebenkostenanteil 2011-2017 nach Objekten; (Quelle: eigene Abbildung)

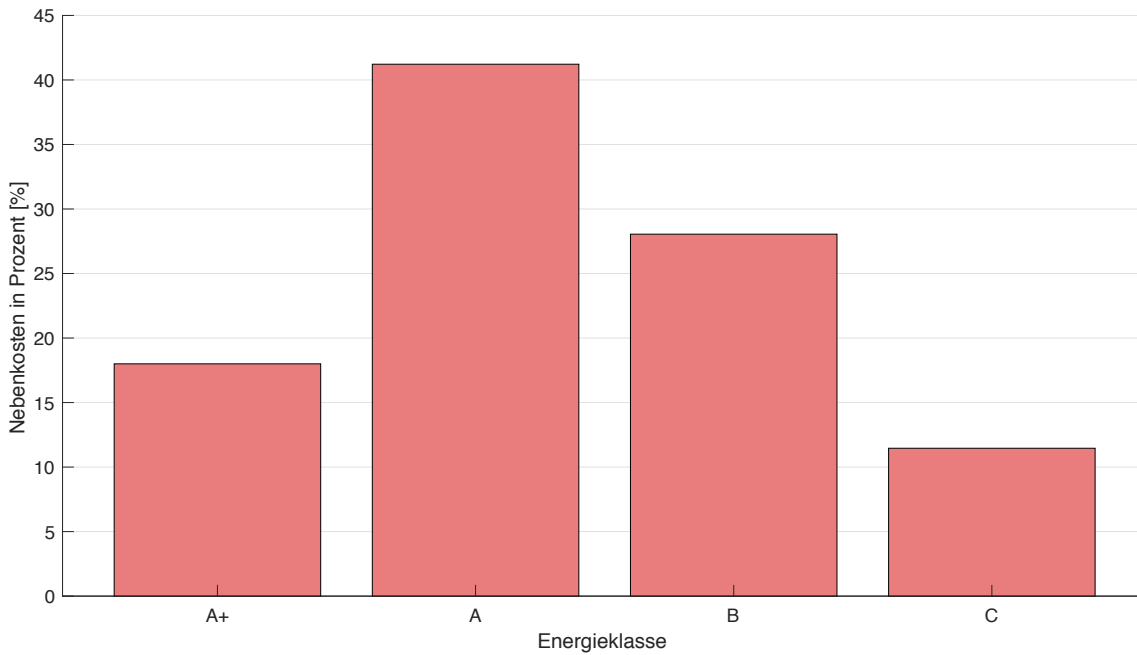


Abbildung 133: Durchschnittlicher Nebenkostenanteil nach Energieklassen; (Quelle: eigene Abbildung)

Die Auswertung der durchschnittlichen Nebenkosten nach Energieklasse erfolgte nach Bauteile, da einige Objekte Bauteile mit unterschiedlichen Energieklassen beinhalten.

Es ist davon auszugehen, dass die Bauteile der Energieklassen A+ und A der untersuchten Objekte statistische Ausreißer sind. Die Bauteile der Energieklasse A+ ergeben etwas zu niedrige Nebenkosten, die der Energieklasse A etwas zu hohe. Obwohl die Anzahl der Objekte, speziell der Energieklassen A+ und A zu gering für eine aussagekräftige These ist, kann ein Trend, dass Bauteile höherer Energieklassen niedrigere Nebenkosten aufweisen, ansatzweise ausgemacht werden.

4.8 Vergleich Energiekosten

Nachdem bei den einzelnen Wohneinheiten je nach Verbrauch die Kosten für eine verbrauchte Kilowattstunde [kWh] variiert (4.9 Kostenvergleich zwischen den Wohneinheiten), können diese nur bedingt miteinander verglichen werden. Die jeweiligen Objekte jedoch können aufgrund vorhandener Summen aller Einheiten gegenübergestellt werden. Als tauglicher Vergleich erweist sich das Verhältnis von den Gesamtkosten zur verbrauchten Energiesumme, also die tatsächlichen Kosten pro Kilowattstunde. Diese betragen bei den untersuchten Objekten zwischen 0,05 und 0,135 €/kWh (Abbildung 134).

Eine weitere Möglichkeit wie Objekte hinsichtlich Kosteneffizienz verglichen werden können, ist die Gesamtkosten der beheizten Flächen gegenüber zu stellen. Hier kommt man auf Werte zwischen 5,32 und 11,00 €/m² (Abbildung 135)

→ Frage 5 Kapitel 1.3 Fragestellung

Tabelle 51: Gesamtübersicht Kosten und Verbrauch

Objekt		beheizte Fläche [m ²]	Ø Gesamtverbrauch [kWh]	Ø Gesamtkosten [€]	Ø Anteil NK	€/kWh	€/m ²
AB	B	10.614,78	771.416,30	73389,22	12,29 %	0,0951	6,914
AL	C	2.044,00	264.253,30	17375,23	19,17 %	0,0658	8,501
AS	B	3.782,85	314.774,40	34038,87	6,98 %	0,1081	8,998
BH	A	5.827,39	362.158,70	59724,13	-	0,1649	10,249
DP	B	10.170,11	1.052.364,00	112115,96	2,52 %	0,1065	11,024
FM	B	4.963,99	464.141,27	26415,7	26,12 %	0,0569	5,321
JB	C	2.876,42	200.127,30	17771,84	12,14 %	0,0888	6,178
KF	A	4.409,99	347.577,40	38278,79	41,22 %	0,1101	8,680
KE	B	26.849,48	2.664.360,00	255791,07	45,45 %	0,0960	9,527
KW	A+	3.991,85	273.763,33	37026,44	18,00 %	0,1352	9,276
KT	B	8.656,55	589.318,70	56650,73	16,84 %	0,0961	6,544
RA	B	3.437,73	310.924,20	26762,27	12,64 %	0,0861	7,785
UZ	B	2.220,15	230.362,20	20594,98	14,58 %	0,0894	9,276
VG	B	4.312,92	336.947,10	31928,4	23,69 %	0,0948	7,403
ZS	C	18.953,94	2.104.576,00	160822,03	12,04 %	0,0764	8,485

