

Endbericht

Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks

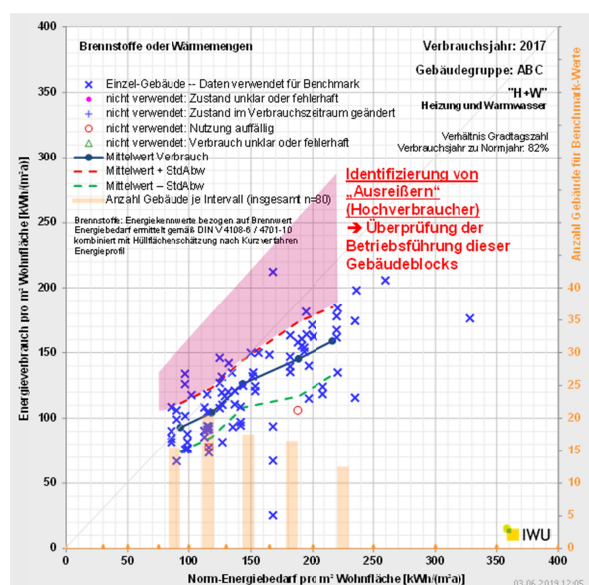
Soll-/Ist-Vergleich des Energieverbrauchs zur Evaluierung und Steigerung der Effizienz von Energiesparmaßnahmen im Praxisalltag eines Wohnungsunternehmens

Untersuchung in Kooperation mit:
Nassauische Heimstätte Wohnungs-
und Entwicklungsgesellschaft mbH

gefördert nach den Richtlinien des
Landes Hessen zur Energetischen
Förderung im Rahmen des
Hessischen Energiegesetzes (HEG)

Darmstadt, Juni 2019

Autoren: Tobias Loga
Stefan Swiderek
Michael Grafe



unter Mitwirkung von:
Monika Repp (NHW)
Jens Bartholmey (MET)
Mathias Lupp (NHW)
Alireza Afshar (NHW)
Gunter Förster (NHW)

mit Unterstützung des Landes Hessen

HESSEN



Hessisches Ministerium
für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Wohnen

in Kooperation mit



UNTERNEHMENSGRUPPE
NASSAUISCHE HEIMSTÄTTE
WOHNSTADT

Endbericht des Forschungsvorhabens „Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks“
gefördert nach den Richtlinien des Landes Hessen zur Energetischen Förderung
im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes (HEG) vom 02. Dezember 2015, Teil II, Nr. 3

Einreichung: Juni 2019

Publikation: Februar 2020 (mit geringfügigen Modifikationen)

Autoren: Tobias Loga
Stefan Swiderek
Michael Grafe

unter Mitwirkung von:

Monika Repp (NHW)
Jens Bartholmey (MET)
Mathias Lupp (NHW)
Alireza Afshar (NHW)
Gunter Förster (NHW)

Ansprechpartnerin innerhalb der Nassauischen Heimstätte / Wohnstadt:

Monika Repp
Zentrale Technische Aufgaben
Nassauische Heimstätte
Wohnungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH
Untermainkai 12/13
60311 Frankfurt am Main

Fördermittelgeber:

WI-Bank – Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen, Frankfurt am Main
Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung
Referat Energieeffizienz, Energieberatung

ISBN: 978-3-941140-65-3

Darmstadt, den 27.06.2019

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT GMBH
Rheinstraße 65
64295 Darmstadt
Germany

Telefon: +49(0)6151/2904-0 / Fax: -97
Internet: www.iwu.de

Inhalt

Zusammenfassung	5
Summary	5
1 Einführung	6
1.1 Ausgangsbasis.....	6
1.2 Aufgabenstellung / Grundidee des Forschungsvorhabens	6
2 Grundlagen	8
2.1 In der Studie verwendete Begriffe	8
2.2 Datenbanken und Datenmanagement in der NHW	9
3 Auswahl eines Quartiers als Modellprojekt	16
4 Aus den Datenbanken exportierte Tabellen	21
4.1 Energieverbrauchsdaten	21
4.2 Daten-Tabellen aus „EnergyProfile.xls“	21
4.3 Tabelle „Daten WVA“ mit Informationen zu den Wärmeversorgungsanlagen.....	22
5 Fakten-Check: Überprüfung der vorliegenden Daten.....	23
5.1 Konsistenz und Vollständigkeit der Datensätze	23
5.2 Vor-Ort-Kontrolle.....	23
6 Zusammenführung der Daten für Verbrauch und Bedarf.....	34
6.1 Schema der Zusammenführung	34
6.2 Vergleich „H“ – nur Heizung	36
6.3 Vergleich „W“ – nur Warmwasser.....	38
6.4 Vergleich „H+W“ – Heizung und Warmwasser	40
6.5 Kennwerte der Einzelgebäude	42
7 Ermittlung und Analyse von Energieverbrauchsbenchmarks	46
7.1 Verwendete Regeln und Ausschlusskriterien.....	46
7.2 Vergleichswerte Heizung („H 2017“).....	48
7.3 Vergleichswerte Warmwasser („W 2017“)	50
7.4 Vergleichswerte Heizung und Warmwasser („H+W 2017“).....	52
7.5 Vergleichswerte für das abgerechnete Warmwasser-Volumen	54
7.6 Auswirkung der Vor-Ort-Überprüfung auf das Ergebnis	55
7.7 Auswertungen für das Verbrauchsjahr 2016 und Vergleich mit 2017	58
7.8 KVEP-Berechnung im Vergleich zur DIN-Berechnung: Verbrauchs-Bedarfs-Zuordnung und Benchmarks	61
7.9 Erweiterung der Gebäuestichprobe	65
7.10 Vergleich der Benchmarks mit Analysen des Verbrauch-Bedarf-Zusammenhangs anderer Gebäudegruppen.....	71
8 Ausreißer-Analyse: vertiefte Datenanalyse und Maßnahmen zur Energieeinsparung	74
8.1 Zielsetzung und Vorgehen	74
8.2 Ermittelte „Ausreißer“-Gebäude	74

8.3	S2289_2 – Schlagfeldstraße 34 (+ 32)	82
8.4	S2288_1 + S2288_3 – Schlagfeldstraße 41 + 45 (+ 43)	89
8.5	S2294_1: Gravenbruchstraße 13 (+ 11 & 15)	100
8.6	Resümee zur Verwendung der verschiedenen Benchmarks	107
8.7	Zusammenfassung der Empfehlungen zur Ausreißeranalyse	109
9	Experten-Workshop und Fachtagung	112
10	Resümee	115
10.1	Zusammenfassung der Arbeitsschritte und Ergebnisse	115
10.2	Resümee zur Datenlage, zur Methodik und zum Vorgehen	117
10.3	Nutzen der Energieverbrauchsbenchmarks	118
10.4	Empfehlungen und Ausblick	121
	Literatur	124
	Abbildungsverzeichnis	125
	Tabellenverzeichnis	127
Anhang A	Checkliste Energieverbrauchsbenchmarks in Wohnungsunternehmen	130
A.1	Verbrauchsdaten als Grundlage für Benchmarks	130
A.2	Zustandsdaten als Grundlage für Benchmarks	130
A.3	Bedarfsdaten als Grundlage für Benchmarks	131
A.4	Bedarfsdifferenzierte Verbrauchsbenchmarks	131
A.5	Überprüfung der Ausreißer	132
Anhang B	Finale Fassungen der Benchmark-Analysen für das betrachtete Quartier	134
B.1	Verbrauch-Bedarf-Diagramme für die Bilanzräume Gebäude, Gebäudeblock und Wärmeversorgungsanlage im Verbrauchsjahr 2017	134
B.2	Verbrauch-Bedarf-Tabellen mit Daten der Einzelgebäude für das Verbrauchsjahr 2017	136
B.3	Benchmark-Diagramme für das Verbrauchsjahr 2017	139
B.4	Benchmark-Tabellen für das Verbrauchsjahr 2017	142
Anhang C	Definition der verwendeten Datenfelder	145
C.1	Blatt „Daten Abrechnung“: Datensätze gemessener Verbrauch je Gebäude (Hauseingang)	145
C.2	Blatt „ABD_ALLES“: Basisdaten zur Abrechnung (Hauseingang)	147
C.3	Tabellen aus „EnergyProfile.xls“	148
C.4	Tabelle „Daten WVA“ – Informationen zur Heizzentrale	155
Anhang D	Ausreißer-Analyse: Daten Gebäudehülle gemäß Energieprofil	156
Anhang E	Empfehlungen / Hinweise zur Betriebsführung	157
E.1	Beispiel für eine leicht nachzuvollziehende Regelung	157
E.2	Schema für ein Logbuch für Regelungseinstellungen	158
Anhang F	Dokumentation zur Verbreitung der Ansätze innerhalb des Projekts	160
F.1	Einladung und Tagesordnung Experten-Workshop	160
F.2	Einladung und Tagesordnung IWU-Fachtagung	163

Zusammenfassung

Im Rahmen eines gemeinsam mit dem Wohnungsunternehmen Nassauische Heimstätte / Wohnstadt (NHW) durchgeführten Modellprojekts wurden in einem Quartier des NHW-Bestands abgerechnete Jahreswerte des Energieverbrauchs mit rechnerischen Energiebedarfswerten verglichen. Entsprechend der energetischen Zustände der Gebäude wurden „Energiebedarfsklassen“ gebildet und für jede Klasse der Mittelwert des gemessenen Energieverbrauchs ermittelt. Gebäude mit gegenüber dem Durchschnitt stark erhöhten Verbrauchswerten wurden identifiziert und dort Maßnahmen zur Verbesserung eingeleitet. Das Verhältnis der Mittelwerte des Verbrauchs zum Norm-Energiebedarf nach EnEV je Bedarfsklasse liefert darüber hinaus Faktoren zur realitätsnahen Beurteilung von Gebäuden vor und nach Modernisierung: In Zukunft kann für ein konkretes Gebäude auf der Grundlage des EnEV-Nachweises eine realistische Bandbreite des erwarteten Energieverbrauchs angegeben werden.

Gegenstand des durch das Land Hessen geförderten Modellprojekts war die Entwicklung und Überprüfung der Methodik zur Zusammenführung und Analyse der im Unternehmen vorhandenen Bedarfs- und Verbrauchsdaten, die Überprüfung der Datenqualität durch Vor-Ort-Begehungen, die detaillierte Ergebnisdarstellung sowie die Diskussion des Ansatzes mit Experten aus der Wohnungswirtschaft.

Auf Grund der Standardisierung und Automatisierung erscheinen eine Fortsetzung dieser Analysen in den Folgejahren sowie gegebenenfalls eine Ausweitung auf weitere Teile des NHW-Bestands mit vertretbarem Aufwand möglich. Damit würden zukünftig empirisch abgesicherte Verbrauchskennwerte als Grundlage für Investitionsentscheidungen bereitgestellt. Den von einer Modernisierungsplanung betroffenen Mietern könnten die erwarteten Nebenkostensenkungen empirisch belegbar dargestellt werden. Im realen Betrieb besonders energieeffiziente Lösungen können ermittelt werden und als Vorbilder für künftige Modernisierungen dienen.

Summary

As part of a pilot project carried out in collaboration with the housing company Nassauische Heimstätte / Wohnstadt (NHW), energy consumption values from a heat billing database were compared with the calculated energy performance of the buildings located in a city district. Consumption values with the highest ratio of metered to calculated consumption were identified and measures for improvement have been applied. The demand-differentiated consumption benchmarks determined for all buildings in the district serve to calibrate the energy performance calculation and thus to determine the expected energy consumption for a given building.

The subject-matters of the pilot project were to develop and validate the methodology for merging and analysing demand and consumption data available in the company, to review the data quality through on-site inspections, to document the results and to discuss the approach with NHW staff and other experts of the housing sector.

Due to the standardisation and automation, a continuation of the analysis in the following years and, if possible, an extension to other parts of the NHW building stock seems possible. By expanding the analysis to a larger part of the NHW building stock, empirically secured energy consumption values may be provided which will serve as a basis for future investment decisions. Tenants affected by refurbishments can be more easily convinced of the future benefits by presenting empirically based additional cost savings. Solutions which prove particularly energy-efficient in actual operation can be identified and serve as models for future refurbishments.

1 Einführung

1.1 Ausgangsbasis

Ausgangsbasis des hier vorgestellten Forschungsvorhabens ist das im Jahr 2008 abgeschlossene EU-Projekt ESAM¹, das die praktische Umsetzung von Konzepten zum energetischen Portfolio-Management in Wohnungsunternehmen zum Gegenstand hatte. In dessen Rahmen war auf deutscher Seite in Zusammenarbeit zwischen dem IWU und der Unternehmensgruppe Nassauische Heimstätte / Wohnstadt (im Folgenden mit "NHW" abgekürzt) ein Modellprojekt zur Erfassung der energetischen Gebäudequalität des Bestands entstanden. Der Beitrag des IWUs war die Bereitstellung und Anpassung des Excel-Tools "Energy Profile", das auf dem vom BBSR geförderten Projekt "Kurzverfahren Energieprofil" basiert [KVEP 2005]². NHW hat mit Hilfe dieses Werkzeugs die wichtigsten energierelevanten Grunddaten sowie Informationen über den energetischen Modernisierungszustand ihres Bestands zusammengeführt. Hierzu wurde ein passender Schlüssel für Gebäudeblöcke definiert und von der NHW in einem aufwändigen Verfahren Daten aus mehreren Datenbanken zusammengeführt. Die "Energy Profile"-Daten werden von der NHW kontinuierlich aktualisiert und unternehmensintern als Informationsquelle über den Modernisierungszustand des Bestands genutzt.

Die entscheidende Ausgangsbasis für das Vorhaben ist also eine Datenbank, die für jeden Gebäudeblock des NHW-Bestands einen Datensatz mit energierelevanten Grunddaten (Wohnfläche, Anzahl Vollgeschosse, Anzahl angrenzender Nachbargebäude, Beheizungssituation in Keller und Dach), Informationen über den Modernisierungszustand der Gebäudehülle (Dicke und Flächenanteil nachträglicher Dämmung, Fensterbauart) und über die Art der Wärmeversorgung enthält.

Unabhängig hiervon werden bisher die Energieverbrauchsdaten der zentral beheizten Gebäude des NHW-Bestands gemäß Heizkostenverordnung erfasst und abgerechnet. Entsprechende Informationen befinden sich in den Abrechnungsdaten der Energielieferanten und in denen der betreffenden Abrechnungsunternehmen.

1.2 Aufgabenstellung / Grundidee des Forschungsvorhabens

Die Grundidee des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zum kontinuierlichen Monitoring des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser in umfangreichen Wohngebäudebeständen. Dies beinhaltet insbesondere die jährliche statistische Auswertung des gemessenen Verbrauchs, die Ableitung der systematischen Abhängigkeit der Verbrauchswerte von der energetischen Gebäudequalität bzw. des Energieprofils und die entsprechende Herleitung von Erwartungswerten für den Energieverbrauch bzw. von Verbrauchsbenchmarks. Die Analyse der Gesamtheit bietet den Rahmen zur Einordnung des Verbrauchs einzelner Gebäude in Bezug auf den erwarteten Wert und zur Identifikation von Problemfällen (Verbrauch ist höher als erwartet) bzw. von Normalfällen und Best-Case-Fällen (Verbrauch ist wie erwartet oder geringer als erwartet).

Aus wissenschaftlicher Sicht dient das Projekt der Verbesserung der Grundlagen für einen statistischen Abgleich der rechnerischen Energiebilanzierung mit dem realen Verbrauch. Es ermöglicht insbesondere die Ermittlung der tatsächlichen Wirkung von Energiesparmaßnahmen. Die Ergebnisse sind besonders relevant für die Verbesserung von Prognose-Instrumenten und Szenarienberechnungen für die Modernisierung von Wohngebäudebeständen auf den verschiedenen Skalierungsebenen Portfolio, Region, Bundesland, Gesamtdeutschland.

¹ <https://www.iwu.de/forschung/handlungslogiken/esam/>

² <http://www.iwu.de/forschung/energie/laufend/kurzverfahren-energieprofil/>

Diese Grundidee soll im Forschungsvorhaben im Rahmen eines Modellprojektes zunächst beschränkt für ein Quartier umgesetzt und erprobt werden. Dies hat den Vorteil, dass bei der Auswertung und Datenzuordnung auftretende Probleme individuell betrachtet werden können und auf der Basis der Problemanalyse entsprechende Lösungskonzepte entwickelt werden können, die auch für größere Bestände eine automatisierte Auswertung erlauben. Ferner ermöglicht die Beschränkung auf eine kleinere Anzahl von Gebäuden eine Durchführung von Plausibilitätskontrollen zur Qualitätssicherung der Daten und der Ableitung entsprechender Empfehlungen.

Das Vorgehen im Projekt umfasst die folgenden Arbeitsschritte:

- Auswahl eines Quartiers als Modellprojekt
- Spezifikation und Export der Energieverbrauchsdaten aus der MET-Abrechnungsdatenbank
- Spezifikation und Export der Daten zum Zustand und zum Energiebedarf aus der „Energieprofil“-Datenbank
- Fakten-Check (Konsistenz + Begehung mit Sichtkontrolle)
- Zusammenführung der Daten für Energieverbrauch und Energiebedarf
- Ermittlung und Analyse von Energieverbrauchsbenchmarks
- Ausreißer-Analyse: Identifikation und Überprüfung von Hoch-/Niedrigverbrauchern
- Erweiterungstest: weiteres Verbrauchsjahr + zusätzliche Gebäude

Am Ende des Projekts sollen die Erfahrungen ausgewertet und die entsprechenden Schritte für eine breitere Umsetzung im Unternehmen definiert werden. In einem Experten-Workshop mit Fachleuten der NHW und der hessischen Wohnungswirtschaft werden insbesondere Ansatz und Durchführung des Vorhabens, die bei der Anwendung des Verfahrens aufgetretenen Besonderheiten, die Rolle der Qualitätssicherung und die Ergebnisse diskutiert.

Ferner soll im Vorhaben unter Berücksichtigung des Feedbacks des Experten-Workshops herausgearbeitet werden, inwiefern die Ergebnisse auf andere hessische Wohnungsunternehmen übertragen werden können. Die freie Verfügbarkeit der am IWU entwickelten Werkzeuge zur Ermittlung des Erwartungswertes des Energieverbrauchs unterstützt die weitere Verbreitung des Verfahrens.

2 Grundlagen

2.1 In der Studie verwendete Begriffe

„Gebäude“

Bei der vorliegenden Studie besteht ein „Gebäude“ jeweils aus einem Hauseingang, einem Treppenhaus und den dadurch erschlossenen Wohnungen. In der Regel kann jedem „Gebäude“ dieser Art eine eindeutige Adresse (Postleitzahl, Ort, Straße, Hausnummer) zugeordnet werden und umgekehrt.

Die Datensätze (Zeilen) der im Kapitel 4 beschriebenen Datentabelle „Daten Abrechnung“ liegen differenziert nach „Gebäuden“ vor.

„Gebäudeblock“ (Kurzbezeichnung „Block“)

Ein „Gebäudeblock“ (oder kurz „Block“) umfasst ein oder mehrere räumlich zusammenhängende „Gebäude“ gleicher oder ähnlicher Bauart und gleicher Geschosszahl.

Die Datensätze (Zeilen) der im Abschnitt 4.2 beschriebenen Datentabelle der Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“ liegen differenziert nach „Blöcken“ vor.

„Wärmeversorgungsanlage“

Eine „Wärmeversorgungsanlage“ besteht aus einem Wärmeerzeuger oder einem Fernwärmeanschluss, aus einem oder mehreren Warmwasserspeichern sowie einem Verteilsystem zur Versorgung von einem oder mehreren Blöcken mit Wärme für Heizung und gegebenenfalls Warmwasser. Das Verteilsystem kann auch Stränge zur Verbindung von räumlich getrennten Gebäudeblöcken umfassen (Nahwärmeleitungen).

Die Datensätze (Zeilen) der im Kapitel 4 beschriebenen Datentabelle „ABD_ALLES“ liegen differenziert nach „Wärmeversorgungsanlagen“ vor. Weiterhin gruppiert die in Abschnitt 4.3 beschriebene Datentabelle „Daten WVA“ die Gebäude entsprechend ihrer „Wärmeversorgungsanlagen“.

Verwendete Abkürzungen

„VB-Analyse“	Verbrauch-Bedarf-Analyse
„H“ oder „Hzg“	Heizung
„W“ oder „WW“	Warmwasser
„KW“	Kaltwasser
„WMZ“	Wärmemengenzähler
„KVEP“	Kurzverfahren Energieprofil [KVEP 2005]
„LEG“	Hessischer „Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung“

2.2 Datenbanken und Datenmanagement in der NHW

Zustand von Gebäudehülle und Anlagentechnik + Energiebedarf („Energieprofil“)

Wie in Abschnitt 1.1 dargestellt, enthält die Energieprofil-Datenbank der NHW Angaben zum Gebäudezustand sowie die daraus berechneten Kennwerte für den rechnerischen Energiebedarf. Die Gebäudedaten und der energetische Zustand von Gebäudehülle und Wärmeversorgung werden mit einem zweiseitigen Fragebogen erfasst, der eine Weiterentwicklung der Erhebungsgrößen des Kurzverfahrens Energieprofil [KVEP 2005] darstellt (Bild 1). Die in die Formblätter eingegebenen Daten sowie die Ergebnisse der Energiebilanz werden in Datentabellen abgespeichert (Bild 2). Die Datentabellen mit den Eingabedaten können auch manuell editiert werden (Bild 4), um anschließend per Batch-Job die Energiebilanzen neu zu berechnen. Bei Bedarf kann die Berechnung für ein einzelnes Gebäude im Detail nachvollzogen werden (Bild 5).

Informationen zum gesamten Wohngebäudebestand der Nassauischen Heimstätte / Wohnstadt wurden 2008 von Mitarbeitern der NHW aus verschiedenen Datenquellen in die Datentabellen überführt und seitdem aktuell gehalten.

Die Berechnung des Energiebedarfs erfolgt mit der im Kontext des EU-Projekts ESAM erstellten Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“. Als Eingangsdaten werden hauptsächlich Monitoring-Indikatoren³ verwendet, die am konkreten Gebäude ohne großen Aufwand ermittelt werden können und für die energetische Qualität eines Gebäudes bestimmend sind. Daraus werden die Eingangsdaten der energetischen Bilanzierung ermittelt und der Endenergiebedarf für Raumheizung und Warmwasser berechnet. Die Schritte sind im Einzelnen:

- Die Hüllflächen der Gebäude werden auf Basis der Wohnfläche und anderer Parameter (Anzahl Geschosse, Nachbarbebauung, Art des Dach- und Kellergeschosses) mit dem in [KVEP 2005] hergeleiteten Schätzverfahren ermittelt.
- Entsprechend der Baualtersklasse der Gebäude werden tabellierte U-Werte angesetzt (die weitgehend mit den Tabellenwerten der EnEV-Bekanntmachungen des Bundes zur vereinfachten Datenaufnahme übereinstimmen). Zusätzliche bzw. nachträglich angebrachte Dämmung wird über die Dämmstärke und die Wärmeleitfähigkeit berücksichtigt.
- Für die Wärmeverluste der Anlagentechnik werden tabellierte Werte entsprechend den EnEV-Bekanntmachungen des Bundes zur vereinfachten Datenaufnahme verwendet [BMWi/BMUB 2015]. Alternativ kann auf die Anlagenkennwerte des „Kurzverfahrens Energieprofil“ [KVEP 2005] umgeschaltet werden.
- Bei den Randbedingungen der Bilanzierung kann zwischen „EnEV 2007“ und „KVEP/LEG“ umgeschaltet werden (weitere Informationen in Abschnitt 7.8).

Die bei der NHW verwendete Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“ ist standardmäßig so eingestellt, dass das Berechnungsverfahren der EnEV 2007 verwendet wird (einschließlich tabellierter Anlagenverluste) und die berechneten Energiekennwerte sich auf die „Gebäudenutzfläche“ A_N nach EnEV beziehen. Der Faktor zwischen A_N zu Wohnfläche ist konstant 1,28.

Die Energieprofil-Daten werden unternehmensintern für verschiedene Zwecke genutzt.⁴ Als Beispiel zeigt Bild 5 die Häufigkeitsverteilung von Endenergiekennwerten im Bestand der NHW.

³ vgl. Definition von Monitoring-Indikatoren in [EPISCOPE EPI 2016] und [EPI-Tables DE 2016]

⁴ siehe Vortrag Nr.4 „Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks: Datengrundlagen und Ergebnisse“ der Fachtagung „Minimierung des Energieverbrauchs von Geschosswohnbauten – Technologien, Benchmarks und Monitoring“ am 15.05.2019 in Darmstadt; <https://www.iwu.de/veroeffentlichungen/fachtagungen/2019-geschosswohnbauten/>

Bild 1: Energieprofil-Formblätter (Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“, Version 2012)

Kurzverfahren Energieprofil
Formular Gebäude

Gebäude

Straße, Hausnummer:

PLZ: Ort:

Eigentümer Name:

Straße, Hausnummer:

PLZ: Ort:

Anzahl Vollgeschosse:

Anzahl Wohnungen:

beheizte Wohnfläche: m²

Baujahr:

lichte Raumhöhe

niedrig unter 2,30m

normal 2,30m bis 2,70m

hoch 2,70m bis 3,20m

sehr hoch über 3,20m

direkt angrenzende Nachbargebäude

keins (freistehend)

auf einer Seite

auf zwei Seiten

Grundriss

kompakt

langgestreckt oder gewinkelt oder komplex

Dach

Flachdach oder flach geneigtes Dach

Dachgeschoss unbeheizt

Dachgeschoss teilweise beheizt

Dachgeschoss voll beheizt

Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden

Keller

nicht unterkellert

Kellergeschoss unbeheizt

Kellergeschoss teilweise beheizt

Kellergeschoss voll beheizt

Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung

	Konstruktionsart		nachträglich aufgebraachte Dämmung	
	massiv	Holz	Dämmstärke	
Dach oberste Geschossdecke	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="10"/> cm	auf <input type="text" value="100"/> % der Fläche
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="15"/> cm	auf <input type="text" value="100"/> % der Fläche
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value=""/> cm	auf <input type="text" value=""/> % der Fläche

Fenster

1 Scheibe

2 Scheiben

3 Scheiben

Jahr des Festereinbaus (ca.):

Wärmeschutzverglasung

Holzrahmen

Kunststoffrahmen

Alu- oder Stahlrahmen

Gebäude: Gravenbruchstraße 13 Stadtmitte, 63303 Dreieich

Kurzverfahren Energieprofil

Formular Heizsystem

Zentrale Beheizung

Typ
 Zentralheizung
 Gas-Etagenheizung

Zentralheizung bzw. Gas-Etagenheizung versorgt:
 das ganze Gebäude
 Teile des Gebäudes, nämlich:
 75% 50% 25% der Wohnfläche

nur raumweise Beheizung

Kessel oder Therme

Brennstoff
 Erdgas
 Heizöl
 Flüssiggas

Kesseltyp
 Konstanttemperatur
 Niedertemperatur
 Brennwertkessel

Baujahr
 bis 1986
 1987-1994
 ab 1995

Holzkessel

Brennstoff
 Pellets / Holzackschnitzel Scheitholz

Elektro-Wärmepumpe

Wärmequelle
 Außenluft
 Erdreich/Grundwasser zusätzl. elektr. Heizstab

Baujahr
 bis 1994
 ab 1995

Elektro-Speicher für Heizzwecke

Fern-/Nahwärme

Brennstoff
 fossil
 Biomasse
 Biomasse + fossil

Wärmeerzeugung
 Kessel / Heizwerk
 Heizkraftwerk / BHKW Anteil Kraft-Wärme-Kopplung > 50%
 nicht bekannt

Heizungsverteilung
 Verlaufen Heizungsrohre im unbeheizten Keller oder Dach? ja nein

Baualter der Heizungsverteilung (im unbeh. Bereich)
 bis 1978 1979 bis 1994
 bis 1978, nachträgl. gedämmt ab 1995

Raumweise Beheizung

Einzelöfen mit Brennstoff:
 Heizöl Kohle Holz Gas

Elektro-Heizgeräte / Elektro-Öfen mit Nachtspeicher (Sondertarif)

Warmwasserbereitung

kombiniert mit Zentralheizg. oder Etagenheizg. (s.o.)
 direkt mit Gas befeuerter Speicher
 zentraler Elektro-Speicher
 Kellerluft-/Abluft-Wärmepumpe

Gas-Durchlauferhitzer
 Elektro-Durchlauferhitzer
 Elektro-Speicher / -Kleinspeicher

zentrale Warmwasserber.
 mit Warmwasserzirkulation
 mit thermischer Solaranlage

Baualter der Verteilung
 bis 1978
 bis 1978, nachträgl. gedämmt
 1979 bis 1994
 ab 1995

Einbau Speicher bzw. Durchlauferhitzer
 bis 1994
 ab 1995

Gemessener Jahres-Energieverbrauch

bei zentral beheizten Gebäuden

Liter Heizöl kWh Fernwärme kg Pellets
 m³ kWh Erdgas kWh Heizstrom Raummeter Holz
 Liter Flüssiggas Schüttkubikmeter Kohle

Jahresverbrauch für
 Heizung (ohne Warmw.)
 Heizung und Warmwasser

Zeitraum der Erfassung
 Jahr: (bis Jahr: bei Mittelwert über mehrere Jahre)

Wurden in diesem Zeitraum energet. Verbesserungen durchgeführt?
 ja nein

Gebäude: Gravenbruchstraße 13 Stadtmitte, 63303 Dreieich

Bild 2: Laden und Speichern der in den Energieprofil-Formblättern eingegebenen Daten in den Datentabellen (Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“, Version 2012)

The image shows two screenshots of an Excel spreadsheet interface. The top screenshot displays a dialog box titled "Datensatzliste aktualisieren" (Update dataset list). It contains a list of dataset entries with columns for ID, date, time, location, and address. The entry "VOK-5000.S2292.001" is highlighted in blue. Below the list is a button labeled "markierten Datensatz laden" (Load marked dataset). The bottom screenshot shows a dialog box titled "Stapelverarbeitung Datensätze" (Batch processing datasets). It features two dropdown menus: "i_current_dataset_start" with value 20 and "i_current_dataset_stop" with value 38. A button labeled "Stapelverarbeitung Datensätze starten" (Start batch processing datasets) is at the bottom.

ID	Date	Time	Location	Address
NEU-5000.S2740.001	04.09.2018	12:35:40	Offenbach	Von-Gluck-Straße 8, 10, 12, 14
VOK-5000.S2272.001	04.09.2018	12:35:58	Dreieich	Frankfurter Straße 95,97
VOK-5000.S2279.001	04.09.2018	12:36:17	Dreieich	Zeppelinstraße 26-30
VOK-5000.S2280.001	04.09.2018	12:36:36	Dreieich	Zeppelinstraße 22,24
VOK-5000.S2286.001	04.09.2018	12:36:55	Dreieich	Zeppelinstraße 18,20
VOK-5000.S2287.001	04.09.2018	12:37:14	Dreieich	Zeppelinstraße 10,12
VOK-5000.S2287.002	04.09.2018	12:37:33	Dreieich	Zeppelinstraße 14,16
VOK-5000.S2288.001	04.09.2018	12:37:52	Dreieich	Schlagfeldstraße 41-45
VOK-5000.S2289.001	04.09.2018	12:38:11	Dreieich	Schlagfeldstraße 32,34
VOK-5000.S2292.001	04.09.2018	12:38:29	Dreieich	Gravenbruchstraße 13
VOK-5000.S2292.002	04.09.2018	12:38:48	Dreieich	Gravenbruchstraße 15
VOK-5000.S2293.001	04.09.2018	12:39:07	Dreieich	Gravenbruchstraße 21
VOK-5000.S2293.002	04.09.2018	12:39:26	Dreieich	Gravenbruchstraße 23
VOK-5000.S2293.003	04.09.2018	12:39:45	Dreieich	Gravenbruchstraße 25, 27
VOK-5000.S2293.004	04.09.2018	12:40:04	Dreieich	Gravenbruchstraße 29, 31
VOK-5000.S2294.001	04.09.2018	12:40:23	Dreieich	Gravenbruchstraße 11
VOK-5000.S2298.001	04.09.2018	12:40:42	Dreieich	Gravenbruchstraße 37
VOK-5000.S2619.001	04.09.2018	12:41:01	Neu-Isenburg	Bahnhofstraße 216
VOK-5000.S2620.001	04.09.2018	12:41:20	Neu-Isenburg	Bahnhofstr. 214
VOK-5000.S2740.001	04.09.2018	12:41:40	Offenbach	Von-Gluck-Straße 8, 10, 12, 14

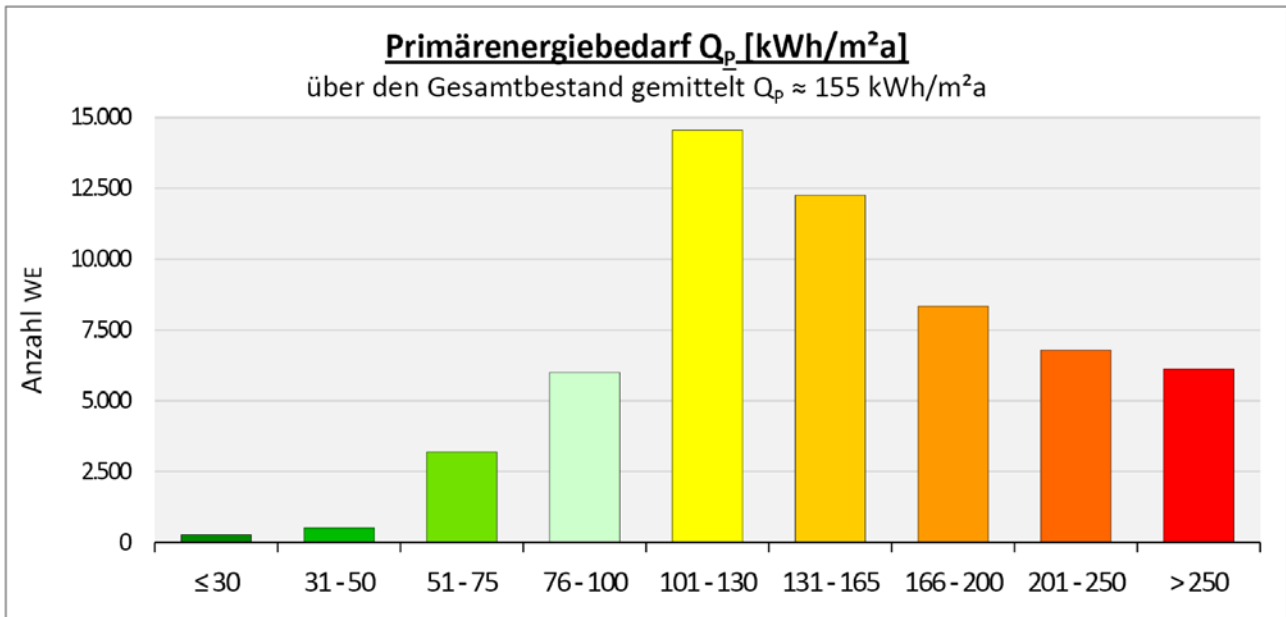
Bild 3: Energieprofil-Datentabellen (Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“, Version 2012)

ID	date	d_insulation_roof	d_insulation_top ceiling	d_insulation_walls	d_insulation_floor
[dimension]	date	cm	cm	cm	cm
dataset identification	date	insulation thickness roof	insulation thickness top storey ceiling	insulation thickness walls	insulation thickness floor to cellar or soil
Datensatz-Identifikation	Datum	Dämmstärke Dach	Dämmstärke oberste Geschossdecke	Dämmstärke Außenwände	Dämmstärke Fußboden zum Keller oder Erdreich
11	NEU 5000.S2272.001	04.09.2018 12:29			
12	NEU 5000.S2279.001	04.09.2018 12:30			
13	NEU 5000.S2280.001	04.09.2018 12:30			
14	NEU 5000.S2286.001	04.09.2018 12:30			
15	NEU 5000.S2287.001	04.09.2018 12:31			
16	NEU 5000.S2287.002	04.09.2018 12:31			
17	NEU 5000.S2288.001	04.09.2018 12:31		15	16
18	NEU 5000.S2289.001	04.09.2018 12:32			
19	NEU 5000.S2292.001	04.09.2018 12:32	10		15
20	NEU 5000.S2292.002	04.09.2018 12:32	16		14
21	NEU 5000.S2293.001	04.09.2018 12:33	10		
22	NEU 5000.S2293.002	04.09.2018 12:33	10		
23	NEU 5000.S2293.003	04.09.2018 12:33	10		
24	NEU 5000.S2293.004	04.09.2018 12:34	10		
25	NEU 5000.S2294.001	04.09.2018 12:34	10		15
26	NEU 5000.S2298.001	04.09.2018 12:34			
27	NEU 5000.S2619.001	04.09.2018 12:35	20		8
28	NEU 5000.S2620.001	04.09.2018 12:35			8
29	NEU 5000.S2740.001	04.09.2018 12:35	30		15
30	VOK-5000.S2272.001	04.09.2018 12:35			

Bild 4: Nachvollziehbare Energiebilanz im Energieprofil-Rechenblatt (Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“, Version 2012)

Kurzverfahren Energieprofil		Energiebilanz Gebäude				
Projekt		beheizte Wohnfläche	A_W 885,8 m ²			
Standort	PLZ / Ort	beheiztes Gebäudevolumen (brutto)	V_b 3543,4 m ³			
	Straße / Haus-Nr.	"Gebäudenutzfläche" nach EnEV	A_N 1133,9 m ²			
Gebäudeart / Nutzung	MFH / Baujahr: 1976	lichte Raumhöhe	V_L 2834,7 m ³			
		A/V-Verhältnis	A/V_b 0,328 m ²			
		Energiebezugsfläche $\times A_N$	$A_{Wohn} = AEB$ 1133,9 m ²			
Verfahren	EnEV 2007, vereinfachtes Verfahren für Bestandsgebäude	Red.faktor zeitl. eingeschr. Beh.	f_{za} 0,95			
Klima	#N/A	Anzahl Wohneinheiten	n_{WE} 12,0			
Heizgrenztemperatur	θ_{HG} 10,0 °C	nicht direkt beheizter Flächenanteil	n_{nd} 0,00			
Länge der Heizperiode	t_{HP} 185,0 d/a	Red.faktor räuml. eingeschr. Beh.	f_{ra} 1,00			
mittl. Außentemperatur	θ_e 3,4 °C	Nutzungsfaktor	f_n 1,00			
Raum-Solltemperatur	$\theta_{i,Soll}$ 19,0 °C	effekt. Raumtemp. an Heiztagen	$\theta_{i,eff}$ 18,2 °C			
Bauteilbezeichnung	U-Wert	nachträgl. Dämmung	Fläche	U-Wert	Reduktionsfaktor F_T	W/K
1. roof	0,6 W/(m ² K)	10cm auf 100%	196,4 m ²	0,24	1,0	47
2. top storey ceiling	0,6 W/(m ² K)	0cm auf 0%	0,0	0,60	0,8	0
3. wall	1,0 W/(m ² K)	15cm auf 100%	591,5	0,19	1,0	112
4. floor to cellar or soil	1,0 W/(m ² K)	0cm auf 0%	196,4	1,00	0,6	118
5. wall to cellar or soil	1,0 W/(m ² K)	15cm auf 100%	0,0	0,19	0,6	0
6. window			177,2	3,00	1,0	532
7. roller blind case	3,0 W/(m ² K)	15cm auf 100%	0,0	0,22	1,0	0
8. radiator recess	2,0 W/(m ² K)	15cm auf 100%	0,0	0,21	1,0	0
Wärmebrückenzuschlag			1161,4	0,10	1,0	116
Zuschläge für Kellerabgänge (vereinfachte Erhebung EnEV)						0
Zuschläge für Gauben (vereinfachte Erhebung EnEV)						0
Zuschlag für Vor- und Rücksprünge in den Fassaden (vereinfachte Erhebung EnEV)						0

Bild 5: Histogramm jährlicher Primärenergiebedarf pro m² Wohnfläche der NHW (Auswertung der Energieprofil-Datenbank durch NHW)⁵



MET-Verbrauchsdaten als Grundlage für die Nebenkostenabrechnung⁶

Die für die Nebenkostenabrechnung der NHW verwendeten Energieverbrauchsdaten werden durch die MET Medien-Energie-Technik Versorgungs- und Betreuungsgesellschaft mbH, Kassel (im Folgenden mit „MET“ abgekürzt), einer Tochter der Unternehmensgruppe Nassauische Heimstätte / Wohnstadt, in einer Datenbank verwaltet.

Mittels der erfassten Messwerte werden die Kosten einer Heizanlage auf die Nutzer bzw. Wohnungen verteilt. Durch die Abrechnung liegen Verbrauchs- und Objektdaten je Nutzeinheit und Abrechnungsperiode vor. Die Information zur Brennstoffmenge wird vom Vermieter übermittelt, sodass für unterschiedliche Energieträger (z. B. Gas / Öl / Fern- und Nahwärme, Holzpellets) entsprechende Mengen vorliegen.

Die Verteilung der Kosten erfolgt je nach den eingesetzten Messgeräten nach unterschiedlichen Einheiten:

- Heizkostenverteiler: Einheiten / Striche
- Wärmemengenzähler: kWh / MWh
- Warmwasserzähler: m³

Bei der Verbrauchsanalyse erfolgt statt einer Kostenverteilung die Verteilung der eingesetzten Energie, sodass man unabhängig von den genutzten Messgeräten und Energieträgern der Heizanlage einen Wert in kWh/m² erhält.

Die für das Verbrauchsbenchmarking genutzte Vergleichsebene Gebäude bzw. Block liegt in den Abrechnungsdaten nicht vor. Es ist daher erforderlich, Informationen des Vermieters zur Zuordnung von Nutzeinheiten zu Gebäuden mit den Abrechnungsdaten der Nutzeinheiten zusammenzuführen. Die auf Nutzer-

⁵ Diagramm zur Verfügung gestellt von Monika Repp, NHW; weitere Auswertungen im Vortrag Nr. 4 der Fachtagung „Minimierung des Energieverbrauchs von Geschosswohnbauten – Technologien, Benchmarks und Monitoring“ am 15.5.2019 in Darmstadt – https://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/ake51/4_Repp-Loga_MPVerbrauchsbenchmarks.pdf

⁶ Informationen zur Verfügung gestellt von Jens Bartholmey, MET

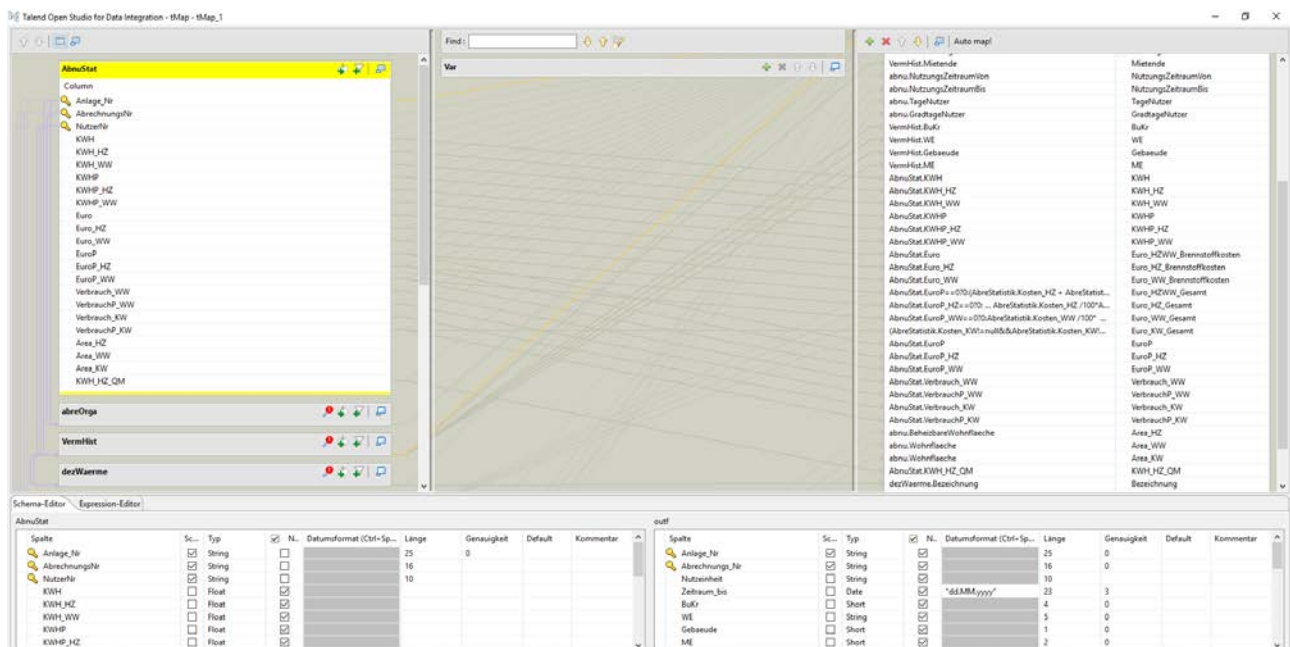
/Nutzeinheiten-Ebene vorliegenden Energiedaten können dann auf Gebäude-Ebene zusammengeführt werden.

Weitere Informationen werden aus den vorliegenden Daten nach festgelegter Logik abgeleitet und in den Datensatz überführt:

- Gruppierung der Gebäude nach Fläche / Anzahl der Wohnungen
- Anteil Leerstand an Fläche in der Abrechnungsperiode
- Heizfläche: Gewichtung nach Gradtagen
- Wohnfläche: Gewichtung nach Tagen

Für die Erstellung der Datenexporte wird seitens MET die Software „Talend“⁷ verwendet. Talend ermöglicht die Zusammenführung von Daten aus unterschiedlichen Quellen und die Bearbeitung der zusammengeführten Daten mit reproduzierbarer und nachvollziehbarer Logik.

Bild 6: Talend-Oberfläche / Datenfelder Energieverbrauch



⁷ Talend Open Studio for Data Integration / www.talend.com

3 Auswahl eines Quartiers als Modellprojekt

Zunächst wurde ein geeignetes Siedlungsgebiet bzw. Quartier ausgewählt. Kriterien hierfür waren:

- Versorgung über Zentralheizungssysteme;
- Umlage der Heizkosten im Zuge der Nebenkostenabrechnung;
- unterschiedliche Modernisierungszustände, Energieträger und Abrechnungsmodalitäten;
- überwiegende Wohnnutzung und wenig Leerstand.

Es wurden drei mögliche Quartiere mit Blick auf diese Kriterien geprüft, um eines davon als Modellprojekt festzulegen:

Tab. 1: Strukturdaten der drei Quartiere in der EnergyProfile-Datenbank der NHW und in der Verbrauchsdatenbank der MET

Strukturdaten		Gesamtbestand	Quartier 1	Quartier 2	Quartier 3
			Dreieich Stadtmitte	Bad-Homburg Kirdorf	Hanau Weststadt / Kesselstadt
EnergyProfile-Datenbank der NHW		Summe bzw. Anzahl	Summe bzw. Anzahl	Summe bzw. Anzahl	Summe bzw. Anzahl
Summen	Wohnfläche in m ²	3.681.209	16.329	14.766	31.237
	Anzahl Wohneinheiten	58.591	243	219	452
	Anzahl Gebäudeblöcke	4.071	16	7	21
Anzahl Gebäudeblöcke	mit <= 200 m ² Wohnfläche	338	0	0	0
	mit 200...500 m ² Wohnfläche	1.102	2	0	3
	mit > 500 m ² Wohnfläche	2.631	14	7	18
	mit <= 3 Wohneinheiten	379	1	0	0
	mit 4...6 Wohneinheiten	964	1	0	2
	mit > 6 Wohneinheiten	2.728	14	7	19
Verbrauchsdatenbank der MET		Summe bzw. Anzahl	Summe bzw. Anzahl	Summe bzw. Anzahl	Summe bzw. Anzahl
Summen	Wohnfläche in m ²	1.917.873	15.634	14.766	29.559
	Anzahl Wohneinheiten	40.571	232	219	429
	Anzahl Gebäude (Hauseingänge)	5.081	27	12	41
Anzahl Gebäude	mit <= 200 m ² Wohnfläche	2.168	7	1	0
	mit 200...500 m ² Wohnfläche	1.429	5	0	18
	mit > 500 m ² Wohnfläche	1.484	15	11	23
	mit <= 3 Wohneinheiten	810	2	0	0
	mit 4...6 Wohneinheiten	1.986	5	0	6
	mit > 6 Wohneinheiten	2.285	20	12	35

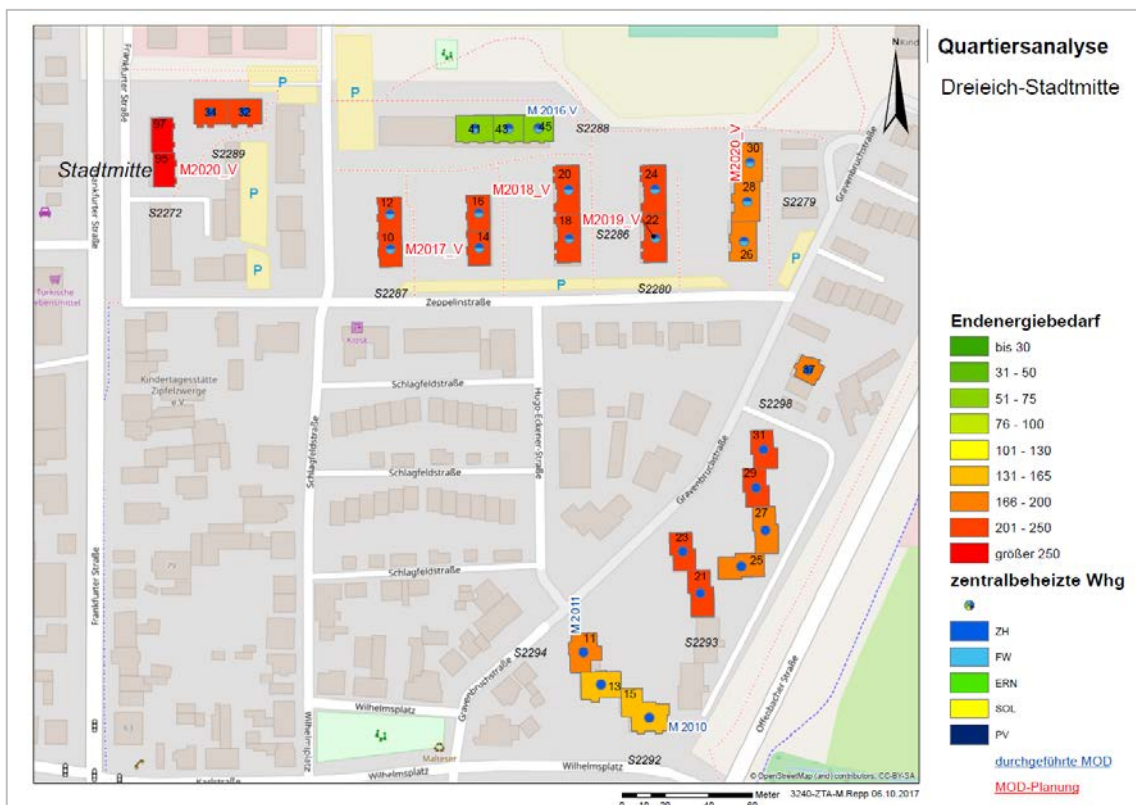
Die im Energieprofil enthaltene Wohnfläche entspricht der Vertragsfläche, ermittelt gemäß Wohnflächenverordnung. Sie enthält also auch Balkon-Anteile.

Die Wohnfläche ist auch Grundlage der Umlage von Verbrauchskosten für Warmwasser in der Heizkostenabrechnung. Diese ist im unteren Teil der Tabelle dargestellt. Von dieser kann die der Abrechnung von Heizkosten zu Grunde liegende „Heizfläche“ abweichen, da ggf. nur mit Heizkörpern ausgestattete Räume berücksichtigt sind.

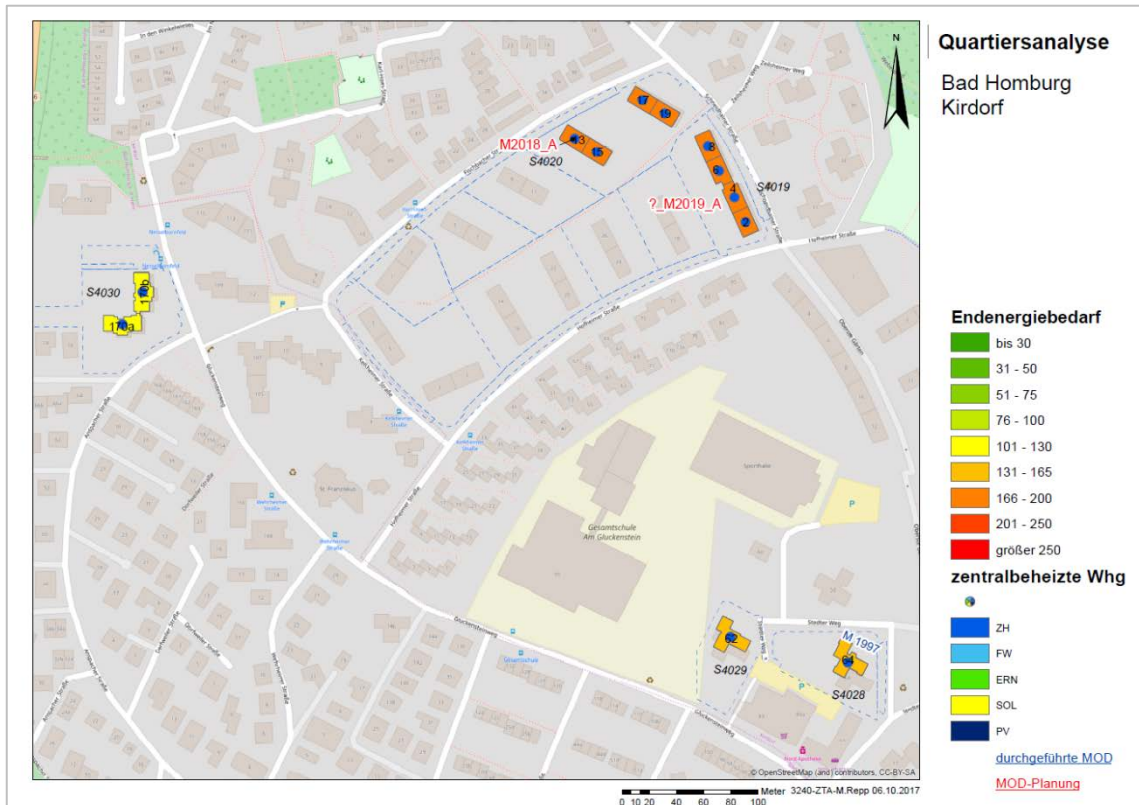
Bei zwei Quartieren unterscheiden sich die Summenwerte der Wohnfläche in den beiden Datenbanken. Grund hierfür ist, dass auch Gebäude vorhanden sind, die wohnungsweise beheizt werden und in denen entsprechend keine Heizkostenabrechnung durchgeführt wird.

Bild 7: Lagepläne der drei Quartiere, inklusive farblicher Markierung des Endenergiebedarfs nach EnEV (ermittelt mit EnergyProfile.xls) und der Wärmeversorgungsstruktur (Pläne erstellt durch die Nassauischen Heimstätte)

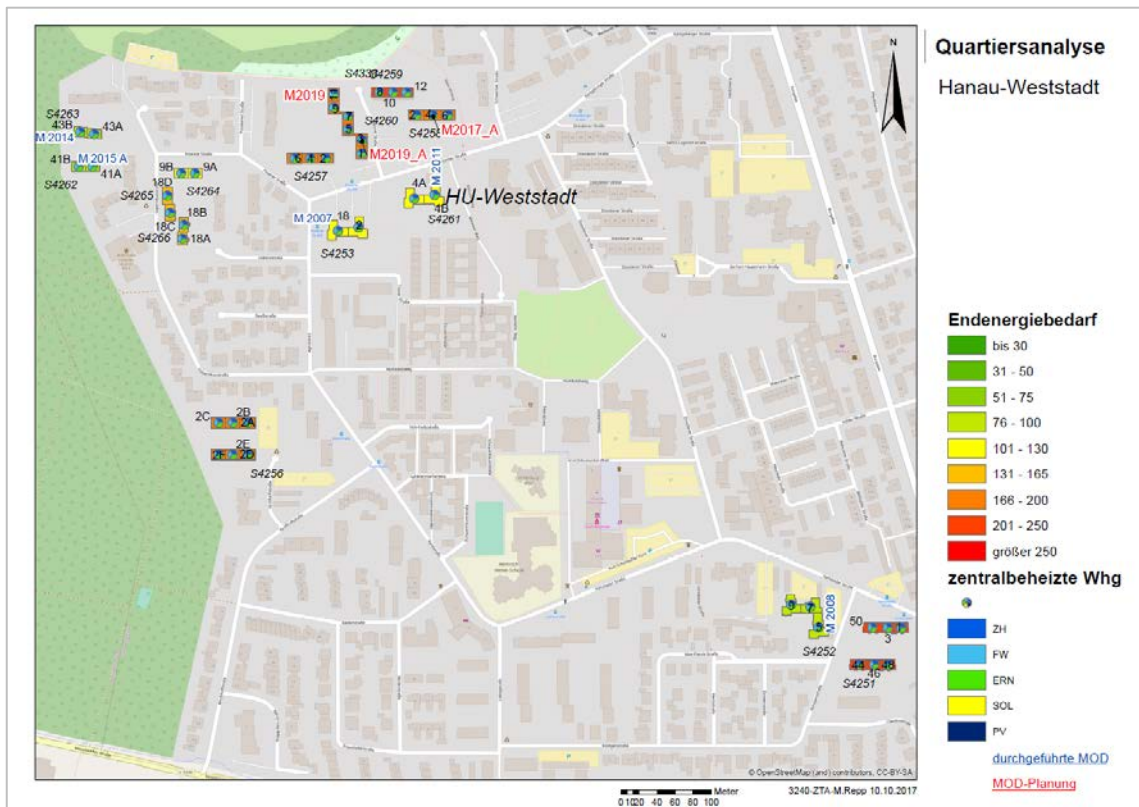
(a) Quartier 1 – Dreieich-Stadtmitte



(b) Quartier 2 – Bad Homburg Kirdorf



(c) Quartier 3 – Hanau-Weststadt / Kesselstadt



Tab. 2: Energetischer Gebäudezustand der Gebäude in den drei Quartieren und Vergleich mit dem Gesamtbestand der NHW (EnergyProfile-Datenbank der NHW)

Energetischer Zustand der Gebäudehülle	Gesamtbestand	Quartier 1	Quartier 2	Quartier 3
		Dreieich Stadtmitte	Bad-Homburg Kirdorf	Hanau Weststadt / Kesselstadt
unmodernisiert				
ältere Bestandsgebäude (< 1977) – Hüllbauteile (nahezu) ungedämmt und Fenster ohne Wärmeschutzverglasung	948	7	-	11
neuere Bestandsgebäude (≥ 1977) (< 2002) – Dämmung und Fenster (mit U-Wert ca. 3,0) gebaut in Standards nach WSVO aber vor EnEV, Bauteile im Ursprungszustand	308	1	-	3
teilmodernisiert				
nur Fenstertausch – Hüllbauteile (fast) ungedämmt (0...20% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤1,8) ab 1995 bis 2008	209	-	-	1
nur Fenstertausch – Hüllbauteile (fast) ungedämmt (0...20% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤1,3) ab 2009	24	-	-	-
nur Wärmedämmung – Hüllbauteile (teilweise) gedämmt (20...100% der Hüllfläche) und Fenster ohne WSV (U-Werte 2,2...5,0 W/m ² K) F<1995)	990	4	5	1
Fenstertausch und teilweise Wärmedämmung – Hüllbauteile teilweise gedämmt (20...80% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤1,8) ab 1995 bis 2008	148	3	-	2
Fenstertausch und teilweise Wärmedämmung – Hüllbauteile teilweise gedämmt (20...80% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤ 1,3 W/m ² K)	8	-	-	-
vollmodernisiert				
Fenstertausch und Wärmedämmung – Hüllbauteile (fast) vollständig gedämmt (80...100% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤1,8)	176	-	2	3
Fenstertausch und Wärmedämmung – Hüllbauteile (fast) vollständig gedämmt (80...100% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤1,3)	1.249	1	-	-
Neubau - Standard	Hüllbauteile und Fenster nach EnEV-Standard ab 2002	65	-	-
Neubau - ambitioniert	alle Hüllbauteile mit ≥ 16cm Dämmschichtdicke und Fenster zumindest anteilig mit 3-Scheiben-WSV	18	-	-

Tab. 3: Messdatenerfassung der Verbrauchsabrechnung (MET-Datenbank)

Messdatenerfassung der Verbrauchsabrechnung		Gesamtbestand	Quartier 1	Quartier 2	Quartier 3
			Dreieich Stadtmitte	Bad-Homburg Kirdorf	Hanau Weststadt / Kesselstadt
		Anzahl Wohneinheiten	Anzahl Wohneinheiten	Anzahl Wohneinheiten	Anzahl Wohneinheiten
Umfang der Abrechnung für Heizung und Warmwasser der Wohneinheit					
	Heizung und Warmwasser von MET abgerechnet (Kosten und Verbrauch liegen vor)	29113	189	192	64
	nur Heizung von MET abgerechnet (Kosten und Verbrauch für Heizung liegen vor)	11458	42	27	365
	nur Warmwasser von MET abgerechnet (Kosten und Verbrauch für Warmwasser liegen vor)	306	0	0	0
	weder Heizung noch Warmwasser von MET abgerechnet (direkte Abrechnung mit externem Versorger)				
Abrechnungszeitraum					
	12 Monate, Stichtag 31.12. und ohne Brennstofflagerhaltung (Nah-/Fernwärme, Gas etc.)	34695	231	113	429
	12 Monate, Stichtag 31.12. und mit Brennstofflagerhaltung (Öl, Pellets, Hackschnitzel etc.)	1541	0	106	0
	12 Monate, Stichtag nicht 31.12. und ohne Brennstofflagerhaltung (Nah-/Fernwärme, Gas etc.)	3604	0	0	0
	12 Monate, Stichtag nicht 31.12. und mit Brennstofflagerhaltung (Öl, Pellets, Hackschnitzel etc.)	685	0	0	0
	übrige Fälle	0	0	0	0
Art der Verbrauchserfassung der Wohneinheit					
Heizung und Warmwasser von MET abgerechnet	Heizung über Wärmezähler in der Wohnung und Warmwasser über Wärmezähler	3828	0	0	0
	Heizung über Wärmezähler in der Wohnung und Warmwasser über Warmwasser-Volumenzähler	928	0	0	0
	Heizung über Verdunstungsmesser bzw. elektron. HK-Verteiler an Heizkörpern und Warmwasser über Wärmezähler	0	0	0	0
	Heizung über Verdunstungsmesser bzw. elektron. HK-Verteiler an Heizkörpern und Warmwasser über Warmwasser-Volumenzähler	28418	231	219	429
	übrige Fälle	0	0	0	0
nur Heizung von MET abgerechnet	Wärmezähler in der Wohneinheit	4154	0	0	0
	Verdunstungsmesser bzw. elektron. Heizkostenverteiler an den Heizkörpern	7304	42	27	365
	übrige Fälle				
nur Warmwasser von MET abgerechnet	Wärmezähler	0	0	0	0
	ohne Wärmezähler (nur Warmwasser-Volumenzähler)	330	0	0	0
	übrige Fälle	0	0	0	0

Es wird das Quartier Dreieich-Stadtmitte ausgewählt. Die Gründe hierfür sind:

- Verschiedene energetische Zustände der Gebäudehülle (un-, teil-, vollmodernisiert inkl. Drei-Scheiben-Verglasung) sind vorhanden;
- Versorgung erfolgt durch Gaskessel, etwa zur Hälfte durch ein Nahwärmesystem (in Hanau liegt dagegen allein Fernwärme-Versorgung vor). Für die in Dreieich-Stadtmitte nicht vorhandenen Versorgungsvarianten werden ergänzend zwei mit Heizöl versorgte Gebäude aus Neu-Isenburg und vier mit externer Fernwärme versorgte Gebäude aus Langen exemplarisch mitbetrachtet.

4 Aus den Datenbanken exportierte Tabellen

4.1 Energieverbrauchsdaten

Ausgehend von der Energieverbrauchs-Datenbank wurde durch MET für die beiden Abrechnungsjahre 2016 und 2017 eine Datentabelle für alle zentralbeheizten Gebäude des betreffenden Quartiers erstellt, die die folgenden Informationen enthält:

- Identifikation gemäß Abrechnung (Primärschlüssel);
- Abrechnungsfläche Heizung, Abrechnungsfläche Warmwasser;
- Angabe zu Nutzungsart / Leerstand (Flächenanteile);
- die gemessene Verbrauchsmenge, der eingesetzte Energieträger sowie die Verbrauchskosten jeweils für Heizung und (im Fall zentraler Warmwasserbereitung) für Warmwasser;
- das gemessene Volumen der Warmwasserzapfung.

Diese Daten finden sich im Blatt „Daten Abrechnung“ der für die Analyse verwendeten Arbeitsmappe „VB-Vergleich.xlsx“.

Neben diesen Abrechnungsdaten je Gebäude (Hauseingang) gibt es noch das Blatt „ABD_ALLES“, das Basisdaten zur Abrechnung je Heizungsanlage enthält (zum Beispiel die Anzahl der jeweiligen Messeinrichtungen).

Die Datenstruktur der beiden Tabellen ist im Anhang C.1 und C.2 dokumentiert und erläutert.

Als Grundlage für die Qualitätssicherung wurden weiterhin von der MET für alle betroffenen Gebäude elektronische Versionen (PDF) der Abrechnungen des Energieversorgers (Heizöl-, Erdgas-, Fernwärmelieferung) sowie der anonymisierten Liegenschaftsabrechnungen (inklusive Abrechnung der Einzelwohnungen) bereitgestellt.

Für die Ausreißeranalyse wurde darüber hinaus für die betreffenden Gebäude ein Export pseudonymisierter wohnungsbezogener Abrechnungsdaten in Form einer Datentabelle vorgenommen.

4.2 Daten-Tabellen aus „EnergyProfile.xls“

Auf der Grundlage der "Energieprofil"-Datenbank (Datentabellen von „EnergyProfile.xls“) wurde ein Auszug von Informationen für alle zentralbeheizten Gebäude des betreffenden Siedlungsgebiets erstellt. Darin enthalten sind je Gebäudeblock die folgenden Angaben:

- Primärschlüssel: Identifikation Gebäudeblock gemäß NHW-Energieprofil-Datenbank: Buchungskreis, Wirtschaftseinheit, Block-Nummer (z.B. "5000.S1000.001")

- vollständige Adresse;
- gesamte Wohnfläche;
- Indikatoren des „Kurzverfahren Energieprofil“ (Grunddaten Gebäudeblock, nachträgliche Wärmeschutzmaßnahmen, Typ Anlagentechnik, Nutzung von Solarwärme oder anderer erneuerbarer Energien);
- der berechnete Energiebedarf, der mit an die Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“ gekoppelten Kalkulationsblättern ermittelt wird (siehe Beschreibung in Abschnitt 2.2).

Die Datenstruktur der nach Grunddaten, Hüllfläche, Anlagentechnik und Berechnungsergebnissen differenzierten Tabellen ist im Anhang C.3 dokumentiert und erläutert.

4.3 Tabelle „Daten WVA“ mit Informationen zu den Wärmeversorgungsanlagen

In der Tabelle „Daten WVA“ werden die Gebäude bzw. Blöcke den Heizzentralen zugeordnet. Die Kenndaten der Wärmeversorgungsanlagen umfassen Angaben zum Standort, zum Eigentümer bzw. Betreiber der Anlage, zum Energieträger, zu Typ und Leistung des Wärmeerzeugers, zur Bauart von Wärmespeichern sowie zur Wartung.

Die Datenstruktur der Tabelle ist im Anhang C.4 dokumentiert und erläutert.

5 Fakten-Check: Überprüfung der vorliegenden Daten

Es wurde eine systematische Überprüfung der oben beschriebenen Datentabellen durchgeführt. In einem ersten Schritt wurde die Konsistenz und Plausibilität überprüft. Hierzu wurden auch die bei der MET vorliegenden Liegenschaftsabrechnungen (PDF-Format) herangezogen. Um Grunddaten der Gebäude, den energetischen Zustand der Gebäudehülle, die Art der Wärmeversorgung sowie der Energiemessung zu überprüfen wurde darüber hinaus eine Begehung der ausgewählten Liegenschaften durchgeführt.

Im Folgenden werden das Vorgehen, die an einzelnen Punkten festgestellten Diskrepanzen sowie die hier vorgenommenen Aktualisierungen der Daten dokumentiert. Neben den ursprünglichen Auszügen aus der Verbrauchs- und der Energieprofil-Datenbank der NHW wurden aktualisierte Fassungen angelegt.

5.1 Konsistenz und Vollständigkeit der Datensätze

Die Prüfung ergab weitgehende Übereinstimmung. Einzelne inkonsistente Punkte. Dies waren:

- IDs von Gebäuden bzw. Blöcken in der Tabelle „Daten WVA“: nicht konsistente Syntax. Die betreffenden Codes wurden vom IWU manuell korrigiert.⁸
- Verbrauchswert einer Wärmeversorgungsanlage in der Tabelle „Daten Abrechnung“: Faktor 1000 durch Übertragungsfehler aus der Rechnung des Energieversorgers (kWh --> MWh). Die Daten wurden vom IWU manuell korrigiert.
- Fehlender Wert für Fernwärmelieferung Warmwasser in der Tabelle „Daten Abrechnung“ für eine Wärmeversorgungsanlage mit separater Erfassung von Heizung und Warmwasser. Der Gesamtwert Warmwasser wurde der Rechnung des Fernwärmeversorgers entnommen und als Korrekturwert in die VB-Tabelle manuell eingesetzt.

5.2 Vor-Ort-Kontrolle

Zur Überprüfung der Aktualität der aus verschiedenen Quellen vorliegenden Daten fand eine gemeinsame Begehung von NHW- und IWU-Mitarbeitern im Quartier Dreieich-Stadtmitte statt. Um den Einfluss von Vermutungen auf das Ergebnis auszuschließen, erfolgte die Datenaufnahme ohne Blick in die Datentabellen. Für die betreffenden Gebäudeblöcke wurden die wesentlichen energierelevanten Parameter (sichtbare Dämm-Maßnahmen, Verglasungsart, Art des Wärmeerzeugers und der Wärmeverteilung, Verbrauchsmessung) erfasst sowie teilweise fotografisch dokumentiert.

Nach der Begehung wurden die Ergebnisse mit den in den Datentabellen enthaltenen Informationen verglichen, Abweichungen wurden festgehalten. Es wurde ein zweiter Satz von Datentabellen erzeugt, der die entsprechenden Korrekturen enthält. Dieser ist der Basis-Datensatz für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich und für die Ermittlung der Benchmarks in den Kapiteln 6 und 7. Im Abschnitt 7.6 findet sich ein Vergleich der Ergebnisse mit und ohne Korrektur durch Vor-Ort-Kontrolle.

⁸ Wegen der im weiteren Projektverlauf vorgenommenen Erweiterung der Datenfelder der Energieverbrauchstabelle und der Ergänzung einer Zuordnungsliste zwischen Block-IDs und Gebäude-IDs werden jedoch die Informationen aus der Tabelle „Daten WVA“ für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich in der Arbeitsmappe „VB-Vergleich.xlsx“ nicht mehr benötigt, so dass die Korrektur der Codes in der bei der NHW geführten Ausgangstabelle für diesen Zweck nicht mehr nötig ist.

Dokumentation der Begehung der Wärmeversorgungsanlagen

Dreieich - Wärmeversorgungsanlage 500-H053

Bild 9: Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H053



Standort der Versorgungslage:	Gravenbruchstr. 15
Technik gemäß Datentabelle NHW:	2 x Gaskessel Niedertemperatur Gebläsebrenner Buderus GE 315 140 kW 1.000 l Trinkwasserspeicher.
Beschreibung gemäß Begehung:	Heizungsanlage mit 2 NT Gaskesseln a 140 kW. Ein Heizkreis für alle Gebäudeteile. Ein Trinkwasserspeicher a 1000 l mit einer Zirkulationsleitung für alle Gebäude. Energieverbrauchserfassung über Gaszähler und Wärmemengenzähler (WMZ) für Trinkwarmwasser im Keller. Abrechnung über Heizkostenverteiler sowie Verbrauch für Warmwasser mit WMZ-Daten.

Tab. 4: Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H053 versorgte Blöcke

Block	Straße	Anmerkung
5000.S2294.001	Gravenbruchstr. 11	-
5000.S2292.001	Gravenbruchstr. 13	-
5000.S2292.002	Gravenbruchstr. 15	-

Dreieich – Wärmeversorgungsanlage 500-H69

Bild 10: Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H69



Standort der Versorgungslage: Gravenbruchstr. 25

Technik gemäß Datentabelle NHW: 2 x Gaskessel Niedertemperatur Atmosphärisch Buderus G 424 in Summe 314 kW.

Beschreibung gemäß Begehung: Heizungsanlage mit 2 NT Gaskesseln a 141 kW (abweichend zur Datenlage). Die Gebäude werden über zwei Heizkreise Süd West und Ost Nordost mit Wärme versorgt. Die Energieverbrauchserfassung erfolgt über Gaszähler, die Abrechnung über Heizkostenverteiler. Die Trinkwasserversorgung ist dezentral.

Tab. 5: Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H69 versorgte Blöcke

Block	Straße	Anmerkung
5000.S2293.001	Gravenbruchstr. 21	-
5000.S2293.002	Gravenbruchstr. 23	-
5000.S2293.003	Gravenbruchstr. 25, 27	-
5000.S2293.004	Gravenbruchstr. 29, 31	-

Dreieich – Wärmeversorgungsanlage 500-H65

Bild 11: Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H65



Standort der Versorgungslage:	Gravenbruchstr. 37
Technik gemäß Datentabelle NHW:	Atmosphärischer NT Gaskessel mit 18 kW Leistung und 200 l Trinkwasserspeicher.
Beschreibung gemäß Begehung:	Heizungsanlage mit einem NT Gaskessel mit 18 kW Leistung einem Heizkreis und einem 200 l Trinkwasserspeicher mit Zirkulationsleitung sowie Pumpe. Abrechnung der Heizung über Heizkostenverteiler sowie Warmwasser über Zapfmengen und WMZ.

Tab. 6: Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H65 versorgte Blöcke

Block	Straße	Anmerkung
5000.S2298.001	Gravenbruchstr. 37	-

Dreieich – Wärmeversorgungsanlage 500-H109

Bild 12: Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H109



Standort der Versorgungslage: Schlagfeldstr. 32

Technik gemäß Datentabelle NHW: NT Gaskessel Buderus G 205 mit Gebläse und 50 kW Leistung und 400 l Trinkwasserspeicher.

Beschreibung gemäß Begehung: Die Heizung wurde 2018 erneuert und die Daten noch nicht eingepflegt. Heizungsanlage mit einem Brennwert-Gaskessel Buderus GB 212 mit 46 kW Leistung einem Heizkreis für beide Eingänge und einem 500 l-Trinkwasserspeicher mit Zirkulationsleitung sowie Pumpe. Abrechnung der Heizung über Heizkostenverteiler sowie Warmwasser über Zapfmengen und einen WMZ.

Tab. 7: Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H109 versorgte Blöcke

Block	Straße	Anmerkung
5000.S2289.001	Schlagfeldstr. 32, 34	-

Dreieich – Wärmeversorgungsanlage 500-H105

Bild 13: Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H105



Standort der Versorgungslage:	Zeppelinstraße 20 A
Technik gemäß Datentabelle NHW:	2 x NT Gaskessel Gebläseburner a 295 kW Bj. 1997. Pufferspeicher WW 1.000 l Bj. 2018.
Beschreibung gemäß Begehung:	Wärmeversorgung für 6 Gebäudeblöcke mit Heizung und Warmwasser über Nahwärmeleitungen. Heizhaus an Zeppelinstr. 20 angebaut. Ein Nahwärmekreis zu Zeppelinstr. 10-12, 14-16 und Schlagfeldstr. 41-45. Ein weiterer Nahwärmekreis zu Zeppelinstr. 18-20, 22-24 und 26-30. Parallel zu jedem Heizungskreis läuft je ein extra Nahwärmekreis für die Warmwasserverteilung.

Tab. 8: Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H105 versorgte Blöcke

Block	Straße	Anmerkung
5000.S2279.001	Zeppelinstraße 26, 28, 30	Ein Heizkreis für Heizung (Hzg.) Mit Siemens Steuerung RVL 472 ein WMZ Techem classic S. Ein Warmwasser Zirkulationskreis mit Pumpe.
5000.S2280.001	Zeppelinstraße 22, 24	Ein Heizkreis für Heizung mit einer Heizkreissteuerung Siemens RVC 480 mit WMZ Techem. Eine Zirkulationspumpe für die Warmwasserverteilung.
5000.S2286.001	Zeppelinstraße 18, 20	Anlage im Umbau von Bestand wie Zep. 22-24 auf neue FW-Übergangsstation wie Zep. 10-16.
5000.S2287.001	Zeppelinstraße 10, 12	Neue Hoval FW-Übergangsstation mit 2 Pufferspeichern a 750 l und Frischwasserstation. Bj. 2017. Wärmeübergabe an Haus mittels Wärmetauscher.
5000.S2287.002	Zeppelinstraße 14, 16	Neue Hoval FW-Übergangsstation mit 2 Pufferspeichern a 750 l und Frischwasserstation. Bj. 2017. Wärmeübergabe an Haus mittels Wärmetauscher.
5000.S2288.001	Schlagfeldstraße 41, 43, 45	Neue Hoval FW-Übergangsstation mit 2 Pufferspeichern a 750 l und Frischwasserstation. Bj. 2016. Kein Wärmetauscher zur Wärmeübergabe.

Neu-Isenburg- Wärmeversorgungsanlage 500-H126

Bild 14: Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H126



Standort der Versorgungslage: Bahnhofstr. 216

Technik gemäß Datentabelle NHW: 2 x Öl NT Kessel Buderus G 315 mit Gebläse und je 240 kW Leistung und 2.500 l Trinkwasserspeicher.

Beschreibung gemäß Begehung: Heizungsanlage mit zwei NT Ölkesseln Buderus GB 315 mit je ca. 240 kW Leistung. Es sind drei Heizkreise vorhanden. Ein Heizkreis für die Heizung Bahnhofstr. 216 sowie ein Kreis für die Beladung der zwei TW-Speicher im Haus. Ein weiterer Heizkreis geht zur Bahnhofstr. 214.

In der Bahnhofstr. 214 sind ein Heizkreis für die Heizung und ein Heizkreis zur Beladung des Trinkwasserspeichers von ca. 1.000 l vorhanden.

Abrechnung der Heizung über Heizkostenverteiler sowie Warmwasser über Zapfmengen und je einen WMZ pro Gebäude.

Tab. 9: Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H126 versorgte Blöcke

Block	Straße	Anmerkung
5000.S2619.001	Bahnhofstr. 216	-
5000.S2620.001	Bahnhofstr. 214	-

Offenbach- Wärmeversorgungsanlage 500-H2

Bild 15: Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H2



Standort der Versorgungslage:	Von-Gluck-Str. 12
Technik gemäß Datentabelle NHW:	Fernwärme direktdurchflossen mit 4 Unterstationen Trinkwasserspeicher 1.000 l.
Beschreibung gemäß Begehung:	<p>Das Gebäude wurde 2012 saniert. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch die Heizungsanlage überarbeitet. Die Heizungsanlage hat einen mit FW direkt durchflossenen Heizkreis. In der Hausnummer 10 steht ein Trinkwarmwasserspeicher mit 500 l und in der Hausnummer 12 stehen zwei 350 l Trinkwasserspeicher mit Zirkulationsleitungen zur Versorgung des Gebäudes.</p> <p>Abrechnung der Heizung über Heizkostenverteiler sowie Warmwasser über Zapfmengen. Für die Abrechnung der Fernwärme sind zwei WMZ einer für die Heizung und einer für das Warmwasser vorhanden.</p>

Tab. 10: Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H2 versorgte Blöcke

Block	Straße	Anmerkung
5000.S2740.001	Von-Gluck-Str. 8, 10, 12, 14	-

Strukturdaten / Gebäudezustand

Unsicherheiten und Ungenauigkeiten der Vor-Ort-Datenermittlung

Bei der Vor-Ort-Überprüfung ergaben sich die folgenden Herausforderungen bzw. Hemmnisse:

- Die Dicke nachträglicher Dämmmaßnahmen war teilweise schwer messbar. Es bleibt unklar, inwiefern die gemessenen Werte für das gesamte Bauteil repräsentativ sind, da ja auch unterschiedliche Dämmstärken vorliegen können.
- Bei der obersten Geschossdecke konnte nur die Dicke des Systemaufbaus gemessen werden. Es waren Annahmen für den Anteil der Dämmung am Systemaufbau nötig.
- Die Fenster wurden vom Treppenhaus aus überprüft. Zunächst wurde die Anzahl der Scheiben festgestellt. Um die Art der Verglasung zu ermitteln, wurden Einprägungen im Randverbund der Isolierglasfenster gesucht und zusätzlich ein Feuerzeugtest durchgeführt (Reflex der IR-reflektierenden Beschichtung hat eine leicht andere Färbung als unbeschichtete Glas-Oberflächen). Waren beide Ergebnisse negativ, verblieb dennoch eine gewisse Unsicherheit: Zum einen sind die Reflexe je nach Lichtverhältnissen nicht immer gut zu erkennen, zum anderen konnte gerade bei neueren Wärmeschutzverglasungen häufig keine Einprägung im Randverbund gefunden werden.

Ergebnisse

Von den 19 Gebäudeblöcken wurden 15 direkt geprüft. 4 weitere Blöcke waren baugleich wie die geprüften und hatten dem Augenschein nach den gleichen Zustand (insbesondere keine Außenwand-Dämmung).

Die direkte Prüfung ergab die in Tab. 11 dokumentierten Auffälligkeiten.

Für einen Block (S2619.001) hatte die Vor-Ort-Überprüfung durch das IWU 12 statt 11 Vollgeschosse festgestellt. Allerdings zeigte die Nachprüfung durch die NHW, dass es sich bei dem Erdgeschoss größtenteils um einen unbeheizten Abstellbereich handelt. Der ursprüngliche Datenbankeintrag 11 Vollgeschosse im Energieprofil hat sich also als korrekt herausgestellt.

Auf dieser Basis wurden für 7 der 19 Blöcke Korrekturen an den Energieprofil-Daten vorgenommen. Die Änderungen betreffen im Energieprofil nicht erfasste Dämmmaßnahmen an obersten Geschossdecken bzw. Kellerdecken. Nach Angaben der NHW waren diese Fehler offensichtlich bei der Bestandsdatenerhebung im Jahr 2008 in diesem Quartier entstanden. Fehlende Einträge für solche in der fernerer Vergangenheit durchgeführte Maßnahmen werden jedoch von den zuständigen NHW-Mitarbeiter nicht als typisch für den Gesamtbestand angesehen.

Tab. 11: Bei der Vor-Ort-Begehung festgestellte Abweichungen zu den Energieprofil-Zustandsdaten

Block	Indikator	Energieprofil-Datenbank	Vor-Ort-Kontrolle	Änderung Energieprofil Daten	vermutete Relevanz für V-B-Vergleich
S2279.001	Dämmung Kellerdecke	keine Dämmung	5 cm Dämmstärke	5 cm Dämmstärke	mittel
S2280.001	Dämmung OG-Decke	keine Dämmung	10,5 cm Systemaufbau	8 cm Dämmstärke	mittel
	Dämmung Kellerdecke	keine Dämmung	5 cm Dämmstärke	5 cm Dämmstärke	
S2286.001	Dämmung OG-Decke	keine Dämmung	10 cm Systemaufbau	8 cm Dämmstärke	mittel
S2287.001*	Dämmung OG-Decke	keine Dämmung	10 cm Systemaufbau*	8 cm Dämmstärke	mittel
S2287.002*	Dämmung OG-Decke	keine Dämmung	10 cm Systemaufbau*	8 cm Dämmstärke	mittel
S2288.001	Dämmung Außenwand	16 cm Dämmung	14 cm	keine**	keine
	Dämmung OG-Decke	15 cm Dämmung	22 cm Systemaufbau	keine**	
S2289.001	Dämmung OG-Decke	keine Dämmung	10,5 cm Systemaufbau	8 cm Dämmstärke	mittel
	Dämmung Kellerdecke	keine Dämmung	10 cm Dämmstärke	10 cm Dämmstärke	
S2298.001	Vollgeschosse	3 Vollgeschosse	2 Vollgeschosse		sehr gering
	Dachgeschoss	unbeheizt	beheizt		
S2619.001	Dämmung Kellerdecke	keine Dämmung	20 cm Dämmstärke ***	20 cm Dämmstärke ***	mittel

*) bei der Begehung in Modernisierung befindlich, daher nur Indizien für Zustand vor Modernisierung

**) Grund evtl. Änderung des Lambda-Wertes

***) nach Angaben der NHW unplausibler Zustand, insbesondere in Anbetracht des weitgehend unbeheizten Erdgeschosses; konnte im Rahmen des Projekts nicht geklärt werden

6 Zusammenführung der Daten für Verbrauch und Bedarf

Die Zusammenführung der Daten für Energieverbrauch und Energiebedarf erfolgt mit Hilfe der vom IWU im Rahmen des Projekts entwickelten Excel-Arbeitsmappe „VB-Vergleich.xlsx“ in Tabellenblättern auf drei verschiedenen Aggregationsebenen:

- Blatt „Analyse 1 – Gebäude“
- Blatt „Analyse 2 – Block“
- Blatt „Analyse 3 – WVA“

Die Haupttabelle für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich ist dabei die Tabelle „Analyse 1 – Gebäude“. In Analyse 2 und 3 werden dann jeweils die Daten aus Analyse 1 zusammengeführt. In der Analyse 3 werden darüber hinaus noch Überprüfungen und manuelle Korrekturen auf der Basis der Liegenschaftsabrechnungen bzw. Rechnungen von Energielieferungen vorgenommen.

Als Datenquellen dienen die in Abschnitt 4 dargestellten Tabellen, die direkt in der im Unternehmen vorliegenden Form in die Mappe kopiert werden können.

Die Arbeitsmappe ist so gestaltet, dass analoge Analysen auch in den Folgejahren leicht möglich sind. Aus diesem Grund wurden die Verweise auf der Grundlage der Datenfeld-Bezeichnungen (Spaltenköpfe) und der Datensatz-IDs (Zeilenköpfe) angelegt. Beim späteren Hineinkopieren der als Quelle benutzten Arbeitstabellen verursachen inzwischen eingefügte Spalten oder Zeilen damit keine Änderung der verknüpften Daten.

6.1 Schema der Zusammenführung

Grundsatz

Ausgangspunkt für die Zusammenführung sind die Verbrauchsdaten aus der Heizkostenabrechnung. Diesen werden die passenden Bilanzanteile der Bedarfsberechnung zugeordnet. Durch die identische Bilanzierungsebene von Verbrauchsmessung und Bedarfsberechnung wird direkte Vergleichbarkeit von Verbrauchs- und Bedarfskennwert für jedes Gebäude erreicht. Durch dieses Grundschema wird zudem gewährleistet, dass auf der Verbrauchsseite reine Messdaten ohne weitere Korrekturen – und damit auch ohne Abhängigkeit von Modellansätzen – verwendet bzw. dargestellt werden.

Soll ein Vergleich von Verbrauchskennwerten größerer Gebäudebestände vorgenommen werden, so wäre eine Differenzierung zwischen den Bilanzierungsebenen (Brennstoffeinsatz, Wärmeerzeugung, Wärmeeinspeisung an erdverlegtes Leitungsnetz, Wärmeeinspeisung in Hausverteilnetz, Wärmeübergabe Wohnung) zweckmäßig. Da jedoch zu vermuten ist, dass der Verbrauch-Bedarf-Zusammenhang nicht stark von der Bilanzierungsebene abhängt, wird in der vorliegenden Studie eine solche feine Differenzierung nicht vorgenommen. Es wird also nur eine grobe Unterscheidung zwischen Heizenergiekennwerten mit und ohne Warmwasser vorgenommen.

Details

In der Regel liegt ein Gesamtverbrauch an Brennstoff oder an Fernwärme vor. Ist keine zentrale Warmwasserbereitung vorhanden, kann dieser Endenergieverbrauch direkt mit dem Endenergiebedarf für Heizung verglichen werden. Wird über die Wärmeversorgungsanlage auch die Warmwasserbereitung vorgenommen, so liegt in der Regel die mit Wärmemengenzählern erfasste Einspeisung des Wärmeerzeugers in das Warmwassernetz vor. Für den Vergleich im Bilanzraum „Heizung & Warmwasser“ kann in diesem Fall der gesamte Endenergieverbrauch mit der Summe aus Endenergiebedarf Heizung und Endenergiebedarf Warmwasser verglichen werden (jeweils ohne Hilfsenergie). Für den Vergleich im Bilanzraum „Warmwasser“ wird die erfasste Wärmemenge mit der rechnerisch bilanzierten Wärmemenge bestehend aus Nutzwärmebedarf, Wärmeverteilung und -speicherung verglichen.

Für den Bilanzraum „Heizung“ werden die abgerechneten Energiemengen mit dem Endenergiebedarf für Heizung verglichen. Allerdings ergibt sich aus der oben dargestellten Abrechnungspraxis, dass die sommerlichen Wärmeverluste des Wärmeerzeugers in dem abgerechneten Verbrauch für Heizung enthalten sind. Bei Bestandsgebäuden mag dies noch nicht so relevant sein, bei gut gedämmten Gebäuden kann jedoch der Heizenergiebedarf in der Größenordnung des Warmwasserbedarfs liegen. Ist dann ein alter Wärmeerzeuger vorhanden, so kann der Verbrauchswert „Heizung“ durch die Erzeugerverluste Warmwasser außerhalb der Heizzeit deutlich (künstlich) erhöht sein. Bei der Bilanzberechnung könnte zwar hier der rechnerische Verlust der Wärmeerzeugung Warmwasser noch auf den Heizenergiebedarf aufgeschlagen werden, jedoch wäre eine solche Größe unüblich und nicht mit anderen Ergebnissen bzw. Literaturwerten vergleichbar. Es sollte also bei dem Verbrauch-Bedarf-Vergleich für kombinierte Systeme immer darauf hingewiesen werden, dass der Heizenergieverbrauch auch noch einen Anteil der Verluste der Warmwasserbereitung enthält.

Aus den genannten Gründen ist bei kombinierter Erzeugung der Verbrauch-Bedarf-Vergleich im Bilanzraum „Heizwärme & Warmwasser“ ausschlaggebend.

Weiterhin muss beachtet werden, dass im vorliegenden Quartier für einen Teil der Gebäude (WVA „H105“) bedingt durch den gerade stattfindenden Umbau der Versorgung keine für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich nutzbaren Messwerte der Wärmemengenzähler vorlagen. Für diese Anlage wird daher der VB-Vergleich nicht für den Bilanzraum „W – nur Warmwasser“ durchgeführt. Der Vergleich im Bilanzraum „H – nur Heizung“ wurde jedoch beibehalten. Es muss beachtet werden, dass daraus bei den modernisierten Gebäuden (S2288_1) eine relativ große Unsicherheit für den gemessenen Heizenergieverbrauch entsteht, da dieser in der Größenordnung des Warmwasserverbrauchs liegt.

6.2 Vergleich „H“ – nur Heizung

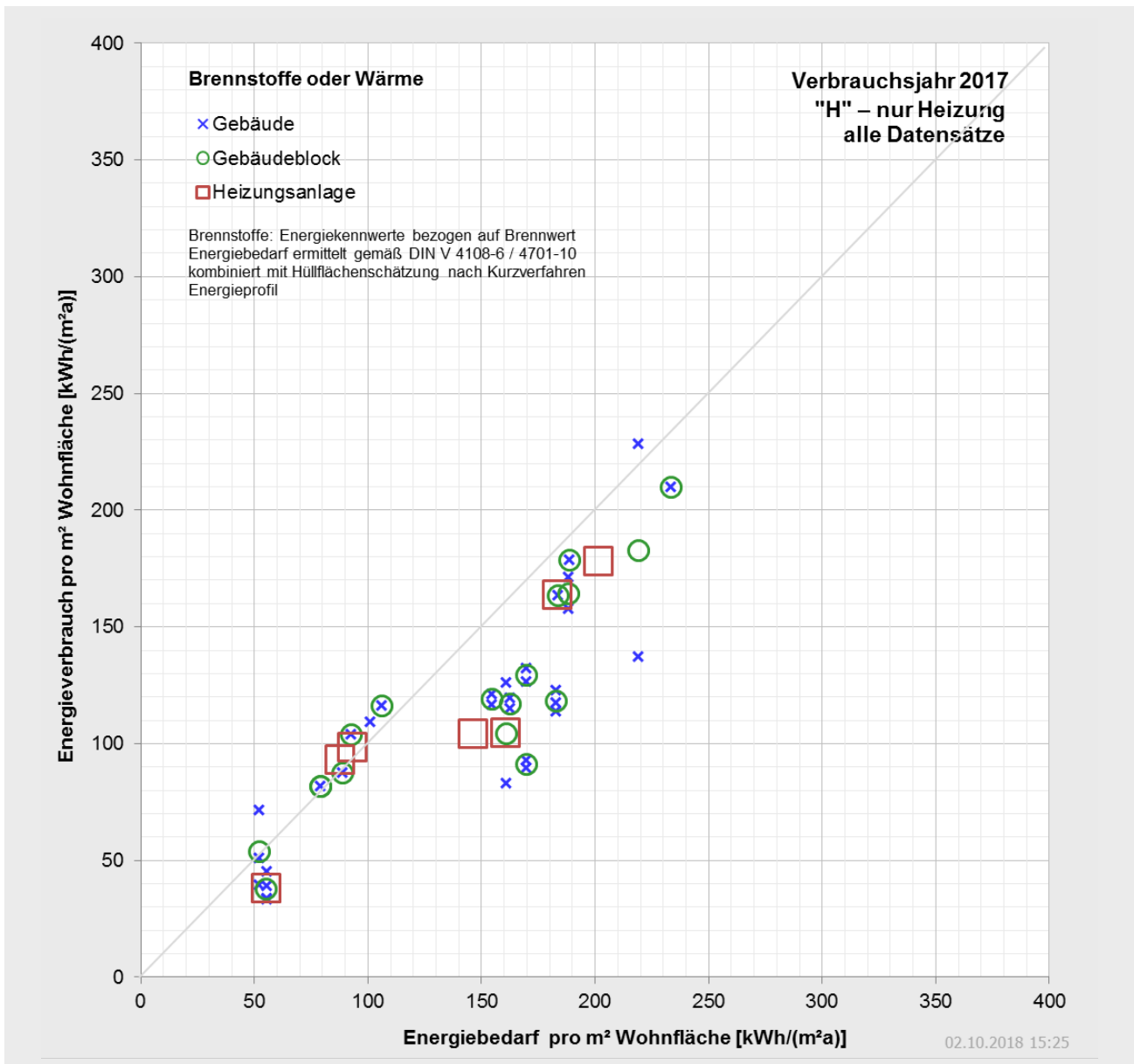
für den Vergleich auf den Ebenen Gebäude, Gebäudeblock und Heizungsanlage mussten die Energieverbrauchs- und -bedarfswerte jeweils unterschiedlich aggregiert bzw. verteilt werden. Die folgende Tabelle zeigt das Schema für den typischen im Quartier vorgefundenen Fall der Versorgung bzw. Erfassung und Abrechnung.

Tab. 12: Schema für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich auf den drei räumlichen Bilanzebenen für den Fall „H – nur Heizung“ und Reihenfolge der Datenverarbeitung (Zahlen in Klammern)

	Energieverbrauch (Messung)	Energiebedarf (Berechnung)
Gebäude	(2) Aufteilung des Verbrauchs der Heizungsanlage für Heizung entsprechend der Anteile der Heizkostenverteiler (gemäß Abrechnungsschema)	(2) Aufteilung des Energiebedarfs des Gebäudeblocks auf die einzelnen Gebäude gemäß Anteil an der Wohnfläche*
Gebäudeblock	(3) Summe der Werte aller Gebäude in einem Gebäudeblock	(1) energetische Bilanzierung (Standardklima) je Gebäudeblock*
Wärmeversorgungsanlage	(1) Brennstoffverbrauch abzüglich der vom Kessel gelieferten Wärmemenge für die Warmwasserbereitung	(3) Summe der Energiebedarfswerte für alle von der Heizungsanlage versorgte Gebäudeblöcke; zuzüglich der innerhalb der Heizzeit entstehenden Wärmeverluste erdverlegter Nahwärmeleitungen, ermittelt über geschätzte Werte für die Trassenlänge, den Wärmeverlustkoeffizient der Leitungen und die Temperaturen

*) zuzüglich des bei der Wärmeversorgungsanlage ermittelten m²-bezogenen Wertes für den Wärmeverlust im Fall erdverlegter Nahwärmeleitungen

Bild 16: Abgerechneter Energieverbrauch für Heizung im Jahr 2017, aufgetragen über dem standardisiert ermittelten Endenergiebedarf für Heizung – dabei Differenzierung zwischen den Ebenen Gebäude, Gebäudeblock und Heizungsanlage



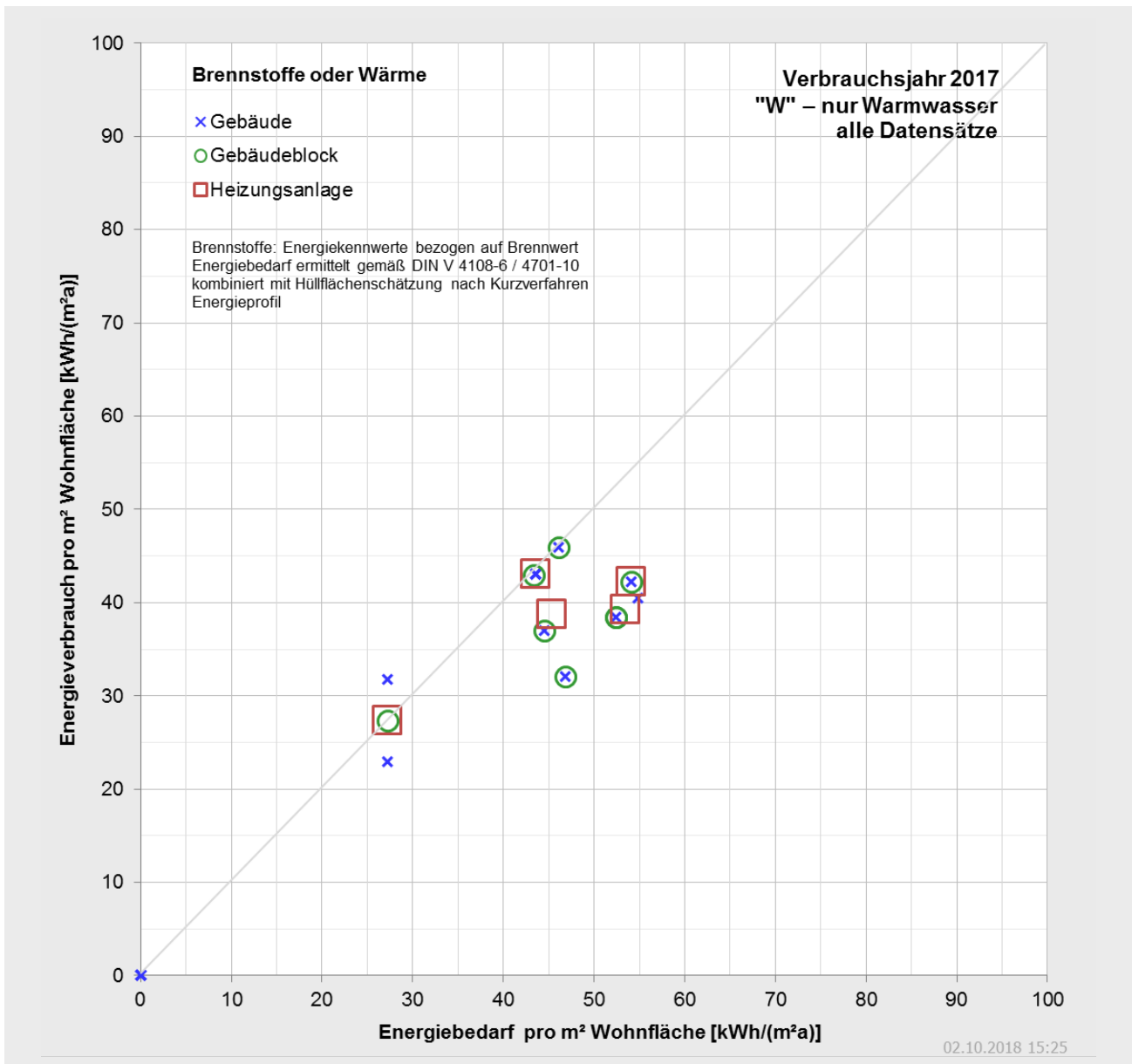
6.3 Vergleich „W“ – nur Warmwasser

Tab. 13: Schema für den Verbrauchs-Bedarfs-Vergleich auf den drei räumlichen Bilanzebenen für den Fall „W – nur Warmwasser“ und Reihenfolge der Datenverarbeitung (Zahlen in Klammern)

	Energieverbrauch	Energiebedarf
Gebäude	(2) Aufteilung des Verbrauchs der Heizungsanlage für Warmwasser entsprechend der Anteile der Volumensmessung im Gebäude (gemäß Abrechnungsschema)	(2) Aufteilung des Energiebedarfs des Gebäudeblocks auf die einzelnen Gebäude gemäß Anteil an der Wohnfläche*
Gebäudeblock	(3) Summe der Werte aller Gebäude in einem Gebäudeblock	(1) energetische Bilanzierung je Gebäudeblock unter Ansatz einer m ² -bezogenen Nutzwärmemenge Warmwasser*
Heizungsanlage	(1) vom Kessel gelieferte Wärmemenge für die Warmwasserbereitung (Wärmemengenzähler), falls Abrechnung Warmwasser allein auf Volumensmessungen beruht, werden die Energiemengen nicht für Vergleichswerte verwendet (separate Analyse der Warmwasser-Zapfmengen siehe unten)	(3) Summe der Energiebedarfswerte für alle von der Heizungsanlage versorgte Gebäudeblöcke; zuzüglich der außerhalb der Heizzeit entstehenden Wärmeverluste erdverlegter Nahwärmeleitungen, ermittelt über geschätzte Werte für die Trassenlänge, den Wärmeverlustkoeffizient der Leitungen und die Temperaturen

*) zuzüglich des bei der Wärmeversorgungsanlage ermittelten m²-bezogenen Wertes für den Wärmeverlust im Fall erdverlegter Nahwärmeleitungen

Bild 17: Abgerechneter Energieverbrauch für Warmwasser im Jahr 2017, aufgetragen über dem standardisiert ermittelten Endenergiebedarf für Warmwasser – dabei Differenzierung zwischen den Ebenen Gebäude, Gebäudeblock und Heizungsanlage



6.4 Vergleich „H+W“ – Heizung und Warmwasser

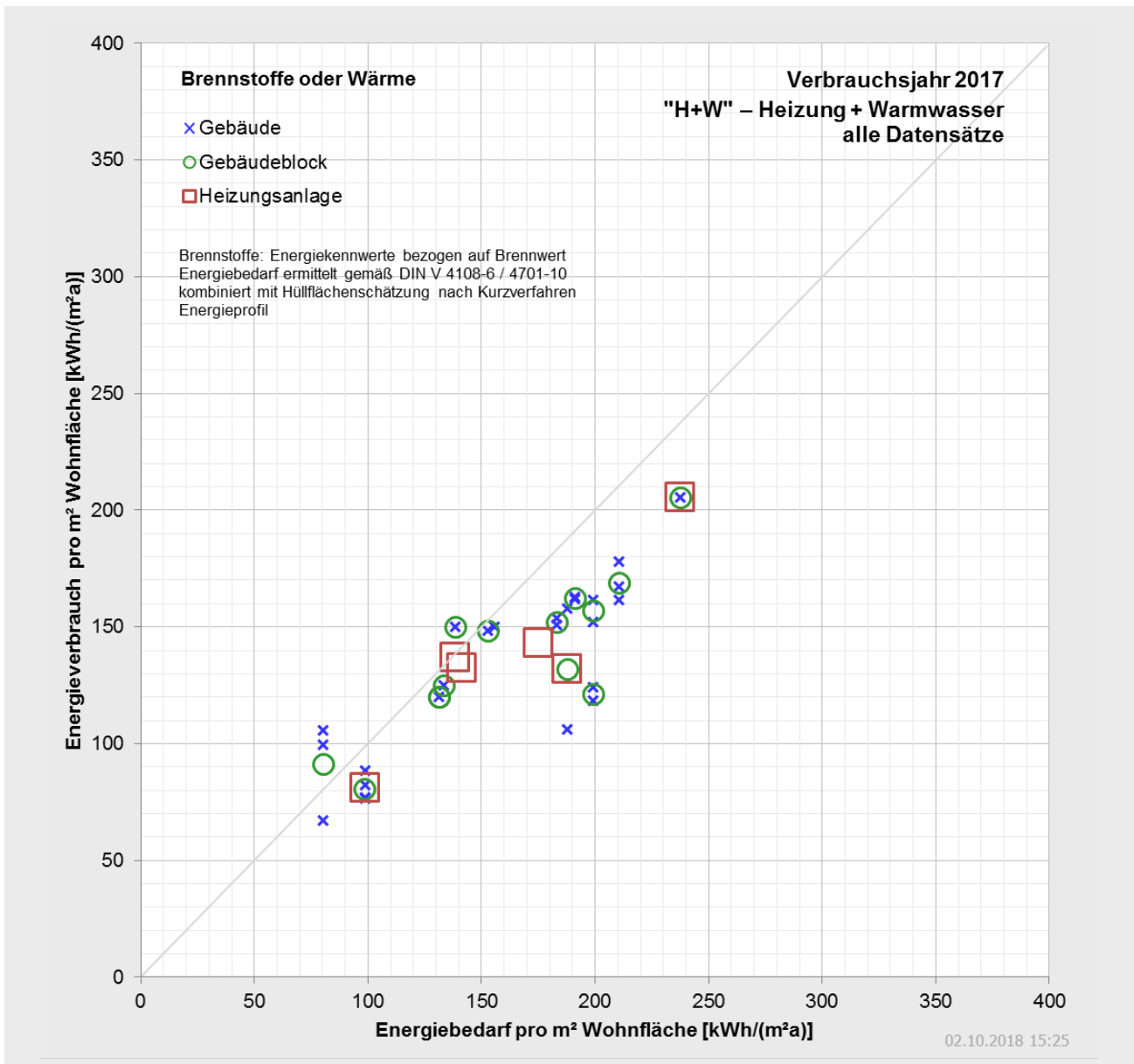
Die folgende Tabelle zeigt das Schema für den typischen im Quartier vorgefundenen Fall der Versorgung bzw. Erfassung und Abrechnung.