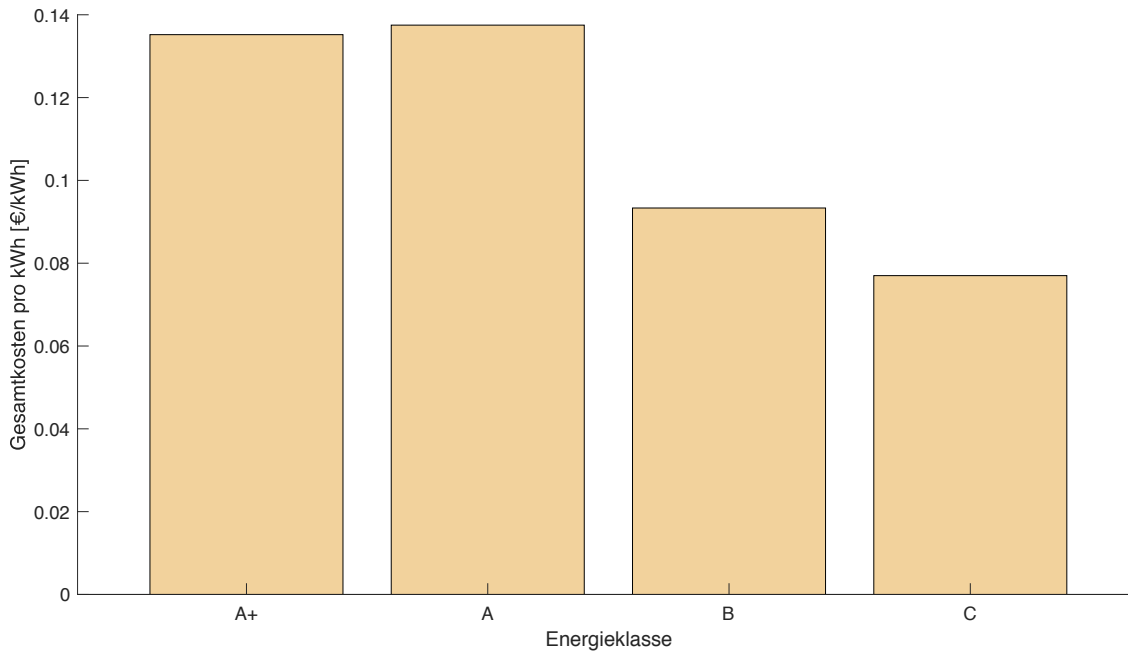


Abbildung 134: Gesamtkosten [€/kWh] nach Energieklassen; (Quelle: eigene Abbildung)

Stellt man die Gesamtkosten pro verbrauchter Kilowattstunde [€/kWh] den Energiekennzahlen [kWh/(m²a)] der ausgewerteten Objekte gegenüber, zeigt sich, dass Objekte mit niedriger Energiekennzahl dazu neigen höhere Gesamtkosten zu erzeugen als Objekte mit niedriger Energiekennzahl.

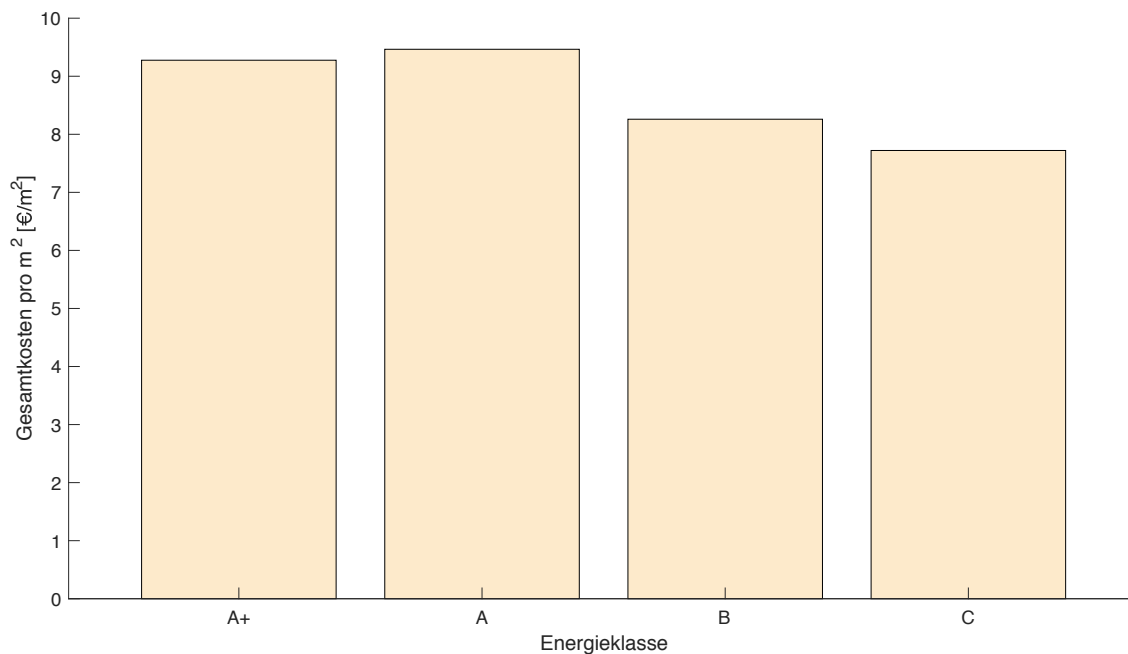


Abbildung 135: Gesamtkosten [€/m²] nach Energieklassen; (Quelle: eigene Abbildung)

Die Ursachen dafür ist die Kombination aus dem Arbeitspreis, der bei niedrigen Verbräuchen höher ausfällt und die erhöhten Nebenkosten, die für Wartungs- und Stromkosten des Heizsystems aufgewendet werden müssen. Der Vergleich der Energiekennzahl nach Gesamtkosten pro Quadratmeter [m^2] zeigt ein ähnliches Ergebnis.

→ Frage 3 und 4, Kapitel 1.3 Fragestellung

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass anhand der Untersuchungen, ein Zusammenhang zwischen Energieklasse und Energiekosten, zumindest bei den vorliegenden Objekten besteht. Denn sowohl bei der Berechnung nach Kosten pro Kilowattstunde [€/kWh], als auch Kosten pro Quadratmeter [€/m^2] konnte eine Tendenz festgestellt werden. Objekte einer niedrigen Energieklasse weisen im Durchschnitt höhere Kosten als Objekte einer höheren Energieklasse.

Demnach kann bei energieeffizienten Objekten nicht gleichzeitig von kosteneffizienten Objekten, in Bezug auf die Energiekosten für Nutzer/innen, ausgegangen werden.