Tab. 14: Schema für den Verbrauchs-Bedarfs-Vergleich auf den drei räumlichen Bilanzebenen für den Fall „H+W – Heizung & Warmwasser“ und Reihenfolge der Datenverarbeitung (Zahlen in Klammern)

	Energieverbrauch	Energiebedarf
Gebäude	(2) Aufteilung des Verbrauchs der Heizungsanlage für Heizung und Warmwasser entsprechend der Anteile der Heizkostenverteiler und der Volumenmessung Warmwasser (gemäß Abrechnungsschema)	(2) Aufteilung des Energiebedarfs des Gebäudeblocks auf die einzelnen Gebäude gemäß Anteil an der Wohnfläche*
Gebäudeblock	(3) Summe der Werte der Gebäude in einem Gebäudeblock	(1) energetische Bilanzierung (Standardklima) je Gebäudeblock*
Heizungsanlage	(1) Brennstoffverbrauch	(3) Summe der Energiebedarfswerte für alle von der Heizungsanlage versorgte Gebäudeblöcke; zuzüglich der Wärmeverluste erdverlegter Nahwärmeleitungen, ermittelt über geschätzte Werte für die Trassenlänge, den Wärmeverlustkoeffizient der Leitungen und die Temperaturen
































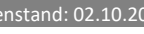
*) zuzüglich des bei der Wärmeversorgungsanlage ermittelten m²-bezogenen Wertes für den Wärmeverlust im Fall erdverlegter Nahwärmeleitungen

Bild 18: Abgerechneter Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser im Jahr 2017, aufgetragen über dem standardisiert ermittelten Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser – dabei Differenzierung zwischen den Ebenen Gebäude, Gebäudeblock und Heizungsanlage



6.5 Kennwerte der Einzelgebäude

Tab. 15: Vergleich Verbrauch und Bedarf Heizung auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang)













Heizung								H 2017
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	Bedarf* pro m ² Wohnfläche	Verbrauch pro m ² Wohnfläche	Verhältnis Verbrauch Bedarf	Balkendiagramm Bedarf („B“) und Verbrauch („V“)
				m ²	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)		
S2279_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 26	630	183	123	67%	
S2279_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 28	630	183	118	64%	
S2279_3	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 30	630	183	114	62%	
S2280_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 22	730	154	117	76%	
S2280_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 24	730	154	121	78%	
S2286_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 18	730	162	115	71%	
S2286_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 20	730	162	119	74%	
S2287_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 10	509	170	127	75%	
S2287_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 12	508	170	132	78%	
S2287_3	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 14	509	170	93	55%	
S2287_4	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 16	508	170	90	53%	
S2288_1	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 41	603	52	51	99%	
S2288_2	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 43	490	52	40	76%	
S2288_3	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 45	490	52	71	138%	
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	161	126	79%	
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	161	83	52%	
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	93	104	112%	
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	89	88	99%	
S2293_1	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 21	664	189	179	95%	
S2293_2	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 23	400	233	210	90%	
S2293_3	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 25	655	188	158	84%	
S2293_4	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 27	656	188	171	91%	
S2293_5	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 29	400	219	137	63%	
S2293_6	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 31	400	219	228	104%	
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	106	116	110%	
S2298_1	Dreieich	H65	Gravenbruchstraße 37	206	183	163	89%	
S2619_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 216	3574	79	82	104%	
S2620_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 214	2499	101	109	109%	
S2740_1	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 8	716	55	34	61%	
S2740_2	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 10	715	55	39	71%	
S2740_3	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 12	715	55	45	82%	
S2740_4	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 14	716	55	34	61%	

Datenstand: 02.10.2018

*) Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

**) WVA H105 (graue Schrift): auf Grund des Umbaus der Wärmeversorgung größere Unsicherheit

Tab. 16: Vergleich Verbrauch und Bedarf Wärme für Warmwasser auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang)

Warmwasser										W 2017
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	Bedarf* pro m ² Wohnfläche*	abgerechneter Verbrauch pro m ² Wohnfläche	gemessener Verbrauch pro m ² Wohnfläche	Verhältnis Verbrauch Bedarf	Balkendiagramm Bedarf („B“) und Verbrauch („V“)	
				m ²	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)			
S2279_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 26	630	28	55				
S2279_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 28	630	28	44				
S2279_3	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 30	630	28	53				
S2280_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 22	730	29	34				
S2280_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 24	730	29	33				
S2286_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 18	730	29	48				
S2286_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 20	730	29	43				
S2287_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 10	509	30	26				
S2287_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 12	508	30	29				
S2287_3	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 14	509	30	26				
S2287_4	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 16	508	30	34				
S2288_1	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 41	603	28	48				
S2288_2	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 43	490	28	27				
S2288_3	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 45	490	28	34				
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	27	32	32	117%	B V 	
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	27	23	23	84%	B V 	
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	46	46	46	100%	B V 	
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	45	37	37	83%	B V 	
S2293_1	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 21	664						
S2293_2	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 23	400						
S2293_3	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 25	655						
S2293_4	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 27	656						
S2293_5	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 29	400						
S2293_6	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 31	400						
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	47	32	32	69%	B V 	
S2298_1	Dreieich	H65	Gravenbruchstraße 37	206	54	42	42	78%	B V 	
S2619_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 216	3574	52	38	38	73%	B V 	
S2620_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 214	2499	55	41	41	74%	B V 	
S2740_1	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 8	716	44	43	43	99%	B V 	
S2740_2	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 10	715	44	43	43	99%	B V 	
S2740_3	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 12	715	44	43	43	99%	B V 	
S2740_4	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 14	716	44	43	43	99%	B V 	

Datenstand: 02.10.2018

*) Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

**) WVA H105: Es lagen aufgrund von Modernisierungsmaßnahmen keine Messwerte für den Warmwasserwärmeverbrauch einschließlich Verteilverlusten vor.

Tab. 17: Vergleich Verbrauch und Theoriewert gezapfte Wassermengen auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang)

Volumen Warmwasser									VoIW 2017
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	gemessene WW-Zapfmengen pro m ² Wohnfläche	Mittelwert Messwert je Tag je 100 m ² Wohnfläche	Standardansatz nach EnEV*	Verhältnis Messung zu Standardwert	Balkendiagramm Standardwert (B=Bedarf) und Messwert (V=Verbrauch)
				m ²	Liter/(m ² a)	Liter/(100m ² d)	Liter/(100m ² d)		
S2279_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 26	630	545	149	76	198%	
S2279_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 28	630	437	120	76	159%	
S2279_3	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 30	630	532	146	76	193%	
S2280_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 22	730	336	92	76	122%	
S2280_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 24	730	325	89	76	118%	
S2286_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 18	730	476	130	76	172%	
S2286_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 20	730	425	116	76	154%	
S2287_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 10	509	255	70	76	92%	
S2287_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 12	508	293	80	76	106%	
S2287_3	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 14	509	256	70	76	93%	
S2287_4	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 16	508	341	93	76	124%	
S2288_1	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 41	603	481	132	76	174%	
S2288_2	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 43	490	271	74	76	98%	
S2288_3	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 45	490	342	94	76	124%	
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	250	68	76	91%	
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	181	50	76	66%	
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	435	119	76	158%	
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	350	96	76	127%	
S2293_1	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 21	664			76		
S2293_2	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 23	400			76		
S2293_3	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 25	655			76		
S2293_4	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 27	656			76		
S2293_5	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 29	400			76		
S2293_6	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 31	400			76		
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	303	83	76	110%	
S2298_1	Dreieich	H65	Gravenbruchstraße 37	206	213	58	76	77%	
S2619_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 216	3574	359	98	76	130%	
S2620_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 214	2499	378	104	76	137%	
S2740_1	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 8	716	414	113	76	150%	
S2740_2	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 10	715	261	71	76	95%	
S2740_3	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 12	715	384	105	76	139%	
S2740_4	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 14	716	464	127	76	168%	

Datenstand: 02.10.2018

 *) $12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) * 1,28 \text{ m}^2/\text{m}^2 / 50 \text{ K} / 1,16 \text{ kWh}/(\text{kg}\cdot\text{K}) * 1000 \text{ kg}/\text{m}^3 * 100 \text{ m}^2 / 365\text{d}$

Tab. 18: Vergleich Verbrauch und Bedarf Heizung & Warmwasser auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang)

Heizung & Warmwasser								H+W 2017
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	Bedarf pro m ² Wohnfläche	Verbrauch pro m ² Wohnfläche	Verhältnis Verbrauch Bedarf	Balkendiagramm Bedarf („B“) und Verbrauch („V“)
				m ²	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)		
S2279_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 26	630	211	178	84%	
S2279_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 28	630	211	162	77%	
S2279_3	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 30	630	211	167	79%	
S2280_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 22	730	183	151	82%	
S2280_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 24	730	183	154	84%	
S2286_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 18	730	191	163	85%	
S2286_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 20	730	191	162	85%	
S2287_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 10	509	199	152	76%	
S2287_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 12	508	199	162	81%	
S2287_3	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 14	509	199	119	59%	
S2287_4	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 16	508	199	124	62%	
S2288_1	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 41	603	80	99	124%	
S2288_2	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 43	490	80	67	83%	
S2288_3	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 45	490	80	106	132%	
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	188	158	84%	
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	188	106	57%	
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	139	150	108%	
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	133	125	94%	
S2293_1	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 21	664				
S2293_2	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 23	400				
S2293_3	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 25	655				
S2293_4	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 27	656				
S2293_5	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 29	400				
S2293_6	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 31	400				
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	153	148	97%	
S2298_1	Dreieich	H65	Gravenbruchstraße 37	206	238	206	87%	
S2619_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 216	3574	131	120	92%	
S2620_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 214	2499	156	150	96%	
S2740_1	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 8	716	99	77	78%	
S2740_2	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 10	715	99	82	83%	
S2740_3	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 12	715	99	89	90%	
S2740_4	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 14	716	99	77	78%	

Datenstand: 02.10.2018

*) Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

Die farbig markierten Gebäude werden für die Ausreißer-Analyse vorgeschlagen (siehe Kapitel 8):

rot = Ausreißer nach oben; blau = Ausreißer nach unten

7 Ermittlung und Analyse von Energieverbrauchsbenchmarks

Hauptziel des Projekts ist die Entwicklung und exemplarische Anwendung einer Methodik zur Bestimmung von Energieverbrauchsbenchmarks, also Vergleichswerten für den Energieverbrauch. Diese sollen es unter anderem ermöglichen, den Energieverbrauch eines einzelnen Gebäudes in eine nach der energetischen Gebäudequalität differenzierten Verbrauchsstatistik einzuordnen. Damit kann auf einfache Weise geklärt werden, ob es sich um einen typischen (erwarteten) Verbrauch handelt oder ob der Verbrauch stark nach oben oder unten abweicht.

Zur Bildung von Energieverbrauchs-Benchmarks werden die Gebäude entsprechend ihrem energetischen Zustand (und ggf. weiterer Merkmale) in Gruppen eingeteilt. Im Folgenden wird als Indikator für den energetischen Zustand der auf der Basis der Energieprofil-Eingaben berechnete Endenergiebedarf herangezogen – grundsätzlich sind aber noch andere Klassifizierungen denkbar, zum Beispiel auf Basis des temperaturbezogenen Transmissionswärmeverlustes pro m² Wohnfläche. Das Berechnungsverfahren für den Endenergiebedarf ist – sofern nicht anders angegeben – das Normbilanzverfahren nach DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10 (Heizperioden-Bilanz, Anlagentechnik-Kennwerte gemäß Bekanntmachungen des Bundes, Näheres siehe Abschnitt 7.8). Zur Vereinfachung werden die Benchmarks nicht nach Energieträger differenziert. Die Vergleichswerte gelten also für Brennstoffe und Fernwärme – nicht jedoch für den Einsatz von Strom.

7.1 Verwendete Regeln und Ausschlusskriterien

Für die Bildung der Vergleichswerte (Verbrauchs-Benchmarks) in den folgenden Tabellen und Diagrammen werden innerhalb der vorliegenden Untersuchung die folgenden Regeln angewendet:

- Es werden drei Bilanzräume für die Energie betrachtet: „H – nur Heizung“, „W – nur Warmwasser“, „H+W – Heizung & Warmwasser“. Zusätzlich wird noch „VolW – Volumen Warmwasser“ für das gezapfte Warmwasservolumen ausgewertet.
- Die Jahresverbrauchswerte werden je Gebäude (Hauseingang) dem Auszug aus der Datenbank zur jährlichen Heizkostenabrechnung entnommen.
- Die Energiekennwerte sind auf die Wohnfläche bezogen.
- Im Fall von Brennstoffen beziehen sich die kWh-Angaben immer auf den Brennwert (oberer Heizwert)
- Die Gruppierung von Gebäuden in Kategorien erfolgt entsprechend dem standardisiert ermittelten Endenergiebedarf.
- Je Kategorie werden Mittelwerte für den Energieverbrauch und für den Energiebedarf gebildet. Das Verhältnis der Mittelwerte Verbrauch zu Mittelwerte Bedarf kann als Kalibrierungsfaktor verwendet werden, um dem Bedarfskennwert eines Gebäudes den erwarteten Verbrauch zuzuordnen.
- Bestimmt man für alle Gebäude einer Kategorie das Verhältnis Verbrauch zu Bedarf so ergibt sich ein Mittelwert und eine Standardabweichung für diese Größe. Die Standardabweichung wird herangezogen, um jedem mittleren Bedarfswert einer Kategorie eine Spanne des erwarteten Energieverbrauchs zuzuordnen („Erwartungsbereich“). Auf Grund der Definition der Standardabweichung finden sich 68 % der Stichprobe innerhalb dieses Erwartungsbereiches.

Für die Ermittlung des Energiebedarfs wird im Regelfall das Normbilanzverfahren nach DIN V 4108-6 / 4701-10 verwendet.

Bei der Bildung von Verbrauchsbenchmarks dürfen nur Werte einbezogen werden, die bestimmte Qualitätsanforderungen einhalten. Entsprechend wurden in der Arbeitsmappe für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich folgende Indikatoren eingeführt, die jeweils einen Ausschluss des Datensatzes bewirken:

- Der Zustand des Gebäudes bzw. Blocks ist unklar oder fehlerhaft: Datenüberprüfungen ergeben inkonsistente Daten, eine Vor-Ort-Überprüfung wurde noch nicht vorgenommen.
- Der Zustand des Gebäudes bzw. Blocks hat sich im Verbrauchszeitraum geändert, zum Beispiel im Zusammenhang von Modernisierungen.
- Die Nutzung ist auffällig, zum Beispiel gibt es Anzeichen für längeren Leerstand.
- Der Verbrauch ist unklar oder fehlerhaft: Datenüberprüfungen ergeben inkonsistente Daten, ein Vergleich mit der Liegenschaftsabrechnung oder mit der Abrechnung des Versorgers wurde jedoch noch nicht vorgenommen.

Die folgende Tabelle erläutert die in der Arbeitsmappe „VB-Vergleich.xlsx“ für diesen Zweck verwendeten Indikatoren.

Tab. 19: Erläuterung der Ausschlusskriterien für die Bildung von Verbrauchs-Benchmarks

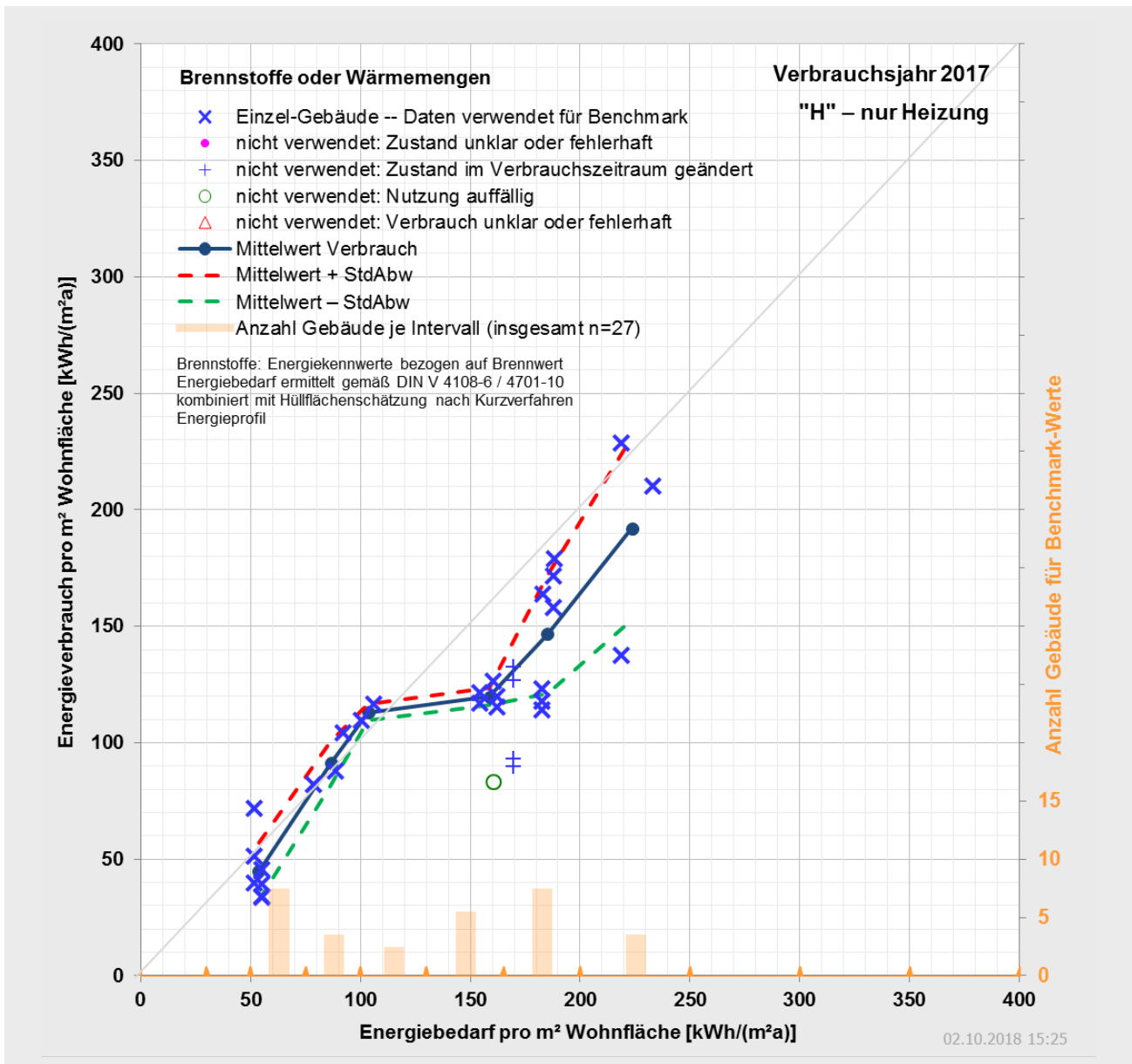
Indicator_CheckData_&	Beschreibung	Indikator für die Automatisierung		Anmerkung
		Blatt	Variable	
Heizung				
State_H	Zustand unklar oder fehlerhaft	„Vor-Ort-Check“	Indicator_CheckDataOkay = 0	kann im Blatt „Analyse 1 - Gebäude“ händisch überschrieben werden
StateFitsMetering_H	Zustand im Verbrauchszeitraum geändert	„DB Basis Input General“	bu_remarks = „Modernisierung JJJJ“ mit JJJJ = betrachtetes Verbrauchsjahr (Eintrag zum Beispiel: „Modernisierung 2016“)	derzeit noch nicht automatisiert
Utilisation_H	Nutzung auffällig	Indikator zum Leerstand aus der Abrechnung		
Consumption_H	abgerechneter Gesamt-Verbrauch für Heizung unklar oder fehlerhaft			derzeit noch nicht automatisiert*
Warmwasser				
State_W	Zustand unklar oder fehlerhaft	„Vor-Ort-Check“		derzeit noch nicht automatisiert
StateFitsMetering_W	Zustand im Verbrauchszeitraum geändert	„DB Basis Input General“	bu_remarks = „Modernisierung JJJJ“ mit JJJJ = betrachtetes Verbrauchsjahr (Eintrag zum Beispiel: „Modernisierung 2016“)	derzeit noch nicht automatisiert
Utilisation_W	Nutzung auffällig	Indikator zum Leerstand aus der Abrechnung		
Consumption_W	abgerechneter Gesamt-Verbrauch für Warmwasser unklar oder fehlerhaft			derzeit noch nicht automatisiert*

*) Für die Ermittlung von Verbrauchsbenchmarks gibt es jedoch zumindest eine obere und untere Grenze. Zur Berücksichtigung muss der Verbrauchskennwert zwischen 50 und 500 kWh/(m²a) liegen

7.2 Vergleichswerte Heizung („H 2017“)

Die folgende Abbildung zeigen die für die Gebäuestichprobe ermittelten Verbrauchs-Benchmarks für den Bilanzraum „H – nur Heizung“ sowie die Anzahl der hierfür verwendeten Datensätze. In der Benchmark-Tabelle sind die daraus resultierenden Kalibrierungsfaktoren dargestellt.

Bild 19: Vergleichswerte Heizung („H“) mit Datenpunkten der Einzelgebäude, gekennzeichnet entsprechend ihrer Verwendung



Tab. 20: Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Heizung im Verbrauchsjahr 2017

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf							H 2017	
„H“ - nur Heizung								
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)								
Standard-Energiebedarf*		Stichprobe		gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche				
bezogen auf beheizte Wohnfläche				Mittelwert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch	
Intervall	Mittelwert	Anzahl Gebäude	Wohnfläche		Mittelwert	relative Streubreite**		
kWh/(m²a)	kWh/(m²a)		m²	kWh/(m²a)			kWh/(m²a)	
1 ... 30	-	-	-	-	-	-	-	
31 ... 50	-	-	-	-	-	-	-	
51 ... 75	54	n=7	4.447	45	0,83	±30%	± 12	
76 ... 100	87	n=3	5.996	91	1,05	±5%	± 9	
101 ... 130	103	n=2	3.080	113	1,09	±1%	± 4	
131 ... 165	159	n=5	3.332	120	0,75	±4%	± 4	
166 ... 200	185	n=7	4.070	147	0,79	±16%	± 25	
201 ... 250	224	n=3	1.200	192	0,86	±20%	± 39	
251 ... 300	-	-	-	-	-	-	-	
301 ... 350	-	-	-	-	-	-	-	
351 ... 400	-	-	-	-	-	-	-	
401 ... 500	-	-	-	-	-	-	-	
	Summe	n=27	22.125					

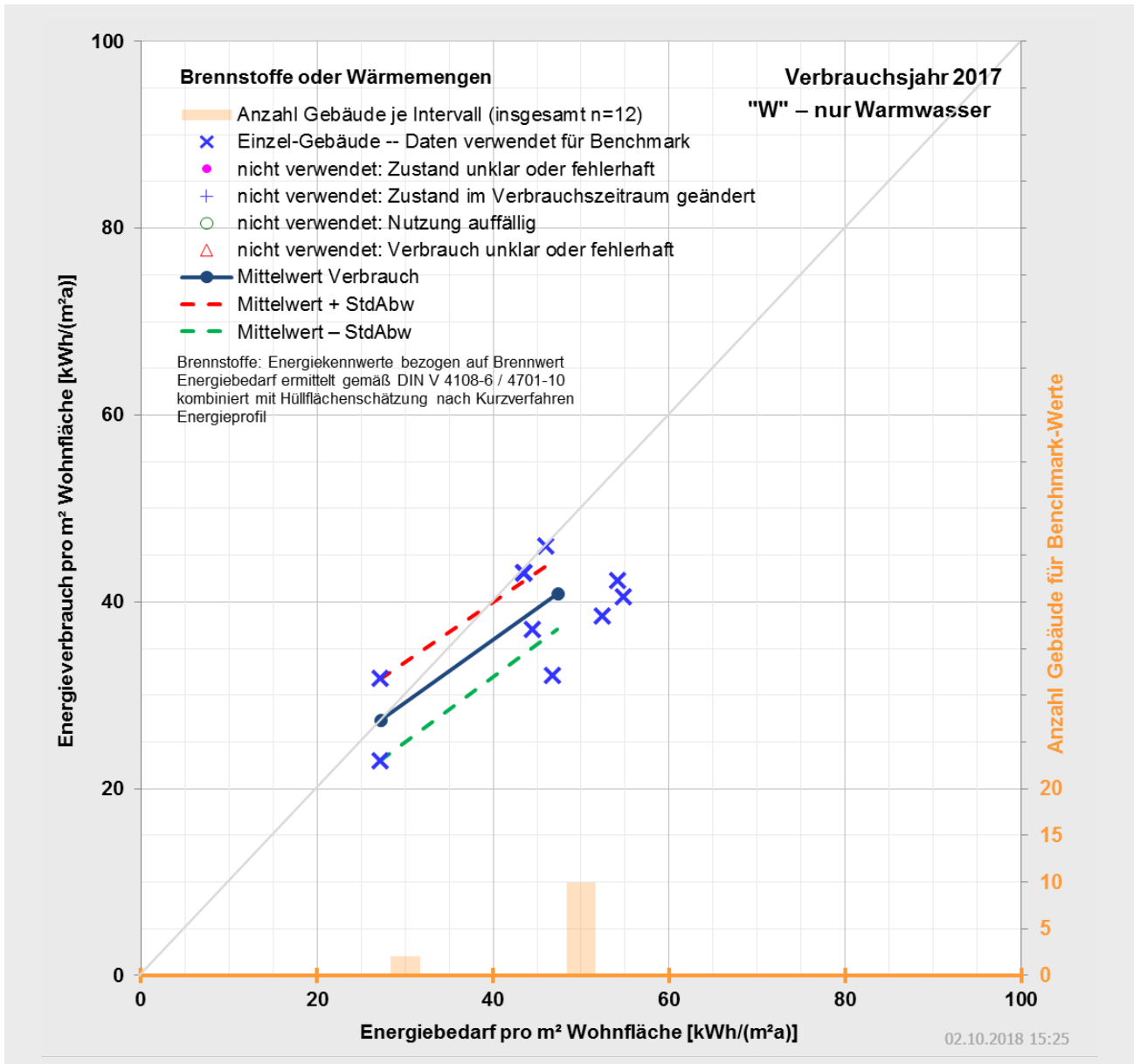
*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10 kombiniert mit Hüllflächenschätzung nach Kurzverfahren Energieprofil
 **) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 02.10.2018

7.3 Vergleichswerte Warmwasser („W 2017“)

Die folgende Abbildung zeigen die für die Gebäudestichprobe ermittelten Verbrauchs-Benchmarks für den Bilanzraum „W – nur Warmwasser“ sowie die Anzahl der hierfür verwendeten Datensätze. In der Benchmark-Tabelle sind die daraus resultierenden Kalibrierungsfaktoren dargestellt.

Bild 20: Vergleichswerte Warmwasser („W“) mit Datenpunkten der Einzelgebäude, gekennzeichnet entsprechend ihrer Verwendung – nur Gebäude mit gemessenem Wärmeverbrauch für Warmwasser (inkl. Wärmeverteilverluste)



Tab. 21: Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Warmwasser für das Verbrauchsjahr 2017

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf							W 2017
„W“ – nur Warmwasser							
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)							
Standard-Energiebedarf*		Stichprobe		gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche			
bezogen auf beheizte Wohnfläche				Mittel- wert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch
Intervall	Mittel- wert	Anzahl Gebäu- de	Wohn- fläche		Mittelwert	relative Streubreite**	
kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)		m ²	kWh/(m ² a)			kWh/(m ² a)
1 ... 20	-	-	-	-	-	-	-
21 ... 40	27	n=2	824	27	1,00	±16%	± 4
41 ... 60	47	n=10	12.145	41	0,86	±14%	± 4
61 ... 80	-	-	-	-	-	-	-
81 ... 100	-	-	-	-	-	-	-
	Summe	n=12	12.969				

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10 kombiniert mit Hüllflächenschätzung nach Kurzverfahren Energieprofil

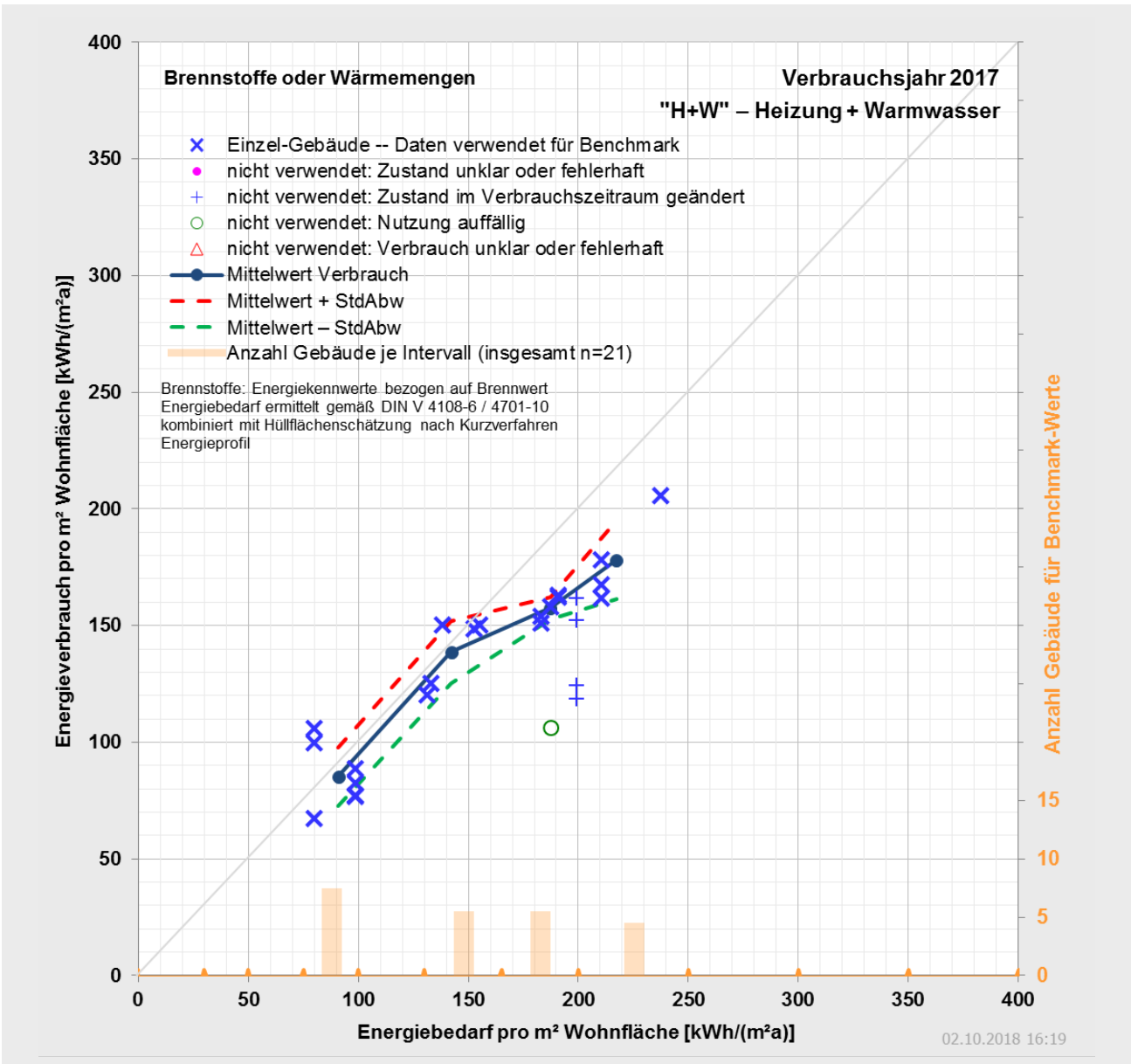
**) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 02.10.2018

7.4 Vergleichswerte Heizung und Warmwasser („H+W 2017“)

Die folgende Abbildung zeigen die für die Gebäudestichprobe ermittelten Verbrauchs-Benchmarks für den Bilanzraum „H+W – Heizung & Warmwasser“ sowie die Anzahl der hierfür verwendeten Datensätze. In der Benchmark-Tabelle sind die daraus resultierenden Kalibrierungsfaktoren dargestellt.

Bild 21: Vergleichswerte Heizung („H“) mit Datenpunkten der Einzelgebäude, gekennzeichnet entsprechend ihrer Verwendung



Tab. 22: Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser im Verbrauchsjahr 2017

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf							H+W 2017	
„H+W“ - Heizung & Warmwasser								
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)								
Standard-Energiebedarf*				gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche				
bezogen auf beheizte Wohnfläche		Stichprobe		Mittel- wert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch	
Intervall	Mittel- wert	Anzahl Gebäu- de	Wohn- fläche		Mittelwert	relative Streubreite**		
kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)		m ²	kWh/(m ² a)			kWh/(m ² a)	
1 ... 30	-	-	-	-	-	-	-	
31 ... 50	-	-	-	-	-	-	-	
51 ... 75	-	-	-	-	-	-	-	
76 ... 100	91	n=7	4.447	85	0,94	±22%	± 13	
101 ... 130	-	-	-	-	-	-	-	
131 ... 165	142	n=5	9.076	139	0,97	±6%	± 13	
166 ... 200	187	n=5	3.332	157	0,84	±1%	± 5	
201 ... 250	217	n=4	2.095	178	0,82	±5%	± 17	
251 ... 300	-	-	-	-	-	-	-	
301 ... 350	-	-	-	-	-	-	-	
351 ... 400	-	-	-	-	-	-	-	
401 ... 500	-	-	-	-	-	-	-	
	Summe	n=21	18.950					

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10 kombiniert mit Hüllflächenschätzung nach Kurzverfahren Energieprofil

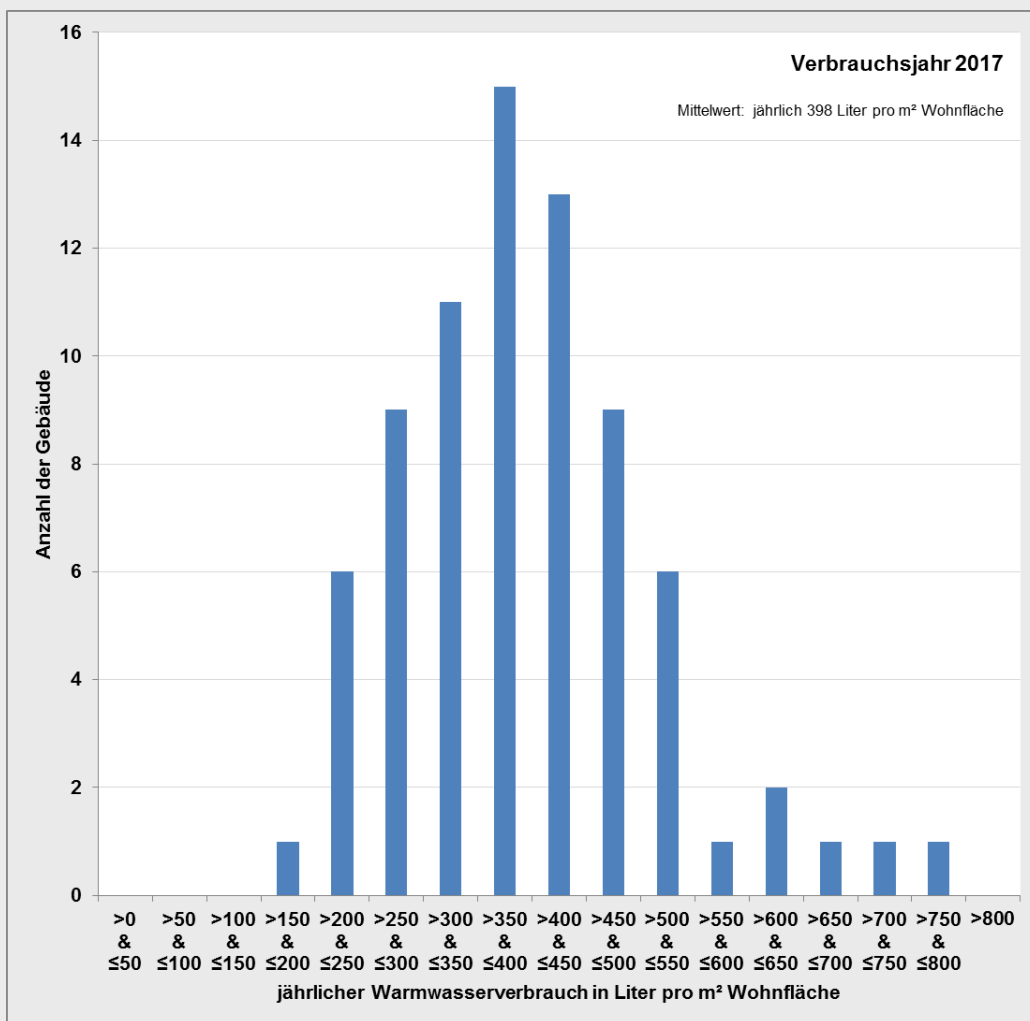
**) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 02.10.2018

7.5 Vergleichswerte für das abgerechnete Warmwasser-Volumen

Für alle Gebäude ist das mit Volumenzählern für den Verbrauchszeitraum bestimmte Warmwasservolumen in der Abrechnung enthalten, da dies die Grundlage für die Umlegung der Nebenkosten Warmwasser auf die Mieter darstellt. Die folgende Abbildung zeigt die Häufigkeitsverteilung der wohnflächenbezogenen Kennwerte in Litern pro m² Wohnfläche.

Bild 22: Häufigkeiten der Warmwasser-Zapfmengen je Gebäude im Jahr 2017



Den Mittelwert kann man unter weiteren Annahmen mit den Ansätzen für die Energiebilanzberechnung vergleichen. Die wohnflächenbezogenen Kennwerte wären dann:

- Messung Mittelwert: $398 * 1,16 * (60-15) / 1000 = \underline{20,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})}$
- Standardwert EnEV nach Umrechnung auf Wohnflächenbezug: $12,5 * 1,28 = \underline{16 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})}$
- Standardwert LEG / KVEP für Mehrfamilienhäuser = $\underline{17 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})}$

Der gemessene Warmwasserverbrauch liegt bei den verwendeten Ansätzen also etwas höher als die Standardansätze.

7.6 Auswirkung der Vor-Ort-Überprüfung auf das Ergebnis

Im Folgenden werden die in den vorangegangenen Abschnitten dargestellte Wertepaare Verbrauch-Bedarf noch einmal grafisch mit den Werten ohne Korrektur der Informationen aus der Vor-Ort-Kontrolle verglichen.

Die in Bild 23 jeweils gegenübergestellten Diagramme zeigen, dass einige Werte ohne Korrekturen auf der Bedarfsachse deutlich höher liegen würden.

Bild 24 zeigt die Veränderungen der Benchmarks: Ohne die durch die Vor-Ort-Kontrolle angestoßene Aktualisierung der Daten würde die den Verbrauchs-Bedarfs-Zusammenhang beschreibende Kurve (Verbindungsgeraden zwischen den Benchmark-Punkten) im Bereich unsanierterter Gebäude deutlich flacher liegen. Die auffällige Veränderung der Streuung wird dadurch verursacht, dass in den Diagrammen auf der linken Seite (ohne Daten-Aktualisierung) die gleiche Anzahl von Gebäuden in mehr Bedarfsklassen aufgeteilt werden und damit weniger Gebäude pro Klasse die Streuung (Standardabweichung) bestimmen.⁹

⁹ Derzeit sind noch zu wenige Gebäude in der Stichprobe bzw. in den Bedarfsklassen enthalten, um aus der Streuung (Standardabweichung) sinnvolle Aussagen abzuleiten.

Bild 23: Verschiebung von Datenpunkten durch die Vor-Ort-Überprüfung
 – links ohne Aktualisierung, rechts mit Aktualisierung der Daten;
 (die rechts dargestellten Diagramme sind identisch mit denen in Abschnitt 6)

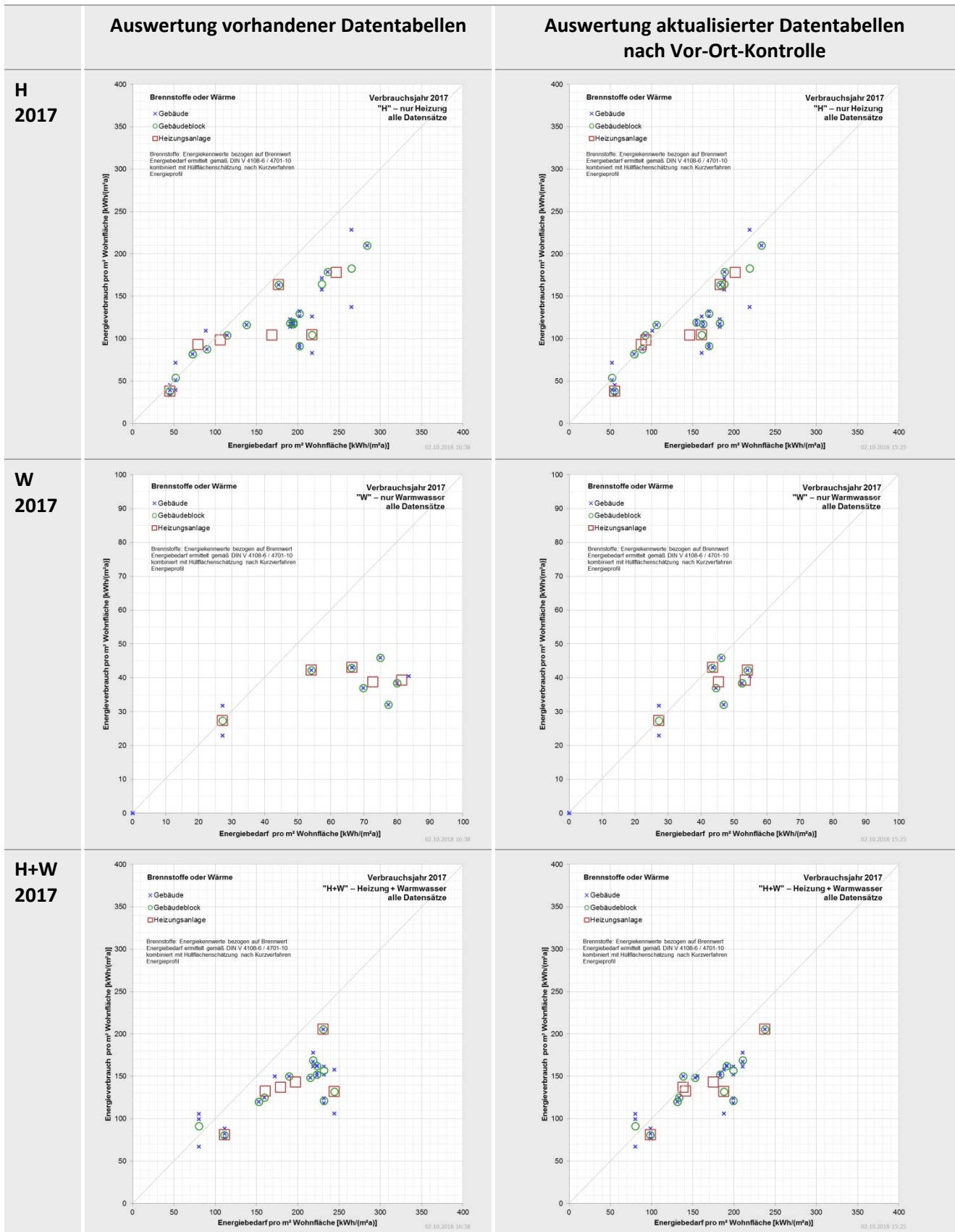
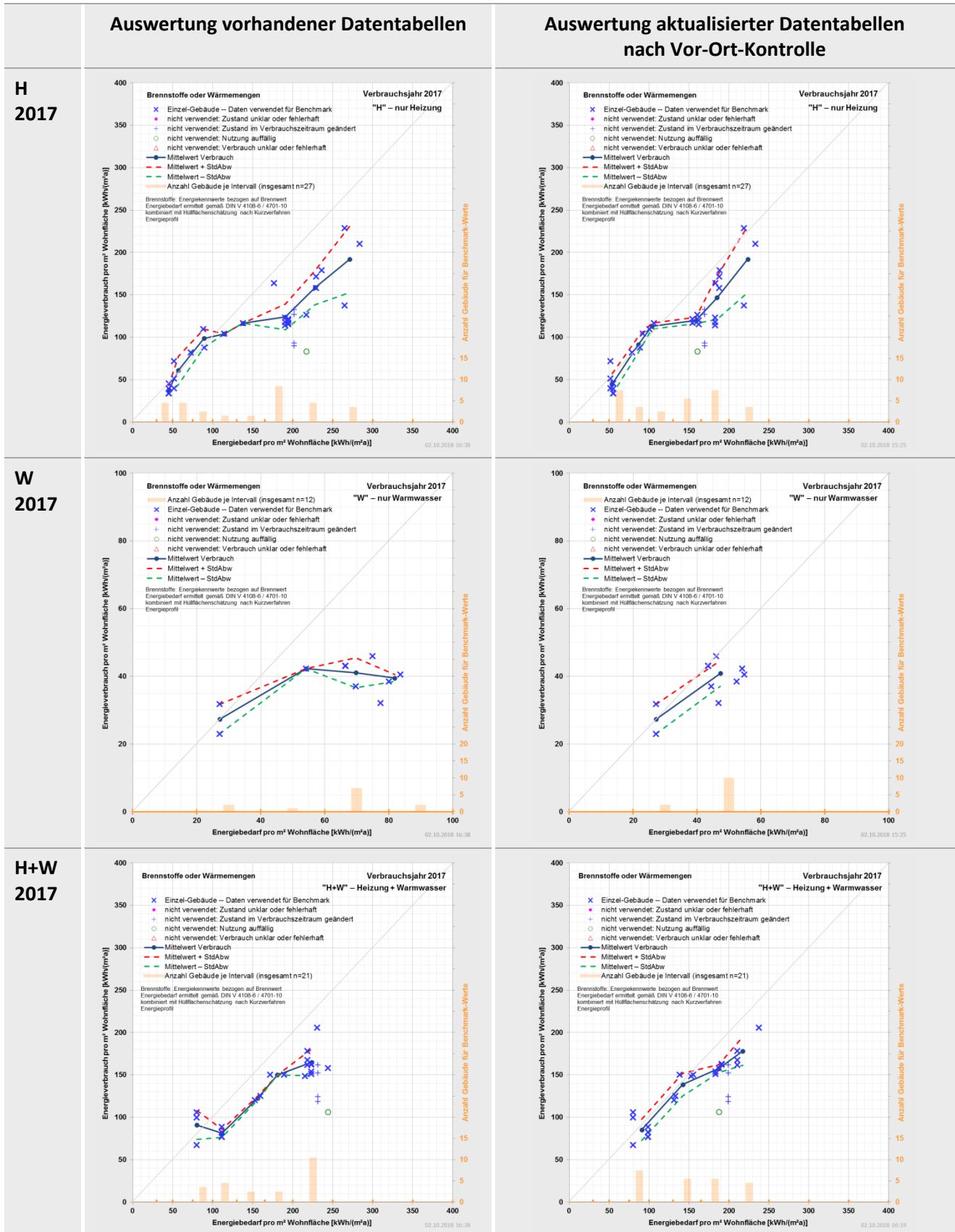


Bild 24: Änderung der Verbrauchs-Benchmarks durch die Vor-Ort-Überprüfung
 – links ohne Aktualisierung, rechts mit Aktualisierung der Daten;
 (die rechts dargestellten Diagramme sind identisch mit denen in den Abschnitten 7.3 bis 7.5)



7.7 Auswertungen für das Verbrauchsjahr 2016 und Vergleich mit 2017

Die oben beschriebene Auswertung wurde in gleicher Weise für das Verbrauchsjahr 2016 durchgeführt. In den folgenden Diagrammen werden die Datenpunkte Bedarf/Verbrauch (Bilanzebenen Gebäude, Block und Wärmeversorgungsanlage) sowie die ermittelten Benchmarks für die beiden Verbrauchsjahre gegenübergestellt.

Grundsätzlich ähneln sich beide Auswertungen, wobei 2016 die Streuung etwas größer zu sein scheint. Ein augenfälliger Unterschied ist, dass es im Verbrauchsjahr 2017 mehr Gebäude in der Bedarfsklasse 76 bis 100 kWh/(m²a) gibt und dass der Benchmark-Wert niedriger liegt. Grund ist, dass hier die 2016 modernisierten Gebäude enthalten sind, die im Verbrauchsjahr 2016 noch aus der Bildung von Benchmarks ausgeklammert wurden. Bei den Datenpunkten gab es im Verbrauchsjahr 2016 einen besonders auffälligen Ausreißer, der im Abschnitt 8 näher betrachtet wird.

Bild 25: Auswertungen für das Verbrauchsjahr 2016 im Vergleich zu 2017
Datenpunkte Gebäude, Block und Wärmeversorgungsanlage
 (die rechts dargestellten Diagramme sind identisch mit denen in Abschnitt 6)

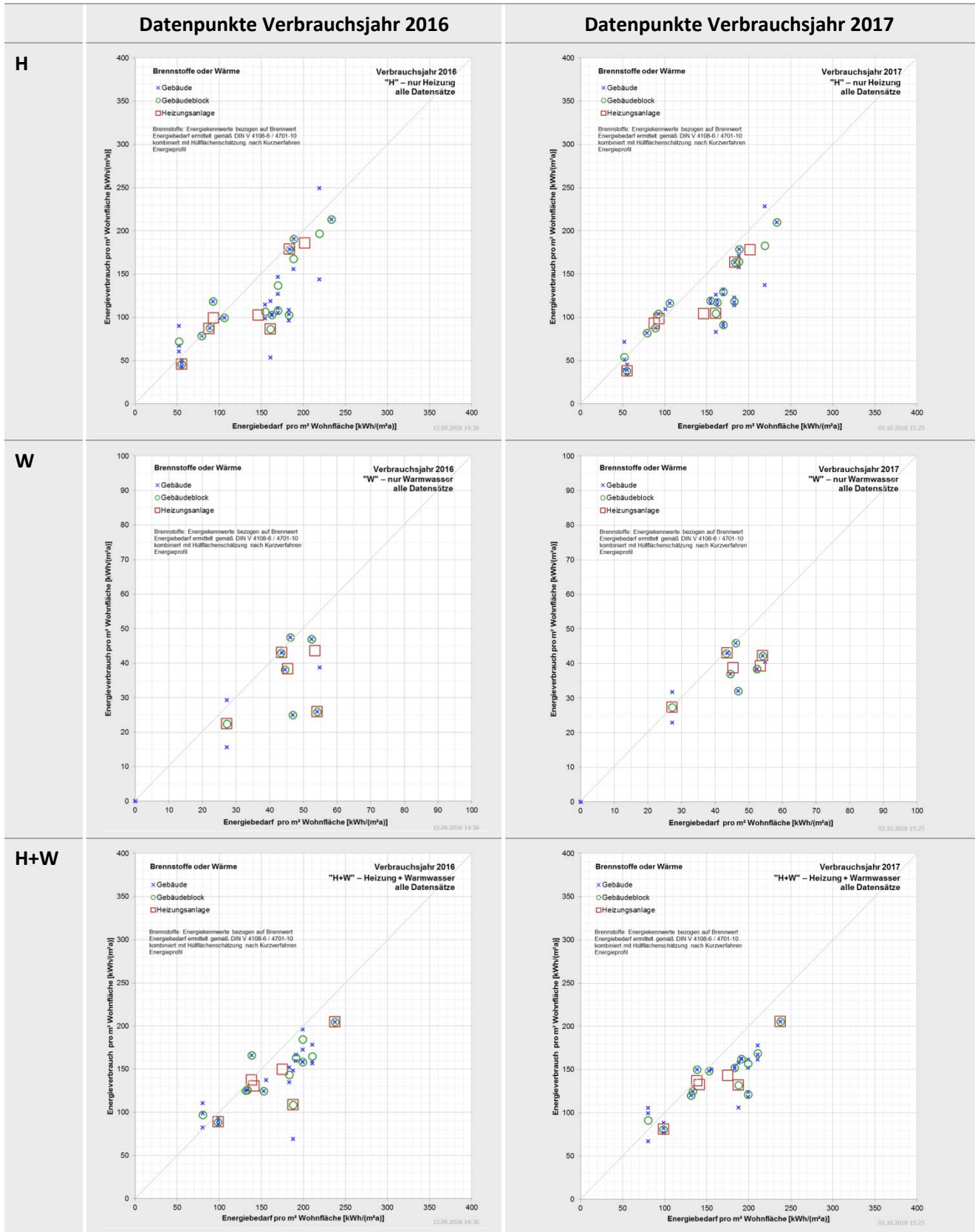
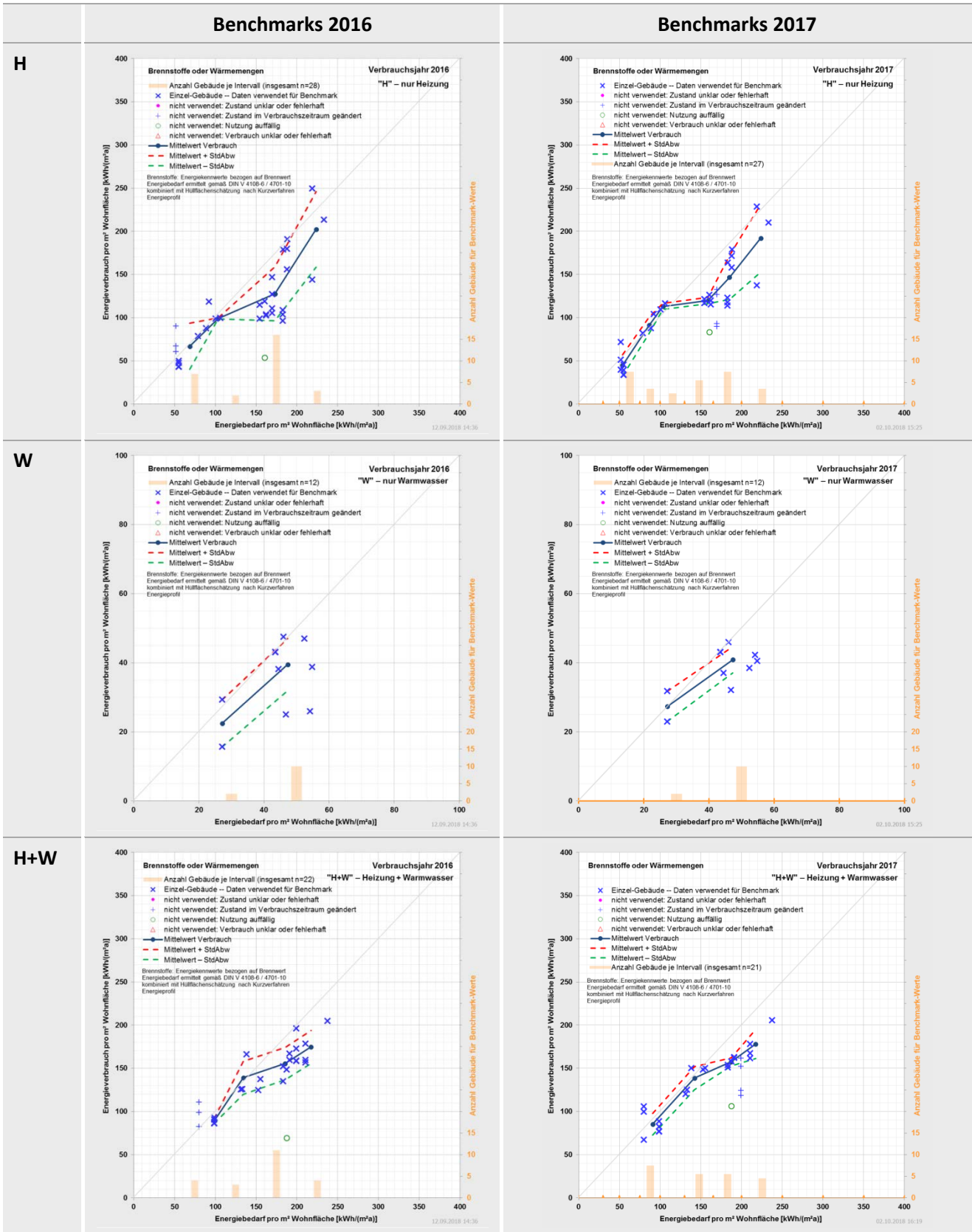


Bild 26: Benchmarks für das Verbrauchsjahr 2016 im Vergleich zu 2017
 (die rechts dargestellten Diagramme sind identisch mit denen in den Abschnitten 7.3 bis 7.5)



7.8 KVEP-Berechnung im Vergleich zur DIN-Berechnung: Verbrauchs-Bedarfs-Zuordnung und Benchmarks

Für die Berechnung des Endenergiebedarfs in der Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“ können verschiedene Modi eingestellt werden. Anstelle des standardmäßig verwendeten EnEV-nahen Rechengangs wird nun das Verfahren mit Randbedingungen nach Hessischem „Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung“ [LEG 1995] und mit Anlagentechnik-Kennwerten nach KVEP [KVEP 2005] eingesetzt und der für dieses Verfahren resultierende Zusammenhang mit dem Verbrauch dargestellt.

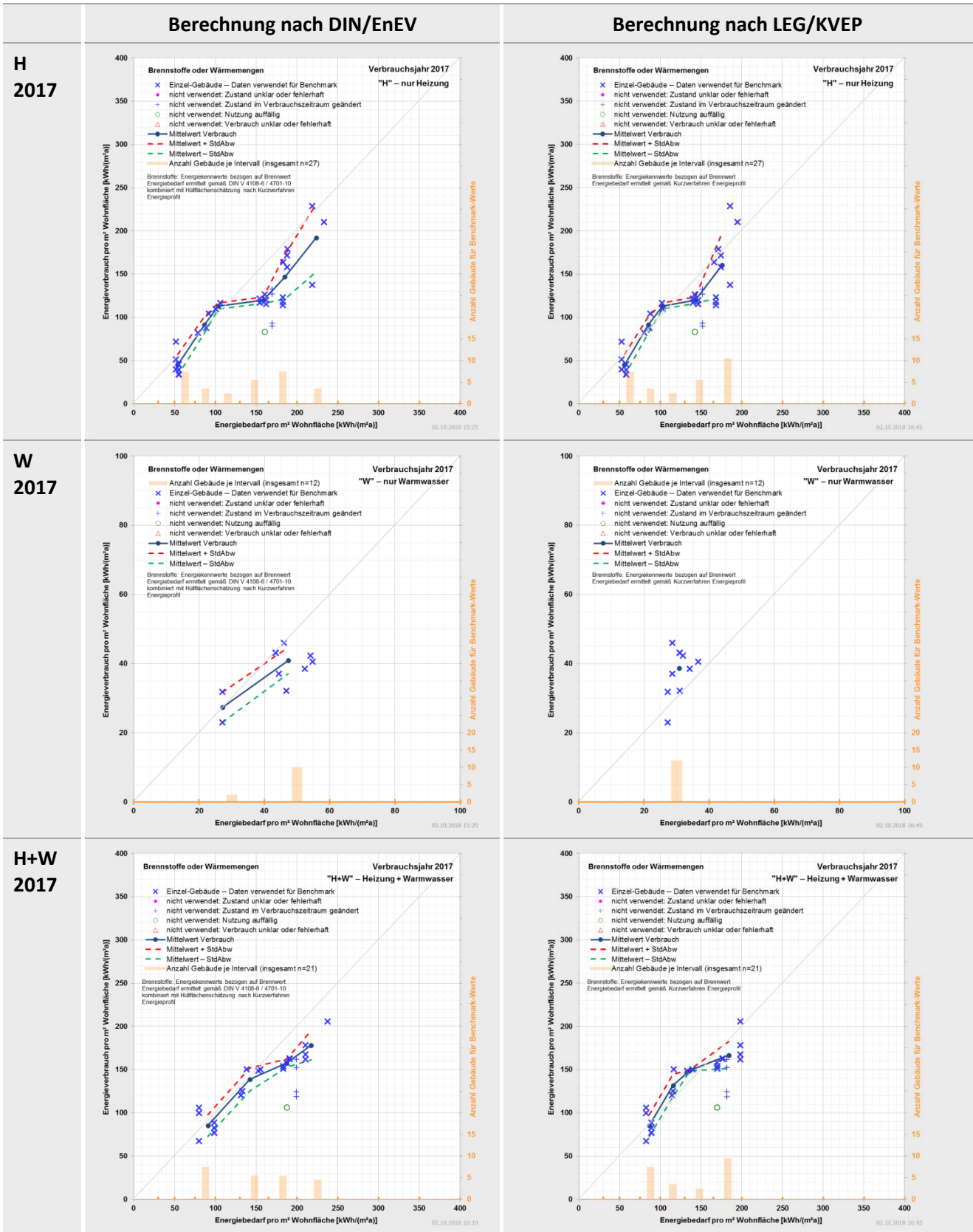
Die Randbedingungen von LEG/KVEP im Vergleich zur EnEV 2007 sind in der Tabelle unten beschrieben. Zu beachten ist, dass durch die Umstellung sich alle Energiekennwerte auf die Wohnfläche und nicht mehr auf die „Gebäudenutzfläche“ A_N nach EnEV beziehen. Das Verhältnis Wohnfläche zu A_N ist 1,28.

Die Verlustkennwerte der Verteilsysteme Heizung und Warmwasser nach EnEV (Tabellenwerte nach DIN V 4701-10 und -12) sind bei Bestandsanlagen um den Faktor 1,4 bis 2 höher als nach KVEP. Dies wirkt sich für das vorliegende Quartier allerdings für die Daten mit Vor-Ort-Überprüfung nur geringfügig aus, da nach EnEV (bzw. HeizAnIV) gedämmte Leitungen angesetzt wurden. Mit anderen Worten: Die in Abschnitt 7.6 hervorgehobenen Unterschiede mit und ohne Datenüberprüfung wären bei Verwendung des Verfahrens LEG/KVEP deutlich geringer ausgefallen.

Tab. 23: Gegenüberstellung der Berechnungsmodi „EnEV“ und „LEG/KVEP“ in der Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“

	EnEV	LEG/KVEP
Bilanzierung Gebäude	Heizperiodenbilanzverfahren nach DIN V 4108-6 (EnEV 2007)	Heizperiodenbilanzverfahren nach Hessischem Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung (LEG) / Formeln entsprechen EN 13790 Heizperiodenbilanz
Raumtemperatur	19°C	20°C
Nachtabsenkung	konstanter Reduktionsfaktor 0,95	Reduktionsfaktor abhängig vom Gebäudestandard
räumliche Teilbeheizung	nein	Reduktionsfaktor abhängig vom Gebäudestandard und Wohnungsgröße
Luftvolumen und Luftwechsel	bezogen auf A_N : $0,7 \text{ l/h} * 2,5 \text{ m} = 1,75 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ bezogen auf Wohnfläche: $1,75 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h}) * 1,28 = 2,24 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$	bezogen auf Wohnfläche: $0,6 \text{ l/h} * 2,5 \text{ m} = 1,5 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$
Reduktionsfaktor solare Einstrahlung (Verschattung)	0,9	0,6
thermische Leistung innere Wärmequellen	bezogen auf A_N : 5 W/m^2 bezogen auf Wohnfläche: $5 \text{ W/m}^2 * 1,28 = 6,4 \text{ W/m}^2$	bezogen auf Wohnfläche: EFH: $2,5 \text{ W/m}^2$; MFH $3,2 \text{ W/m}^2$
Bilanzierung Anlagentechnik	Tabellenwerte nach DIN V 4701-10	Tabellenwerte nach KVEP
Klima	Standardklima Deutschland	Klimaregion 8 / Geisenheim (Durchschnittsjahr)

Bild 27: Vergleich der auf der Basis der LEG/KVEP-Berechnung ermittelten Benchmarks mit den auf der Basis von DIN/EnEV ermittelten Werten
 (die links dargestellten Diagramme sind identisch mit denen in den Abschnitten 7.3 bis 7.5)



Tab. 24: Benchmark-Tabelle für Berechnungen nach LEG/KVEP mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Heizung im Verbrauchsjahr 2017

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf								H 2017
„H“ - nur Heizung								
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)								
Standard-Energiebedarf*		gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche						
bezogen auf beheizte Wohnfläche		Stichprobe		Mittelwert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch	
Intervall	Mittelwert	Anzahl Gebäude	Wohnfläche		Mittelwert	relative Streubreite**		
	kWh/(m ² a)		m ²	kWh/(m ² a)			kWh/(m ² a)	
1 ... 30	-	-	-	-	-	-	-	
31 ... 50	-	-	-	-	-	-	-	
51 ... 75	56	n=7	4.447	45	0,80	±32%	± 12	
76 ... 100	85	n=3	5.996	91	1,07	±7%	± 9	
101 ... 130	103	n=2	3.080	113	1,10	±4%	± 4	
131 ... 165	143	n=5	3.332	120	0,84	±4%	± 4	
166 ... 200	176	n=10	5.270	160	0,91	±20%	± 37	
	Summe	n=27	22.125					

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß LEG/KVEP (inklusive Hüllflächenschätzung nach KVEP)
 **) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 02:10.2018

Tab. 25: Benchmark-Tabelle für Berechnungen nach LEG/KVEP mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Warmwasser im Verbrauchsjahr 2017

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf								W 2017
„W“ - nur Warmwasser								
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)								
Standard-Energiebedarf*		gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche						
bezogen auf beheizte Wohnfläche		Stichprobe		Mittelwert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch	
Intervall	Mittelwert	Anzahl Gebäude	Wohnfläche		Mittelwert	relative Streubreite**		
	kWh/(m ² a)		m ²	kWh/(m ² a)			kWh/(m ² a)	
1 ... 20	-	-	-	-	-	-	-	
21 ... 40	31	n=12	12.969	39	1,25	±16%	± 6	
41 ... 60	-	-	-	-	-	-	-	
61 ... 80	-	-	-	-	-	-	-	
81 ... 100	-	-	-	-	-	-	-	
101 ... 120	-	-	-	-	-	-	-	
	Summe	n=12	12.969					

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß LEG/KVEP (inklusive Hüllflächenschätzung nach KVEP)
 **) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 02:10.2018

Tab. 26: Benchmark-Tabelle für Berechnungen nach LEG/KVEP mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Warmwasser im Verbrauchsjahr 2017

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf							H+W 2017	
„H+W“ - Heizung & Warmwasser								
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)								
Standard-Energiebedarf*				gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche				
bezogen auf beheizte Wohnfläche		Stichprobe		Mittel- wert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch	
Intervall	Mittel- wert	Anzahl Gebäu- de	Wohn- fläche		Mittelwert	relative Streubreite**		
kWh/(m²a)	kWh/(m²a)		m²	kWh/(m²a)			kWh/(m²a)	
1 ... 30	-	-	-	-	-	-	-	
31 ... 50	-	-	-	-	-	-	-	
51 ... 75	-	-	-	-	-	-	-	
76 ... 100	87	n=7	4.447	85	0,99	±17%	± 13	
101 ... 130	116	n=3	5.996	132	1,14	±9%	± 13	
131 ... 165	137	n=2	3.080	149	1,09	±2%	± 1	
166 ... 200	184	n=9	5.428	167	0,91	±6%	± 16	
	Summe	n=21	18.950					

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß LEG/KVEP (inklusive Hüllflächenschätzung nach KVEP)

**) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 02:10.2018

7.9 Erweiterung der Gebäuestichprobe

Um die Prozeduren zum Import von Daten und die Algorithmen für die Verbrauch-Bedarf-Analyse und für die Bildung von Verbrauchsbenchmarks zu überprüfen, wurde eine Erweiterung der Gebäuestichprobe vorgenommen:

- Gebäudegruppe „B“: 14 Gebäude (11 Blöcke) aus einem Quartier in Oberursel, Gebäude der 1960er Jahre mit 10cm Dämmung auf der obersten Geschossdecke und 6cm Dämmung unter der Kellerdecke sowie 1990 bis 1993 eingebauten Fenstern (ohne Wärmeschutzverglasung).
- Gebäudegruppe „C“:¹⁰ 71 Gebäude (37 Blöcke) aus verschiedenen Quartieren, die in den letzten 10 Jahren hochwertig energetisch modernisiert wurden: 14 bis 16 cm Außenwanddämmung, 8 bis 16 cm Dämmung auf der obersten Geschossdecke, 6 bis 12 cm Dämmung der Kellerdecke sowie zum Teil mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, in wenigen Fällen auch 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung.

Die Verbrauchs- und Bedarfsdaten wurden wie bei dem Modellquartier (hier jetzt „Gebäudegruppe A“) in Form von Datenbank-Exporten von NHW und MET übermittelt. Im Gegensatz zur Gebäudegruppe A wurden jedoch für die Gruppen B und C keine Datenüberprüfungen vorgenommen.

Bei der Zusammenführung der Daten trat nur eine datentechnische Komplikation auf, die jedoch einfach gelöst werden konnte: Bei einigen Gebäuden war eine Umstellung des Abrechnungsturnus auf das Kalenderjahr vorgenommen worden, wodurch Verbrauchsdaten für halbe Jahre enthalten waren. Als Indikator für die Nichtvollständigkeit eines Abrechnungsjahres wurde nun das neue Datenfeld „Area_HZ_GT_vermietet“ herangezogen, das eine Gewichtung der Fläche mit der Gradtagszahl während der Nutzung der Wohnung und dessen Werte bei kürzeren Abrechnungszeiträumen sich gegenüber „Area_HZ“ deutlich verringern. In Zukunft wäre es sinnvoll, neben dem Ende des Abrechnungszeitraums auch den Anfangszeitpunkt mit auszugeben, da dies die Analyse deutlich vereinfacht.

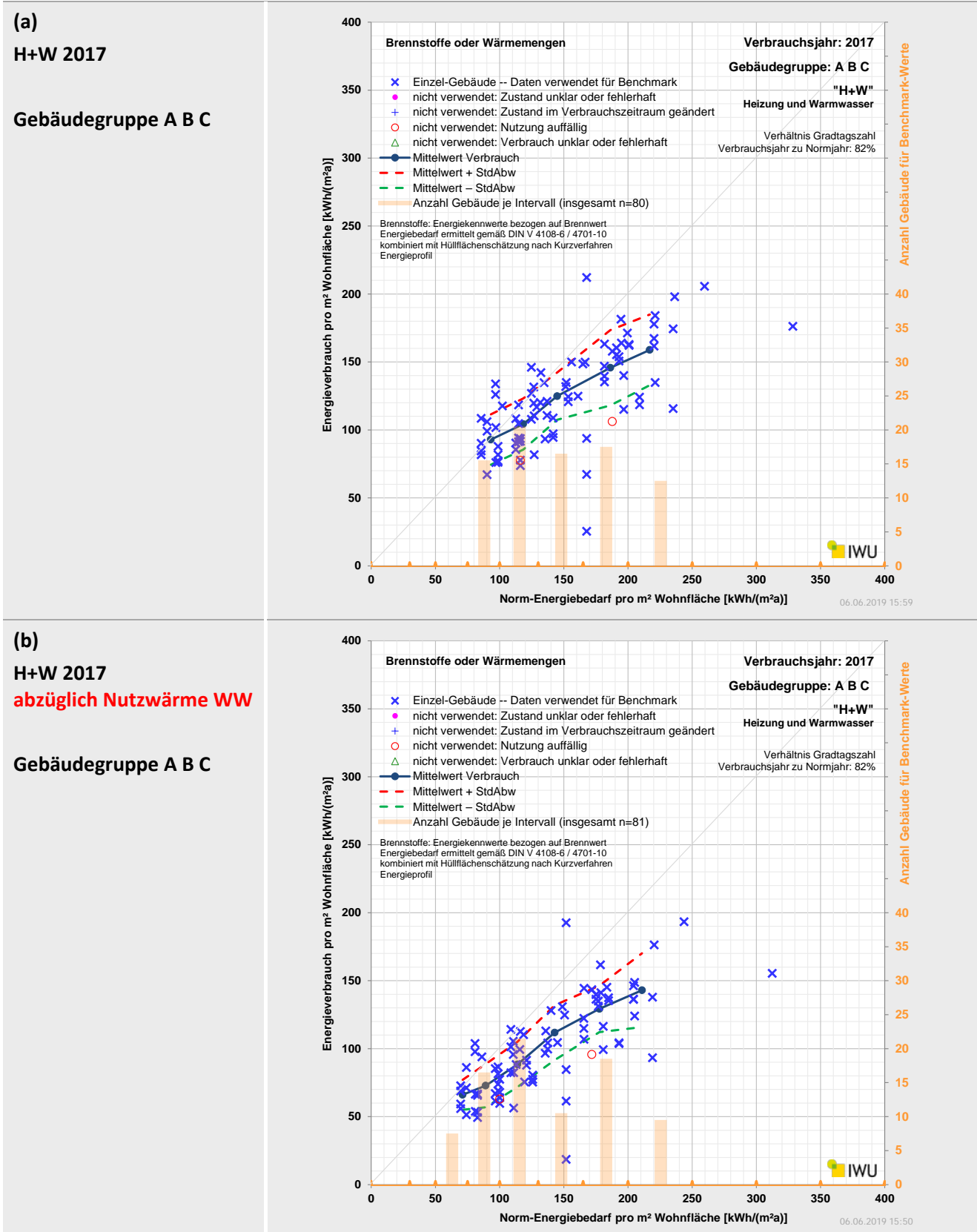
Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Analysen wurden nun auf die zusätzlichen Gebäude ausgedehnt. Bild 28 zeigt die Benchmark-Diagramme für das Jahr 2017 für Heizung und Warmwasser und nur für Heizung.

Insgesamt ist das Ergebnis sehr zufriedenstellend. Die mittleren Verbrauchswerte der Kategorien erscheinen plausibel. Die Streuung (Standardabweichung) erscheint sogar recht klein (siehe auch nächster Abschnitt). Es ist jedoch zu beachten, dass für diese erweiterten Daten keine Überprüfung der Datengrundlagen und der (automatisierten) Zuordnungen erfolgt ist, so dass es möglich ist, dass hier bei genauerem Hinsehen noch Verschiebungen innerhalb der Auswertung auftreten können. Diese Ergebnisse sollten daher vor einer Überprüfung nicht für die Schätzung des Energieverbrauchs verwendet werden.

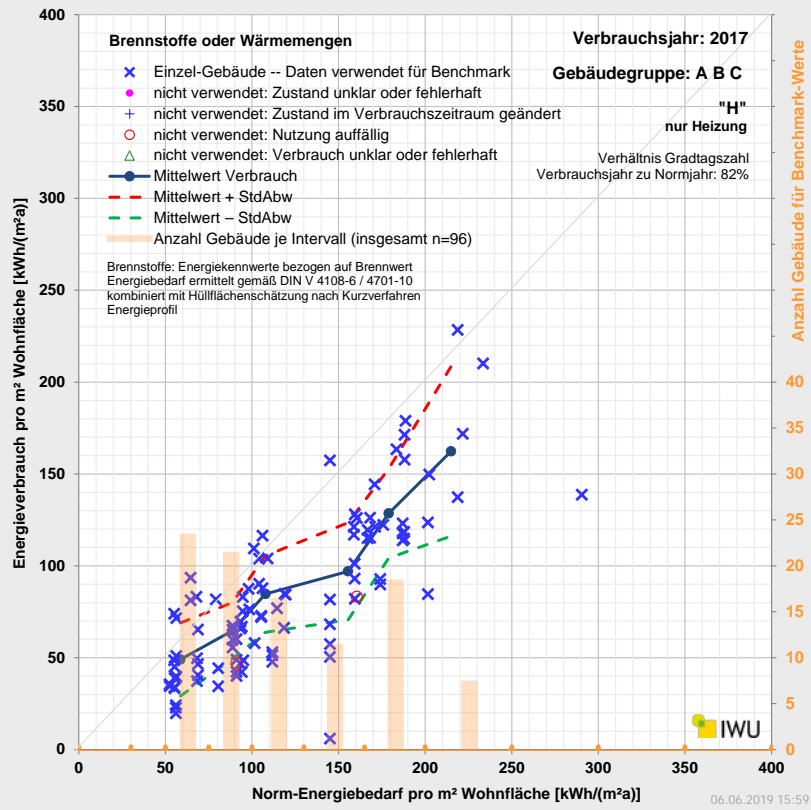
Für „H+W“ und für „W“ sind hier zusätzliche Diagramme enthalten, in denen die gezapften Wärmengen von den Energiemengen abgezogen wurden – sowohl auf der Bedarfs- als auch auf der Verbrauchsseite (Bild 28 (b) und (e)). Beim „W“-Diagramm wird damit also der mit Wärmemengenzählern gemessene Wärmeverlust den rechnerischen Wärmeverlusten der Warmwasserbereitung gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass die starke Streuung damit erheblich reduziert werden kann. Es ist jedoch auch bei dieser Analyse der Warmwasserbereitung keinerlei Zusammenhang zwischen den Messwerten und den theoretischen Werten erkennbar. Für die Zukunft wäre es wünschenswert, die stark streuenden Werte der Warmwasserwärmeverluste durch ein entsprechendes Modell erklären zu können und die Bedarfsberechnung an dieser Stelle treffsicherer zu machen.

¹⁰ Es handelt sich um eine Gebäude-Stichprobe, die für das Forschungsprojekt MOBASY ausgewählt wurde und dort noch näher untersucht werden soll.

Bild 28: Verbrauch-Bedarf-Zusammenhang und Vergleichswerte „H+W“, „H“ und „W“ für die erweiterte Stichprobe (zusätzliche Gebäude ohne Überprüfung der Daten) – zusätzlich dargestellt sind „H+W“ und „W“ abzüglich Nutzwärme Warmwasser (Eliminierung der Abhängigkeit von den gezapften Warmwasser-Mengen)



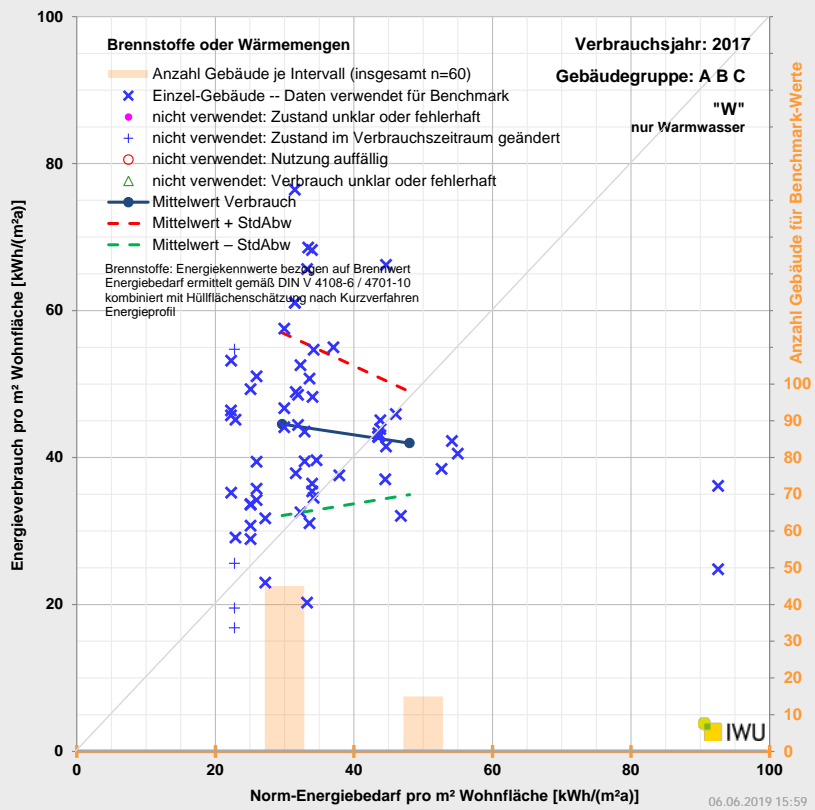
(c)
H 2017
Gebäudegruppe A B C



(d)

W 2017

Gebäudegruppe A B C

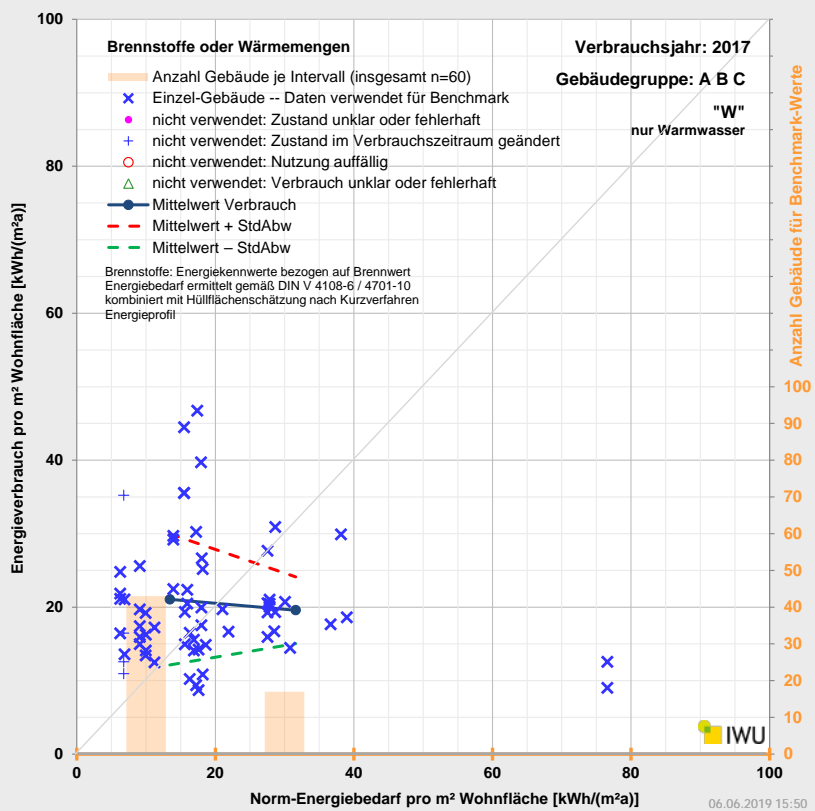


(e)

W 2017

abzüglich Nutzwärme WW
(nur Wärmeverluste WW)

Gebäudegruppe A B C



**Tab. 27: Benchmark-Tabelle der erweiterten Stichprobe (Gebäudegruppen A, B und C)
– Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser im Verbrauchsjahr 2017**

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf							H+W 2017	
„H+W“ - Heizung & Warmwasser							Gebäudegruppe: A B C	
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)								
Standard-Energiebedarf*			gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche					
bezogen auf beheizte Wohnfläche		Stichprobe		Mittel- wert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch	
Intervall	Mittel- wert	Anzahl Gebäu- de	Wohn- fläche		Mittelwert	relative Streubreite**		
kWh/(m²a)	kWh/(m²a)		m²	kWh/(m²a)			kWh/(m²a)	
1 ... 30	-	-	-	-	-	-	-	
31 ... 50	-	-	-	-	-	-	-	
51 ... 75	-	-	-	-	-	-	-	
76 ... 100	93	n=15	10.368	93	1,00	±20%	± 19	
101 ... 130	118	n=20	12.813	104	0,88	±17%	± 19	
131 ... 165	145	n=16	15.203	125	0,86	±13%	± 17	
166 ... 200	186	n=17	9.153	146	0,78	±17%	± 28	
201 ... 250	217	n=12	6.324	159	0,73	±16%	± 26	
251 ... 300	-	-	-	-	-	-	-	
301 ... 350	-	-	-	-	-	-	-	
351 ... 400	-	-	-	-	-	-	-	
401 ... 500	-	-	-	-	-	-	-	
	Summe	n=80	53.861					

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10 kombiniert mit Hüllflächenschätzung nach Kurzverfahren Energieprofil
 **) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 04.06.2019

**Tab. 28: Benchmark-Tabelle der erweiterten Stichprobe (Gebäudegruppen A, B und C)
– Energieverbrauch für Heizung im Verbrauchsjahr 2017**

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf							H 2017
„H“ - nur Heizung							
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)							
Standard-Energiebedarf*		Stichprobe		gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche			
bezogen auf beheizte Wohnfläche				Mittel- wert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch
Intervall	Mittel- wert	Anzahl Gebäu- de	Wohn- fläche		Mittelwert	relative Streubreite**	
kWh/(m²a)	kWh/(m²a)		m²	kWh/(m²a)			kWh/(m²a)
1 ... 30	-	-	-	-	-	-	-
31 ... 50	-	-	-	-	-	-	-
51 ... 75	59	n=23	17.710	49	0,84	±36%	± 20
76 ... 100	89	n=21	15.600	65	0,73	±22%	± 15
101 ... 130	108	n=16	12.486	85	0,79	±27%	± 21
131 ... 165	155	n=11	5.635	97	0,62	±24%	± 26
166 ... 200	179	n=18	9.759	129	0,72	±17%	± 24
201 ... 250	215	n=7	3.115	162	0,76	±25%	± 46
251 ... 300	-	-	-	-	-	-	-
301 ... 350	-	-	-	-	-	-	-
351 ... 400	-	-	-	-	-	-	-
401 ... 500	-	-	-	-	-	-	-
	Summe	n=96	64.306				

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10 kombiniert mit Hüllflächenschätzung nach Kurzverfahren Energieprofil
**) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 04.06.2019

**Tab. 29: Benchmark-Tabelle der erweiterten Stichprobe (Gebäudegruppen A, B und C)
– Energieverbrauch für Warmwasser für das Verbrauchsjahr 2017**

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf							W 2017	
„W“ – nur Warmwasser								
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)								
Standard-Energiebedarf*			gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche					
bezogen auf beheizte Wohnfläche		Stichprobe		Mittel- wert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch	
Intervall	Mittel- wert	Anzahl Gebäu- de	Wohn- fläche		Mittelwert	relative Streubreite**		
kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)		m ²	kWh/(m ² a)			kWh/(m ² a)	
1 ... 20	-	-	-	-	-	-	-	
21 ... 40	30	n=45	25.388	45	1,50	±28%	± 12	
41 ... 60	48	n=15	15.869	42	0,87	±21%	± 7	
61 ... 80	-	-	-	-	-	-	-	
81 ... 100	-	-	-	-	-	-	-	
	Summe	n=60	41.257					

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10 kombiniert mit Hüllflächenschätzung nach Kurzverfahren Energieprofil
**) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 04.06.2019

7.10 Vergleich der Benchmarks mit Analysen des Verbrauch-Bedarf-Zusammenhangs anderer Gebäudegruppen

In [Loga et al. 2019] wurden verschiedene in der Vergangenheit durchgeführte Analysen des Zusammenhangs zwischen gemessenem Energieverbrauch und berechnetem Normenergiebedarf auf die gleichen Bezugsgrößen normiert und zusammengeführt. Die Bedarf-Verbrauch-Wertepaare der über 2800 Wohngebäude und die in ähnlicher Weise gebildeten bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks zeigt Bild 29. Zum Vergleich ist das Benchmark-Diagramm „H+W 2017“ für die erweiterte Stichprobe aus dem vorangehenden Abschnitt dargestellt (Bild 30). Die überlagerte Darstellung (Bild 31) zeigt dass die Benchmarks (Mittelwerte) grob einen ähnlichen Verlauf haben – bei höheren Bedarfswerten liegen die Verbrauchswerte der genannten Studie allerdings etwas höher (ein Grund dafür könnte die dort durchgeführte Witterungsbereinigung sein).

Auffällig ist, dass die Streuung bei der genannten Studie erheblich größer ist. Ein möglicher Grund hierfür ist der Nutzereinfluss, da dort eine Mischung aus Einfamilien, Reihenhäusern und Mehrfamilienhäuser vertreten ist.

Bild 29: Datensätze Verbrauch-Bedarf von mehr als 2800 Wohngebäuden und Mittelwerte des Verbrauchs für die gebildeten Bedarfsintervalle (MFH und MFH; aus: [Loga et al. 2019])

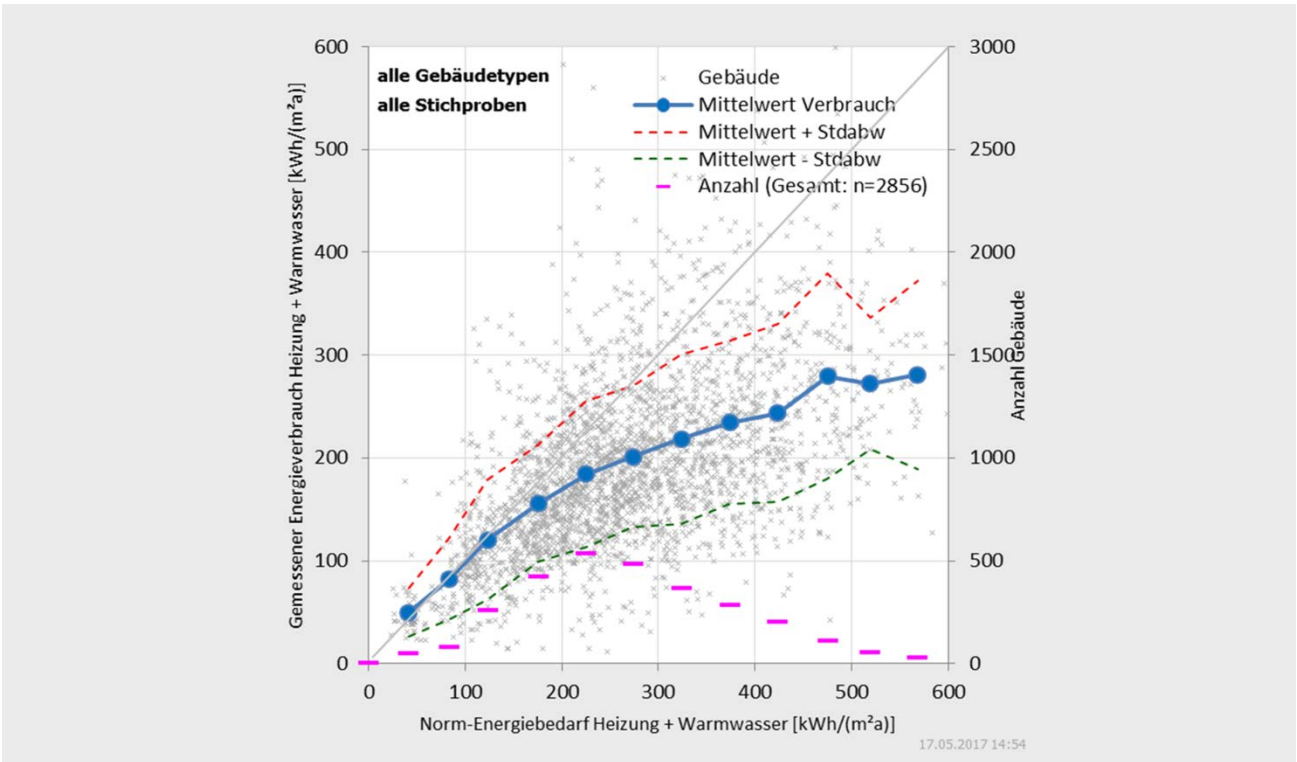


Bild 30: Datensätze Verbrauch-Bedarf für die erweiterte Stichprobe (80 MFH) der vorliegenden Studie (aus Abschnitt 7.9) und Mittelwerte des Verbrauchs für die gebildeten Bedarfsintervalle

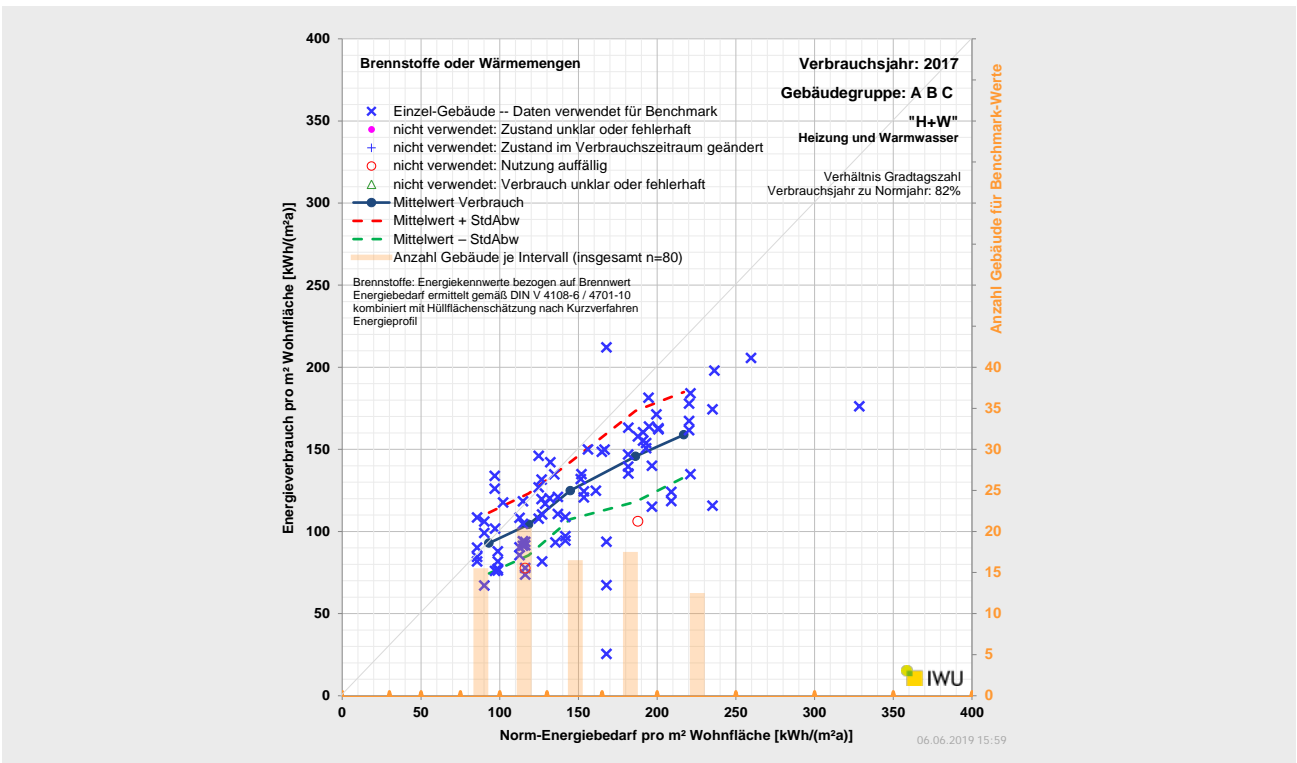
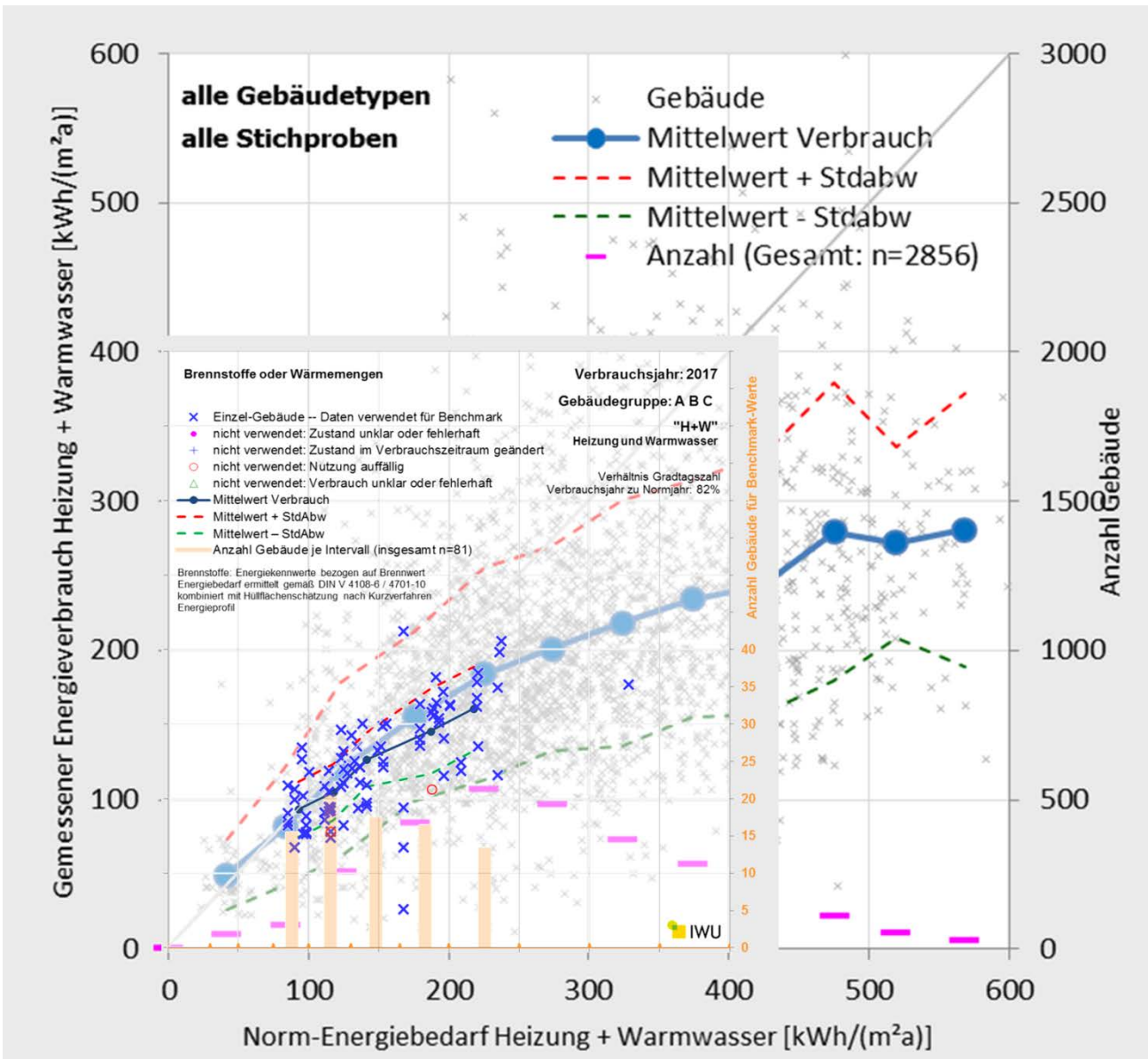


Bild 31: Überlagerung von Bild 29 und Bild 30 zum direkten Vergleich



8 Ausreißer-Analyse: vertiefte Datenanalyse und Maßnahmen zur Energieeinsparung

8.1 Zielsetzung und Vorgehen

Für Gebäude, die gemäß der Verbrauch-Bedarf-Analyse deutlich mehr Energie verbrauchen als zu erwarten, sollten zusätzliche Kontrollen durchgeführt werden, um die Ursachen zu ermitteln. Zu prüfende Punkte waren dabei die tatsächliche Qualität von Wärmeschutz und Anlagentechnik, die Betriebsführung der Wärmeversorgung und das Nutzerverhalten. Die Analyse soll dazu beitragen, eine Verbesserung der Energieeffizienz bzw. des Verbrauch-Bedarf-Verhältnisses für diese Gebäude zu erreichen. Ferner sollen auf der Grundlage der identifizierten Ursachen Empfehlungen ausgesprochen werden, wie die Bedingungen für einen effizienten Betrieb in Zukunft generell verbessert werden können.