4.9 Kostenvergleich zwischen den Wohneinheiten

Wie in 2.3 Auswertung der Energiekosten behandelt, wird anhand des Arbeitspreises und der Nebenkosten Grund- und Verbrauchskosten von Heizung und Warmwasser gemäß Heizkostenabrechnungsgesetz ermittelt.

Verteilung der Kosten		Gesamtkosten	Gesamtanteile	Preis je Anteil
Heizkosten		36.637,05		
Grundkosten	17.592,13	:	8.565,550 m ² beh. Nutzfläche	= 2,053824
Verbrauchskosten H1	19.044,92	:	314.702,000 kWh	= 0,060517
Warmwasserkosten		15.724,22		
Grundkosten	7.562,11	:	8.565,550 m ² beh. Nutzfläche	= 0,882852
Verbrauchskosten Warmwasser W1	8.162,11	:	2.760,567 m ³	= 2,956679
Kaltwasserkosten		21.245,47		
Kaltwasser	10.447,19	:	8.197,731 m ³	= 1,274400
Kanal	10.798,28	:	8.197,731 m ³	= 1,317228

0.116 €/kWh

Abbildung 136: Auszug Jahresabrechnung, Verteilung der Kosten, Objekt KT, (Techem, 2017)

Dieser Abrechnungsausschnitt (Abbildung 136) lässt sich auf folgende Formel für die einzelnen Einheiten in Bezug auf die Heizkosten reduzieren.

$$\begin{aligned}
 \text{Grundkosten} &= \text{Preis je Anteil} \quad \times \quad \text{m}^2 \\
 \text{Verbrauchskosten} &= \text{Preis je Anteil} \quad \times \quad \text{kWh} \\
 &= \text{HEIZKOSTEN}
 \end{aligned}$$

Wie in Abbildung 23 erklärt, sind in den Grundkosten Anteile der Verbrauchskosten inbegriffen. Daraus folgt, dass wenn man unter dem Durchschnittswert Energie verbraucht, man sich an dem Mehrverbrauch anderer Nutzer/innen beteiligt. Die einzelnen Verbrauchswerte resultieren dadurch in einer Kostenkurve.

Um die tatsächliche Kostenkurve zu ermitteln, muss eine repräsentative Menge an Einheiten eines Objektes hinsichtlich des Preises pro verbrauchter Kilowattstunde ausgewertet werden.

Als Beispiel fungiert das laut Rechnungsausschnitt (Abbildung 136) das Objekt KT im Abrechnungsjahr 2017.

$$\begin{array}{llll} \text{Grundkosten} & = 2,053824 & \times & \text{m}^2 \\ \text{Verbrauchskosten} & = 0,060517 & \times & \text{kWh} \end{array}$$

Rechenweg:

$$(2,053824x) + (0,060517y) = 0,116y$$

$$y = 35,463$$

Der Durchschnittswert der Jahresabrechnung 2017 (Abbildung 136) liegt bei 0,116 €/kWh. Um auf diesen Wert zu kommen müssen min. 35,463 kWh/m² verbraucht werden. Verbraucht man weniger, so steigt der Preis pro Kilowattstunde an, bei höherem Verbrauch pro m² sinkt der Preis.

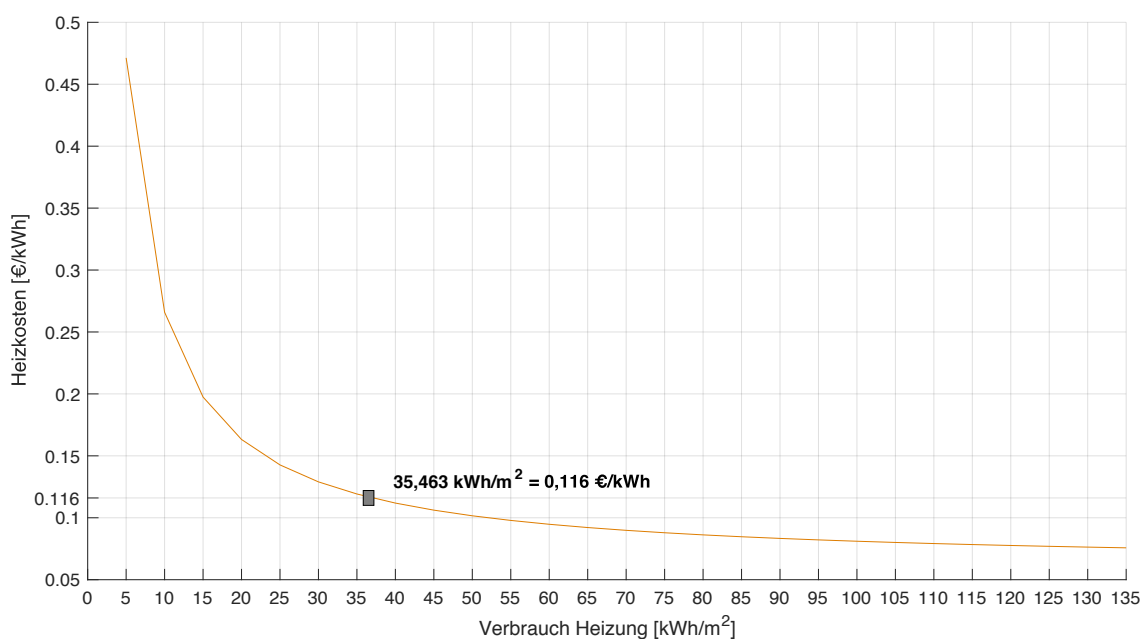


Abbildung 137: Kostenkurve Objekt KT, 2017; (Quelle: eigene Abbildung)

Abbildung 137 verdeutlicht den Kostenverlauf des Objektes KT im Jahr 2017 pro verbrauchter Kilowattstunde pro m² [kWh/m²] nach der Berechnungsformel bestehend aus Grund- und Verbrauchskosten.