Das Vorgehen umfasste folgende Schritte:

- Es wurden zusätzliche Unterlagen geprüft, die von MET und NHW zur Verfügung gestellt wurden:
 - Verbrauchsdaten wohnungsweise, auch für Vorjahre;
 - Unterlagen zur Modernisierungsplanung (Leistungsverzeichnisse, Energiebedarfsausweis, für zwei Gebäude);
- Es fand eine Vor-Ort-Begehung statt, in deren Rahmen folgende Punkte geprüft worden sind:
 - Gebäude (baulicher Zustand, aktuelle Situation der Fensteröffnung);
 - Wärmeversorgungsanlagen (baulicher Zustand, Einstellungen der Regelung, aktuelle Betriebszustände).

8.2 Ermittelte „Ausreißer“-Gebäude

Kriterien für die Identifikation

Als Kriterium für die Identifikation von Ausreißerfällen wurde hier das Verhältnis Verbrauch zu Bedarf verwendet. Bei einer ausreichend guten statistischen Grundlage sollte in Zukunft jedoch besser das Verhältnis aus Verbrauchswert zu Mittelwert der Bedarfsklasse als ausschlaggebende Größe verwendet werden. Hier könnte zum Beispiel eine vorher festgelegte Zahl von Gebäuden mit den höchsten relativen Abweichungen identifiziert werden (zum Beispiel 5% der Gebäude, was dem Abstand doppelte Standardabweichung vom Mittelwert entspricht).

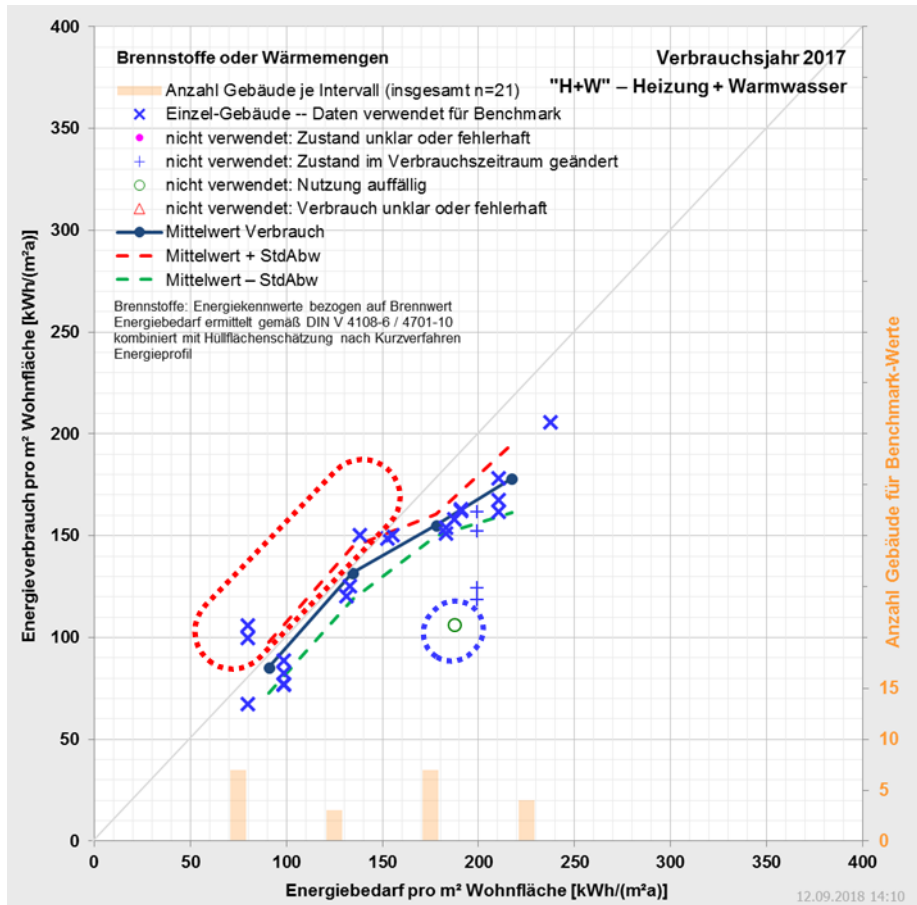
Aus Sicht des Energiecontrollings sind die Ausreißer nach oben relevant, da bei diesen die größte Wirkung von geringinvestiven Maßnahmen erwartet werden kann. Ausreißer nach unten sollten jedoch ebenso überprüft werden, da auch fehlerhafte Bedarfs- oder Verbrauchsdaten die Ursache sein können.

Übersicht Verbrauch / Bedarf

Es wurden drei „Ausreißer-Gebäude“ identifiziert, zwei Gebäude die einen vergleichsweise hohen Energieverbrauch aufweisen und ein Gebäude, das einen sehr niedrigen Verbrauch aufweist – jeweils im Vergleich zum rechnerischen Energiebedarf. Die Auswahl fand für die Benchmarks für Heizung und Warmwasser des Verbrauchsjahrs 2017 statt („H+W 2017“, siehe folgendes Diagramm). Die auffälligen Gebäude werden in

der Verbrauchs-/Bedarfsdarstellung (Bild 32) identifiziert – die Punkte liegen jeweils oberhalb der Winkelhalbierenden. Rot umrahmt sind die Ausreißer mit den vergleichsweise hohen Verbräuchen und blau umrahmt der Ausreißer mit den auffallend niedrigen Verbrauchswerten.

Bild 32: Festlegung der zu untersuchenden „Ausreißer“
(Quelle: Zwischenbericht vom 18.10.2018)



In den folgenden Tabellen (Tab. 30- Tab. 33) sind die Verbrauchs- und Bedarfswerte dargestellt.¹¹

Im Zuge der Sanierung der Gebäude Zeppelinstr. 10 - 30 und Schlagfeldstr. 41 - 45 wird auch die Wärmeverteilung von einem Vier-Leiter-Nahwärmenetz (getrennte Netze von Heizung und Warmwasser) auf ein Zwei-Leiter-Netz umgestellt. Im Rahmen des Modellprojekts wurde bei der WVA H105 die Gesamtwärmemenge für Warmwasser auf der Basis des Warmwasservolumens berechnet. Dadurch kann die Aufteilung des Verbrauchs Heizung und Warmwasser für die Schlagfeldstr. 41 - 45 nur noch unter Vorbehalt mit großen Unsicherheiten vorgenommen werden. Sind die Wärmeverluste (wegen der Nahwärmeleitungen für Warmwasser) in Wirklichkeit größer, so werden diese zusätzlichen Wärmeverluste in der Abrechnung der Heizung zugeschlagen und auf die angeschlossenen Gebäude verteilt.

In den Tabellen sind die Ausreißer nach oben in roter und der Ausreißer nach unten in blauer Schrift eingetragen. Mit dargestellt sind die jeweiligen zugehörigen weiteren Eingänge der Gebäudeblocks.

¹¹ Der Verbrauch des Gebäudes Gravenbruchstraße 13 liegt nur um 8% über dem Bedarf, so dass dies eigentlich im klassischen Sinn kein Ausreißer ist. Dennoch ist es hier mit überprüft worden, um noch einen Vertreter eines anderen Gebäudetyps bzw. -zustands mitzubetrachten.

Tab. 30: Verbrauch und Bedarf Heizung & Warmwasser für die „Ausreißer“ und deren Nachbargebäude

Heizung & Warmwasser								H+W 2017
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	Bedarf* pro m ² Wohnfläche	Verbrauch pro m ² Wohnfläche	Verhältnis Verbrauch Bedarf	Balkendiagramm Bedarf („B“) und Verbrauch („V“)
				m ²	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)		
S2288_1	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 41	603	80	99	124%	
S2288_2	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 43	490	80	67	83%	
S2288_3	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 45	490	80	106	132%	
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	188	158	84%	
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	188	106	57%	
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	139	150	108%	
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	133	125	94%	
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	153	148	97%	

Datenstand: 02.10.2018

*) Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

Tab. 31: Vergleich Verbrauch und Bedarf Heizung für die „Ausreißer“ und deren Nachbargebäude

Heizung								H 2017
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	Bedarf* pro m ² Wohnfläche	Verbrauch pro m ² Wohnfläche	Verhältnis Verbrauch Bedarf	Balkendiagramm Bedarf („B“) und Verbrauch („V“)
				m ²	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)		
S2288_1	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 41	603	52	51	99%	
S2288_2	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 43	490	52	40	76%	
S2288_3	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 45	490	52	71	138%	
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	161	126	79%	
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	161	83	52%	
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	93	104	112%	
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	89	88	99%	
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	106	116	110%	

Datenstand: 02.10.2018

*) Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

**) WVA H105 (graue Schrift): auf Grund des Umbaus der Wärmeversorgung größere Unsicherheit

Tab. 32: Vergleich Verbrauch und Bedarf Wärme für Warmwasser für die „Ausreißer“ und deren Nachbargebäude

Warmwasser										W 2017	
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	Bedarf* pro m ² Wohnfläche*	abgerechneter Verbrauch pro m ² Wohnfläche	gemessener Verbrauch pro m ² Wohnfläche	Verhältnis Verbrauch Bedarf	Balkendiagramm Bedarf („B“) und Verbrauch („V“)		
				m ²	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)				
S2288_1	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 41	603	28	48					
S2288_2	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 43	490	28	27					
S2288_3	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 45	490	28	34					
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	27	32	32	117%			
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	27	23	23	84%			
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	46	46	46	100%			
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	45	37	37	83%			
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	47	32	32	69%			

Datenstand: 02.10.2018

*) Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

**) WVA H105: Es lagen aufgrund von Modernisierungsmaßnahmen keine Messwerte für den Warmwasserwärmeverbrauch einschließlich Verteilverlusten vor.

Tab. 33: Vergleich Verbrauch und Theoriewert gezapfte Wassermengen für die „Ausreißer“ und deren Nachbargebäude

Volumen Warmwasser										VolW 2017	
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	gemessene WW-Zapfmengen pro m ² Wohnfläche	Standardansatz nach EnEV*	Mittelwert Messwert je Tag je 100 m ² Wohnfläche	Verhältnis Messung zu Standardwert	Balkendiagramm Standardwert (B=Bedarf) und Messwert (V=Verbrauch)		
				m ²	Liter/(m ² a)	Liter/(m ² a)	Liter/(100m ² d)				
S2288_1	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 41	603	481	276	132	174%			
S2288_2	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 43	490	271	276	74	98%			
S2288_3	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 45	490	342	276	94	124%			
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	250	276	68	91%			
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	181	276	50	66%			
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	435	276	119	158%			
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	350	276	96	127%			
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	303	276	83	110%			

Datenstand: 02.10.2018

*) 12,5*1,28/50/1,16*1000

Effizienz der Warmwasserbereitung

Auf Grund der Ausstattung mit Wärmemengenzählern kann in zwei der untersuchten Gebäuden bzw. Wärmeversorgungsanlagen auch die Effizienz der Warmwasserbereitung ermittelt werden. Bei der Beurteilung der Effizienz gibt es zwei Perspektiven, die berücksichtigt werden sollten:

- relative Effizienz: Maximierung des Nutzungsgrads (Verhältnis Nutzwärme zu Energieaufwand) oder Minimierung der Aufwandszahl (Verhältnis Energieaufwand zu Nutzen)
- absolute Effizienz: Minimierung der Wärmeverlust pro m² Wohnfläche

Bei der Beurteilung einer Anlage auf Basis der relativen Effizienz steht die Verhältnismäßigkeit der Verluste im Vergleich zum Nutzen im Vordergrund. Der Nachteil dieser Bewertung ist, dass bei sehr sparsamen Verhalten (geringer Warmwasserverbrauch) die Effizienz schlechter wird. Die Beurteilung auf Basis der absoluten Effizienz bewertet dagegen eher Zustand und Betriebsweise der Komponenten mit Wärmeverlusten (Speicher und Rohrleitungsnetz ständig auf Warmwassertemperatur).

Bei der Beurteilung der Warmwassereffizienz im Zusammenhang mit der Ausreißeranalyse werden im Folgenden beide Perspektiven eingenommen.

Vergleich mit den Pauschalwerten nach Heizkostenverordnung

In Tab. 34 sind die Rechenwerte nach Heizkostenverordnung für den Energieverbrauch der Warmwasserbereitung angesetzt, die für Fälle vorgesehen sind, wenn keine Messung mit Wärmemengenzählern vorgenommen werden kann. In der ersten Zeile ist zum Vergleich die Energiemenge eingetragen, die benötigt wird, um 1 m³ Wasser von 10°C auf 60°C zu erwärmen. Die angesetzten Wärmeverluste haben etwa die Höhe der Nutzwärme. Das heißt der Nutzungsgrad der Warmwasserbereitung liegt im Bereich von etwa 50 %.

Tab. 34: Rechenwerte Energieverbrauch der Warmwasserbereitung bei verbundenen Anlagen nach Heizkostenverordnung § 9 (2) – für den Fall dass keine Messung mit Wärmemengenzählern vorgenommen werden kann

	Pauschalwerte Energieverbrauch Warm- wasserbereitung pro ge- messenen Zapfvolumen nach Heizkostenverordnung [kWh/m ³]	davon Ver- luste [kWh/m ³]	Nutzungsgrad (Verhältnis Nutzwärme zu Energieaufwand)	Aufwandszahl (Verhältnis Energieaufwand zu Nutzwärme)
Energieverbrauch für die Erwärmung von 1 m³ auf 60°C (50 K)	58			
Wärmemenge	125	67	46 %	2,16
gewerbliche Wär- melieferung	109	51	53 %	1,88
brennwertbezogene Abrechnung	138	80	42 %	2,38

In Tab. 35 sind die Energieverbräuche der Warmwasserbereitung der Heizungsanlagen H109 und H053 in kWh/m³ dargestellt. Diese mit Wärmemengenzählern gemessene Werte liegen in der Schlagfeldstraße 32-34

leicht über den Pauschalwerten der Heizkostenverordnung, allerdings sind die gezapften Warmwassermengen auch niedrig (siehe Tab. 33).

Tab. 35: Energieverbrauch Warmwasserbereitung Heizung H109 u. H053 mit Verlusten in [kWh/m³] 2016 und 2017

Gebäude	Energieverbrauch Warmwasserbereitung in [kWh/m ³]			
	Schlagfeldstr. 32-34		Gravenbruchstr. 11-15	
Heizungsanlage	H109	Verluste H109	H053	Verluste H053
2016	130	72	81	23
2017	127	69	106	48

Bewertung der Energieeffizienz der Warmwasserbereitung

In Tab. 36 sind die Aufwandzahlen, die Nutzungsgrade der Warmwasserbereitung und die Wärmeverluste der Warmwasserverteilung in kWh/(m²a) der einzelnen Hauseingänge für 2016 und 2017 dargestellt. Die Verluste der einzelnen Hauseingänge variieren mit dem Wasserverbrauch der Nutzer. Im Vergleich mit den Pauschalwerten nach Heizkostenverordnung liegen die Aufwandzahlen der Anlage H109 auf einem ähnlichen Niveau. Die wohnflächenbezogenen Verlustwerte liegen nur leicht über den Standardkennwerten für Neuanlagen. Dies ist allerdings auch durch den niedrigen Warmwasserverbrauch bedingt. Die Verbrauchswerte liegen etwa ein Drittel unter den Ansätzen der DIN V 4701-10. Bei der Anlage H053 sind 2017 sowohl die Aufwandzahl als auch die wohnflächenbezogenen Verluste deutlich höher als 2016 (wobei etwas weniger Warmwasser gezapft wurde). Dies deutet auf eine ggf. geänderte Betriebsführung der Anlage hin.

Gemessen an den Vergleichswerten ist also keine besonders schlechte Effizienz dieser beiden Anlagen festzustellen – im Sinne eines Ausreißerstatus. Allerdings erreichen die Anlagen wie viele andere dieser Art im Bestand bei weitem nicht die Effizienz, die aus Klimaschutzsicht angestrebt werden sollte.

Tab. 36: Bewertung der Verluste der Warmwasserbereitung H109 / H053 in den Jahren 2016 / 17

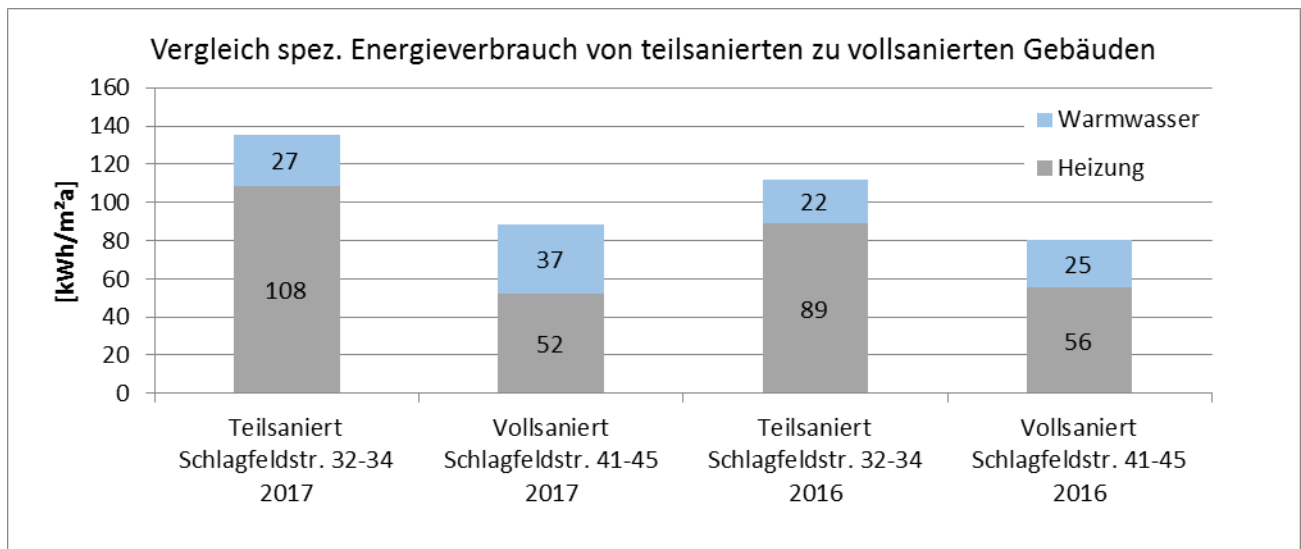
Wärmeversorgungsanlage	Gebäude	Verbrauchs-jahr	Nutzwärme [kWh/(m ² a)]	Aufwandzahl (Wärmespeicherung und Verteilung)	Nutzungsgrad (Wärmespeicherung und Verteilung)	Wärmeverluste Speicherung und Verteilung [kWh/(m ² a)]
H109	S2289_1 S2289_2	2016	13	2,24	45 %	16
			7			9
	2017	14 10	2,19	46 %	17 12	
H053	S2292_1 S2292_2 S2294_1	2016	34	1,40	71 %	14
			27			11
			18			7
	2017	25 20 18	1,82	55 %	21 17 14	
		Vergleichswert Heizkostenverordnung			2,16	46
Vergleichswert EnEV (DIN V 4701-10)* BAK „1979 ... 1994“ BAK „1995 ...“:			16			30 11

Zahlenwerte basierend auf WMZ-Werte und WW-Zapfvolumen (Ansatz: $50 \cdot 1,16 / 1000 = 0,058$ kWh/Liter)

*) aus der Energieprofil-Berechnung: Wärmeverluste Warmwasserspeicherung und -verteilung, umgerechnet auf Wohnflächenbezug

Der Einfluss des Energieverbrauchs der Warmwasserbereitung steigt mit der energetischen Qualität der Gebäudehülle. Umso geringer der Energieverbrauch zur Beheizung des Gebäudes, umso größer wird der Anteil der Warmwasserbereitung. Um den Effekt darzustellen sind in Bild 34 die Energieverbräuche der Schlagfeldstr. 32+34 (unsaniert) und der Schlagfeldstr. 41-45 (vollsaniiert) gegenübergestellt. In der nur teilsanierten Schlagfeldstr. 32-34 liegt der Anteil der Warmwasserbereitung bei rund 20 % und bei der vollsanierte Schlagfeldstr. 41-45 bei 30 bis 40 % des Gesamtenergieverbrauchs. In energiesparenden Neubauten wie einem KfW-Effizienzhaus 40 oder einem Passivhaus liegt der Anteil der Warmwasserbereitung schon über dem Energiebedarf für die Beheizung.

Bild 34: Vergleich Energieverbrauch von teilsanierten zu vollsanierten Gebäuden für 2016 und 2017

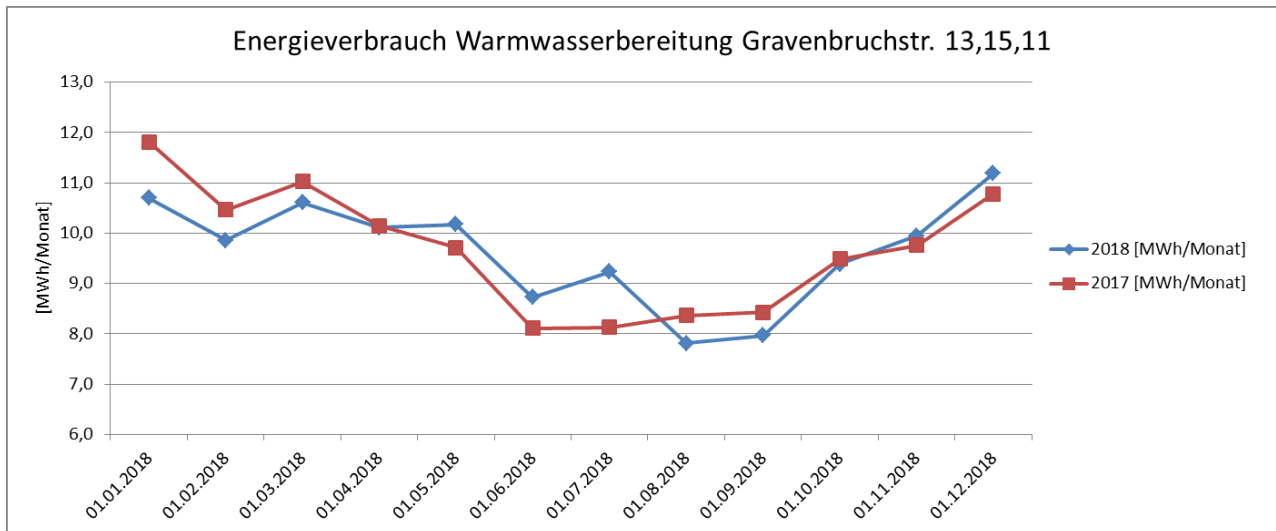


Zeitverlauf aus Vor-Ort-Ablesung des Wärmemengenzählers

Aus der Auswertung der Monatswerte der Zählerdaten der Warmwasserbereitung, die bei den Ortsterminen aufgenommen wurden, gehen keine eindeutigen Hinweise hervor. Nur in den Monaten Mai bis Juli 2018 ist ein etwas höherer Energieverbrauch der Warmwasserbereitung zu erkennen. Ansonsten sind die Daten unauffällig.

Festzuhalten ist, dass es eine Tendenz zu etwa ein Drittel niedrigeren Wärmearaufwendungen für die Warmwasserbereitung im Sommer gibt. Falls dies an den reduzierten Zapfmengen liegt, müssten diese also im Sommer bei der Hälfte der Winterwerte liegen. Da monatsweise Zapfmengen nicht zur Verfügung standen, kann der Grund für diese jahreszeitliche Abhängigkeit nicht geklärt werden.

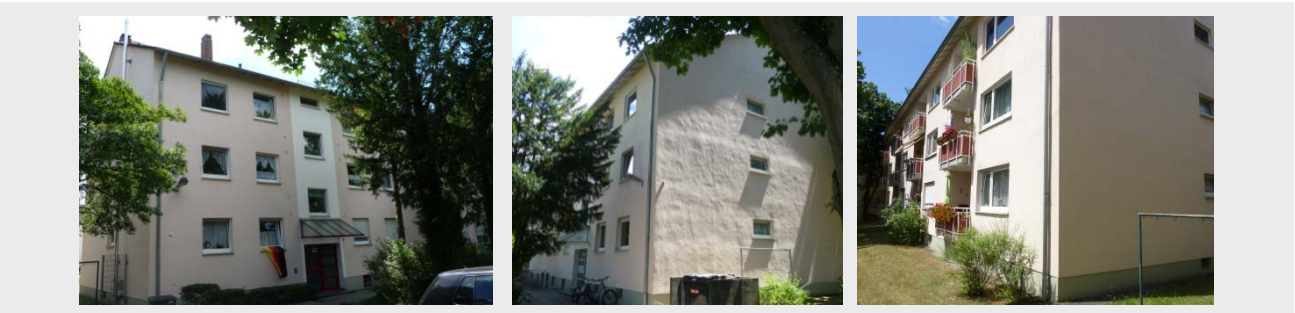
Bild 35: Monatsauswertung Energieverbrauch Warmwasserbereitung H053 2017/18



8.3 S2289_2 – Schlagfeldstraße 34 (+ 32)

Im Folgenden wird das die „Ausreißer“-Haus Schlagfeldstraße 34 sowie die baugleiche Blockhälfte Schlagfeldstraße 32 betrachtet. Beide bilden zusammen den Gebäudeblock „5000.S2289.001“ und werden gemeinsam durch die Wärmeversorgungsanlage „500-H109“ versorgt.

Bild 36: Gebäudeblock „5000.S2289.001“



Gebäudehülle (Block „5000.S2289.001“)

An der Gebäudehülle konnten keine weiteren Besonderheiten festgestellt werden. Nach der ersten Begehung wurde für die Kellerdecke eine Dämmstärke von 10 cm und für die oberste Geschossdecke eine Dämmstärke von 8 cm in der Datenbank nachgetragen. Als gedämmte Fläche wurden jeweils 95 % angesetzt. Im Zuge der Ausreißeranalyse wurden diese Werte noch einmal genauer geprüft. Der Ansatz von 95 % gedämmter Fläche konnte für die oberste Geschossdecke bestätigt werden. Für die Kellerdecke stellte sich der angesetzte Prozentsatz bei genauerer Betrachtung als zu groß heraus. Hier ist die Dämmebene durch die größeren Kellerabgänge, Schornsteine, Kellerwände, Gebäudetrennwände, Unterzüge und in der Dämmung liegende Rohrleitungen und Kabelkanäle stärker gestört. Ein Ansatz von 90 % ungestörter Dämmung wäre bei der nachträglichen Kellerdeckendämmung angemessener. Eine entsprechende Korrektur

der Bedarfsberechnung führt allerdings zu höheren Bedarfskennwerten und kann das sehr niedrige Verbrauch-Bedarf-Verhältnis nicht erklären.

Tab. 37: Eingangsdaten Gebäude für die Energieprofil-Berechnung des Blocks „5000.S2289.001“

ID	Datensatz-Identifikation		5000.S2289.001
n_storeys	Anzahl Vollgeschosse		3
n_apartments	Anzahl Wohnungen		12
A_C_living	beheizte Wohnfläche	m ²	824
year_building	Baujahr		1964
OB_attached_neighbours	direkt angrenzende Nachbargebäude n0=freistehend n1=1 Seite angebaut n2=2 Seiten angebaut		n0
OB_floorshape	Grundriss		compact
OB_attic_cond	Dach c-DG vollbeh. n-Dg unbeh. p-teibeh.		n
OB_cellar_cond	Keller = beheizt		n
d_insulation_roof	Dämmstärke Dach		
d_insulation_topceiling	Dämmstärke oberste Geschossdecke		8
d_insulation_wall	Dämmstärke Außenwände		
d_insulation_floor	Dämmstärke Fußboden zum Keller oder Erdreich		10
f_insulation_roof	Flächenanteil Dämmung Dach		
f_insulation_topceiling	Flächenanteil Dämmung oberste Geschossdecke		95
f_insulation_wall	Flächenanteil Dämmung Außenwand		
f_insulation_floor	Flächenanteil Dämmung Fußboden		95 90
CB_win_1_pane	Verglasung = 1 Scheibe		
CB_win_2_panes	Verglasung = 2 Scheiben		TRUE
CB_win_3_panes	Verglasung = 3 Scheiben		
CB_win_iso	Verglasung = Isolierverglasung		
CB_win_therm	Verglasung = Wärmeschutzverglasung		
CB_frames_insulated	Rahmen = wärmegeämmt (bei 3-fach-WS-Vergl.)		
year_window	Jahr des Fenstereinbaus (ca.):		1990
U_win_direct	Fenster U-Wert direkter Eintrag (ersetzt Auswahl von Typen)	W/(m ² K)	

Gelb hinterlegte Werte: Auf der Basis der Befunde der ersten Begehung geändert.

Grün hinterlegte Werte: Vorschlag für Änderung.

Wärmeversorgung

Bild 37: Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H109



Standort der Versorgungslage: Schlagfeldstr. 32

Technik gemäß Datentabelle NHW: NT Gaskessel Buderus G 205 mit Gebläse und 50 kW Leistung und 400 l Trinkwasserspeicher.

Beschreibung gemäß Begehung: Die Heizung wurde 2018 erneuert und die Daten noch nicht eingepflegt. Heizungsanlage mit einem Brennwert-Gaskessel Buderus GB 212 mit 46 kW Leistung einem Heizkreis für beide Eingänge und einen 500 l Trinkwasserspeicher mit Zirkulationsleitung sowie Pumpe. Abrechnung der Heizung über Heizkostenverteiler sowie Warmwasser über Zapfmengen und einen WMZ.

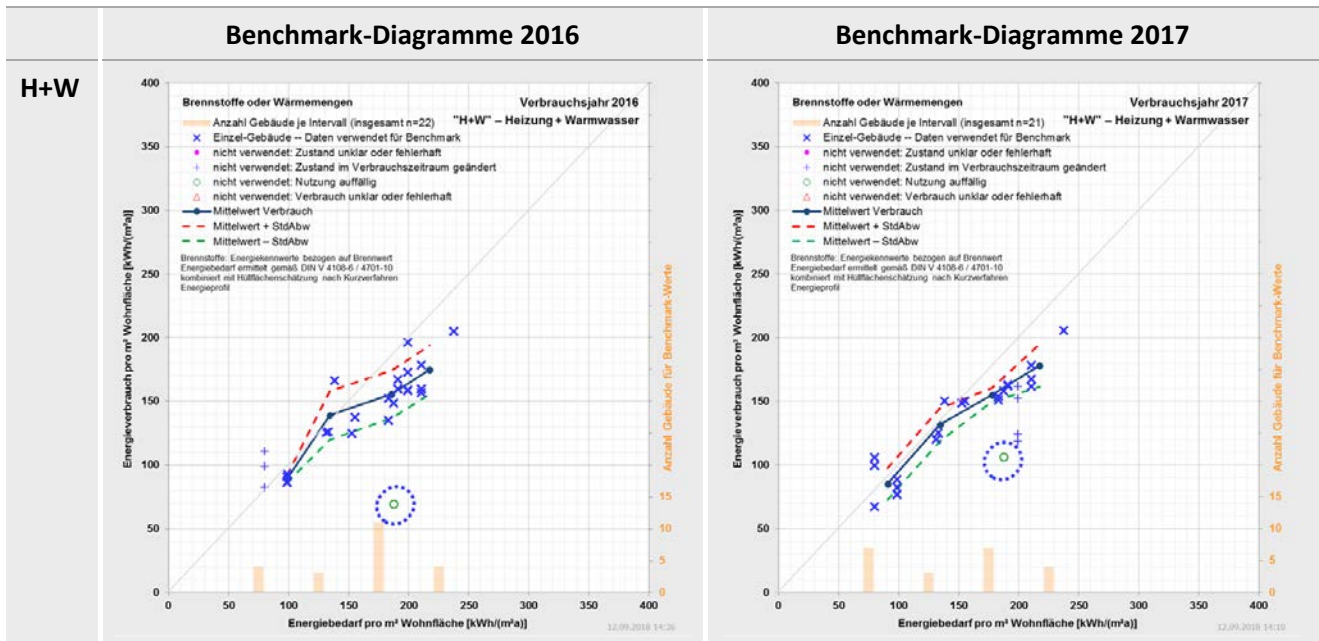
Tab. 38: Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H109 versorgte Blöcke

Block	Straße	Anmerkung
5000.S2289.001	Schlagfeldstr. 32, 34	-

Analyse des Verbrauchs auf Ebene Gebäude / Wärmeversorgung

Im folgenden Bild ist das Gebäude für das Verbrauchsjahr 2016 und 2017 markiert (blau gepunkteter Kreis). Da das Verbrauchsjahr 2016 besonders auffällig war, wurde die Liegenschaftsabrechnung für dieses Jahr näher untersucht.

Bild 38: Benchmarks für das Verbrauchsjahr 2016 im Vergleich zu 2017
Markierung: Gebäude „S2289_2“



Im Zuge der ersten Vor-Ort-Kontrolle war bei diesem Gebäude und seinem Nachbarhaus festgestellt worden, dass in der Datenbank Einträge für bereits vorhandene Dämmung auf oberster Geschossdecke und unter der Kellerdecke fehlten. Nach Korrektur wurde die Bedarfsberechnung aktualisiert (siehe Diagramm), so dass der energetische Zustand und damit der unter Standardbedingungen ermittelte Energiebedarf als relativ gesichert angesehen werden muss.

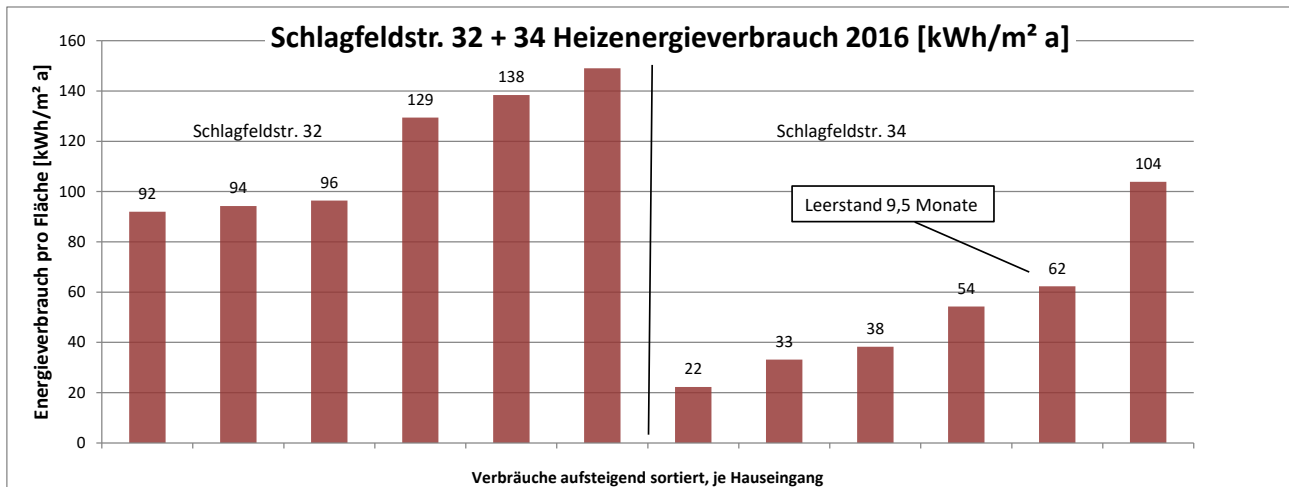
Analyse auf Ebene Wohnung

Bei der Analyse der Liegenschaftsabrechnung 2016 konnte bezüglich des Verbrauchs der Heizungsanlage keine Unstimmigkeiten entdeckt werden. Die Heizungsanlage H109 versorgt die Gebäude „S2289_1“ und „S2289_2“. Die folgenden Diagramme zeigen, wie die Verbrauchswerte sich auf die Wohnungen dieser beiden Gebäude verteilen. Die Umlage über die Heizkostenverteiler ergibt für das Gebäude „2289_1“ Verbrauchswerte zwischen 92 und 149 kWh/(m²a). Für das Ausreißer-Gebäude „2289_2“ liegen die Verbrauchswerte dagegen für 5 Wohnungen zwischen 22 und 62, lediglich für eine Wohnung bei 104 kWh/(m²a).

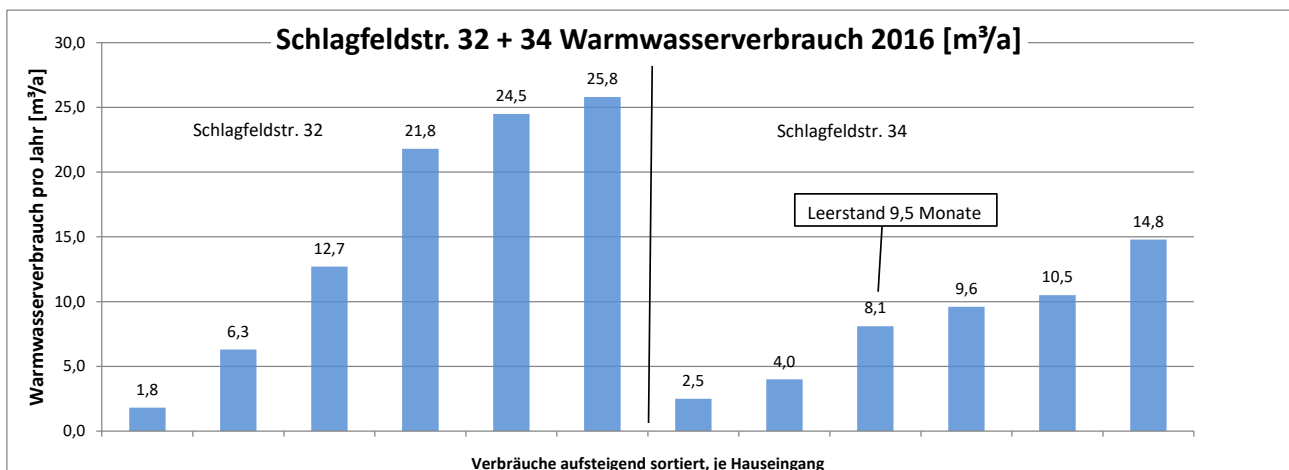
Die mittleren Warmwasserzapfmengen liegen im Gebäude „2289_1“ bei 225, im Gebäude „2289_2“ bei 120 Liter pro m² und Jahr. Demgegenüber liegt der Durchschnitt im Quartier im Jahr 2016 bei 413 Litern pro m² und Jahr. Der Warmwasserverbrauch des Ausreißer-Gebäudes liegt also nur etwa bei 30 % des Durchschnitts. Dies könnte zum Beispiel durch eine zeitweilige Abwesenheit der Mieter oder durch größeren Leerstand erklärt werden. Falls diese Zeiten im Winter lagen, wäre auch der niedrige Heizenergieverbrauch erklärbar.

Bild 39: Geordnete Verbrauchswerte der Wohnungen in den Gebäuden „S2289_1“ und „S2289_2“

(a) Umlage des Heizenergieverbrauchs (Brennstoffverbrauch abzüglich gemessene Wärmemenge Warmwasser) auf die Mieter; Grundlage sind die Daten der Heizkostenverteiler



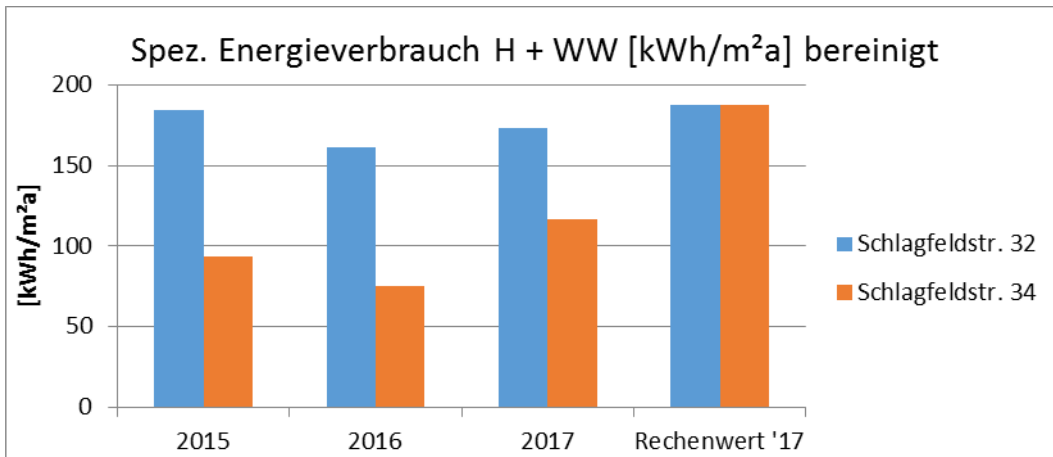
(b) Umlage der Warmwassermengen auf die Mieter; Grundlage sind die Daten der Volumenzähler für Warmwasser



Zeitverlauf seit 2015

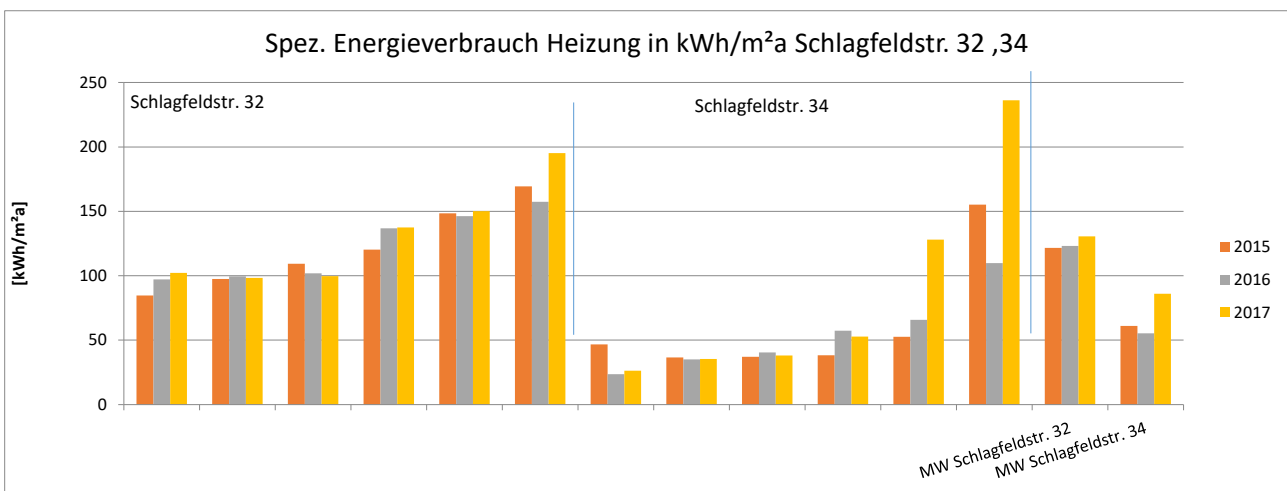
Die Auswertung der Verbrauchswerte der Jahre 2015 bis 2017 belegen dass es sich beim Jahr 2016 um ein Jahr mit geringem Verbrauch handelt, jedoch nicht um ein außergewöhnliches Jahr. In Bild 40 sind die witterungs bereinigten Verbrauchswerte von Heizung und Warmwasser dargestellt. Klar erkennbar ist der deutlich geringere Energieverbrauch der Schlagfeldstr. 34 gegenüber dem berechneten Bedarf (Bezug Gebäudezustand 2017, EnEV Randbedingungen) und gegenüber der Schlagfeldstr. 32.

Bild 40: Witterungsbereinigter spez. Energieverbrauch Heizung + Warmwasser



Aus dem in Bild 41 dargestellten spez. Energieverbrauch der einzelnen Wohnungen erkennt man den geringeren Energieverbrauch der Wohnungen in der Schlagfeldstr. 34. Lediglich eine Wohnung hat einen deutlich höheren Verbrauch. Zur Veranschaulichung sind die mittleren Verbrauchswerte der Gebäude mit dargestellt.

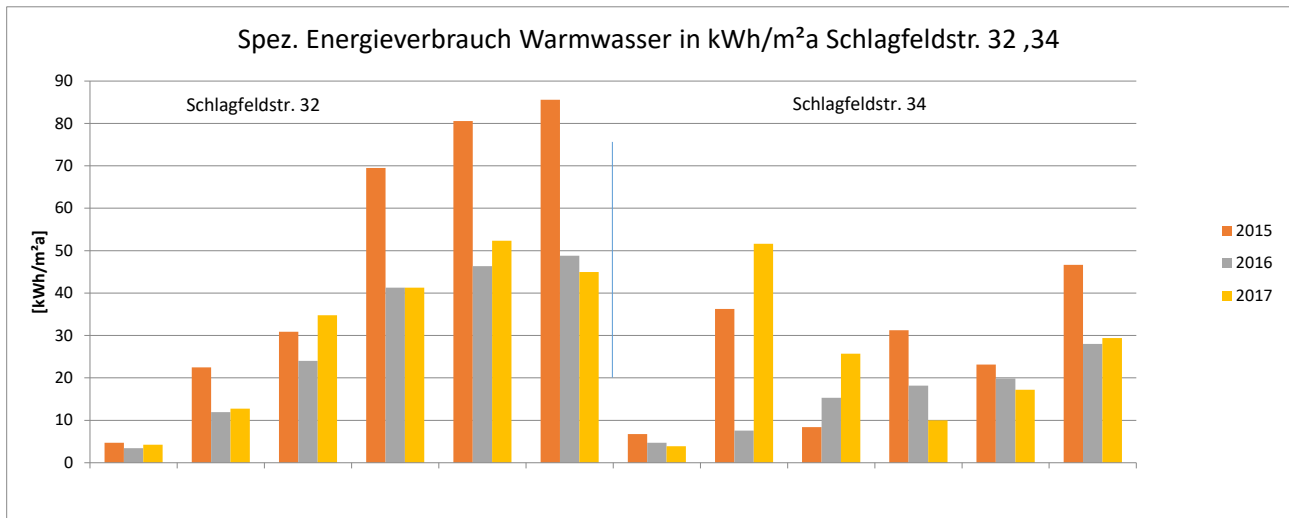
Bild 41: Flächenbezogener Energieverbrauch Heizwärme Schlagfeldstr. 32/34 wohnungsweise aufgelöst
(Erfassung aus der Differenz zwischen Gaszähler und Wärmemengenzähler für Warmwasser, Aufteilung auf die Wohnungen per Heizkostenverteiler – geordnet nach dem Verbrauch 2016)



Darstellung: Verbräuche aufsteigend sortiert je Hauseingang, Basisjahrs 2016.

Auch beim Warmwasserverbrauch sind die Mieter der Schlagfeldstr. 34 im Mittel sparsamer als in der anderen Haushälfte. Bild 42 zeigt den wohnflächenbezogenen Energieverbrauch des Warmwasserverbrauchs der vom Warmwasser-WMZ gemessen und über die Zapfmengen verteilt wurde.

Bild 42: Flächenbezogener Energieverbrauch Warmwasser Schlagfeldstr. 32/34 wohnungsweise aufgelöst (Erfassung mit Wärmemengenzähler, Aufteilung auf die Wohnungen per gemessenem Warmwasserzapfvolumen – geordnet nach dem Verbrauch 2016)



Darstellung: Verbräuche aufsteigend sortiert je Hauseingang, Basisjahrs 2016.

Befunde der im Rahmen der Ausreißeranalyse am 5.2.2019 durchgeführten Begehung

Bei der Begehung wurden am Gebäude keine Abweichungen in der thermischen Gebäudehülle zwischen den Gebäudehälften festgestellt. Die Heizungsanlage befindet sich im Keller der Hausnummer 32. Somit würde die Abwärme auch eher der Hausnummer 32 als dem „Niedrigverbraucher“ Nummer 34 zugutekommen.