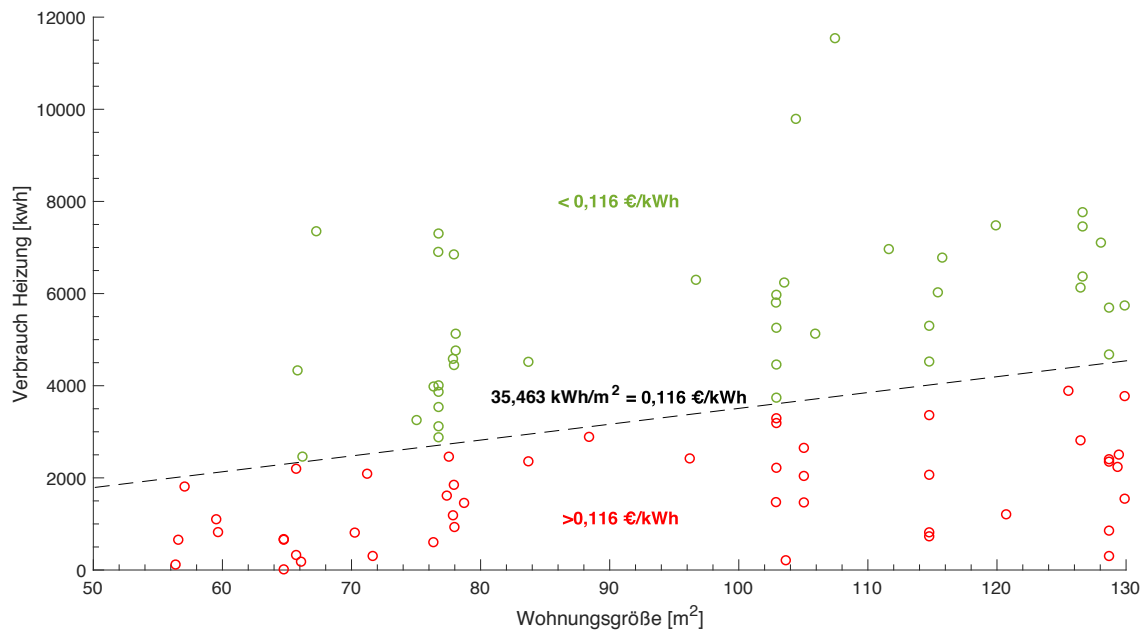


Abbildung 138: Verteilung aller Wohneinheiten Objekt KT 2017 nach Kosten pro Kilowattstunde [€/kWh]; (Quelle: eigene Abbildung)

Abbildung 138 zeigt, dass 42 der 89 Wohneinheiten mehr als $35,463 \text{ kWh/m}^2$ verbraucht haben, wodurch deren Kosten für eine Kilowattstunde unter $0,116 \text{ €}$ lagen. Die restlichen 47 Wohneinheiten verbrauchten im gleichen Zeitraum weniger, wodurch die Kosten über $0,116 \text{ €/kWh}$ lagen.

Dadurch wird ersichtlich, dass aufgrund der Berechnungsmethode des Heizkostenabrechnungsgesetzes die Kosten je nach Verbrauch variabel sind.

Wäre die Aufteilung von Arbeitspreis und Nebenkosten in Verbrauchs- und Grundkosten in diesem konkreten Beispiel des Objektes KT 83 zu 17 (Abbildung 125) und nicht 65 zu 35, wäre der Durchschnittswert (in diesem Fall $35,463 \text{ kWh/m}^2$) der benötigt wird niedriger, um $0,116 \text{ €/m}^2$ für eine Kilowattstunde zu zahlen.

Daraus folgt, dass je niedriger der Anteil der Nebenkosten ist, desto größer ist der Anteil des Arbeitspreises der auf die Grundkosten aufgeteilt wird und jedem/jeder Nutzer/in unabhängig vom Verbrauch verrechnet wird.

,

5 Schlussfolgerung

5.1 Heizwärmeverbrauch

Beim Vergleich des Heizwärmeverbrauches [HWV] mit dem Heizwärmebedarf [HWB] konnte in vielen Fällen ein Mehrverbrauch festgestellt werden. Nur 4 der insgesamt 49 Bauteile (bzw. 40 der auswertbaren Bauteile) der 15 Objekte sind hinsichtlich der Heizenergie unter den Werten des Energieausweises. Die Ursachen sind oft nicht eindeutig auszumachen. Dennoch konnte gezeigt werden, dass verschiedene Einflussfaktoren einen Mehrverbrauch begünstigen. Ein auffallend starker Faktor war die exponierte Lage von Wohnungen. Bei fast allen statistischen Ausreißern konnte der Mehrverbrauch auf eine Exposition im Gebäude zurückgeführt werden. Je höher der Anteil solcher Wohnungen in einem Bauteil war, desto größer war die Abweichung des HWV vom HWB. Dadurch konnten Bauteile mit einer höheren Anzahl von Wohnungen die Abweichungen, durch mehr innenliegende Wohnungen, gering halten.

Größere Abweichungen gab es vor allem bei Bauteilen mit einer Energiekennzahl bis 30 kWh/(m²a). Hier ergab der ausgewertete HWV in den meisten Fällen einen doppelt so hohen Wert als der jeweilige HWB. In zwei dieser Objekte ist eine kontrollierte Wohnraumlüftung installiert, die im optimalen Fall eigentlich die Notwendigkeit Wohnungen individuell mittels Radiatoren zu heizen, einschränken soll. Eingetreten ist bei diesen Objekten jedoch das Gegenteil. Der Wert des HWV ist wesentlich höher als der des HWB. Das lässt eine nicht optimale Abstimmung des gesamten Systems auf das Nutzerverhalten vermuten. Bauteile der Energieklassen B und darüber schnitten hingegen hinsichtlich der Abweichung zum HWB weitaus besser ab. Diese Bauteile weisen Großteils eine Abweichung von unter 50% auf.

Zusammenfassend kann demnach gesagt werden, dass in dieser Studie der Heizwärmebedarf bei den ausgewerteten Objekten der Niedrigenergieklassen (A+ und A) seltener mit realen Verbrauchswerten übereinstimmen. Es kann somit in Zukunft dazu führen, dass diese Objekte den Anreiz verlieren, da die Heizenergieerduktion geringer als erwartet ausfällt und die Heizkosten nicht dementsprechend geringer als in Gebäuden mit höheren Energieklassen sind.

5.2 Heizkosten

Die Auswertung und Analyse der Heizkosten zeigt erhebliche Unterschiede zwischen den jeweiligen Objekten. Zum einen variiert der Arbeitspreis des Energielieferanten, welcher abhängig von Faktoren wie Standort, Liefermenge, Energiestandard des Objektes und letztlich auch der Vertragssituation mit dem Energielieferanten ist. Da diese nicht eindeutig differenziert werden konnten, konnte diesbezüglich keine Analyse stattfinden. Dennoch konnte ein leichter Trend dahingehend festgestellt werden, dass Objekten mit höherem Energiestandard und Objekten mit einer geringen Anzahl von Wohneinheiten ein höherer Arbeitspreis verrechnet wird. Zum anderen unterscheiden sich auch die Nebenkosten der jeweiligen Objekte stark. Ein höherer Energiestandard bei Objekten führte aufgrund des aufwendigeren Heizsystems höhere Wartungs- und Stromkosten. Auffallend sind in einigen Objekten hohe Abrechnungs- und Ablesekosten, deren Ursache nicht geklärt werden konnte und anhand nicht vorliegender Unterlagen nicht näher untersucht werden konnte.

Die Weiterverrechnung von Arbeitspreis und Nebenkosten an die Nutzer/innen, erfolgt anhand des Heizkostenabrechnungsgesetzes. Die Analyse dieser Berechnung zeigt, dass in den Grundkosten auch Verbrauchskosten miteingerechnet sind. Verbraucht man also weniger als einen gewissen Durchschnittswert, zahlt man mehr für eine Kilowattstunde als Nutzer/in mit Verbrauchswerten über dem Durchschnitt. Demnach sind sparsame Nutzer/innen an den von anderen Nutzer/in versuchten Kosten beteiligt. Somit kann man als Nutzer/in nur bis zu einem bestimmten Grad Einfluss auf die eigenen Heizkosten durch Verbrauchsreduktion nehmen.

Durch diesen Umstand zeigt sich, dass die jetzige Berechnung nach dem Heizkostenabrechnungsgesetz kein geeignetes Anreizmodell um weniger Heizenergie zu verbrauchen ist.

5.3 Ausblick

Die gegenständliche Arbeit zeigt, dass je höher der Energiestandard der untersuchten Objekte ist, desto eher werden prognostizierte Werte nicht erreicht. Angesichts der momentan herrschenden Euphorie hinsichtlich der Energieeffizienz von Neubauten sind solche Ergebnisse ernüchternd. Eine großangelegte Ursachenforschung solcher Ergebnisse mit Optimierungsvorschlägen für Nutzer/innen und betreibenden Firmen wäre hier vorzuschlagen. Optimierungen im Bereich der Abstimmung moderner Heizsysteme mit den Nutzerinnen und Nutzern oder verwendeter Baustoffe könnten Verbesserungen bringen.

Des Weiteren könnte eine Optimierung der Berechnungsmethode für Energieausweise diskutiert werden, um die Werte an reale Verhältnisse besser anzupassen.

Neubauten im Wohnbau werden in Zukunft vermehrt in den Energieklassen A+ und A gebaut werden. Die Energieklasse B hat sich in den letzten Jahren schon als Standard etabliert. Laut OIB-Richtlinie 6 - 2015 liegt der Richtwert des Heizwärmebedarfes bei $47,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Es ist anzunehmen, dass mit der Novelle 2019 dieser Wert weiter nach unten korrigiert wird.

Literatur

A-NULL Development GmbH, (2017). HWB oder HWB.

<https://www.archiphysik.at/hwb-oder-hwb/> (14.05.2018)

bauXund Forschung und Beratung GmbH (2010), thermographischer Messbericht nach EN 13187, Objekte FM, RA, UZ, Wien

BMNT (2017), Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Maßnahmen im Gebäudesektor 2016, Bericht des Bundes und der Länder nach Art. 15a B-VG Vereinbarung BGBl. II Nr. 251/2009, Wien, S.9

EAVG 2012, Energieausweis-Vorlage-Gesetz 2012, Bundesgesetz über die Pflicht zur Vorlage eines Energieausweises beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden und Nutzungsobjekten BGBl. I Nr. 27/2012

EBG Gemeinnützige Ein- und Mehrfamilienhäuser Baugenossenschaft reg. Gen.mbH,(2018) Energieausweise aller Objekte und Bauteile Plangrundlagen (Einreichpläne) aller Objekte und Bauteile Bau- und Ausstattungsbeschreibung der Objekte AB, AS, BH, FM, KF, KW, UZ, Wien

Europäische Kommission, 2016, Erster Verpflichtungszeitraum des Kyoto-Protokolls 2008-2012, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/progress/kyoto_1_de, (10.05.2018)

Gesamtenergie richtlinie, Richtlinie 2010/31EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Amtsblatt der Europäischen Union L 153/13 vom 18.6.2010

HeizKG, Heizkostenabrechnungsgesetz, Bundesgesetz über die sparsamere Nutzung von Energie durch verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten sowie über Änderungen des Wohnungseigentumsgesetzes 1975, des Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetzes und des Mietrechtsgesetzes. BGBl. Nr. 827/1992 idF BGBl. Nr. I Nr. 25/2009

Ista Österreich GmbH (2018), Jahresabrechnungen 2011-2017 der Objekte AL, DP, KF, KE, KW, ZS, Wien

Kirnberger, R., Matiasek, F., Spiegel, T. (2007), Verkehr in Zahlen, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Abteilung V/Infra 5, Wien, S. 208

OIB-Richtlinie 6: 03/2015, (2015), Energieeinsparung und Wärmeschutz, Österreichisches Institut für Bautechnik, OIB-330.6-009/15

OIB-Richtlinien, Begriffsbestimmungen, (2015), Österreichisches Institut für Bautechnik OIB-330-014/15

Passivhaus Austria Dr. Wolfgang Feist, (n.d). Kleines Passivhaus 1x1.