Die Heizungsanlage wurde im Jahre 2018 erneuert, so dass diese noch keinen Einfluss auf den Energieverbrauch der Jahre 2015-17 hatte und der Zustand der alten Anlage nicht mehr betrachtet werden konnte. Die neue Heizungsanlage war beim Ortstermin auf sinnvolle Werte eingestellt. So lag die Vorlauftemperatur der Heizungsanlage bei einer Außentemperatur von 5,5°C bei 61°C. Die Warmwasserbereitung war auf 60°C eingestellt und die thermische Desinfektion war ausgeschaltet. Die Absenkezeiten der Heizungsanlage lagen zwischen 23:00 Uhr und 6:00 Uhr. Lediglich die Umschaltung auf Sommerbetrieb lag mit 20°C etwas zu hoch, hier wäre eine Temperatur im Bereich von 15-17°C sinnvoll.

Die punktuelle Aufnahme der gekippten Fenster (ca. 13:30 Uhr, 5.2.19, 5°C Außentemperatur) ergab folgendes Bild.

Tab. 39: Momentaufnahme Fensteröffnung Schlagfeldstr. 32, 34 13:30 Uhr 05.02.19

Fensteröffnung Schlagfeldstr. 32, 34 13:30 Uhr 05.02.19				
	gekippt	offen	Fenster Anzahl	Anteil geöffnet
Schlagfeldstr. 32	2	0	26	8%
Schlagfeldstr. 34	2	0	26	8%

Zusammenfassung

Für die geringen Verbräuche der Schlagfeldstr. 34 konnten keine technischen oder baulichen Erklärungen gefunden werden. Da die unabhängig voneinander gemessenen Verbrauchsanteile für Heizung und für Warmwasser beide sehr niedrig liegen, kommen Fehler in der Erfassung wohl eher nicht in Frage. Der geringere Verbrauch der Schlagfeldstr. 34 im Vergleich zum Bedarfswert und zum baugleichen Nachbarhaus liegt damit vermutlich hauptsächlich im Nutzerverhalten begründet. Das zeigt sich deutlich in den Auswertungen der Einzelwohnungen. Ob in der Schlagfeldstr. 34 die Belegungsdichte, eine häufige Abwesenheit oder einfach ein sparsameres Nutzerverhalten bzw. eine Mischung daraus zu den geringen Verbräuchen führt, kann mit der durchgeführten Untersuchung nicht abgeleitet werden.

Die punktuelle Betrachtung der Fensteröffnung zeigt, dass in der Schlagfeldstr. 32-34 weniger als 10 % der Fenster gekippt sind. Im Vergleich dazu waren in den rundum wärmegeprägten Häusern Schlagfeldstr. 41 und 45 je etwa 20 %, also doppelt so viele der Fenster gekippt (siehe unten).

8.4 S2288_1 + S2288_3 – Schlagfeldstraße 41 + 45 (+ 43)

Im Folgenden werden die Gebäude Schlagfeldstraße 41, 43 und 45 betrachtet. Die Eingänge 45 (Bild 43 links) links und 41 (Bild Mitte) rechts überschreiten mit 99 kWh/m²a sowie 132 kWh/m²a den Bedarf um 24 % bzw. 32 %. Dagegen unterschreitet das Mittelhaus Schlagfeldstraße 43 mit einem Verbrauch von 67 kWh/m²a den Bedarfswert von 80 kWh/m²a des Gebäudeblocks. Die Wärmeversorgungsanlage „500-H105“ versorgt diesen und fünf weitere Gebäudeblöcke.

Bild 43: Gebäudeblock „500.S2288.001“



Gebäudehülle (Block „500.S2288.001“)

Die Überprüfung der Ausschreibungsunterlagen der Sanierungsmaßnahme hat ergeben, dass in der Schlagfeldstr. 41-45 nicht nur die Gebäudehülle wie beschrieben gedämmt und die Heizungsverteilung erneuert wurde. Im Zuge der Sanierung wurde auch eine zentrale Abluftanlage eingebaut. Die Fenster wurden mit Fensterfalzlüftern zur Frischluftzufuhr ausgestattet. Auch alle Heizkörper sowie die Sanitärausstattung der Bäder wurden komplett erneuert. Aus den Ausschreibungsunterlagen geht zudem hervor, dass der Wärmebedarf bei 70 kW liegt und die Auslegungstemperaturen für Heizung bei 70/55°C und für Warmwasser bei 70/50°C liegt.

In der Energieprofil-Datenbank finden sich für alle Wärmeschutzmaßnahmen Flächenanteile von 100%. Trotz gut ausgeführter Dämmung mit teilweise Flankendämmung der Schornsteine und der Außenwände wird vorgeschlagen in der Berechnung die Flächenanteile der gedämmten Flächen von 100 % auf 95 % für die oberste Geschossdecke (Berücksichtigung Treppenhaus, Türen, Schornsteine, Gebäudetrennwände,

usw.) und für die Kellerdecke von 90 % (Berücksichtigung Kellerabgang, Türen, Wände, Unterzüge, Schornsteine, Leitungen, Kabel usw.) zu verwenden, um die Fehlstellen in den Flächen mit zu bewerten.

Tab. 40: Eingangsdaten Gebäude für die Energieprofil-Berechnung des Blocks „5000.S2288.001“

ID	Datensatz-Identifikation		5000.S2288.001
n_storeys	Anzahl Vollgeschosse		4
n_apartments	Anzahl Wohnungen		24
A_C_living	beheizte Wohnfläche	m ²	1584
year_building	Baujahr		1964
OB_attached_neighbours	direkt angrenzende Nachbargebäude n0=freistehend n1=1 Seite angebaut n2=2 Seiten angebaut		n1
OB_floorshape	Grundriss		compact
OB_attic_cond	Dach c-DG vollbeh. n-Dg unbeh. p-teibeh.		n
OB_cellar_cond	Keller = beheizt		n
d_insulation_roof	Dämmstärke Dach		
d_insulation_topceiling	Dämmstärke oberste Geschossdecke		15
d_insulation_wall	Dämmstärke Außenwände		16
d_insulation_floor	Dämmstärke Fußboden zum Keller oder Erdreich		6
f_insulation_roof	Flächenanteil Dämmung Dach		
f_insulation_topceiling	Flächenanteil Dämmung oberste Geschossdecke		100 95
f_insulation_wall	Flächenanteil Dämmung Außenwand		100
f_insulation_floor	Flächenanteil Dämmung Fußboden		100 90
CB_win_1_pane	Verglasung = 1 Scheibe		
CB_win_2_panes	Verglasung = 2 Scheiben		FALSE
CB_win_3_panes	Verglasung = 3 Scheiben		TRUE
CB_win_iso	Verglasung = Isolierverglasung		
CB_win_therm	Verglasung = Wärmeschutzverglasung		TRUE
CB_frames_insulated	Rahmen = wärme gedämmt (bei 3-fach-WS-Vergl.)		
year_window	Jahr des Fenstereinbaus (ca.):		2016
U_win_direct	Fenster U-Wert direkter Eintrag (ersetzt Auswahl von Typen)	W/(m ² K)	0,9

Gelb hinterlegte Werte: auf der Basis der Befunde der ersten Begehung geändert.

Grüne hinterlegte Werte: Vorschlag für Änderung.

Wärmeversorgung (WVA „500-H105“)

Bild 44: Wärmeversorgungsanlage 500-H105



Standort der Versorgungslage:	Zeppelinstraße 20 A
Technik gemäß Datentabelle NHW:	2 x NT Gaskessel Gebläsebrenner a 295 kW Bj. 1997. Pufferspeicher WW 1.000 l Bj. 2018.
Beschreibung gemäß Begehung:	Wärmeversorgung für 6 Gebäudeblöcke mit Heizung und Warmwasser über Nahwärmeleitungen. Heizhaus an Zeppelinstr. 20 angebaut. Ein Nahwärmekreis zu Zeppelinstr. 10-12, 14-16 und Schlagfeldstr. 41-45. Ein weiterer Nahwärmekreis zu Zeppelinstr. 18-20, 22-24 und 26-30. Parallel zu jedem Heizungskreis läuft je ein extra Nahwärmekreis für die Warmwasserverteilung (Ursprungskonfiguration, der derzeit laufende Umbau der Wärmeversorgung ist im Text erläutert).

Tab. 41: Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H105 versorgte Blöcke

Block	Straße	Anmerkung
5000.S2279.001	Zeppelinstraße 26, 28, 30	Ein Heizkreis für Heizung (Hzg.) Mit Siemens Steuerung RVL 472 ein WMZ Techem classic S. Ein Warmwasser Zirkulationskreis mit Pumpe.
5000.S2280.001	Zeppelinstraße 22, 24	Ein Heizkreis für Heizung mit einer Heizkreissteuerung Siemens RVC 480 mit WMZ Techem. Eine Zirkulationspumpe für die Warmwasserverteilung.
5000.S2286.001	Zeppelinstraße 18, 20	Anlage im Umbau von Bestand wie Zep. 22-24 auf neue FW-Übergangsstation wie Zep. 10-16.
5000.S2287.001	Zeppelinstraße 10, 12	Neue Hoval FW-Übergangsstation mit 2 Pufferspeichern a 750 l und Frischwasserstation, Bj. 2017. Wärmeübergabe an Haus mittels Wärmetauscher.
5000.S2287.002	Zeppelinstraße 14, 16	Neue Hoval FW-Übergangsstation mit 2 Pufferspeichern a 750 l und Frischwasserstation, Bj. 2017. Wärmeübergabe an Haus mittels Wärmetauscher.
5000.S2288.001	Schlagfeldstraße 41, 43, 45	Neue Hoval FW-Übergangsstation mit 2 Pufferspeichern a 750 l und Frischwasserstation, Bj. 2016. Kein Wärmetauscher zur Wärmeübergabe.

Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen an den Gebäuden wird auch die Wärmeversorgung bzw. Wärmeübergabe der Heizungsanlagen erneuert. Die Gebäude Schlagfeldstr. 41-45, Zeppelinstr. 10-20 haben neue Wärmeübergabestationen der Firma HOVAL erhalten (Stand Februar 2019). Diese stellen den Gebäuden Wärme für Heizung und Warmwasser zur Verfügung. Die separate Warmwasserversorgung wird im Zuge

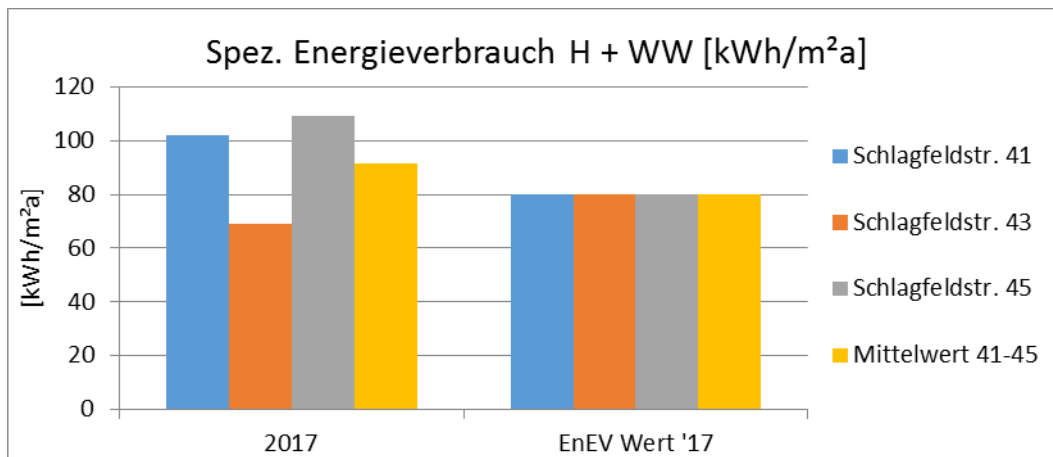
der Umrüstung nach und nach rückgebaut. Die Versorgungsleitungen Warmwasser wurden nach der Umrüstung im Heizhaus gekappt. Nach der kompletten Umrüstung bleibt nur noch das Nahwärmenetz der Heizungsanlage übrig, das dann auch Wärme für die Warmwasserbereitung liefert und somit durchgängig das ganze Jahr betrieben werden muss.

Wenn der Umbau abgeschlossen ist, können die Wärme- und Warmwasserverbräuche der Gebäude über die Wärmemengenzähler besser getrennt werden.

Analyse des Verbrauchs auf Ebene Gebäude

In 2017, ein Jahr nach der Sanierung des Gebäudes übersteigt der Energieverbrauch der Gebäudeteile Hausnummer 41 und 45 den errechneten Bedarfswert auf Basis der EnEV-Randbedingungen um etwa 15 %. Der Mittelbau Schlagfeldstr. 43 unterschreitet den Bedarfswert, was der Geometrie des Gebäudes geschuldet sein kann. Der Bedarfswert wurde für den gesamten Gebäudeblock ermittelt, da der Mittelbau jedoch weniger Außenwandflächen hat, ist es natürlich, dass auch hier der Verbrauch etwas geringer liegt. Jedoch trifft dies auch für die Hausnummer 41 zu, die nur leicht versetzt an das Nachbargebäude Schlagfeldstr. 39 grenzt. Der mittlere Verbrauch des gesamten Gebäudeblocks lag 2017 bei 91 kWh/m²a bzw. 14 % über dem berechneten Wert nach EnEV (Gebäudezustand 2017).

Bild 45: Wohnflächenbezogener Energieverbrauch der Schlagfeldstr. 41-45 2017

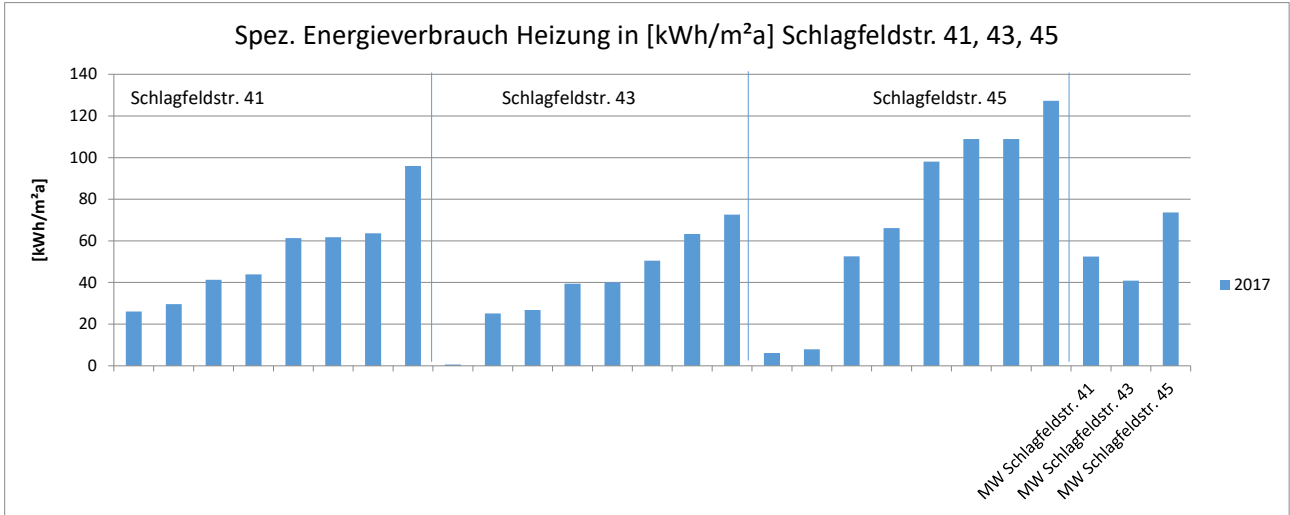


Analyse des Verbrauchs auf Ebene Wohnung

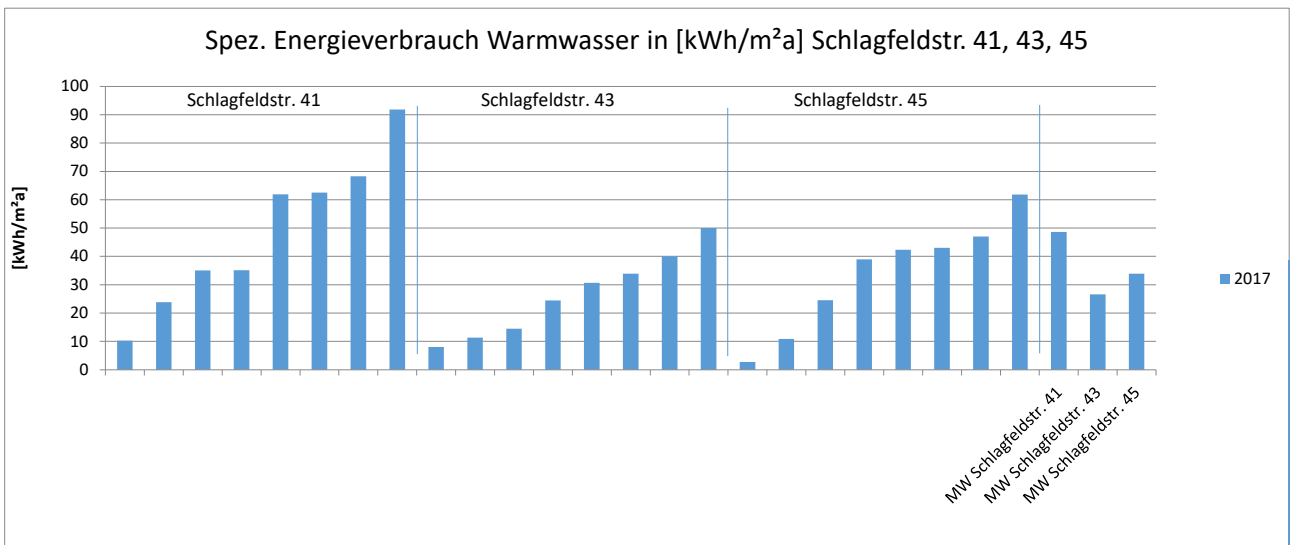
Aus der Aufschlüsselung der Einzelverbräuche der Wohnungen von Heizwärme und Warmwasser lässt sich erkennen, dass bei der Heizenergie (Bild 46a) einige Wohnungen in der Schlagfeldstr. 45 einen deutlichen Mehrverbrauch aufweisen, was zu einem höheren Gesamtverbrauch des Eingangs führt. Der extrem geringe Heizenergieverbrauch in einer Wohnung der Schlagfeldstr. 43 deutet auf einen extrem sparsamen Nutzer oder möglicherweise auf einen technischen Defekt hin (ein Leerstand der Wohnung kann ausgeschlossen werden, da der Warmwasserverbrauch der Wohnung normal ist). Der Mehrverbrauch der Schlagfeldstr. 41 beruht hauptsächlich auf dem höheren Warmwasserverbrauch der Bewohner, siehe Bild 46b.

Bild 46: Geordnete, flächenbezogene Verbrauchswerte der Wohnungen in den Gebäuden „S2288_1“ (Wohnung 1 bis 8), „S2289_2“ (Wohnung 9 bis 16) und „S2289_3“ (Wohnung 17 bis 24)

(a) Umlage des Heizenergieverbrauchs (Brennstoffverbrauch abzüglich gemessene Wärmemenge Warmwasser) auf die Mieter; Grundlage sind die Daten der Heizkostenverteiler



(b) Umlage des Wärmeverbrauchs für die Warmwasserbereitung auf die Mieter, Grundlage sind die Daten der Volumenzähler für Warmwasser in den Wohnungen



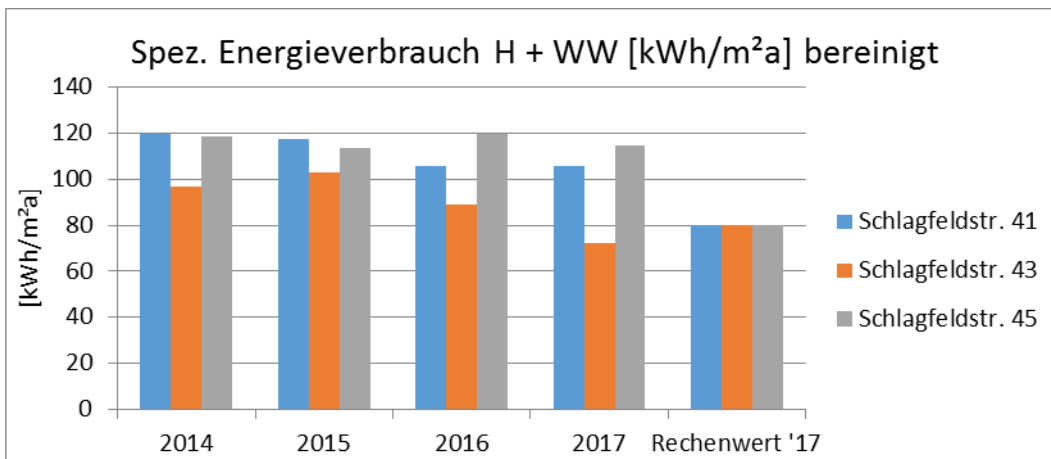
Darstellung: Verbräuche aufsteigend sortiert je Hauseingang, Basisjahrs 2016.

Zeitverlauf seit 2014

Um die Jahresverbräuche besser vergleichen zu können, wurden die Heizenergieverbräuche für den zeitlichen Verlauf witterungsbereinigt.

Das Gebäude wurde 2016 energetisch saniert und zeitgleich die Wärmeversorgung des Gebäudes komplett erneuert. Dies zeigt sich auch in den Jahreswerten des Gesamtenergieverbrauchs der in Bild 47 dargestellt ist. Der erwartete Energiebedarf mit EnEV-Randbedingungen wird nur im mittleren Gebäudeteil erreicht. Der „Rechenwert '17“ bezieht sich auf den rechnerischen Bedarf (EnEV) des Gebäude nach der Sanierung 2017.

Bild 47: Witterungsbereinigter flächenbezogener Gesamtenergieverbrauch Schlagfeldstr. 41 - 45



Aus den nach Heizenergie (Bild 48) und Warmwasserbereitung (Bild 49) aufgeschlüsselten Energieverbrauchswerten sieht man, dass das Gebäude schon vor der Sanierung einen für das Baujahr geringen Energieverbrauch hatte. Der durch die Sanierung in 2017 nur moderat gesunken ist. Der geringe Energieverbrauch im Jahr 2016 liegt ursächlich im geringen Warmwasserverbrauch 2016 und nicht am Sanierungsfortschritt der Gebäudehülle.

Bild 48: Witterungsbereinigter flächenbezogener Heizenergieverbrauch Schlagfeldstr. 41 - 45

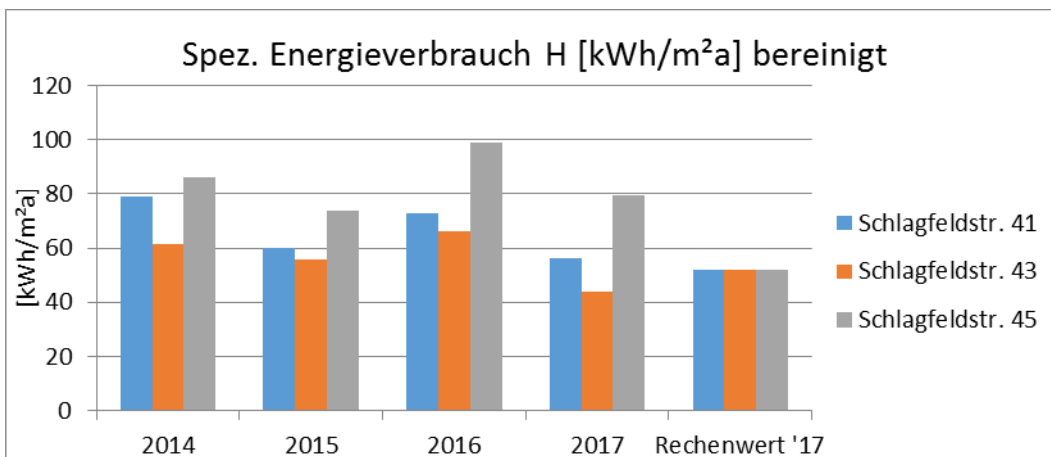
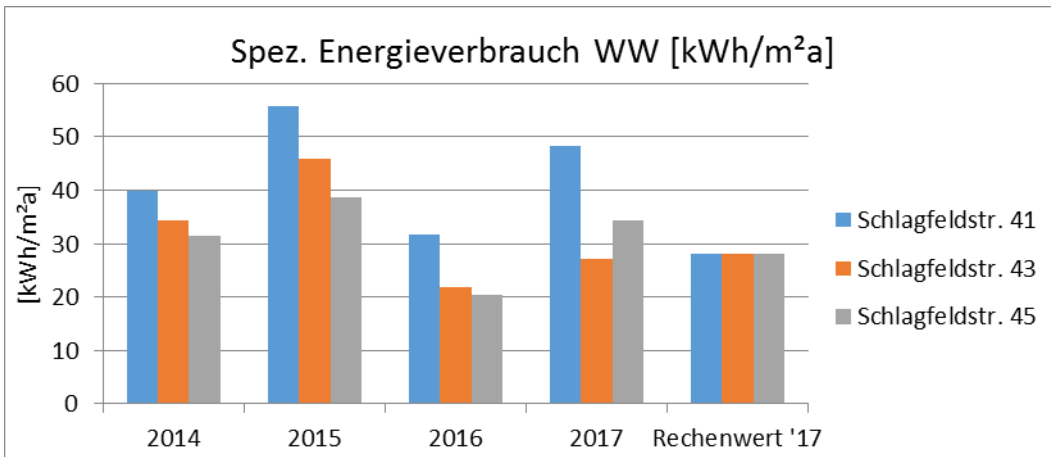
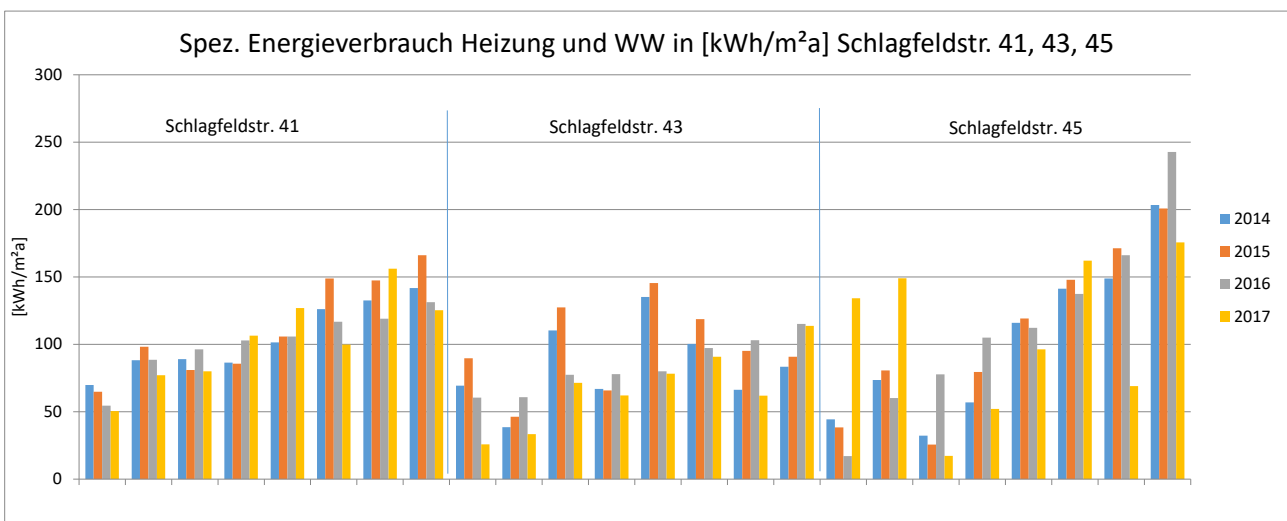


Bild 49: Energieverbrauch Warmwasserbereitung Schlagfeldstr. 41 - 45



Auch aus der wohnungsweise aufgelösten Darstellung des Energieverbrauchs der Wohnungen ist nur eine leichte Reduzierung der Verbrauchswerte in 2017 zu erkennen. Einzelne Wohnungen haben sogar einen höheren Verbrauch.

Bild 50: Geordneter, flächenbezogener Gesamtwärmeverbrauch je Wohnung in der Schlagfeldstr. 41 – 45



Darstellung: Verbräuche aufsteigend sortiert je Hauseingang, Basisjahrs 2016.

Umstellung der Heizungs- und Warmwasserversorgung H105

Im Zuge der Sanierung der Gebäude Zeppelinstr. 10-30 und Schlagfeldstr. 41-45 wird auch die Wärmeversorgung der Gebäude erneuert. Aktuell sind zwei getrennte Nahwärmenetze vorhanden. Ein Netz zur Trinkwarmwasserversorgung und ein Netz zur Heizwärmeversorgung. Vor der Sanierung wurde der Energieverbrauch der Warmwasserversorgung über einen Wärmemengenzähler im Heizhaus erfasst und dann über die Zapfmengen aufgeteilt.

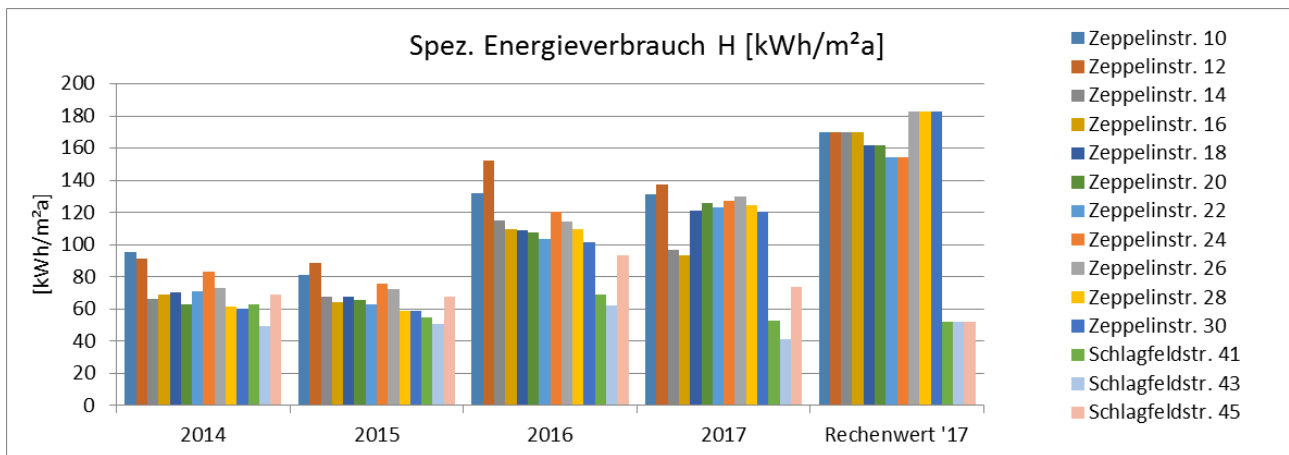
Durch die Sanierung der Heizungsanlage in der Schlagfeldstr. 41-45 im Jahr 2016 konnte in der Folge das Nahwärmenetz der Heizung im Sommer nicht mehr ausgeschaltet werden und zudem musste zur Warmwasserversorgung der Schlagfeldstr. 41-45 die Netztemperatur auf minimal ca. 65-70°C gehalten werden

um 60°C Trinkwassertemperatur zu gewährleisten. Die Nahwärmeleitung der Warmwasserversorgung für die Schlagfeldstr. 41-45 wurde im Heizhaus unterbrochen, so dass diese Verluste weggefallen sind.

2017 wurden dann die Gebäude Zeppelinstr. 10-12, Zeppelinstr. 14-16 und in 2018 die Zeppelinstr. 18-20 saniert. 2019 – 2020 folgen dann die Gebäude Zeppelinstr. 22-24 und 26-30.

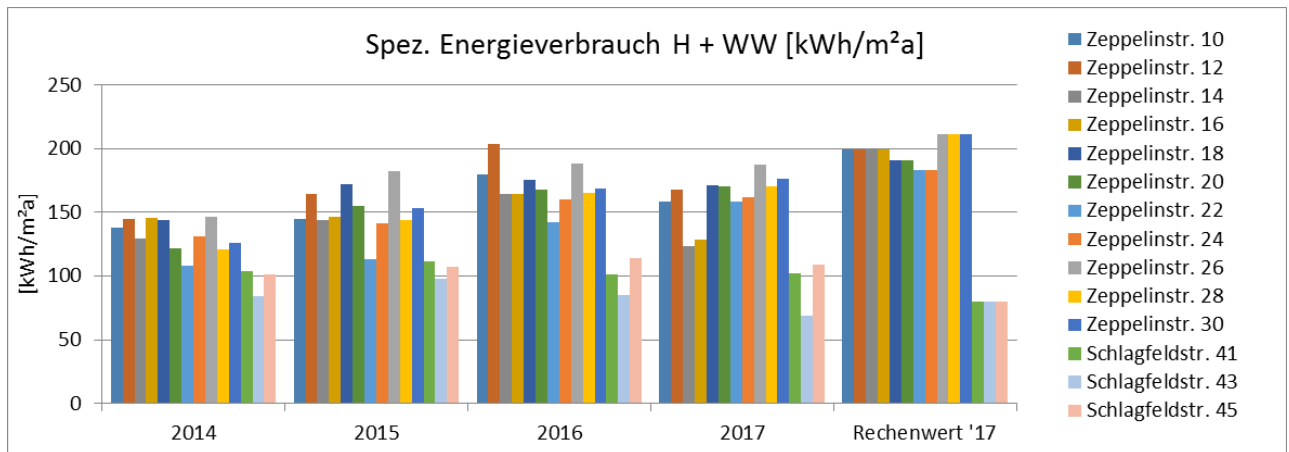
In den folgenden Diagrammen sind die spezifischen Energieverbräuche der Gebäude für 2014-2017 dargestellt. Alle Gebäude hatten vor der Sanierung einen für die Baualtersklasse sehr geringen Heizenergieverbrauch. Auffällig ist, dass dieser 2016 mit der Sanierung des ersten Blocks stark ansteigt. Der Energieverbrauch des 2016 sanierten Blocks Schlagfeldstr. 41-45 steigt auch mit an, sinkt aber 2017 auf etwa die prognostizierten Werte.

Bild 51: Flächenbezogener Heizenergieverbrauch 2014 - 2017 H105



Betrachtet man den Gesamtenergieverbrauch (Bild 52) der versorgten Anlage sieht man, dass sich der Gesamtenergieverbrauch nur geringfügig entsprechend der jährlichen Klimaschwankungen bewegt.

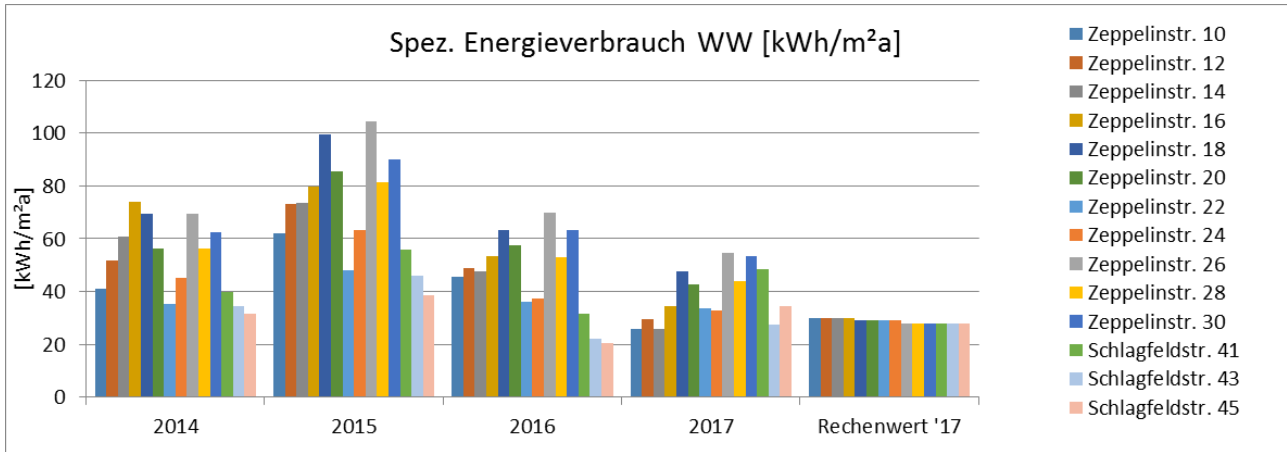
Bild 52: Flächenbezogener Energieverbrauch 2014 – 2017 H105



Gleichzeitig mit dem Anstieg des Heizenergieverbrauchs sinkt der Energieverbrauch der Warmwasserbereitung wie sich in Bild 53 zeigt. Bei der Interpretation dieses Effekts ist zu beachten, dass im Zuge des Netzumbaus ab 2016 vorübergehend auch die Erfassungsart für die Warmwasserbereitung geändert wurde. Dies führte dazu, dass die sommerlichen Wärmeverluste des nur für Warmwasser benötigten Nahwärmenetzes teilweise nicht mehr der Warmwasserbereitung sondern der Heizung zugeordnet werden. Der Anstieg des Heizenergieverbrauchs (Bild 51) ist zum Teil also vermutlich durch Verschiebungen der Bilanzie-

zungsgrenzen bedingt. Darüber hinaus fallen seit 2016 höhere Verteilverluste der Heizungsverteilung an, da diese wegen des Umbaus im Sommer nicht mehr abgeschaltet werden konnte, gleichzeitig das Warmwassernetz aber zumindest teilweise noch betrieben werden musste.

Bild 53: Flächenbezogener abgerechneter Energieverbrauch Warmwasser 2014 – 2017 H105



Zusätzlich sinkt im Gesamtsystem der absolute Warmwasserverbrauch (Bild 54) in den Jahren 2016 und 2017. Besonders in den sanierten Gebäuden, die in Bild 55 selektiert dargestellt sind, sinkt der Warmwasserverbrauch 2017 auf einen Wert, der etwa dem Ansatz nach Energieeinsparverordnung entspricht. Dieser positive Effekt könnte mit der Erneuerung der Sanitärausstattung zusammenhängen. In den Gebäuden wurde nicht nur die Heizung saniert sondern auch Waschbecken und Duschen. Durch die neuen wassersparenden Einhebelmischer (mit wahrscheinlich sparsameren Perlatoren) und wahrscheinlich auch sparsameren Duschköpfen könnte der absolute Warmwasserverbrauch gesunken sein.

Bild 54: Flächenbezogener Warmwasserverbrauch 2014 -2017 H105

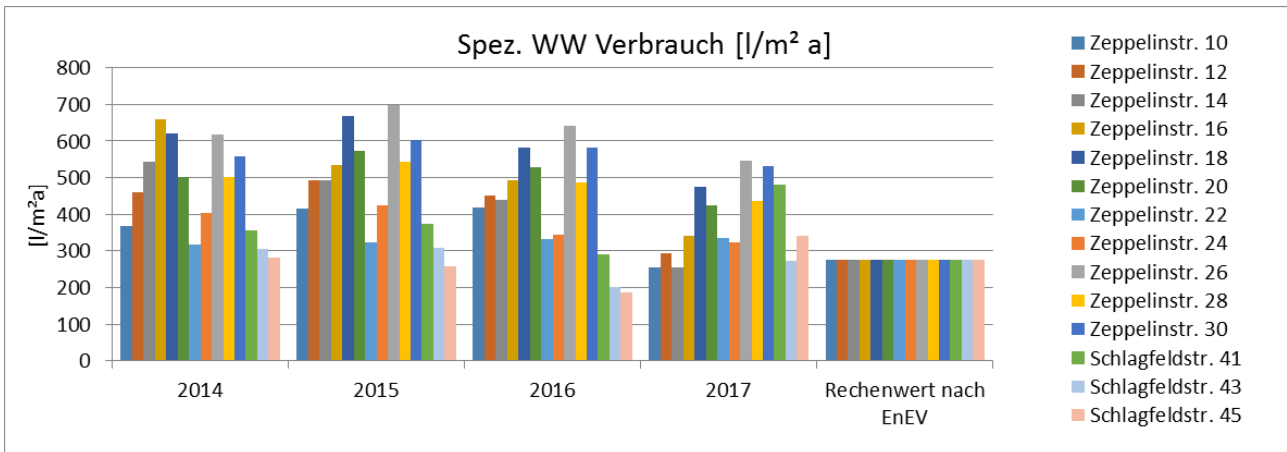
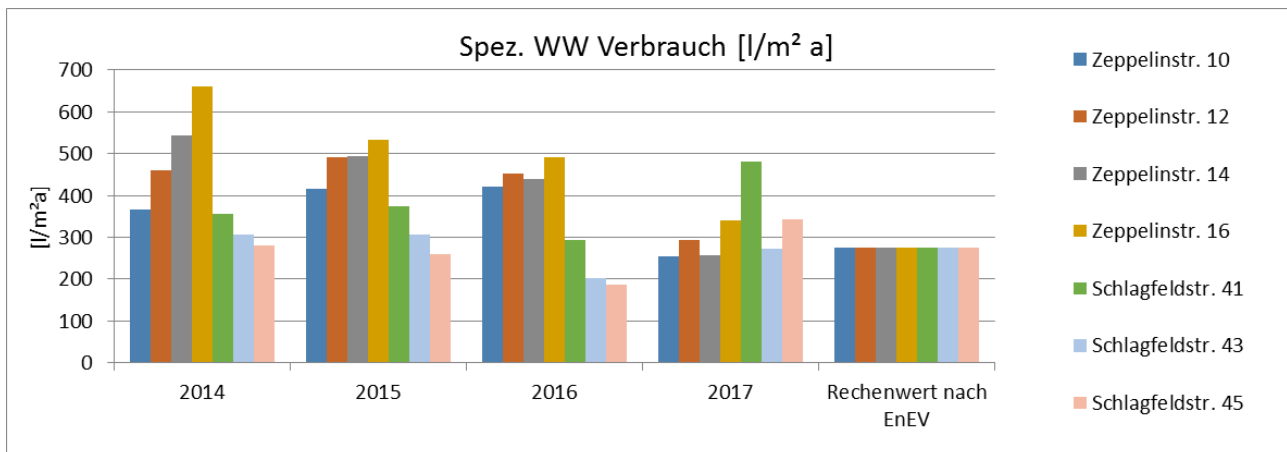


Bild 55: Flächenbezogener Wasserverbrauch Zeppelinstr. 10 – 16 und Schlagfeldstr. 41-45 2014 - 2017



Resümee zur Umstellung

Wie sich die Energieverbrauchswerte der Gebäude im Rahmen der Sanierung weiter verringern, wird sich erst in den Abrechnungen 2018 bis 2020 abzeichnen. Wärmemengenzähler sind auch in Übergangsphasen zu installieren. Zudem können erst nach Austausch aller im System befindlichen Heizkörper und Heizkostenverteiler systematische Erfassungsunterschiede (systematisch ggf. vorhandene andere Positionierung der HKV, Unterschiede im hydraulischen Abgleich) der Heizkostenverteiler ausgeschlossen werden.

Wichtig für einen effizienten Betrieb ist auch immer die richtige Einstellung der Heizungsanlage. Diese sollten auch in den Gebäuden Zeppelinstr. 10-20 kontrolliert und ggf. korrigiert werden.

Befunde der im Rahmen der Ausreißeranalyse am 5.2.2019 durchgeführten Begehung

Bei der Begehung konnten keine Besonderheiten an der Gebäudehülle festgestellt werden, die Rückschlüsse auf die Mehrverbräuche geben würden. Im Heizungskeller mit der Übergabestation der Nahwärme schienen die Leitungen gut gedämmt zu sein, dennoch war die Lufttemperatur recht hoch – vermutlich bedingt durch die große Länge der verbauten Rohrleitungen und die zusätzlichen beiden Pufferspeicher.

Auffällig waren die Einstellungen der Heizungsanlage, soweit diese der Steuerung bzw. dem Schaubild entnommen werden konnten.

Nach dem Heizungsschema wurde die neue Heizungsanlage auf einen Betrieb mit 70°C Vorlauf und 55°C Rücklauf ausgelegt. Die beiden 750 l Pufferspeicher werden direkt von der Nahwärme durchströmt. Aus dem Puffer 1A wird die Frischwasserstation bedient und aus dem Puffer 1B der Heizkreis für das Gebäude.

Die Schaltzeiten der Heizungsanlage für Tag- / Nachtbetrieb und die Warmwasserbereitung entsprachen dem üblichen Rahmen.

Die Raumsolltemperatur (entspricht üblicherweise der Parallelverschiebung der Heizkurve) war auf 28°C eingestellt. Daraus resultierte eine recht hohe Vorlauftemperatur der Heizung von 70,6°C bei einer Außentemperatur von rund 5°C.

Die punktuelle Aufnahme der gekippten Fenster (ca. 13:00 Uhr, 5.2.19, 5°C Außentemperatur) ergab folgendes Bild.

Tab. 42: Momentaufnahme Fensteröffnung Schlagfeldstr. 41, 43, 45

Fensteröffnung Schlagfeldstr. 41, 43, 45 13:00 Uhr 05.02.19				
	gekippt	offen	Fenster Anzahl	Anteil geöffnet
Schlagfeldstr. 41	8	0	40	20%
Schlagfeldstr. 43	4	0	32	13%
Schlagfeldstr. 45	6	0	32	19%

Zusammenfassung

Für die höheren Verbrauchswerte konnten keine baulichen Gründe gefunden werden.

Auffällig war die auf 28°C angehobene Raumsolltemperatur der Heizkreisregelung (Parallelverschiebung der Heizkurve) für den Heizbetrieb tagsüber. Die Werkseinstellung liegt bei 20°C für den Tagbetrieb und 16°C für den Absenkbetrieb. Eine Folge der Einstellung ist die sehr hohe Vorlauftemperatur von 70,6°C bei einer Außentemperatur von 5°C. Damit ist schon die max. Vorlauftemperatur bzw. Auslegungstemperatur von 70°C für -12°C bei 5°C überschritten. Zudem ist die maximale Vorlauftemperatur auf 75°C eingestellt und nicht auf die in den Auslegungsdaten vorgesehenen 70°C. Die hohe Temperatureinstellung von 28°C bewirkt zusätzlich, dass sich die maximale Temperatur ca. 6 bis 8°C weiter erhöht (Aussage Techniker HOVAL). Die Umschaltung auf dem Sommerbetrieb (Heizung aus) erfolgt bei Tagtemperatureinstellung 20°C ab einer Außentemperatur von 17°C, durch die Einstellung auf 28°C erfolgt die Umschaltung auf Sommerbetrieb erst ab Temperaturen von etwas über 20°C Außentemperatur (Wert ist gleitend an die Tagtemperatur gekoppelt).

Eine weitere Auffälligkeit an der Heizungsanlage ist die generelle Auslegung auf ein Temperaturniveau von 70/55, was auch der Auslegung der nur teilsanierten Schlagfeldstr. 32, 34 entspricht. Für ein komplett saniertes Gebäude sollte eine Auslegung mit niedrigeren Temperaturen ausreichen. Eine Auslegung der Heizung auf 55/40 würde auch den zukünftigen Betrieb des Gebäudes mit einer Wärmepumpe ermöglichen.

Auch die gegenüber der Schlagfeldstraße 32 und 34 höhere Rate der gekippten Fenster ist ein Zeichen dafür, dass die Räume eher zu warm als zu kalt sind und die Vorlauftemperaturen der Heizungsanlage zu hoch sind. Es ist gut möglich, dass bei dem gut gedämmten Haus die Abwärme der Verteilleitungen und der Warmwasserzirkulation schon ausreicht, um die Räume zu erwärmen.

Empfehlungen

Die Temperatur für den Tagbetrieb sollte auf 20°C und die für den Nachtbetrieb auf 16°C reduziert werden (Werkseinstellungen).

Die maximale Vorlauftemperatur der Heizungsanlage sollte auf 70°C gesenkt und dann schrittweise (5°C Schritte) weiter abgesenkt werden, bis es die ersten Rückmeldungen der Bewohner gibt.

Der Haustechniker sollte wenn möglich die Änderungen durchführen. Auf jeden Fall sollten der Hausmeister und die Bewohner informiert werden, dass die Temperaturen angepasst werden und es normal ist, dass die Heizkörper nicht mehr ganz so heiß werden wie vorher. Die Bewohner sollen sich melden, wenn z.B. 22°C in den Wohnungen nicht mehr erreicht werden. Dies verhindert zu viele unnötige Rückmeldungen.

Die Aufteilung der Wärmemenge der insgesamt sechs Blöcke versorgenden Anlage „H105“ auf der Grundlage von Heizkostenverteilern und Volumensummen bringt erhebliche Unsicherheiten der Effizienzbewertung für einzelne Blöcke mit sich. Daher wird empfohlen, Wärmemengenzähler auch in Übergangsphasen zu installieren.

Da in den Gebäuden Abluftanlagen installiert wurden, sollten die Bewohner mit den nötigen Informationen zum Umgang damit aufgeklärt werden. Vor allem müssen Hinweise gegeben werden, dass das Fensterlüf-

ten nicht mehr zwingend nötig ist. Sinnvoll wären eine kurze Broschüre mit Informationen und Verhaltenshinweisen und ein Aushang in Treppenhaus.

8.5 S2294_1: Gravenbruchstraße 13 (+ 11 & 15)

Im Folgenden wird das „Ausreißer“-Haus Gravenbruchstr. 13 betrachtet und mit den ähnlichen Nachbarhäusern Gravenbruchstraße 11 und 15 verglichen. Bei den über dieselbe Heizungsanlage mitversorgten Häusern Gravenbruchstr. 11 und 15 liegt der Verbrauch unterhalb des errechneten Bedarfs.

Bild 56: Blöcke „5000.S2292.001“, „5000.S2292.002“, „5000.S2294.001“



Gebäudehülle (Blöcke „5000.S2292.001“, „5000.S2292.002“, „5000.S2294.001“)

An der Gebäudehülle konnten keine Auffälligkeiten festgestellt werden, die den Mehrverbrauch der Gravenbruchstr. 13 gegenüber der von der Dämmung baugleichen Gravenbruchstr. 15 rechtfertigen.

Bei der Kontrolle der von der NHW übermittelten Bauunterlagen und der Berechnungen der Wärmeschutznachweise ist aufgefallen, dass die Angaben zu den Baualtern der Fenster nicht mit den Daten der Energieprofil-Datenbank übereinstimmen. Nach den Wärmeschutznachweisen sind in der Gravenbruchstr. 13 die Fenster aus dem Baujahr 1990 und nur die Fenster der Gravenbruchstr. 11 aus dem Jahre 2000. Dies deckt sich mit der Beobachtung bei Datenüberprüfung der ersten Begehung, bei der bei der Feuerzeugprobe keine Beschichtung sichtbar wurde.

Bei den Außenwänden wurden die ausgeschriebenen Dämmstärken (Daten aus den Wärmeschutznachweisen WSN) den Datenbankeinträgen gegenübergestellt. In der Gravenbruchstr. 15 wurde eine Abweichung gefunden. In der Datenbank sind 16 cm Dachdämmung verzeichnet im Wärmeschutznachweis nur 10 cm.

Wenn die Fenster in der Gravenbruchstraße 13 tatsächlich aus dem Jahr 1990 sind und keine Wärmeschutzverglasung haben liegt der Energiebedarf um 13 kWh/(m²a) höher. Damit stellt das Gebäude auch keinen Ausreißer mehr dar.