<https://passivhaus-austria.org/content/kleines-passivhaus-1%C3%971> (12.05.2018)

Techem Messtechnik GmbH (2018), Jahresabrechnungen 2011-2017 der Objekte AB, AS, FM, JB, KT, RA, UZ, VG, Wien

Verein energiesparhaus.at, (2018). Niedrigsenergiehaus

<https://www.energiesparhaus.at/fachbegriffe/niedrigstenergiehaus.htm> (12.05.2018)

Verein Österreichische Energieagentur, (2018). Österreichischer Gaspreisindex – ÖGPI

<https://www.energyagency.at/fakten-service/energie-in-zahlen/gaspreisindex.html> (28.08.2018)

Wien Energie GmbH (2018), Jahresabrechnungen 2011-2017 des Objektes BH, Wien

ZAMG (2018), Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Tagesauswertung

Lufttemperatur Wien Hohe Warte, 2011-2017,

<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch>, (25.09.2018),

Wien

Tabellen

<i>Tabelle 1: Übersicht der Objekte</i>	31
<i>Tabelle 2: Übersicht Gegenüberstellung HWB - HWV</i>	39
<i>Tabelle 3: Kennwerte Objekt AB</i>	41
<i>Tabelle 4: Gegenüberstellung HWB- \emptysetHWV; AB_01</i>	44
<i>Tabelle 5: Kennwerte Objekt AL</i>	46
<i>Tabelle 6: Kennwerte Objekt AS</i>	48
<i>Tabelle 7: Gegenüberstellung Bedarfswerte – Durchschnittsverbrauchswerte; AS</i>	50
<i>Tabelle 8: Kennwerte Objekt BH</i>	52
<i>Tabelle 9: Gegenüberstellung Bedarfswerte – Durchschnittsverbrauchswerte; BH</i>	55
<i>Tabelle 10: Kennwerte Objekt DP</i>	57
<i>Tabelle 11: Gegenüberstellung HWB- \emptysetHWV; DP_01 – DP_08</i>	62
<i>Tabelle 12: Kennwerte Objekt FM</i>	64
<i>Tabelle 13: Gegenüberstellung HWB- \emptysetHWV; FM_01 – FM_03</i>	66
<i>Tabelle 14: Kennwerte Objekt JB</i>	68
<i>Tabelle 15: Gegenüberstellung Bedarfswerte – Durchschnittsverbrauchswerte; JB_01 – JB_02</i>	69
<i>Tabelle 16: Kennwerte Objekt KF</i>	71
<i>Tabelle 17: Gegenüberstellung HWB- \emptysetHWV; KF_01 – FKF_03</i>	73
<i>Tabelle 18: Kennwerte Objekt KE</i>	75
<i>Tabelle 19: Gegenüberstellung HWB- \emptysetHWV; KE_01 – KE_16</i>	80
<i>Tabelle 20: Kennwerte Objekt KW</i>	82
<i>Tabelle 21: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, KW</i>	84
<i>Tabelle 22: Kennwerte Objekt KT</i>	86
<i>Tabelle 23: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, KT_01</i>	88
<i>Tabelle 24: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, KT_03</i>	88
<i>Tabelle 25: Kennwerte Objekt RA</i>	89
<i>Tabelle 26: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, RA_01</i>	91
<i>Tabelle 27: Kennwerte Objekt UZ</i>	94
<i>Tabelle 28: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, UZ_01</i>	95
<i>Tabelle 29: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, UZ_02</i>	95
<i>Tabelle 30: Kennwerte Objekt VG</i>	98
<i>Tabelle 31: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2016, VG_01.1</i>	99
<i>Tabelle 32: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, VG_01.2</i>	99
<i>Tabelle 33: Gegenüberstellung HWB- HWV 2011-2017, VG_01.3</i>	99
<i>Tabelle 34: Kennwerte Objekt ZS</i>	102

<i>Tabelle 35: Gegenüberstellung Bedarfswerte – Durchschnittsverbrauchswerte; ZS_01 – ZS_12.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabelle 36: Kompatibilität der Energiedaten aller Objekte zur Analyse.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabelle 37: Überblick Kosten Objekt AB.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabelle 38: Überblick Kosten Objekt AS.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabelle 39: Überblick Kosten Objekt BH.....</i>	<i>114</i>
<i>Tabelle 40: Überblick Kosten Objekt DP.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabelle 41: Überblick Kosten Objekt FM.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabelle 42: Überblick Kosten Objekt JB.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabelle 43: Überblick Kosten Objekt KF.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabelle 44: Überblick Kosten Objekt KE.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabelle 45: Übersicht Kosten Objekt KW.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabelle 46: Übersicht Kosten Objekt KT.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabelle 47: Übersicht Kosten Objekt RA.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabelle 48: Übersicht Kosten Objekt UZ.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabelle 49: Übersicht Kosten Objekt VG.....</i>	<i>124</i>
<i>Tabelle 50: Übersicht Kosten Objekt ZS.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabelle 51: Gesamtübersicht Kosten und Verbrauch.....</i>	<i>129</i>

Abbildungen

Abbildung 1: Treibhausgasemissionen des Gebäude Sektors (Quelle: BMNT, Maßnahmen im Gebäudesektor, S.5, 2017)	6
Abbildung 2: Graphische Skala der Energieklassen (OIB-Richtlinie 6, 2015)	7
Abbildung 3: Funktionsweise Passivhaus (Quelle: http://energieinitiative.org/wp-content/uploads/2015/03/so-funktioniert-ein-passivhaus.jpg , 2015).....	10
Abbildung 4: Energieflussdiagramm, (Quelle: https://www.schwaz.at/wp-content/2011/09/Infoblatt-EA_Bauleutemappe.pdf , 2011)	12
Abbildung 5: Ausschnitt Energieausweis/ Bauteilaufstellung (Bauteil DP_02, 2012)	13
Abbildung 6: Kubaturen Kompaktheit; (Quelle: https://blog.paradigma.de/wp-content/uploads/2018/04/Kompaktheit.png , 2018)	14
Abbildung 7: Preisentwicklung ÖGPI 2011-2017, (Quelle: https://www.energyagency.at/fakten-service/energie-in-zahlen/gaspreisindex.html , animierte Grafik, 2018).....	15
Abbildung 8: Beispiel einer Jahresabrechnung, Objekt KT, (Techem, 2017).....	15
Abbildung 9: Gesamtpreis 1 kWh Gas bei 15000 kWh/a in Cent/kWh, (Quelle: https://www.e-control.at/documents/20903/21054/1kWh-Gas-bei-15000kWh-nach-netzbereich.JPG/e4dfe361-ad53-6aaa-29d7-e1dd82ad3624?t=1483628411459 , 2018)	16
Abbildung 10: Gesamtpreis 1 kWh Gas nach Jahresverbrauch in Cent/kWh, (Quelle: https://www.e-control.at/documents/20903/21054/1kWh-Gas-nach-verbrauch.JPG/52e1fbb0-fb72-5788-9009-10032d48b3ac?t=1483948941709 , 2018)	16
Abbildung 11: Auszug Jahresabrechnung Wohneinheit Objekt KT; (Techem, 2017).....	21
Abbildung 12: Zähl- und Abrechnungsmethode TYP A, (Quelle: eigene Abbildung).....	21
Abbildung 13: Auszug Jahresabrechnung Wohneinheit Objekt KW, (Techem, 2017).....	21
Abbildung 14: Zähl- und Abrechnungsmethode TYP B; (Quelle: eigene Abbildung).....	22
Abbildung 15: Auszug Jahresabrechnung Wohneinheit Objekt ZS, (Techem, 2017).....	22
Abbildung 16: Zähl- und Abrechnungsmethode TYP C, (Quelle: eigene Abbildung)	23
Abbildung 17: elektronischer Heizkostenverteiler; (Quelle: https://www.energie-experten.org/fileadmin/_processed_/9/b/csm_Heizkoerper_Heizkoerperz_aehler_doprino_3_ready_von_ista_Foto_energie-experten.org_21d4019dd9.jpg , 2017)	23
Abbildung 18: Auszug Jahresabrechnung Wohneinheit Objekt FM; (Techem, 2017)	23
Abbildung 19: Auszug Jahresabrechnung Wohneinheit Objekt AL; (Techem, 2017).....	24
Abbildung 20: Zähl- und Abrechnungsmethode TYP D, TYP E; (Quelle: eigene Abbildung).....	24
Abbildung 21: Auszug Jahresabrechnung/ Wärmekostenaufstellung Objekt KT; (Techem, 2017).....	25
Abbildung 22: Auszug Jahresabrechnung, Ermittlung der Heiz- und WW-Kosten, Objekt KT; (Techem, 2017)	26

Abbildung 23: Graphische Darstellung der Berechnungsmethode mit Auszug Jahresabrechnung; (Quelle: eigene Abbildung; Techem, 2017)	26
Abbildung 24: Auszug Jahresabrechnung/ Zählerstand Objekt KT; (Techem, 2017)	27
Abbildung 25: Tagestemperaturverlauf Wien Hohe Warte 2011 – 2017; (Quelle: eigene Abbildung)	29
Abbildung 26: Anzahl der Heizgradtage Wien Hohe Warte 2011 – 2017; (Quelle: eigene Abbildung)	29
Abbildung 27: Gesamtenergieverbrauch Heizung/ Warmwasser [kWh/(m ² a)] 2011-2017, (Quelle: eigene Abbildung)	30
Abbildung 28: Geographische Verteilung der Objekte; (Quelle: eigene Abbildung)	32
Abbildung 29: Kubaturen AB – KF; (Quelle: eigene Abbildung)	33
Abbildung 30: Kubaturen KE – ZS; (Quelle: eigene Abbildung)	34
Abbildung 31: Verteilung der Werte; Heizwärmebedarf; (Quelle: eigene Abbildung)	35
Abbildung 32: Heizwärmebedarf nach Baujahren; (Quelle: eigene Abbildung)	35
Abbildung 33: Verteilung der Werte; U-Werte; (Quelle: eigene Abbildung)	36
Abbildung 34: mittlerer U-Wert nach Baujahren; (Quelle: eigene Abbildung)	36
Abbildung 35: Verteilung der Werte; Wohneinheiten; (Quelle: eigene Abbildung)	37
Abbildung 36: Gegenüberstellung HWV -HWB der Objekte; (Quelle: eigene Abbildung)	40
Abbildung 37: Überblick Objekt AB; (Quelle: eigene Abbildung)	41
Abbildung 38: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)], AB Teil 1, 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)	42
Abbildung 39: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)], AB Teil 2, 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)	43
Abbildung 40: Graphische Darstellung des Durchschnitts HWV 2017 im Grundriss OG-3/ AB; (Quelle: eigene Abbildung)	44
Abbildung 41: Überblick Objekt AL; (Quelle: eigene Abbildung)	45
Abbildung 42: Heizwärmeverbrauch [VE/(m ² a)], AL_01, 2015-2017; (Quelle: eigene Abbildung)	46
Abbildung 43: Heizwärmeverbrauch [VE/(m ² a)], AL_02, 2015-2017; (Quelle: eigene Abbildung)	46
Abbildung 44: Heizwärmeverbrauch [VE/(m ² a)], AL_03, 2015-2017; (Quelle: eigene Abbildung)	46
Abbildung 45: Überblick Objekt AS; (Quelle: eigene Abbildung)	48
Abbildung 46: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; AS; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)	49
Abbildung 47: Graphische Darstellung HWV (Ø 2011-2017) OG2; AS; (Quelle: eigene Abb.)	50
Abbildung 48: Überblick Objekt BH; (Quelle: eigene Abbildung)	51
Abbildung 49: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; BH_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)	52
Abbildung 50: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; BH_02; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)	53

Abbildung 51: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; BH_03; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	53
Abbildung 52: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; BH_RH; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	54
Abbildung 53: Überblick Objekt DP; (Quelle: eigene Abbildung).....	56
Abbildung 54: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; DP_01; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	57
Abbildung 55: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; DP_02; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	58
Abbildung 56: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; DP_03; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	59
Abbildung 57: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; DP_04; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	59
Abbildung 58: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; DP_05; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	60
Abbildung 59: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; DP_06; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	60
Abbildung 60: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; DP_07; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	61
Abbildung 61: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; DP_08; 2013-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	61
Abbildung 62: Überblick Objekt FM; (Quelle: eigene Abbildung).....	63
Abbildung 63: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; FM_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	64
Abbildung 64: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; FM_02; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	65
Abbildung 65: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; FM_03; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	65
Abbildung 66: Überblick Objekt JB; (Quelle: eigene Abbildung).....	67
Abbildung 67: Heizwärmeverbrauch [VE/(m ² a)]; JB_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	68
Abbildung 68: Heizwärmeverbrauch [VE/(m ² a)]; JB_02; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	68
Abbildung 69: Überblick Objekt KF; (Quelle: eigene Abbildung).....	70
Abbildung 70: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KF_01; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	71
Abbildung 71: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KF_03; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	71
Abbildung 72: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KF_02; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	72
Abbildung 73: Überblick Objekt KE; (Quelle: eigene Abbildung).....	75
Abbildung 74: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	76