Tab. 43: Eingangsdaten Gebäude für die Energieprofil-Berechnung der Blöcke „5000.S2292.001“, „5000.S2292.002“, „5000.S2294.001“

			Graven- bruchstr. 13	Graven- bruchstr. 15	Graven- bruchstr. 11
ID	Datensatz-Identifikation		5000. S2292.001	5000. S2292.002	5000. S2294.001
n_storeys	Anzahl Vollgeschosse		6	7	4
n_apartments	Anzahl Wohnungen		12	22	12
A_C_living	beheizte Wohnfläche	m ²	886	1536	581
year_building	Baujahr		1976	1976	1976
OB_attached_neigh- bours	direkt angrenzende Nach- bargebäude n0=freistehend n1=1 Seite angebaut n2=2 Seiten angebaut		n2	n1	n1
OB_floorshape	Grundriss		not com- pact	not com- pact	not com- pact
OB_attic_cond	Dach c-DG vollbeh. n-Dg unbeh. p-teibeh.		-	-	-
OB_cellar_cond	Keller = beheizt		n	n	n
d_insulation_roof	Dämmstärke Dach		10	10	10
d_insulation_topc- eiling	Dämmstärke oberste Ge- schossdecke				
d_insulation_wall	Dämmstärke Außenwände		15	14	15
d_insulation_floor	Dämmstärke Fußboden zum Keller oder Erdreich				
f_insulation_roof	Flächenanteil Dämmung Dach		100	100	100
f_insulation_topc- eiling	Flächenanteil Dämmung oberste Geschossdecke				
f_insulation_wall	Flächenanteil Dämmung Au- ßenwand		100	100	100
f_insulation_floor	Flächenanteil Dämmung Fuß- boden				
CB_win_1_pane	Verglasung = 1 Scheibe				
CB_win_2_panes	Verglasung = 2 Scheiben		TRUE	TRUE	TRUE
CB_win_3_panes	Verglasung = 3 Scheiben				
CB_win_iso	Verglasung = Isolierverglasung				
CB_win_therm	Verglasung = Wärmeschutz- verglasung		TRUE- FALSE	TRUE- FALSE	TRUE
CB_frames_insulat- ed	Rahmen = wärmedämmt (bei 3-fach-WS-Vergl.)				
year_window	Jahr des Fenstereinbaus (ca.):		2000 -1990	2000 -1990	2000
U_win_direct	Fenster U-Wert direkter Ein- trag (ersetzt Auswahl von Ty- pen)	W/(m ² K)			

Nach der Kontrolle der Unterlagen in Frage stehende Werte sind grün hinterlegt.

Wärmeversorgung

Bild 57: Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H053



Standort der Versorgungslage: Gravenbruchstr. 15

Technik gemäß Datentabelle NHW: 2 x Gaskessel Niedertemperatur Gebläsebrenner Buderus GE 315 140 kW 1.000 l Trinkwasserspeicher.

Beschreibung gemäß Begehung: Heizungsanlage mit 2 NT Gaskesseln a 140 kW. Ein Heizkreis für alle Gebäudeteile. Ein Trinkwasserspeicher a 1.000 l mit einer Zirkulationsleitung für alle Gebäude. Energieverbrauchserfassung über Gaszähler und Wärmemengenzähler (WMZ) für Trinkwarmwasser im Keller. Abrechnung über Heizkostenverteiler sowie Verbrauch für Warmwasser mit WMZ-Daten.

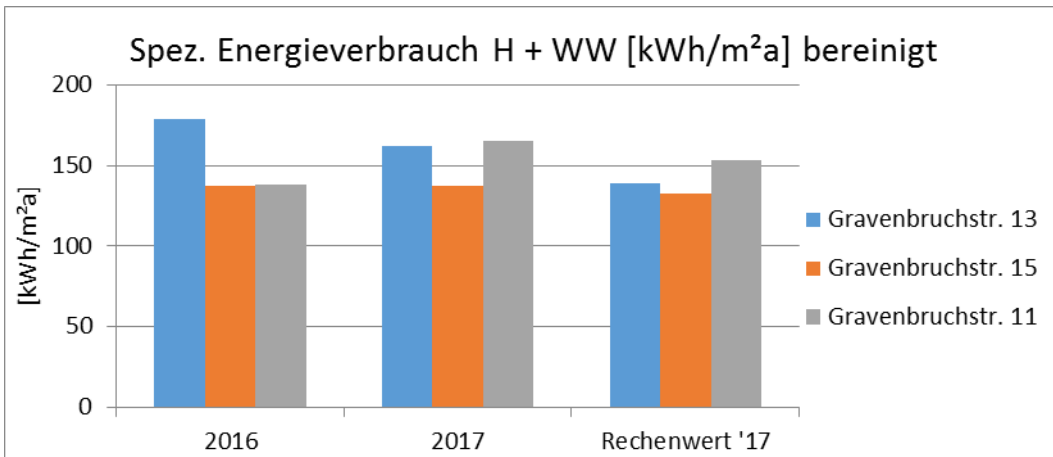
Tab. 44: Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H053 versorgte Blöcke

Block	Straße	Anmerkung
5000.S2294.001	Gravenbruchstr. 11	-
5000.S2292.001	Gravenbruchstr. 13	-
5000.S2292.002	Gravenbruchstr. 15	-

Analyse des Verbrauchs auf Ebene Gebäude 2016 u. 2017

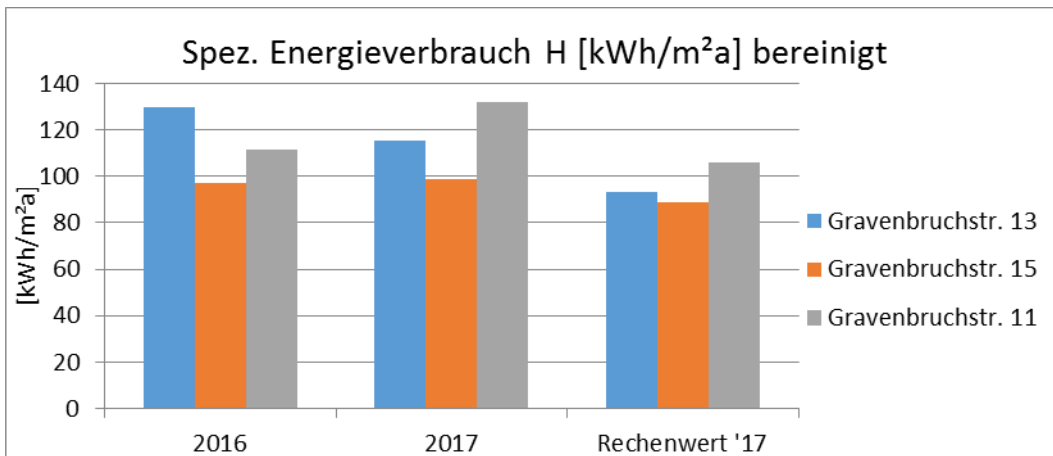
Die Auswertung der Energieverbrauchsdaten von 2016 / 17 (Bild 58) zeigt, dass der Verbrauch 2016 noch etwas höher lag als 2017 und dass die Verbrauchsschwankung der Gravenbruchstr. 15 am geringsten ist.

Bild 58: Witterungsbereinigter spez. Energieverbrauch Heizung und WW Gravenbruchstr. 13, 15, 11



Ein Blick auf die Heizenergieverbräuche 2016 / 17 (Bild 59) zeigt einen ähnlichen Verlauf wie die Gesamtenergieverbräuche, was darauf hindeutet, dass der Mehrverbrauch auf den Heizenergieverbrauch zurückzuführen ist. Bei der Gravenbruchstr. 11 liegt beim Heizenergieverbrauch 2017 auch eine deutliche Überschreitung des Rechenwertes nach EnEV vor.

Bild 59: Witterungsbereinigter spez. Energieverbrauch Heizung Gravenbruchstr. 13, 15, 11



Die Auswertung des Energieverbrauchs der Warmwasserbereitung (Bild 60) zeigt einen geringeren Energieverbrauch der Gravenbruchstr. 11 und 15. Der wohnflächenbezogene Warmwasserverbrauch (Zapfvolumen) ist etwa doppelt so hoch wie der nach EnEV angesetzte Warmwasserbedarf (Bild 61). Dieser gegenüber den Normansätzen um 18 kWh/(m²a) höhere Wärmemengen können den Mehrverbrauch erklären.

Bild 60: Wohnflächenbezogener Energieverbrauch Warmwasser Gravenbruchstr. 13, 15, 11

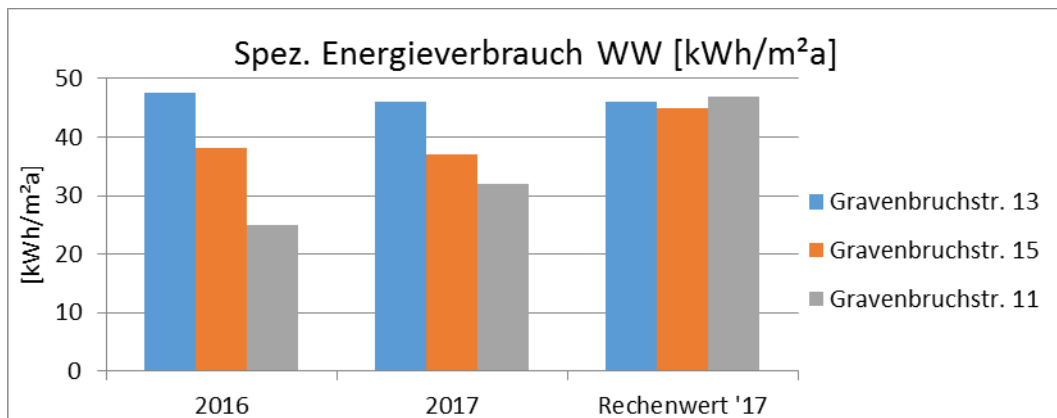
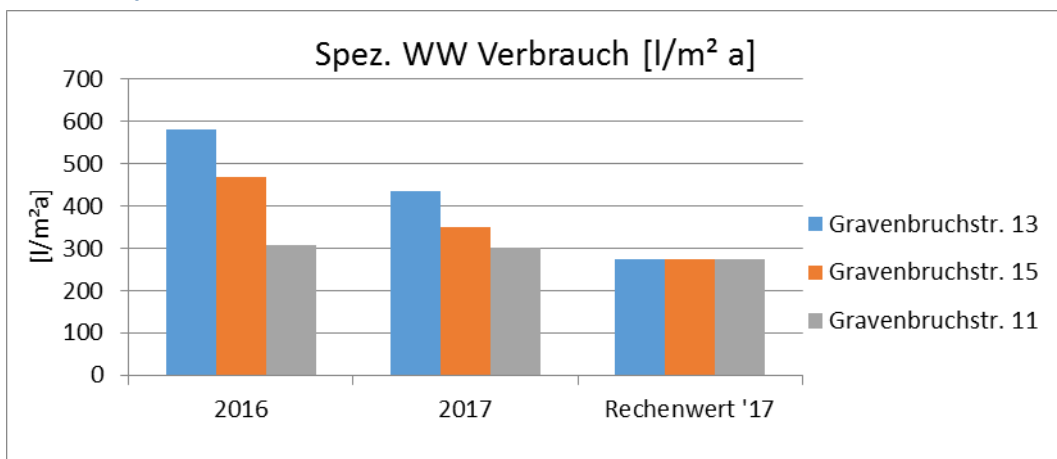


Bild 61: Spez. Warmwasserverbrauch Gravenbruchstr. 13 ,15, 11

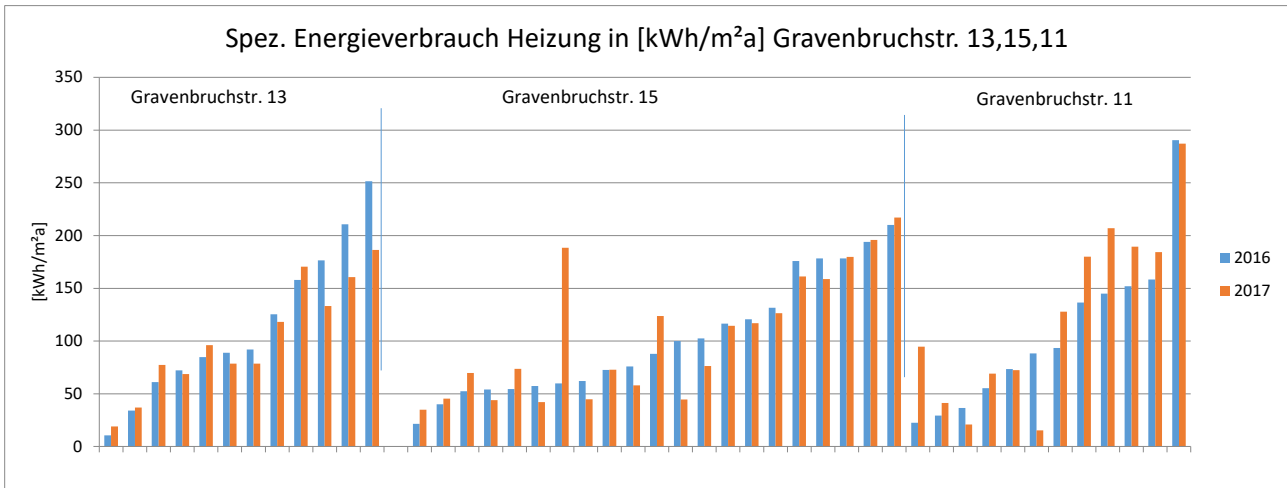


Analyse des Verbrauchs auf Ebene Wohnung 2016 u. 2017

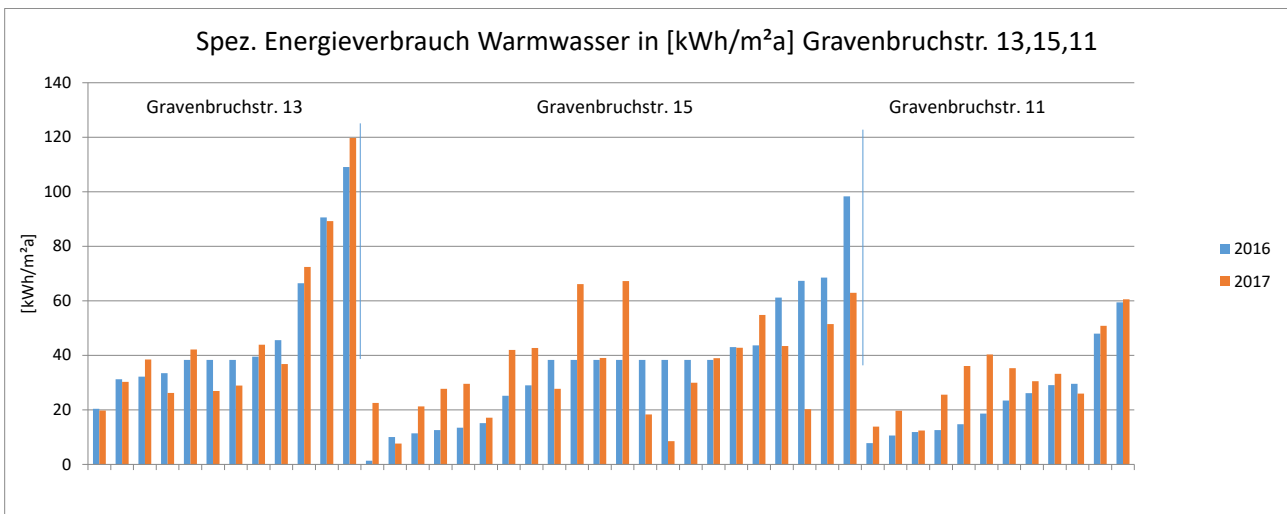
Aus der wohnungsweise aufgelösten Aufteilung der Energieverbräuche 2016 / 17 (Bild 62a) geht klar hervor, dass in der Gravenbruchstr. 13 mehrere Wohnungen mit deutlich höheren Energieverbräuchen liegen und zusätzlich drei Wohnungen mit deutlich höherem Warmwasserverbrauch (Bild 62b). Beides zusammen führt zum höheren Energieverbrauch der Gravenbruchstr. 13. Die Mehr- bzw. Minderverbräuche liegen jedoch im üblichen Schwankungsrahmen der Nutzer.

Bild 62: Geordnete, flächenbezogene Verbrauchswerte der Wohnungen in den Gebäuden Gravenbruchstraße 13, 15 und 11

(a) Umlage des Heizenergieverbrauchs (Brennstoffverbrauch abzüglich gemessene Wärmemenge Warmwasser) auf die Mieter; Grundlage sind die Daten der Heizkostenverteiler



(b) Umlage des Wärmeverbrauchs für die Warmwasserbereitung auf die Mieter, Grundlage sind die Daten der Volumenzähler für Warmwasser in den Wohnungen



Darstellung: Verbräuche aufsteigend sortiert je Hauseingang, Basisjahrs 2016.

Befunde der im Rahmen der Ausreißeranalyse am 5.2.2019 durchgeführten Begehung

Im Rahmen der Begehung wurden keine besonderen Auffälligkeiten am Gebäude festgestellt.

Die Raumsolltemperaturen der Heizungsregelung sind auf 22°C für den Tagbetrieb und 18°C für den Nachtbetrieb eingestellt. Die Umschaltung der Heizungsanlage auf Sommerbetrieb erfolgt bei 20°C Außentemperatur.

Die aufgenommene Momentaufnahme der Fensteröffnungen ist in folgender Tabelle aufgeführt und zeigt keine Auffälligkeiten, die den Mehrverbrauch der Gravenbruchstr. 13 erklären kann. Allerdings konnten aufgrund der Lage der Gebäude nicht alle Fenster der Gebäude überprüft bzw. eingesehen werden.

Tab. 45: Momentaufnahme Fensteröffnung Gravenbruchstr. 11-15

Fensteröffnung Gravenbruchstr. 11, 13, 15 11:00 Uhr 05.02.19				
	gekippt	offen	Fenster Anzahl	Anteil geöffnet
Gravenbruchstr. 11	7	1	35	23%
Gravenbruchstr. 13	6	1	65	11%
Gravenbruchstr. 15	13	0	52	25%

Zusammenfassung

Entsprechend den oben beschriebenen Analysen konnten für die Gravenbruchstraße 13 zwei Punkte identifiziert werden, die zu einem erhöhten Verbrauch-Bedarf-Verhältnis führen:

- Es gibt Indizien dafür, dass die Fenster anders als in der Datenbank vermerkt keine Wärmeschutzverglasung haben. Der Energiebedarf erhöht sich um 13 kWh/(m²a). Das Gebäude würde damit nicht mehr als Ausreißer eingestuft.
- Die gezapften Warmwassermengen sind sehr viel höher als die Standardansätze der EnEV-Berechnung. Dies erklärt für das Jahr 2017 einen Mehrverbrauch von 18 kWh/(m²a).

Empfehlungen

Für die Gravenbruchstraße 13 sollte in der Energieprofil-Datenbank die Fenster-Bauart noch einmal überprüft werden und der Energiebedarf neu ermittelt werden.

Für die Zukunft wäre zu prüfen, ob im Verbrauch-Bedarf-Vergleich (zumindest für die Ausreißeranalyse) gegenüber den Normkennwerten stark erhöhte Warmwasserzapfmengen in Form eines Zuschlags beim Bedarfskennwert berücksichtigt werden sollten.

Weitere kleinere Einsparungen können bei der Anlage ggf. erzielt werden, wenn an der Heizungsanlage die Betriebstemperaturen auf Werkseinstellungen von 20°C tagsüber und 16°C nachts zurückgestellt werden. Zudem sollte die Heizgrenztemperatur von 20°C auf 17°C reduziert werden, dadurch werden unnötige Wärmeverluste in den Sommermonaten verhindert.

An den Rohren der Warmwasserbereitung fehlt an einigen Stellen die Wärmedämmung, diese sollte im Zuge der nächsten Heizungswartung wieder vervollständigt werden.

8.6 Resümee zur Verwendung der verschiedenen Benchmarks

Aus den Auswertungen von Verbrauch und Bedarf resultieren vier verschiedene Benchmarks, mit denen die Verbrauchskennwerte der Gebäude verglichen werden können.

Der Benchmark Heizung und Warmwasser bewertet den Gesamtenergieverbrauch des Gebäudes und stellt somit den primären Vergleichswert dar, ist aber für Gebäude mit dezentraler Warmwasserbereitung nicht verfügbar.

Eine Einordnung des Zustands der Gebäudehülle und der Heiztechnik bietet der Benchmark für den Heizenergieverbrauch. Dieser Vergleich ist für alle Gebäude mit zentraler Heizungsversorgung möglich. Bei kombiniertem Betrieb von Heizung und Warmwasser kann der Verbrauchskennwert Heizung jedoch auch Teile des Energieeinsatzes für die Warmwasserbereitung mit enthalten – im Regelfall (also bei Erfassung der erzeugten Wärme für Warmwasser nach Heizkostenverordnung) sind dies die Kesselwärmeverluste außerhalb der Heizzeit. Die Heizkostenverordnung sieht keine Möglichkeit vor, diese Verluste der Warmwasserbereitung zuzuordnen. Wird der Energieverbrauch der Warmwasserbereitung nicht mit einem WMZ gemessen, kann dieser Anteil auch noch größer sein – zum Beispiel im Fall einer Nahwärmeversorgung, bei der auch die Verluste der Verteilung im Sommer der Heizung zugeordnet werden (siehe Heizungsanlage „H105“).

Der Benchmark für den Energieverbrauch der Warmwasserbereitung ist nur sinnvoll, wenn dieser Energieverbrauch über einen Wärmemengenzähler erfasst wird oder über einen eigenen Wärmeerzeuger erfolgt. Wird der Gesamtenergieverbrauch für Warmwasser aus dem gezapften Warmwasservolumen anhand der Formel der Heizkostenverordnung errechnet, liegt ein Energiekennwert vor, der nicht spezifisch für Gebäude und Anlagentechnik ist und somit keine Aussage zur Effizienz der Warmwasserbereitung zulässt.

Der letzte Benchmark ist der auf die Wohnfläche bezogene jährliche Warmwasserverbrauch in Litern. Hiermit kann der Warmwasserverbrauch der Nutzer verglichen werden.

Ausreißer nach oben – hohes Verbrauch-Bedarf-Verhältnis

Als primärer Kennwert sollte der Gesamtenergieverbrauch des Gebäudes betrachtet werden (außer bei dezentraler Warmwasserbereitung, wo nur der Heizenergieverbrauch in Frage kommt).

Die Grenzen für einen relevanten Mehrverbrauch können je nach den Möglichkeiten und dem vorgesehenen Umfang der Ausreißerbehandlung definiert werden. Bei der vorliegenden Analyse wurden drei Fälle als Gebäude mit Mehrverbrauch betrachtet, die im Verbrauch/Bedarf-Diagramm über der Winkelhalbierenden liegen (Verbrauch/Bedarf-Verhältnis = 1,0). Bei größeren Gebäudebeständen kann es durchaus sinnvoll sein, eine Anzahl an Gebäuden festzulegen, die pro Jahr betrachtet werden sollen und dann die 20, 50 oder 100 Gebäude mit den höchsten Mehrverbräuchen zu betrachten und auch zu optimieren.

Im zweiten Schritt erfolgt die Differenzierung des Energieverbrauchs nach der Nutzung für Warmwasser und Heizung.

Mehrverbrauch bei der Heizenergie

Wird beim Vergleich des Heizenergieverbrauchs mit dem zugehörigen Benchmark ein deutlicher Mehrverbrauch festgestellt, sollte als erstes eine Kontrolle der Ausgangswerte der Bedarfsermittlung durchgeführt werden, um auszuschließen, dass das Gebäude fälschlicherweise zu gut bewertet wurde (Überprüfung der Dämmstärken, Fenster, Heizung usw. durch den Hausmeister, Bauunterlagen, Energiebedarfsberechnungen usw.). Auch sollte kontrolliert werden, ob sich in der Art der Warmwasserberechnung etwas geändert hat, was sich auf den Heizenergieverbrauch auswirkt (Art der Verbrauchsermittlung).

Sind die Grundlagen der Vergleichswerte in Ordnung, sollte ein Blick auf den Verbrauchsverlauf der letzten Jahre geworfen werden. Hat sich der Verbrauch in den letzten Jahren verändert, kann dies am geänderten Nutzerverhalten liegen aber auch an Änderungen der Heizungsanlage. Auf jeden Fall sollen die Einstellungen der Heizungsanlage überprüft werden (Heizkurve, Parallelverschiebung, max. Vorlauftemperatur, Schaltzeiten, Umschaltung Sommerbetrieb usw.). Auch die Dämmung der Heizungsverteilung und der allgemeine Zustand vor Ort sollen überprüft werden.

Mehrverbrauch beim Warmwasser

Kann für Heizenergie kein Mehrverbrauch gegenüber dem Benchmark festgestellt werden, sollten die Benchmarks für den Energieaufwand Warmwasser und für das gezapfte Warmwasservolumen herangezogen werden. Der Vergleich mit den beiden Benchmarks zeigt dann ob der hohe Energieverbrauch nur mit dem hohen Warmwasserverbrauch zusammenhängt oder ggf. an der ineffizienten Warmwasserbereitung / Verteilung liegt. Hierzu sind die Jahresnutzungsgrade sowie die Wärmeverluste pro m² Wohnfläche sinnvolle Bewertungsgrößen. Mit einem Blick auf den Verbrauch der Vorjahre kann geklärt werden, ob der hohe Verbrauch „normal“ ist oder erst seit kurzen vorliegt. Das weitere Vorgehen wäre dann die Kontrolle der Einstellungen der Warmwasserbereitung und Zirkulation (Vorlauf min. 60°C und Rücklauf min. 55°C im Mittel). Zudem sollte die Dämmung der Warmwasserleitungen überprüft werden. Die Zirkulationsleitung sollte in Stärke der Rohrleitung gedämmt sein (z. B. 20 mm Rohrdurchmesser – 20 mm starke Dämmung). Liegt der hohe Verbrauch erst seit kurzem vor kann wenn möglich ein Blick auf die Einzelnutzer geworfen werden um zu klären ob sich das Nutzerverhalten geändert hat.

Ausreißer nach unten – niedriges Verbrauch-Bedarf-Verhältnis

Für Ausreißer mit niedrigem Verbrauch-Bedarfs-Verhältnis besteht zunächst kein Handlungsbedarf. Allerdings könnten hier unter Umständen Bedingungen vorliegen, die als Vorbild für andere Gebäude zur Verbrauchssenkung genutzt werden können. Daher lohnt eine nähere Betrachtung dieser Gebäude.

In der Schlagfeldstr. 34 liegt der niedrige Verbrauch offensichtlich an recht sparsamem Nutzerverhalten auf der einen Seite und einer Heizungsanlage, die (im Vergleich zu anderen) normal ausgelegt und eingestellt ist.

Eventuell kann die Ursache für ein sehr niedriges Verbrauch-Bedarf-Verhältnis auch in fehlenden Informationen zu nachträglich umgesetzten Energiesparmaßnahmen liegen. Eine systematische Untersuchung der „Niedrigverbraucher“ kann also helfen die Datenqualität zu verbessern.

8.7 Zusammenfassung der Empfehlungen zur Ausreißeranalyse

Untersuchte Gebäude / Anlagen

Die Ergebnisse der Ausreißeranalyse sind je Gebäude in der jeweiligen Zusammenfassung dargestellt. Die wichtigsten Handlungsempfehlungen zur Verbesserung bei den „Hochverbrauchern“ sind:

➤ Schlagfeldstraße 41 und 45

- Änderung der Regelungseinstellungen der Hausstation auf energieeffiziente Betriebsweise: Verschiebung der Heizkurve von 28°C Raumtemperatur auf 20°C für den Tagbetrieb und 16°C für den Nachtbetrieb (Werkseinstellungen); Absenkung der maximalen Vorlauftemperatur der Heizungsanlage auf zunächst 70°C und dann schrittweise (5°C Schritte) weitere Absenkung bis es die ersten Rückmeldungen der Bewohner gibt.
- Hinweise an Bewohner, dass Heizkörper in gedämmten Häusern nicht mehr so warm werden.
- Hinweise an Bewohner zur Fensteröffnung im Winter (Abluftanlage sorgt für Grundlüftung; zusätzliches Fensteröffnen nicht nötig und führt zu hohen Heizkosten und trockener Luft).

⇒ Am 09.05.2019 wurden entsprechend den Vorschlägen die Regelungseinstellungen wie folgt angepasst: Tagessolltemperatur wurde auf 20°C reduziert, die Absenkttemperatur auf 17°C und die maximale Vorlauftemperatur wurde auf 70°C reduziert. Diese Einstellungen wurden adäquat bei den baugleichen Anlagensteuerungen der Zeppelinstr. 10-12, 14-16 und 18-20 übernommen. Hier lagen die Einstellungen meist bei tagsüber 22°C und nachts zwischen 18°C sowie 22°C und auch die maximale Vorlauftemperatur lag bei zwei Anlagen bei 75°C.

➤ Gravenbruchstraße 13

- Überprüfung und ggf. Korrektur des Eintrags für die Fensterqualität in der Energieprofil-Datenbank und Neuberechnung des Energiebedarfs
- Verbesserung der Regelungseinstellungen an der Heizungsanlage: Verschiebung der Heizkurve von 22 auf 20°C Raumtemperatur tagsüber und 18 auf 16°C nachts (Werkseinstellungen). Zudem sollte die Heizgrenztemperatur von 20°C auf 17°C reduziert werden, dadurch werden unnötige Wärmeverluste außerhalb der eigentlichen Heizzeit verhindert.
- Hinweise an Bewohner, dass Heizkörper in gedämmten Häusern nicht mehr so warm werden.

⇒ Für die finale Fassung der Verbrauchsbenchmarks wurde in der Energieprofilberechnung die Fensterqualität entsprechend verändert (siehe Anhang B). Das Gebäude erscheint so nicht mehr als Ausreißer.

Rahmenbedingungen

Die auf dem Vergleich mit Verbrauchsbenchmarks gestützte Ausreißeranalyse ist geeignet, Problemfälle zu identifizieren, bei denen mit relativ geringem Aufwand eine deutliche Verbesserung der Energieeffizienz und eine entsprechende Energieeinsparung erreicht werden kann. Um die Überprüfung der auffälligen Gebäude und Wärmeversorgungsanlagen möglichst effizient zu gestalten, wäre es hilfreich bei der Weiter-

entwicklung der unternehmenseigenen Prozesse und Rahmenbedingungen folgende Punkte im Auge zu behalten.

- **Energieprofil-Daten je Gebäude:** Die Verbrauchswerte pro Gebäude (Hauseingänge) werden mit den pro Block vorliegenden Energiebedarfsberechnungen verglichen. Die Aufteilung des Energiebedarfs auf die Gebäude erfolgt derzeit nur auf der Grundlage der Wohnfläche. Der erwartete Verbrauch von Mittel- und Endhäusern ist jedoch durchaus sehr unterschiedlich. Von daher wäre es für die Identifikation von Ausreißern vorteilhaft, die Erfassung der Energieprofil-Indikatoren langfristig auf Energieprofil-Berechnungen von Block- auf Gebäudeebene umzustellen. Wenn dies nicht möglich ist, wäre eine differenzierte Betrachtung zumindest bei der vertieften Analyse von Ausreißern zu empfehlen.
- **Betriebsführung der Wärmeversorgung:** Ursache für hohe Verbrauchswerte ist häufig eine nicht optimale Betriebsführung der Wärmeversorgungsanlage. Typischerweise werden Regelungseinstellungen verändert, wenn einzelne Mieter sich beschwerten, dass es nicht warm genug wird. Hierbei kann auch die Beobachtung des Mieters eine Rolle spielen, dass Heizkörper nicht richtig warm werden (insbesondere nach Verbesserung des Wärmeschutzes zu beobachten, wenn bei gleichen Heizflächen nur noch geringere Vorlauftemperaturen benötigt werden). Gerade in den Übergangszeiten entstehen durch die überhöhten Netztemperaturen unnötige Wärmeverluste des Verteilnetzes im Keller. Zudem kann die unregelmäßige Wärmeabgabe von Verteilleitungen innerhalb des Gebäudes (in Altbauten bisweilen ungedämmt) in einzelnen Räumen zu überhöhten Temperaturen führen – was zum Öffnen von Fenstern und zum Weglüften der überschüssigen Wärme führen kann. Es besteht hier also ein Zielkonflikt zwischen den Bedürfnissen einzelner Mieter und dem effizienten Betrieb. Um solche Situationen zu vermeiden wären folgende Punkte hilfreich:
 - **Logbuch Regelungseinstellungen:**

Es wäre hilfreich, wenn im Heizraum neben dem Wartungsbuch auch ein Logbuch für Regelungseinstellungen vorhanden wäre. Dies sollte auf die vor Ort installierte Regelung zugeschnitten sein und alle Parameter umfassen, die über das Bedienelement geändert werden können. Die Planungswerte sollten bei der Installation eingetragen werden und als Richtgrößen klar hervorgehoben sein. Insbesondere ist darauf zu achten, dass nach einer energetischen Modernisierung eines Gebäudes die Auslegungstemperaturen tatsächlich auch in die Einstellungen der Regelung übertragen werden (die Werkseinstellungen beziehen sich typischerweise auf unsanierte Altbauten). Bei Änderungen einzelner Parameter wären die entsprechenden neuen Werte einzutragen zusammen mit dem Anlass für die Änderung sowie dem Datum und dem Namen des Ausführenden. Ein Beispiel für ein solches Schema zeigt Anhang E.2.
 - **Kümmerer für die Heizungstechnik:**

Damit die Einstellungen der Heizungsanlagen sich nicht im Laufe der Zeit „verselbstständigen“ wird jemand benötigt, der diese kontrolliert und Änderungen, die ggf. nur temporären Charakter hatten, auch wieder zurückstellt. Diese Aufgabe kann zum Beispiel der Heizungsmonteur im Zuge der Heizungswartung übernehmen. Der Monteur kontrolliert dann einmal im Jahr die Einstellungen der Heizungsanlage, trägt diese in das Logbuch mit den Regelungseinstellungen ein bzw. stellt wieder die Vorgaben des Logbuchs her, sollten die Einstellungen nicht mehr stimmen. Zur Kontrolle kann z.B. ein Foto des Logbuchs mit der Rechnung und / oder dem Wartungsprotokoll zugesendet werden.
 - **Vorgehen bei Beschwerden von Mietern:**

Eine Beschwerde von Mietern, dass „die Heizung nicht warm genug wird“ kann durch sehr verschiedene Gründe ausgelöst werden. Daher wäre es vorteilhaft, wenn die Schritte für den Umgang mit diesen Beschwerden definiert würden (Prozessetablierung). Bei der Reaktion könnte eine Checkliste helfen, die folgende Punkte umfasst:

 - > **Beobachtung des Mieters:** Was ist aufgefallen? Heizkörper nicht heiß, einzelner Raum nicht warm, ...; Welcher Zeitraum ist betroffen? kurzzeitig zum Beispiel morgens, langanhaltend, Außentempera-

tur, ...; Welche Raumtemperatur liegt vor? ggf. Messgerät (einfaches Thermometer zum Selbstablesen) vorrätig halten und an den Mieter ausleihen;

> Vor-Ort-Überprüfung in der Wohnung: Werden einzelne Heizkörper nicht durchströmt (hydraulisches Problem; festsitzende Thermostat-Ventil-Stifte);

> Vor-Ort-Überprüfung in der Heizungsanlage: Regelungseinstellungen, Pumpenfunktion, momentane Vor- und Rücklauftemperatur;

> Änderungen von Einstellungen: Sofern sich eine Anhebung der Vorlauftemperatur als notwendig erweist Definition von kleinen Schritte und abhängig von den gefundenen Problemen, z.B. Erhöhung der Steigung um maximal 0,1 (bei tiefen Außentemperaturen) oder der Parallelverschiebung (bei Problemen in der Übergangszeit) der Vorlauftemperatur um maximal 5°C; ggf. Definition eines Zeitpunkts, ab dem die Regelung wieder auf die Ausgangswerte gesetzt werden soll.

- Anschaffung Heizungstechnik:

Eine Voraussetzung für das Beibehalten einer effizienten Betriebsweise ist, dass bei der Regelung nachvollziehbar ist, in welcher Weise sich die Einstellungen auf die Betriebsführung auswirken. Dies ist leider nicht bei allen Produkten leicht erfassbar. Im Anhang zeigen wir ein positives Beispiel, bei dem Steigung (Abhängigkeit der Vorlauftemperatur von der Außentemperatur) und Parallelverschiebung (Vorlauftemperaturanhebung unabhängig von der Außentemperatur) sehr leicht ablesbar und kontrolliert veränderbar sind. Es wäre für die Problemanalyse bei Hochverbrauchern hilfreich, wenn schon bei der Anschaffung der Technik die Bedienbarkeit und Transparenz im Sinne einer leichten Nachvollziehbarkeit der Solltemperaturen im Heizungsnetz in Abhängigkeit von der Witterung berücksichtigt würde. Ein Beispiel für eine solche Regelung zeigt Anhang E.1.

- Zuständigkeiten für effiziente Betriebsführung:

Gegebenenfalls wäre es hilfreich, wenn Personen im Unternehmen für eine effiziente Betriebsführung von Wärmeversorgungsanlagen zuständig wären und alle Anlagen in regelmäßigen Abständen insbesondere in den Übergangszeiten bezüglich unnötiger Wärmeverluste überprüfen würden.

9 Experten-Workshop und Fachtagung

Experten-Workshop

Es wurde ein informeller Workshop durchgeführt, zu dem Fachleute aus hessischen Wohnungsunternehmen eingeladen waren (Einladung und Tagesordnung siehe Anhang F.1). Ansatz, Vorgehen und Ergebnisse des Modellprojekts Energieverbrauchsbenchmarks wurden seitens NHW und IWU vorgestellt und gemeinsam mit den anderen Experten diskutiert. Aus den verschiedenen Unternehmen wurde über die Datenverfügbarkeit (Gebäudezustand, Energiebedarf, Energieverbrauch) berichtet. Gegenstand der Diskussion war insbesondere der Nutzen von Verbrauch-Bedarf-Analysen und Verbrauchsbenchmarks.

Der Workshop war entsprechend den folgenden Themen strukturiert (siehe Anhang F.1):

- Projektvorstellung / Ermittlung von bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks
- Überprüfung der Information in den Datenbanken + Ausreißeranalyse
- Verbrauchsdatenbank als Grundlage für die Nebenkostenabrechnung
- Weitere Beispiele für Verbrauch-Bedarf-Analysen aus den Unternehmen
- Bausteine für die Ermittlung von bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks
- Bereitstellung bzw. Beschaffung von Energieverbrauchsdaten
- Daten zur energetischen Qualität der Gebäude - Datenquellen und Datenpflege
- Möglichkeiten zur Nutzung der Informationen

Im Folgenden werden die Redebeiträge und Diskussionen resümiert.

Allgemeine Erkenntnisse zur Datenverfügbarkeit

- Zustandsdaten: Daten zum energetischen Zustand von Gebäudehülle und Anlagentechnik sind in den meisten Unternehmen nicht direkt verfügbar. Einzelne Unternehmen sind derzeit dabei entsprechende Datentabellen oder Datenbanken aufzubauen. Ein kleineres Unternehmen pflegt eine Tabelle mit U-Werten je Bauteil und Gebäude. Bei drei Unternehmen wird derzeit oder soll in Zukunft die Software EPIQR für die Pflege der Zustandsdaten eingesetzt werden – allerdings ist nicht klar, inwiefern mit den Daten der thermischen Hülle eine Energiebilanzberechnung durchgeführt werden kann (Datenstruktur / Definition der thermischen Hülle)
- Energieausweis: Teilweise werden die Daten aus den Energieausweisen gespeichert jedoch nicht die Bauteildaten sondern nur die resultierenden Kennwerte.
- Verbrauchsdaten: Der Abruf der Daten vom Abrechnungsdienstleister ist generell möglich. Es liegen jedoch nur wenige Erfahrungen mit dem Abruf und der Auswertung von Energiemengen für größere Teile des Wohngebäudebestands vor.
- Verbrauch-Bedarf-Analysen wurden in den Unternehmen bisher nicht durchgeführt

Aussagen einzelner Wohnungsunternehmen zum Verbrauchsmonitoring

- In einem Wohnungsunternehmen werden Neubauten nur noch als Passivhaus errichtet. In diesen Gebäuden findet keine wohnungsweise Abrechnung des Heizenergieverbrauchs statt (Warmmiete). Eine Ausreißeranalyse ist auf Wohnungsebene also nicht möglich. Nach den bisherigen Erfahrungen liegen die Raumtemperaturen in der Heizzeit bei diesen Gebäuden bei 23°C. Gegenüber normalen Gebäuden ist der Wartungsaufwand sehr hoch. Auf Grund des Warmmietenmodells ist für das Unternehmen das Monitoring des Energieverbrauchs besonders wichtig, da diese Kosten ja vom Unternehmen getragen werden (Kostenkontrolle).

- Im gleichen Wohnungsunternehmen werden seit Kurzem die Überwachung der Daten (Verbrauch usw.) und die Optimierung der Einstellungen gleich mit ausgeschrieben. Nach zwei bzw. nach fünf Jahren sollen Berichte erstellt werden. Die Ingenieure sind dabei derzeit noch frei bei der Wahl der Monitoringkriterien. Das Unternehmen will aus der Verschiedenheit und der Art der Rückmeldung lernen, was wichtig ist und funktioniert.
- In einem Unternehmen wird für den Gesamtbestand der Verbrauch von Energieträgern ermittelt und auf CO₂ umgerechnet. Die (bisher insbesondere durch Energieträgerwechsel und Installation von PV-Anlagen) erzielten Minderungen der CO₂-Emissionen werden regelmäßig ermittelt.

Als möglicher Benefit wurden folgende Punkte gesehen:

- Anstoßen der Kontrolle der Anlagentechnik,
- Durchführung gering-investiver Maßnahmen,
- Qualitätskontrolle für Gebäude und Anlagentechnik nach Modernisierungen;
- Erkenntnisse über den Bestand der Daten und der Gebäude

Bei den Diskussionen wurden von den Workshop-Teilnehmern auch eine Reihe von Problempunkten und Ansätzen zur Verbesserung der Betriebsführung der Wärmeversorgung und des Verbrauchscontrollings benannt:

- Bei der Konzeption der Wärmeversorgung neuer Gebäude sollte vorher geklärt werden, wer sich später um welche Technologie kümmert (Wartung Pellets-Anlage, Solaranlage, Lüftungsanlage, ...)
- Bei Lüftungsanlagen sollte auch die erzielte Wärmerückgewinnung und der Stromverbrauch gemessen werden.
- Heizungstechniker und Nutzer sollten noch besser über die Wärmeversorgungsanlage und ggf. Lüftungsanlage informiert werden
- In der Praxis gibt es Schwierigkeiten, die Einstellungen einer Heizungsregelung aufrecht zu erhalten.
- Die Abrechnungsdienste arbeiten sehr verschieden. Es wäre ein großer Gewinn, wenn die Heizkostenabrechnung vereinheitlicht würde.

In der Diskussion immer wieder zur Sprache kommende Hemmnisse sind:

- hoher Zeitaufwand für Datenerfassung und -aktualisierung;
- keine Zuständigkeiten für Energiemanagement im Unternehmen;
- der Prozess des Energiecontrollings ist nicht definiert;
- zu wenig Personal für diese Aufgaben
- geringe Sensibilisierung externer Dienstleister / Heizungsfirmen für Fragen des energieeffizienten Betriebs.

Fachtagung „Minimierung des Energieverbrauchs von Geschosswohnbauten – Technologien, Benchmarks und Monitoring“

Es wurde eine öffentliche Fachveranstaltung zur Frage des Energieeffizienz-Monitorings in Wohnungsunternehmen durchgeführt. Dabei wurde der Bogen gespannt von den Notwendigkeiten der Minimierung des Energieverbrauchs zum derzeitigen energetischen Zustand und den aktuellen Modernisierungsraten im Gesamtwohngebäudebestand hin zu der im Projekt genutzten Erfassung des energetischen Zustands in einem Wohnungsunternehmen. Als Kernstück der Tagung wurde dann die im Rahmen des Projekts vorge-

nommene Zuordnung des Energieverbrauchs aus der Nebenkostenabrechnung, die Bildung von bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks und die Ermittlung von Ausreißern dargestellt. Ein weiterer Fokus lag dann auf der Vorstellung gelungener Beispiele für zukunftsfähige Geschosswohnbauten, in denen hochwirksamer Wärmeschutz mit effizienter Wärmeversorgung unter Einsatz erneuerbaren Energien kombiniert wird und für die Betriebserfahrungen und Verbrauchswerte vorliegen. Das sehr differenzierte Verbrauchsscontrolling einzelner Objekte stand damit im Kontrast zum Ansatz des Modellprojekts Verbrauchsbenchmarks. Am Ende wurde dargestellt, wie die Rechenwerkzeuge des EnEV-Normnachweise zur Energieberatung und Gebäudeoptimierung verwendet werden können.

Die inhaltlichen Beiträge der Tagung waren (siehe Anhang F.2):¹²

- Wärmewende jetzt – Der Weg zu einer drastischen Senkung der CO₂-Emissionen im Gebäudesektor (CO₂-Minderungsziele als gesellschaftliche Herausforderung; Rolle des Energiesparrechts, der ökonomischen Anreize und der Transparenzmaßnahmen)
- Modernisierungsstand und Umsetzungsraten bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung im deutschen Wohngebäudebestand (Ergebnisse aus der Stichprobenerhebung 2016 differenziert nach EFH und MFH)
- Monitoring des energetischen Zustands und vereinfachte Bedarfsberechnung auf der Grundlage der "Energieprofil"-Indikatoren (Darstellung des für das Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks genutzten Verfahrens)
- Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks: Datengrundlagen und Ergebnisse (Datentabelle zum energetischen Zustand des Gesamtbestands (Energieprofil) - Zusammenführung mit Abrechnungsdaten - Bildung von Verbrauchsbenchmarks für unterschiedliche energetische Standards - Nutzen für das Unternehmen)
- Verbrauchscontrolling und Analyse von Ausreißern auf der Basis von Verbrauchsbenchmarks (Erfahrungen aus dem "Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks"; Identifikation von Hochverbrauchern; Datenprüfung; Vor-Ort-Kontrolle)
- Vom Konzept über die Umsetzung zum Betrieb – Wie kann die Minimierung des fossilen Energieeinsatzes in Mehrfamilienhäusern gelingen? (konkrete Erfahrungen aus Geschosswohnbau-Projekten; Minimierung Verluste + Einsatz Erneuerbare; Verbrauchscontrolling detailliert; Messergebnisse; Abbildung durch Rechenmodelle)
- Transparenz auf dem Weg zur Erreichung der Klimaschutzziele – Monitoring der energetischen Qualität und des tatsächlichen Verbrauchs (Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem "Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks"; Vergleich mit anderen Benchmarks; Unsicherheiten; Empfehlungen zu Monitoring-Indikatoren; Bestandsmodelle; Kommunikation)
- Energieberatung mit den EnEV-Normen? Betrachtung von Fallbeispielen unter Berücksichtigung des Nutzereinflusses (beispielhafte Betrachtung eines EFH und MFH; Bilanzierung mit DIN V 18599; Verbrauchsanpassung und realistische Prognose der Einsparungen)

Folgende Punkte können aus den Diskussionen festgehalten werden:

- Der Sinn bzw. die Nützlichkeit eines Normenergiebedarfs, der unter normierten Randbedingungen und in vielerlei Hinsicht auf der sicheren Seite rechnerisch ermittelt, wurde kontrovers diskutiert.
- Es gibt derzeit keine Erkenntnisse über Energieausweis-Software (kommerzielle Produkte), die eine Querauswertung des Modernisierungszustands und des berechneten Energiebedarfs einer größeren Gebädestichprobe vorsieht.

¹² Die Präsentationen finden sich zum Download auf der IWU-Website:
<https://www.iwu.de/veroeffentlichungen/fachtagungen/2019-geschosswohnbauten/>

10 Resümee

10.1 Zusammenfassung der Arbeitsschritte und Ergebnisse

Ausgangspunkt des in Kooperation mit der Nassauischen Heimstätte / Wohnstadt (NHW) durchgeführten „Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks“ sind zwei im Unternehmen vorhandene Datenbanken:

- eine Datenbank mit Verbrauchsdaten, die als Grundlage der jährlichen Nebenkostenabrechnung dient;
- eine „Energieprofil“-Datenbank, die sowohl einfache Indikatoren für die Geometrie und den energetischen Zustand von Gebäude und Anlagentechnik umfasst als auch den auf dieser Grundlage berechneten Energiebedarf.

Es wurde eine Methodik entwickelt, mit der die Verbrauchsdaten den Bedarfsdaten gebäudeweise zugeordnet und daraus für größere Gebäudegesamtheiten „bedarfsdifferenzierte Verbrauchsbenchmarks“ abgeleitet werden können. Die Datenzusammenführung und -analyse wurde modellhaft für Wohngebäude eines Quartiers erprobt.

Nach einem Export der Datensätze aus den beiden Datenbanken wurden diese in einer Excel-Arbeitsmappe zusammengeführt und auf den drei Ebenen Gebäude, Gebäudeblock und Wärmeversorgungsanlage analysiert. Um die Validität der vorhandenen Daten zu überprüfen, fand zunächst ein Faktencheck in zwei Stufen statt:

- (a) Überprüfung auf der Grundlage von Unterlagen: Es wurden die Brennstoff- bzw. Fernwärmerechnungen der Energieversorger und die Liegenschaftsabrechnungen herangezogen und mit dem auf Gebäudeebene vorliegenden Datenexport verglichen. Weiterhin wurde die Übereinstimmung der Grunddaten (Wohnfläche, Anzahl Wohnungen) in beiden Datenbanken überprüft. Es ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung.
- (b) Im Rahmen einer Vor-Ort-Begehung wurde weiterhin der energetische Zustand von Gebäude und Anlagentechnik nach Augenschein aufgenommen. Dabei wurde generell eine Übereinstimmung mit den Energieprofil-Daten festgestellt. Allerdings waren in einigen Fällen weiter zurückliegende Verbesserungsmaßnahmen mit geringer Maßnahmentiefe (Dämmung oberste Geschossdecke und / oder Kellerdecke, Dämmung von Verteilleitungen nach HeizAnIV) in der Energieprofil-Datenbank nicht erfasst. Es wurden entsprechende Korrekturen an den Energieprofil-Zustandsdaten dieser Gebäude vorgenommen und der Energiebedarf neu berechnet.

Die überprüften und gegebenenfalls korrigierten Daten waren die Grundlage der Ermittlung von „bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks“. Dabei wurden zunächst Kategorien der (theoretischen) energetischen Qualität gebildet („Energiebedarfsklassen“). Für die den Klassen zugeordneten Energiebedarfsintervalle wurden jeweils die Mittelwerte des Energieverbrauchs gebildet und durch Bezug auf die mittleren Bedarfswerte typische Verbrauch-Bedarf-Verhältnisse (Mittelwert und Streuung) abgeleitet.