Abbildung 75: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_02; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	76
Abbildung 76: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_03; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	76
Abbildung 77: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_04; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	77
Abbildung 78: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_05; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	77
Abbildung 79: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_06; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	77
Abbildung 80: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_08; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	78
Abbildung 81: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_10; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	78
Abbildung 82: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_11; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	78
Abbildung 83: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_12; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	79
Abbildung 84: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_13; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	79
Abbildung 85: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_14; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	79
Abbildung 86: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KE_16; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	80
Abbildung 87: Überblick Objekt KW; (Quelle: eigene Abbildung).....	82
Abbildung 88: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KW; 2011-2017; (Quelle: eigene Abbildung)	83
Abbildung 89: Graphische Darstellung HWV (∅ 2011-2017) Objektkubatur; KW; (Quelle: eigene Abbildung)	84
Abbildung 90: Überblick Objekt KT; (Quelle: eigene Abbildung).....	85
Abbildung 91: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KT_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	86
Abbildung 92: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; KT_03; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	87
Abbildung 93: Überblick Objekt RA; (Quelle: eigene Abbildung).....	89
Abbildung 94: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; RA_01; 2011-2016; (Quelle: eigene Abb.).....	90
Abbildung 95: Graphische Darstellung des HWV (∅ 2011-2017) in der Gesamtkubatur; RA; (Quelle: eigene Abbildung)	91
Abbildung 96: Überblick Objekt ZU; (Quelle: eigene Abbildung).....	93
Abbildung 97: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; UZ_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	94
Abbildung 98: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; UZ_02; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.).....	94

Abbildung 99: Graphische Darstellung des HWV (\emptyset 2011-2017) im Grundriss; ZU; (Quelle: eigene Abbildung)	95
Abbildung 100: Überblick Objekt VG; (Quelle: eigene Abbildung)	97
Abbildung 101: Heizwärmeverbrauch [kWh/(m ² a)]; VG_01; 2011-2017; (Quelle: eigene Abb.)	98
Abbildung 102: Graphische Darstellung des HWV (\emptyset 2011-2017) in der Gesamtkubatur; VG; (Quelle: eigene Abbildung)	100
Abbildung 103: Übersicht Objekt ZS; (Quelle: eigene Abbildung)	101
Abbildung 104: Heizwärmeverbrauch [VE/(m ² a)]; ZS_01; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)	102
Abbildung 105: Heizwärmeverbrauch [VE/(m ² a)]; ZS_04; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)	102
Abbildung 106: Heizwärmeverbrauch [VE/(m ² a)]; ZS_07; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)	103
Abbildung 107: Heizwärmeverbrauch [VE/(m ² a)]; ZS_10; 2013-2017; (Quelle: eigene Abb.)	103
Abbildung 108: Heizwärmeverbrauch aller Objekte; (Quelle: eigene Abbildung)	106
Abbildung 109: Abweichung des Heizwärmeverbrauches zum Heizwärmebedarf aller Objekte; (Quelle: eigene Abbildung)	107
Abbildung 110: Schwankungsbreite HWV – HWB nach Energieklassen; (Quelle: eigene Abb.)	108
Abbildung 111: Abweichungen HWV - HWB nach Anzahl der Wohneinheiten; (Quelle: eigene Abbildung)	109
Abbildung 112: Abweichung HWV - HWB nach Heizsystem; (Quelle: eigene Abbildung)	110
Abbildung 113: Auszug Jahresabrechnung, Ermittlung der Heiz- und WW-Kosten, Objekt KT 2017; (Quelle: eigene Abbildung, Techem, 2017)	111
Abbildung 114: Auszug Jahresabrechnung/ Summenblatt/ Zählerstand/ Objekt KT 2017; (Quelle: eigene Abbildung, Techem, 2017)	111
Abbildung 115: Auszug Jahresabrechnung/ Wärmekostenaufstellung Objekt KT von 2017; (Quelle: eigene Abbildung, Techem, 2017)	111
Abbildung 116: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2011-2017); AB; (Quelle: eigene Abbildung)	112
Abbildung 117: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2011-2017); AS; (Quelle: eigene Abbildung)	113
Abbildung 118: Aufteilung der Kosten (\emptyset 2011-2017); BH; (Quelle: eigene Abbildung)	114
Abbildung 119: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2013-2017); DP; (Quelle: eigene Abbildung)	115
Abbildung 120: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2011-2017); FM; (Quelle: eigene Abbildung)	116
Abbildung 121: Aufteilung der Gesamtkosten (\emptyset 2011-2017); JB; (Quelle: eigene Abbildung)	117
Abbildung 122: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2011-2017); KF; (Quelle: eigene Abbildung)	118

Abbildung 123: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2015-2017); KE; (Quelle: eigene Abbildung)	119
Abbildung 124: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2015-2017); KW; (Quelle: eigene Abbildung)	120
Abbildung 125: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2011-2017); KT; (Quelle: eigene Abbildung)	121
Abbildung 126: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2011-2017); RA; (Quelle: eigene Abbildung)	122
Abbildung 127: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2011-2017); ZU; (Quelle: eigene Abbildung)	123
Abbildung 128: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2011-2017); VG; (Quelle: eigene Abbildung)	124
Abbildung 129: Aufteilung der Kosten und des Gesamtverbrauchs (\emptyset 2011-2017); ZS; (Quelle: eigene Abbildung)	125
Abbildung 130: Preisentwicklung ÖGPI 2011-2017; (Quelle: https://www.energyagency.at/fakten-service/energie-in-zahlen/gaspreisindex.html , animierte Grafik, 2018)	126
Abbildung 131: Preisentwicklung Arbeitspreis [€/kWh] aller Objekte; (Quelle: eigene Abbildung)	126
Abbildung 132: Durchschnittlicher Nebenkostenanteil 2011-2017 nach Objekten; (Quelle: eigene Abbildung)	127
Abbildung 133: Durchschnittlicher Nebenkostenanteil nach Energieklassen; (Quelle: eigene Abbildung)	128
Abbildung 134: Gesamtkosten [€/kWh] nach Energieklassen; (Quelle: eigene Abbildung)	130
Abbildung 135: Gesamtkosten [€/m ²] nach Energieklassen; (Quelle: eigene Abbildung).....	130
Abbildung 136: Auszug Jahresabrechnung, Verteilung der Kosten, Objekt KT, (Techem, 2017).....	132
Abbildung 137: Kostenkurve Objekt KT, 2017; (Quelle: eigene Abbildung).....	133
Abbildung 138: Verteilung aller Wohneinheiten Objekt KT 2017 nach Kosten pro Kilowattstunde [€/kWh]; (Quelle: eigene Abbildung).....	134