Die für das Quartier ermittelten Ergebnisse zeigen einen sehr ausgeprägten Zusammenhang zwischen dem gemessenen Verbrauch und dem berechneten Bedarf. Der Vergleich der energetisch schlechtesten mit den energetisch besten Gebäuden belegt die Potenziale der energetischen Modernisierung: Der Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser betrug 2017 bei den sieben Gebäuden der schlechtesten Bewertungsklasse 156 kWh/(m²a), bei den sieben Gebäuden der besten Klasse lag er mit 85 kWh/(m²a) um 45% niedriger (siehe Tab. 49 im Anhang). Vergleicht man den Verbrauch ohne Warmwasser wird der Unterschied noch deutlicher: Bei den drei Gebäuden der Stichprobe in der schlechtesten Bewertungsklasse lag der Heizenergieverbrauch bei 192 kWh/(m²a), bei den sieben Gebäuden der besten Klasse bei 44 kWh/(m²a) – also um 77% niedriger (siehe Tab. 50 im Anhang).

Weiterhin konnte für die Stichprobe festgestellt werden, dass das bei der NHW etablierte Verfahren der Berechnung einer EnEV-Normbilanz mit dem „EnergyProfile“-Tool für die Prognose des Verbrauchs nach

Modernisierung recht realistische Zahlenwerte liefert: Die Verbrauchswerte für Heizung und Warmwasser lagen 2017 bei den sieben am besten eingestuften Gebäude im Mittel 12% unter dem Normenergiebedarf (siehe Tab. 49 im Anhang) – wobei die Unterschiede zwischen dem realem Klima am Standort und dem Normklima zu beachten sind (2017 lag die lokale Gradtagszahl um 18% niedriger).

Durch Vergleich der einzelnen Verbrauchswerte mit den so ermittelten Benchmarks konnten mehrere „Ausreißer“-Gebäude identifiziert werden, die im betrachteten Verbrauchsjahr 2017 gemessen am Erwartungswert einen auffällig hohen bzw. in einem Fall einen auffällig niedrigen Energieverbrauch aufweisen. Um die Ursachen zu ermitteln, fand eine vertiefte Datenüberprüfung und -analyse statt. Auf diese Weise konnte als Grund für ein höheres Verbrauch-Bedarf-Verhältnis in einem Fall eine Unstimmigkeit in den Zustandsdaten gefunden werden (zu gut angesetzte Fensterqualität), die durch Änderung in den Energieprofil-Daten korrigiert werden konnte. In einem anderen Fall wurde bei einem Ortstermin die wenig effiziente Betriebsführung als Ursache identifiziert und eine entsprechende Änderung in der Anlagenregelung vorgenommen.

Um den Mechanismus der Bildung von bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks und die dafür konzipierte Excel-Mappe zu überprüfen, wurde die Quartiersstichprobe (Datensätze von 32 Gebäuden) um weitere 48 Gebäude erweitert. Die je Energiebedarfsintervall gebildeten Mittelwerte des Verbrauchs und zugehörigen Streuungen wurden mit Ergebnissen einer anderen kürzlich veröffentlichten Studie verglichen. Dabei konnte für die Mittelwerte eine recht gute Übereinstimmung festgestellt werden, die Streuung des Verbrauch-Bedarf-Verhältnis ist dabei deutlich geringer – was bei Mehrfamilienhäusern mit geringerem Nutzereinfluss bei Vorlage valider Daten auch zu erwarten ist. Voraussetzung der Verwendung dieser Daten und zukünftiger Erweiterungen ist, dass die Zuordnungen der Bedarfsanteile zum gemessenen Verbrauch jeweils systematisch überprüft werden.

Durch die im Zuge der Qualitätssicherung und Ausreißeranalyse vorgenommene Datenüberprüfung haben sich im Verlauf des Projekts leichte Änderungen bei dem Verbrauch-Bedarf-Vergleich ergeben. Im Anhang B ist daher der Endstand der verschiedenen Diagramme und Tabellen für die im Quartier untersuchte Gebäudestichprobe dokumentiert.

10.2 Resümee zur Datenlage, zur Methodik und zum Vorgehen

Bezüglich der vorhandenen Daten und der angewendeten Methodik können folgende Erkenntnisse festgehalten werden:

- Alle notwendigen Informationen sind in den Datenbank-Auszügen Verbrauch und Energieprofil enthalten.
- Die Zusammenführung der Daten-Exporte Verbrauch und Bedarf in der Excel-Mappe „VB-Vergleich.xlsx“ funktioniert im Grundsatz. Der Zeitaufwand für das Einspielen von neuen Datenbank-Auszügen lag etwa bei einer Stunde.
- Die Systematik der Zusammenführung von Verbrauch und Bedarf ist recht komplex. Bei Erweiterungen der Stichprobe über das Quartier hinaus müssen die Zuordnungen der Bedarfsanteile zu den vorliegenden Verbrauchsdaten systematisch überprüft werden. Insbesondere müssen einfache Lösungen für Fälle erarbeitet werden, in denen Mischsysteme vorliegen (also beispielsweise dezentrale und zentrale Warmwasserbereitung in einem Gebäude).
- Die Qualitätsprüfung der Energieprofil-Daten (unsanierter Gebäude) verbessert die Genauigkeit der Verbrauch-Bedarf-Analyse, da damit bisher nicht erfasste Maßnahmen früherer Jahrzehnte berücksichtigt werden können. Die Benchmark-Ermittlung funktioniert aber auch bei verbleibender Unsicherheit – die Bedarfsrechnung liegt dann noch stärker „auf der sicheren Seite“. Wichtig für die Anwendung als Prognose-Instrument bei der energetischen Modernisierung ist, dass die Maßnahmen energetisch hochwertig modernisierter Gebäude genau und vollständig erfasst sind.
- Empfehlungen für Verbesserungen bei den Datenbank-Auszügen:
 - Energieprofil: Es sollte eine Versionierung der Daten zum Gebäudezustand (je Jahr) vorgenommen werden, um den Verbrauch-Bedarf-Vergleich auch für zurückliegende Jahre durchführen zu können. Weiterhin sollten Gebäude mit undefiniertem Zustand (Baustelle bei energetischer Modernisierung) entsprechend gekennzeichnet werden, die dann bei der Bildung von Verbrauchsbenchmarks für das betreffende Jahr nicht berücksichtigt werden.
 - Verbrauchsdaten: Empfohlen wurde die Einführung eines Indikators für die Art der Warmwasser-Wärmemessung und eines Indikators für Leerstand und häufigen Bewohnerwechsel. Die ersten beiden Indikatoren wurden bereits im Datenexport berücksichtigt und konnten für die letzte Version der Auswertung genutzt werden (siehe Anhang B).
 - Wärmeversorgungsanlagen (WVA-Daten): Bei der vorliegenden Analyse wird die Trassenlänge von im Erdreich verlegten Leitungen aus der Anzahl der versorgten Gebäudeblöcke geschätzt. Es wäre hilfreich, wenn diese Daten und zum Beispiel die Dämmqualität der Nahwärmeleitungen oder zumindest das Baujahr in den WVA-Daten mit enthalten wären.
- Das Vorgehen bei der Ausreißeranalyse war im Projekt sehr ausführlich. In der Praxis empfiehlt sich ein einfacheres abgestuftes Vorgehen (siehe nächster Abschnitt).

10.3 Nutzen der Energieverbrauchsbenchmarks

Zentrales Ergebnis des Modellprojekts ist das Verfahren zur Ermittlung „bedarfsdifferenzierter Verbrauchsbenchmarks“: Jeder Bedarfsklasse wird ein Mittelwert und eine Streuung des Verbrauchs zu geordnet.

Bei einer gegebenenfalls jährlich durchgeführten Analyse können die Verbrauchsbenchmarks in Zukunft für die Plausibilitätsprüfung (siehe Illustration in Bild 63a) sowie für die Identifizierung von „Ausreißer“-Gebäuden (Bild 63b) verwendet werden. Dabei sind „Ausreißer“ solche Gebäude, die deutlich mehr oder weniger Energie verbrauchen als der Rest der Klasse (bzw. als gemäß der typischen Streuung des Verbrauch-Bedarf-Verhältnis zu erwarten wäre). Für diese einzelnen Gebäude wird eine vertiefte Datenüberprüfung und -analyse vorgenommen, die gegebenenfalls in (geringinvestive) Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs mündet.

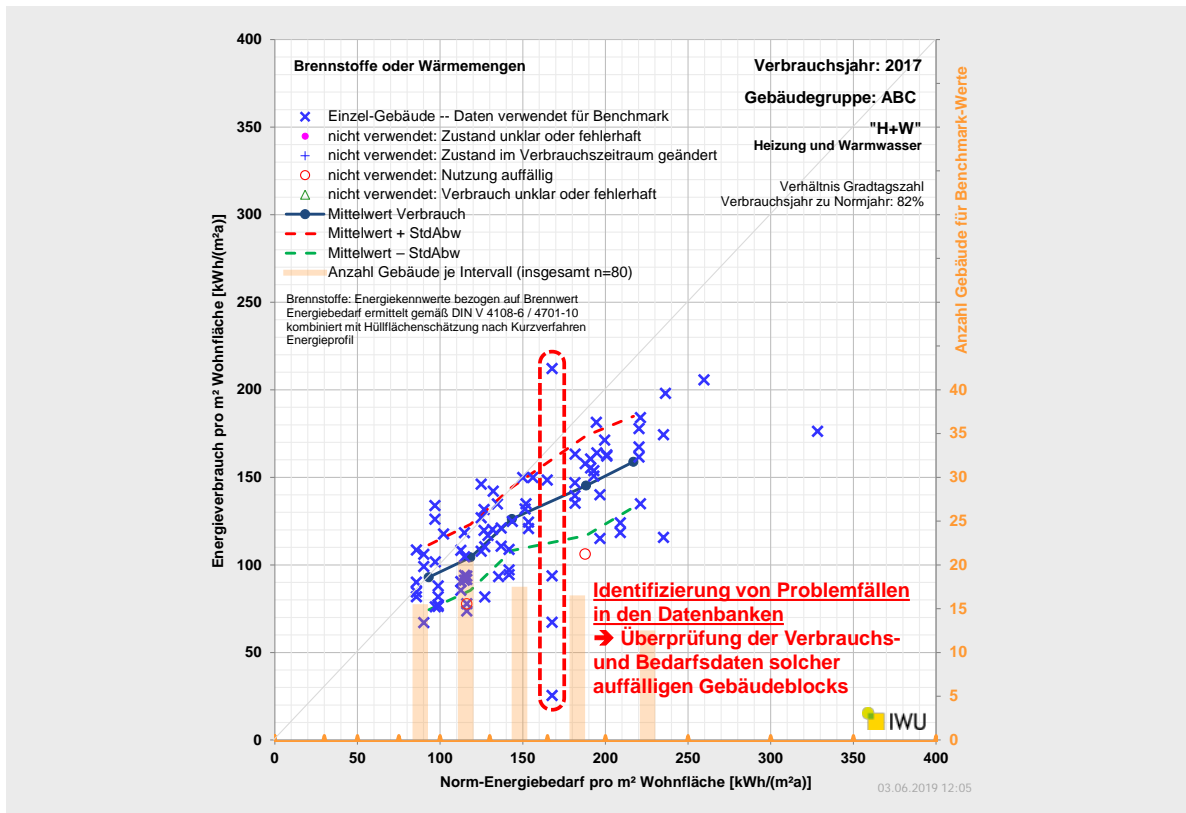
Aus den Erfahrungen im Modellprojekt wird ein schrittweises Vorgehen für die Überprüfung von Ausreißern vorgeschlagen:

- (1) Vergleich mit Vorjahreswerten; Differenzierung zwischen Heizung und Warmwasser;
- (2) Überprüfung der Verbrauchsdaten durch Vergleich mit der Rechnung für die Energielieferung und mit der Liegenschaftsabrechnung, ggf. Korrektur;
- (3) Beschaffung und Analyse monatlicher Verbrauchsdaten (insbesondere Energieverbrauch für Heizung im Sommer und in den Übergangszeiten);
- (4) im Fall eines modernisierten Gebäudes: Vergleich der Zustandsdaten mit dem Wärmeschutznachweis bzw. Nachweis nach EnEV sowie ggf. mit dem Leistungsverzeichnis bzw. den Handwerkerrechnungen; ggf. Korrektur der Zustandsdaten und Neuberechnung des Energiebedarfs;
- (5) Vor-Ort-Überprüfung:
 - (a) Vergleich des augenscheinlichen Zustands mit den Zustandsdaten, ggf. Korrektur der Zustandsdaten und Neuberechnung des Energiebedarfs oder Einleitung von Maßnahmen (zum Beispiel Dämmung von Leitungen in der Heizzentrale);
 - (b) Vergleich der Regelungseinstellungen und des aktuellen Betriebszustands mit den Sollwerten; ggf. Änderung der Einstellungen oder Hinweise an Bewohner

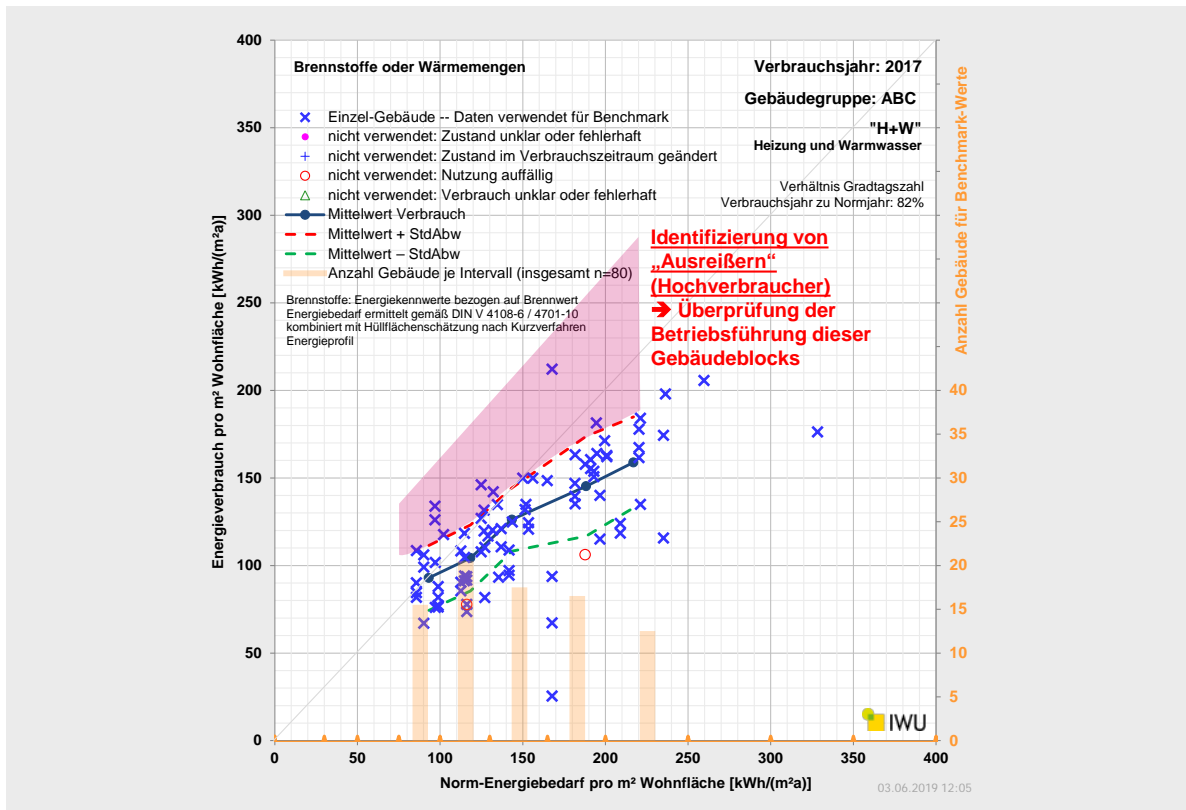
Darüber hinaus können die für ein Wohnungsunternehmen erstellten bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks als Prognosewerkzeug z.B. für Modernisierungsplanungen verwendet werden (siehe Illustration in Bild 63c). Die Benchmark-Analyse liefert für verschiedene Intervalle des Energiebedarfs für das Verhältnis Verbrauch zu Bedarf jeweils Mittelwerte und Streuungen. Diese Verhältniszahlen können als Faktoren für die Kalibrierung des Normenergiebedarfs auf das typische Verbrauchsniveau verwendet werden. Damit steht ein Verfahren zur Verfügung, mit dessen Hilfe einem konkreten Gebäude, dessen energetischer Zustand grob bekannt ist, der Erwartungswert und die typische Spanne des Energieverbrauchs zugeordnet werden können. Dieses Verfahren ist insbesondere zur Abschätzung des nach einer Modernisierung oder Teilmodernisierung erwarteten Energieverbrauchs von Bedeutung.

Bild 63: Illustration des Nutzens der „bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks“

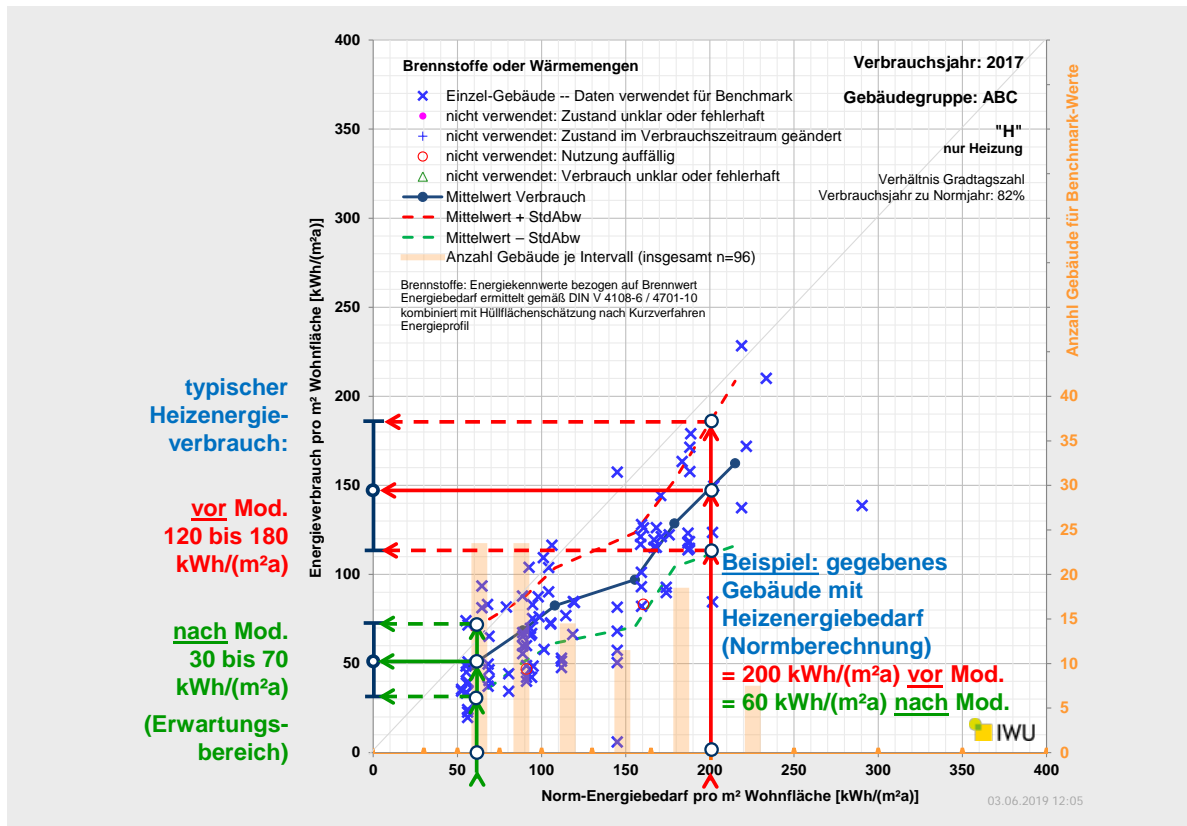
(a) Identifizierung von Problemfällen in den Datenbanken als Ausgangspunkt für die Überprüfung von Verbrauchsdaten und Bedarfsberechnung*



(b) Identifizierung von Ausreißern als Ausgangspunkt für Maßnahmen zur Verbesserung*



(c) Ermittlung des Erwartungswerts und der typischen Spanne des Verbrauchs für ein gegebenes Gebäude vor und nach Modernisierung (Prognose-Verfahren)*



***) Erläuterung zu den Benchmark-Diagrammen**

x-Achse: auf Basis von Gebäudedaten berechneter Norm-Energiebedarf pro m² Wohnfläche

y-Achse: gemessener Jahresverbrauch pro m² Wohnfläche als Grundlage für die Heizkostenabrechnung

Bild (a) und (b): für Heizung + Warmwasser; Bild (c): nur für Heizung

Die Bilanzebene richtet sich je Gebäude nach den gemessenen und in der Abrechnung ausgewiesenen kWh-Werten (Brennstofflieferung, Fernwärmelieferung, Wärmeerzeugung eines Kessels in einer Heizzentrale mit mehreren angeschlossenen Gebäuden oder im Heizungskeller eines Gebäudes, in Wärmeübergabestationen gemessene Wärmemenge, ...). Aus der Bedarfsberechnung werden die passenden Bilanzanteile je Gebäude diesen Messwerten zugeordnet.

10.4 Empfehlungen und Ausblick

Verbrauchscontrolling und -benchmarking bei der Nassauischen Heimstätte / Wohnstadt

Auf der Grundlage der im Modellprojekt gemachten Erfahrungen möchten wir die folgenden Empfehlungen zur weiteren Umsetzung bzw. Anwendung des Konzepts im Unternehmen abgeben:

- Wir empfehlen eine Ausweitung der Analyse auf größere Teile des Bestandes der NHW und eine jährliche Wiederholung. Die Umsetzung im Unternehmen erfordert Zuständigkeiten, Prozessdefinitionen und personelle Ressourcen einerseits im Bereich Datenmanagement und -analyse (Datenzusammenführung, Überprüfung und Darstellung der Ergebnisse) sowie bezüglich der Vor-Ort-Überprüfung und ggf. Verbesserung der „Ausreißer“-Gebäude.
- Als Grundlage für die Vor-Ort-Überprüfung wäre es sinnvoll, dass in jeder Heizzentrale an geeigneter Stelle ein tabellarisches Logbuch für Regelungseinstellungen vorhanden ist, dessen Spalten jeweils auf die in der Heizzentrale vorhandene Regelung zugeschnitten sind und das die Sollwerte aus der Planung als Default-Eintragungen enthält.
- Weiterhin empfehlen wir die Definition eines Prozesses, wie mit Mieterbeschwerden über zu wenig Heizwärme bzw. zu geringe Temperaturen umgegangen wird, da diese häufig die Ursache für zu hoch eingestellte Anlagenparameter sind. Ziel des Prozesses ist eine Klärung der Problemlage und eine darauf abgestimmte nachvollziehbare Reaktion.
- In Zukunft könnte über die Fernüberwachung von Wärmeversorgungsanlagen die Aufrechterhaltung einer energieeffizienten Betriebsführung erleichtert werden. Die oben genannten Punkte, das Regelungslogbuch, die Prozessdefinition und die personellen Ressourcen für Energiemanagement, stellen dabei den ersten Schritt in Richtung Digitalisierung des Verbrauchscontrollings dar.
- Eine kontinuierliche Überprüfung der Energieprofil-Eingangsdaten scheint sinnvoll, um in der ferneren Vergangenheit realisierte Modernisierungsmaßnahmen zu erfassen. Denkbar wäre die Schaffung eines vereinfachten Blattes für die Erfassung von Energieprofil-Daten nach Augenschein im Zuge von Vor-Ort-Terminen (Variante des Energieprofil-Fragebogens).
- In Zukunft sollten auch Wege gesucht werden, wie Gebäude, deren Heizenergieverbrauch nicht in der Nebenkostenabrechnung enthalten ist (z.B. im Fall von Gasetagenheizungen), in die Bildung von Verbrauchsbenchmarks einbezogen werden können.
- Die ermittelten Verbrauchsbenchmarks können für die differenzierte Abschätzung der CO₂-Emissionen und der gegenüber einem Vergleichszeitpunkt erzielten Minderung (z.B. im Nachhaltigkeitsbericht) herangezogen werden.
- Weiterhin sollte überprüft werden, inwiefern die Ergebnisse auch zur Information von Mietern verwendet werden können, um so das Vertrauen in die energetische Modernisierung und die Nachfrage nach energetisch modernisiertem Wohnraum zu stärken. Sinnvoll wäre die Möglichkeit, den eigenen Verbrauch (Wohnung + Gebäude) in die bedarfsdifferenzierten Benchmarks aller Gebäude der NHW einzuordnen sowie die mit Heizung und Warmwasser verbundenen CO₂-Emissionen des Gebäudes auszuweisen (in Kilogramm CO₂ für eine mittelgroße Wohnung des Gebäudes = Gesamtemissionen geteilt durch Anzahl Wohnungen)
- Durch ein breiter angelegtes Verbrauchscontrolling und Benchmarking können in Zukunft energetisch modernisierte Gebäude identifiziert werden, die ein vergleichsweise niedriges Verbrauch-Bedarf-Verhältnis haben. Diese könnten als Vorbild für die Planung anstehender Modernisierungen dienen sowie als positive Beispiele energetischer Maßnahmen für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt werden.

Weiterer Forschungsbedarf

Bei der Weiterentwicklung der Methodik sollte ein besonderer Fokus auf folgenden Punkten liegen:

- Die stark streuenden Werte der Wärmeverluste der Warmwasserbereitung können durch das EnEV-Berechnungsmodell nicht abgebildet werden. Die Abhängigkeit von den verschiedenen Parametern insbesondere auch der Art der Strangführung (Schätzverfahren für Leitungslängen) sollte noch näher untersucht werden.
- Die Möglichkeiten der Anpassung der Bilanzrechnung an die realen Randbedingungen (realistische Raumtemperaturen, reales Klima, tatsächliche Warmwasserzapfmengen, etc.) müssen in Zukunft näher betrachtet werden.

Bedarfsdifferenzierte Verbrauchsbenchmarks in anderen Wohnungsunternehmen

Darüber hinaus stellt sich die Frage, inwiefern das im Rahmen der vorliegenden Studie entwickelte Konzept zur Bildung von bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks auch auf andere Wohnungsunternehmen übertragen werden kann. Bei den beiden Veranstaltungen (Experten-Workshop und Fachtagung, siehe Kapitel 9) wurden in den Diskussionen eine Reihe von Herausforderungen deutlich:

- Bisher findet eine systematische Erfassung und Pflege von energetisch relevanten Zustandsindikatoren kaum statt.
- Auch bei Neubauten und modernisierten Gebäuden liegen die Eingangsdaten für den Energiebedarfsausweis nach EnEV nur in Objektdateien vor und stehen für Querauswertungen in der Regel nicht zur Verfügung. Allenfalls die Hauptergebnisdaten des Energiebedarfsausweises werden in Datentabellen gepflegt.
- Die energieeffiziente Betriebsführung der Wärmeversorgung („Aufrechterhaltung“ von Regelungseinstellungen) wird generell als Problempunkt gesehen.

Als Voraussetzung für den Einstieg in die Bildung von Verbrauchsbenchmarks empfehlen wir daher, eine systematische Erfassung der energetisch relevanten Zustandsindikatoren anzugehen. Bei der Festlegung der Erhebungsgrößen wäre eine Anlehnung an die Energieprofil-Indikatoren sinnvoll (siehe Abschnitt 2.2), die auch eine vereinfachte Energiebilanzberechnung erlauben. Liegen für den Gesamtbestand differenzierte Energiebedarfsdaten vor (Nutzwärme, Wärmeerzeugung, Endenergie; jeweils für Heizung und Warmwasser), so kann eine Zuordnung des Energiebedarfs zum Energieverbrauch (entsprechend dem für die Verbrauchsmessung vorliegenden Bilanzraum) vorgenommen werden. Hierzu kann auch die im Rahmen des Projekts erarbeitete Excel-Mappe herangezogen werden.

Im Anhang A findet sich eine Checkliste, die anderen Wohnungsunternehmen als Leitlinie für die Einführung eines Verbrauchscontrollings auf der Grundlage von bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks dienen kann.

Basis-Monitoring-Indikatoren auf Bundesebene

Die langjährige Pflege eines Satzes von Basis-Monitoring-Indikatoren bei der NHW war die entscheidende Voraussetzung für die Umsetzung des „Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks“. Es handelt sich um die folgenden Kenngrößen (siehe Abschnitt 2.2):

- Grunddaten (Wohnfläche, Anzahl Vollgeschosse, Beheizungssituation im Keller- und Dachgeschoss, Anzahl Nachbargebäude, Anzahl Wohnungen, Jahr der erfassten Grunddaten, ...);
- energetische Qualität der thermischen Hülle (Baujahr, Art der Konstruktion, Dämmstärken, Jahr der Dämmung, Jahr der erfassten energetischen Qualität, ...);
- Charakterisierung des Wärmeversorgungssystems (Typen der Wärmeerzeugung, -speicherung, -verteilung für Heizung und Warmwasser; Einsatz erneuerbarer Energien; Jahr der Installation / Erneuerung; Jahr des erfassten Versorgungssystems, ...);

Diese auf dem „Kurzverfahren Energieprofil“ [KVEP 2005] basierenden Indikatoren wurden auch in verschiedenen anderen Bereichen bereits für die energetische Charakterisierung von Bestandsgebäuden verwendet.¹³ Insbesondere bei den 2009 und 2016 durchgeführten bundesweiten Stichprobenerhebungen im Wohngebäudebestand [Diefenbach et al. 2010] [Cischinsky, Diefenbach et 2018] kamen sie zum Einsatz, so dass für Einzelgebäude oder Gebäudeportfolios auch ein Vergleich mit der nationalen Statistik möglich ist.

Um Energieverbrauchsbenchmarks auch auf Bundesebene zu etablieren, empfehlen wir die Aufnahme der Basis-Monitoring-Indikatoren in die Regelungen zum Energieausweis durch die Bundesregierung (vgl. Vorschläge in [Loga et al. 2019]). Konkret bedeutet dies die Integration der Energieprofil-Indikatoren

- in ein ergänzendes Datenübersichtsblatt für den Energiebedarfsausweis;
- in die XML-Datei für den Energiebedarfsausweis;
- in einen Erhebungsbogen für den Energieverbrauchsausweis sowie in eine zugehörige XML-Datei (kompatibel mit dem Energieprofil-Teil der XML-Datei des Bedarfsausweises, siehe oben).

Durch die Definition eines für alle Anwendungsfelder harmonisierten Satzes würde sichergestellt, dass die Daten immer vollständig und in vergleichbarer Weise vorliegen.

Die durchgehende Verwendung einheitlicher Basis-Monitoring-Indikatoren hätte eine gravierende Verbesserung der Datenlage in der Wohnungswirtschaft zur Folge:

- Messdienstleistungsunternehmen könnten ihre veröffentlichten Verbrauchsstatistiken um den Parameter "energetische Gebäudequalität" erweitern, also ähnlich wie in dieser Studie bedarfsdifferenzierte Verbrauchsbenchmarks angeben.
- Wenn alle Messdienstleister die gleichen Erhebungsgrößen verwenden, wäre auch eine Zusammenführung der Benchmarks verschiedener Messdienstleister möglich (übergreifende Auswertung auf Ebene Bundesländer oder Bund).
- Messdienstleister könnten die Erstellung von bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks auch als Dienstleistung den von Ihnen betreuten Wohnungsunternehmen anbieten.
- Auf der Basis der Energieausweis-XML-Dateien (Verbrauchs- und Bedarfsausweis) könnten Wohnungsunternehmen ihre eigenen Datenbanken aufbauen, die sowohl die energierelevanten Informationen zum Zustand (Energieprofil-Indikatoren) als auch den Normenergiebedarf enthalten würden.

¹³ Siehe <https://www.iwu.de/forschung/energie/kurzverfahren-energieprofil/>

Literatur

- [BMWi/BMUB 2015] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015): Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand. Vom 7. April 2015, Berlin, 7. April 2015; Download-Link (07.08.2017):
- [Cischinsky, Diefenbach 2018] Cischinsky, Holger; Diefenbach, Nikolaus: Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016; IWU – Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2018
https://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/Endbericht_Datenerhebung_Wohngeb%C3%A4udebestand_2016.pdf
- [Diefenbach et al. 2010] Diefenbach, Nikolaus (IWU); Cischinsky, Holger (IWU); Rodenfels, Markus (IWU); Clausnitzer, Klaus-Dieter (Bremer Energie Institut): Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand; IWU – Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2010
<http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/EnEV/Bekanntmachungen/Download/WGDatenaufnahme2013.pdf?blob=publicationFile&v=5>
- [EPISCOPE EPI 2016] Diefenbach, Nikolaus; Loga, Tobias; Stein, Britta (ed.): Application of Energy Performance Indicators for Residential Building Stocks. Experiences of the EPISCOPE project; IWU – Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, March 2016
http://episcope.eu/fileadmin/episcope/public/docs/reports/EPISCOPE_Indicators_ConceptAndExperiences.pdf
- [EPI-Tables DE 2016] “EPI Tables DE” - Documentation of Energy Performance Indicators. Indicator documentation of the EPISCOPE Case Study: Future Climate Protection Scenarios for the National Housing Stock in Germany; prepared in the framework of the European project EPISCOPE; IWU – Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, March 2016
http://episcope.eu/fileadmin/episcope/public/docs/epi-tables_Excel/DE_EPISCOPE_EPI-Tables_NationalCaseStudy_IWU.pdf
- [KVEP 2005] Loga, Tobias; Diefenbach, Nikolaus; Knissel, Jens; Born, Rolf: Entwicklung eines vereinfachten, statistisch abgesicherten Verfahrens zur Erhebung von Gebäudedaten für die Erstellung des Energieprofils von Gebäuden („Kurzverfahren Energieprofil“); Untersuchung gefördert durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung; IWU – Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2005
<http://www.iwu.de/forschung/energie/laufend/kurzverfahren-energieprofil/>
- [LEG 1995] Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung; Hrsg. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten / IWU – Institut Wohnen und Umwelt; Wiesbaden 1995
<https://www.iwu.de/veroeffentlichungen/fachinformationen/energiebilanzen/info-leg-ephw/>
- [Loga et al. 2019] Loga, Tobias; Stein, Britta; Hacke, Ulrike; Müller, André; Großklos, Marc; Born, Rolf; Renz, Ina; Cischinsky, Holger; Hörner, Michael; Weber, Ines: Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen; Hrsg.: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR); BBSR-Online-Publikation 04/2019; Bonn, März 2019
ISSN 1868-0097
<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2019/bbsr-online-04-2019-dl.pdf>

Abbildungsverzeichnis

Bild 1:	Energieprofil-Formblätter (Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“, Version 2012)	10
Bild 2:	Laden und Speichern der in den Energieprofil-Formblättern eingegebenen Daten in den Datentabellen (Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“, Version 2012)	12
Bild 3:	Energieprofil-Datentabellen (Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“, Version 2012)	13
Bild 4:	Nachvollziehbare Energiebilanz im Energieprofil-Rechenblatt (Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“, Version 2012)	13
Bild 5:	Histogramm jährlicher Primärenergiebedarf pro m ² Wohnfläche der NHW (Auswertung der Energieprofil-Datenbank durch NHW)	14
Bild 6:	Talend-Oberfläche / Datenfelder Energieverbrauch	15
Bild 7:	Lagepläne der drei Quartiere, inklusive farblicher Markierung des Endenergiebedarfs nach EnEV (ermittelt mit EnergyProfile.xls) und der Wärmeversorgungsstruktur (Pläne erstellt durch die Nassauischen Heimstätte)	17
Bild 8:	Quartiersplan Dreieich Stadtmitte mit Identifikation der Gebäude, der Blöcke und der Wärmeversorgungsanlagen.....	24
Bild 9:	Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H053	25
Bild 10:	Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H69	26
Bild 11:	Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H65	27
Bild 12:	Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H109	28
Bild 13:	Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H105	29
Bild 14:	Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H126	30
Bild 15:	Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H2	31
Bild 16:	Abgerechneter Energieverbrauch für Heizung im Jahr 2017, aufgetragen über dem standardisiert ermittelten Endenergiebedarf für Heizung – dabei Differenzierung zwischen den Ebenen Gebäude, Gebäudeblock und Heizungsanlage	37
Bild 17:	Abgerechneter Energieverbrauch für Warmwasser im Jahr 2017, aufgetragen über dem standardisiert ermittelten Endenergiebedarf für Warmwasser – dabei Differenzierung zwischen den Ebenen Gebäude, Gebäudeblock und Heizungsanlage	39
Bild 18:	Abgerechneter Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser im Jahr 2017, aufgetragen über dem standardisiert ermittelten Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser – dabei Differenzierung zwischen den Ebenen Gebäude, Gebäudeblock und Heizungsanlage.....	41
Bild 19:	Vergleichswerte Heizung („H“) mit Datenpunkten der Einzelgebäude, gekennzeichnet entsprechend ihrer Verwendung	48
Bild 20:	Vergleichswerte Warmwasser („W“) mit Datenpunkten der Einzelgebäude, gekennzeichnet entsprechend ihrer Verwendung – nur Gebäude mit gemessenem Wärmeverbrauch für Warmwasser (inkl. Wärmeverteilverluste).....	50
Bild 21:	Vergleichswerte Heizung („H“) mit Datenpunkten der Einzelgebäude, gekennzeichnet entsprechend ihrer Verwendung	52
Bild 22:	Häufigkeiten der Warmwasser-Zapfmengen je Gebäude im Jahr 2017.....	54
Bild 23:	Verschiebung von Datenpunkten durch die Vor-Ort-Überprüfung – links ohne Aktualisierung, rechts mit Aktualisierung der Daten; (die rechts dargestellten Diagramme sind identisch mit denen in Abschnitt 6)	56
Bild 24:	Änderung der Verbrauchs-Benchmarks durch die Vor-Ort-Überprüfung – links ohne Aktualisierung, rechts mit Aktualisierung der Daten; (die rechts dargestellten Diagramme sind identisch mit denen in den Abschnitten 7.3 bis 7.5)	57

Bild 25:	Auswertungen für das Verbrauchsjahr 2016 im Vergleich zu 2017 Datenpunkte Gebäude, Block und Wärmeversorgungsanlage (die rechts dargestellten Diagramme sind identisch mit denen in Abschnitt 6)	59
Bild 26:	Benchmarks für das Verbrauchsjahr 2016 im Vergleich zu 2017 (die rechts dargestellten Diagramme sind identisch mit denen in den Abschnitten 7.3 bis 7.5)	60
Bild 27:	Vergleich der auf der Basis der LEG/KVEP-Berechnung ermittelten Benchmarks mit den auf der Basis von DIN/EnEV ermittelten Werten (die links dargestellten Diagramme sind identisch mit denen in den Abschnitten 7.3 bis 7.5)	62
Bild 28:	Verbrauch-Bedarf-Zusammenhang und Vergleichswerte „H+W“, „H“ und „W“ für die erweiterte Stichprobe (zusätzliche Gebäude ohne Überprüfung der Daten) – zusätzlich dargestellt sind „H+W“ und „W“ abzüglich Nutzwärme Warmwasser (Eliminierung der Abhängigkeit von den gezapften Warmwasser-Mengen)	66
Bild 29:	Datensätze Verbrauch-Bedarf von mehr als 2800 Wohngebäuden und Mittelwerte des Verbrauchs für die gebildeten Bedarfsintervalle (MFH und MFH; aus: [Loga et al. 2019])	72
Bild 30:	Datensätze Verbrauch-Bedarf für die erweiterte Stichprobe (80 MFH) der vorliegenden Studie (aus Abschnitt 7.9) und Mittelwerte des Verbrauchs für die gebildeten Bedarfsintervalle	72
Bild 31:	Überlagerung von Bild 29 und Bild 30 zum direkten Vergleich	73
Bild 32:	Festlegung der zu untersuchenden „Ausreißer“ (Quelle: Zwischenbericht vom 18.10.2018)	75
Bild 33:	Quartiersplan Dreieich Stadtmitte mit Identifikation der Gebäude, der Blöcke und der Wärmeversorgungsanlagen. Ausreißer-Häuser sind gelb hinterlegt!	78
Bild 34:	Vergleich Energieverbrauch von teilsanierten zu vollsanierten Gebäuden für 2016 und 2017	81
Bild 35:	Monatsauswertung Energieverbrauch Warmwasserbereitung H053 2017/18	82
Bild 36:	Gebäudeblock „5000.S2289.001“	82
Bild 37:	Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H109	84
Bild 38:	Benchmarks für das Verbrauchsjahr 2016 im Vergleich zu 2017 Markierung: Gebäude „S2289_2“	85
Bild 39:	Geordnete Verbrauchswerte der Wohnungen in den Gebäuden „S2289_1“ und „S2289_2“	86
Bild 40:	Witterungsbereinigter spez. Energieverbrauch Heizung + Warmwasser	87
Bild 41:	Flächenbezogener Energieverbrauch Heizwärme Schlagfeldstr. 32, 34 wohnungsweise aufgelöst (Erfassung aus der Differenz zwischen Gaszähler und Wärmemengenzähler für Warmwasser, Aufteilung auf die Wohnungen per Heizkostenverteiler – geordnet nach dem Verbrauch 2016)	87
Bild 42:	Flächenbezogener Energieverbrauch Warmwasser Schlagfeldstr. 32, 34 wohnungsweise aufgelöst (Erfassung mit Wärmemengenzähler, Aufteilung auf die Wohnungen per gemessenem Warmwasserzapfvolumen – geordnet nach dem Verbrauch 2016)	88
Bild 43:	Gebäudeblock „5000.S2288.001“	89
Bild 44:	Wärmeversorgungsanlage 500-H105	91
Bild 45:	Wohnflächenbezogener Energieverbrauch der Schlagfeldstr. 41-45 2017	92
Bild 46:	Geordnete, flächenbezogene Verbrauchswerte der Wohnungen in den Gebäuden „S2288_1“ (Wohnung 1 bis 8), „S2289_2“ (Wohnung 9 bis 16) und „S2289_3“ (Wohnung 17 bis 24)	93
Bild 47:	Witterungsbereinigter flächenbezogener Gesamtenergieverbrauch Schlagfeldstr. 41 - 45	94
Bild 48:	Witterungsbereinigter flächenbezogener Heizenergieverbrauch Schlagfeldstr. 41 - 45	94
Bild 49:	Energieverbrauch Warmwasserbereitung Schlagfeldstr. 41 - 45	95
Bild 50:	Geordneter, flächenbezogener Gesamtwärmeverbrauch je Wohnung in der Schlagfeldstr. 41 – 45	95
Bild 51:	Flächenbezogener Heizenergieverbrauch 2014 - 2017 H105	96
Bild 52:	Flächenbezogener Energieverbrauch 2014 – 2017 H105	96
Bild 53:	Flächenbezogener abgerechneter Energieverbrauch Warmwasser 2014 – 2017 H105	97
Bild 54:	Flächenbezogener Warmwasserverbrauch 2014 -2017 H105	97
Bild 55:	Flächenbezogener Wasserverbrauch Zeppelinstr. 10 – 16 und Schlagfeldstr. 41-45 2014 - 2017	98

Bild 56:	Blöcke „5000.S2292.001“, „5000.S2292.002“, „5000.S2294.001“	100
Bild 57:	Gebäude und Wärmeversorgungsanlage 500-H053	102
Bild 58:	Witterungsbereinigter spez. Energieverbrauch Heizung und WW Gravenbruchstr. 13, 15, 11.....	103
Bild 59:	Witterungsbereinigter spez. Energieverbrauch Heizung Gravenbruchstr. 13, 15, 11.....	103
Bild 60:	Wohnflächenbezogener Energieverbrauch Warmwasser Gravenbruchstr. 13, 15, 11	104
Bild 61:	Spez. Warmwasserverbrauch Gravenbruchstr. 13 ,15, 11	104
Bild 62:	Geordnete, flächenbezogene Verbrauchswerte der Wohnungen in den Gebäuden Gravenbruchstraße 13, 15 und 11.....	105
Bild 63:	Illustration des Nutzens der „bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks“	119

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Strukturdaten der drei Quartiere in der EnergyProfile-Datenbank der NHW und in der Verbrauchsdatenbank der MET.....	16
Tab. 2:	Energetischer Gebäudezustand der Gebäude in den drei Quartieren und Vergleich mit dem Gesamtbestand der NHW (EnergyProfile-Datenbank der NHW)	19
Tab. 3:	Messdatenerfassung der Verbrauchsabrechnung (MET-Datenbank)	20
Tab. 4:	Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H053 versorgte Blöcke.....	25
Tab. 5:	Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H69 versorgte Blöcke.....	26
Tab. 6:	Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H65 versorgte Blöcke.....	27
Tab. 7:	Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H109 versorgte Blöcke.....	28
Tab. 8:	Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H105 versorgte Blöcke.....	29
Tab. 9:	Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H126 versorgte Blöcke.....	30
Tab. 10:	Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H2 versorgte Blöcke.....	31
Tab. 11:	Bei der Vor-Ort-Begehung festgestellte Abweichungen zu den Energieprofil-Zustandsdaten	33
Tab. 12:	Schema für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich auf den drei räumlichen Bilanzebenen für den Fall „H – nur Heizung“ und Reihenfolge der Datenverarbeitung (Zahlen in Klammern)	36
Tab. 13:	Schema für den Verbrauchs-Bedarfs-Vergleich auf den drei räumlichen Bilanzebenen für den Fall „W – nur Warmwasser“ und Reihenfolge der Datenverarbeitung (Zahlen in Klammern).....	38
Tab. 14:	Schema für den Verbrauchs-Bedarfs-Vergleich auf den drei räumlichen Bilanzebenen für den Fall „H+W – Heizung & Warmwasser“ und Reihenfolge der Datenverarbeitung (Zahlen in Klammern)	40
Tab. 15:	Vergleich Verbrauch und Bedarf Heizung auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang)	42
Tab. 16:	Vergleich Verbrauch und Bedarf Wärme für Warmwasser auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang).....	43
Tab. 17:	Vergleich Verbrauch und Theoriewert gezapfte Wassermengen auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang).....	44
Tab. 18:	Vergleich Verbrauch und Bedarf Heizung & Warmwasser auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang).....	45
Tab. 19:	Erläuterung der Ausschlusskriterien für die Bildung von Verbrauchs-Benchmarks	47
Tab. 20:	Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Heizung im Verbrauchsjahr 2017	49
Tab. 21:	Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Warmwasser für das Verbrauchsjahr 2017	51
Tab. 22:	Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser im Verbrauchsjahr 2017	53
Tab. 23:	Gegenüberstellung der Berechnungsmodi „EnEV“ und „LEG/KVEP“ in der Arbeitsmappe „EnergyProfile.xls“	61

Tab. 24:	Benchmark-Tabelle für Berechnungen nach LEG/KVEP mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Heizung im Verbrauchsjahr 2017	63
Tab. 25:	Benchmark-Tabelle für Berechnungen nach LEG/KVEP mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Warmwasser im Verbrauchsjahr 2017	63
Tab. 26:	Benchmark-Tabelle für Berechnungen nach LEG/KVEP mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Warmwasser im Verbrauchsjahr 2017	64
Tab. 27:	Benchmark-Tabelle der erweiterten Stichprobe (Gebäudegruppen A, B und C) – Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser im Verbrauchsjahr 2017	69
Tab. 28:	Benchmark-Tabelle der erweiterten Stichprobe (Gebäudegruppen A, B und C) – Energieverbrauch für Heizung im Verbrauchsjahr 2017	70
Tab. 29:	Benchmark-Tabelle der erweiterten Stichprobe (Gebäudegruppen A, B und C) – Energieverbrauch für Warmwasser für das Verbrauchsjahr 2017	71
Tab. 30:	Verbrauch und Bedarf Heizung & Warmwasser für die „Ausreißer“ und deren Nachbargebäude	76
Tab. 31:	Vergleich Verbrauch und Bedarf Heizung für die „Ausreißer“ und deren Nachbargebäude	76
Tab. 32:	Vergleich Verbrauch und Bedarf Wärme für Warmwasser für die „Ausreißer“ und deren Nachbargebäude	77
Tab. 33:	Vergleich Verbrauch und Theoriewert gezapfte Wassermengen für die „Ausreißer“ und deren Nachbargebäude	77
Tab. 34:	Rechenwerte Energieverbrauch der Warmwasserbereitung bei verbundenen Anlagen nach Heizkostenverordnung § 9 (2) – für den Fall dass keine Messung mit Wärmemengenzählern vorgenommen werden kann	79
Tab. 35:	Energieverbrauch Warmwasserbereitung Heizung H109 u. H053 mit Verlusten in [kWh/m ³] 2016 und 2017	80
Tab. 36:	Bewertung der Verluste der Warmwasserbereitung H109 / H053 in den Jahren 2016 / 17	80
Tab. 37:	Eingangsdaten Gebäude für die Energieprofil-Berechnung des Blocks „5000.S2289.001“	83
Tab. 38:	Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H109 versorgte Blöcke.....	84
Tab. 39:	Momentaufnahme Fensteröffnung Schlagfeldstr. 32, 34	88
Tab. 40:	Eingangsdaten Gebäude für die Energieprofil-Berechnung des Blocks „5000.S2288.001“	90
Tab. 41:	Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H105 versorgte Blöcke.....	91
Tab. 42:	Momentaufnahme Fensteröffnung Schlagfeldstr. 41, 43, 45	99
Tab. 43:	Eingangsdaten Gebäude für die Energieprofil-Berechnung der Blöcke „5000.S2292.001“, „5000.S2292.002“, „5000.S2294.001“	101
Tab. 44:	Von der Wärmeversorgungsanlage 500-H053 versorgte Blöcke.....	102
Tab. 45:	Momentaufnahme Fensteröffnung Gravenbruchstr. 11-15.....	106
Tab. 46:	Vergleich Verbrauch und Bedarf Heizung auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang)	136
Tab. 47:	Vergleich Verbrauch und Bedarf Wärme für Warmwasser auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang).....	137
Tab. 48:	Vergleich Verbrauch und Bedarf Heizung & Warmwasser auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang).....	138
Tab. 49:	Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser im Verbrauchsjahr 2017	142
Tab. 50:	Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Heizung im Verbrauchsjahr 2017	143
Tab. 51:	Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Warmwasser für das Verbrauchsjahr 2017	144
Tab. 52:	Datenbank-Export der MET: Erläuterung der Felder und Daten von drei Beispielgebäuden	145
Tab. 53:	Hinweise für die Verwendung der Daten in der Arbeitsmappe „VB-Vergleich.xlsx“	146
Tab. 54:	Datenfelder im Blatt „ABD_ALLES“	147

Tab. 55:	Datenfelder im Blatt „DB Basis Input General“ der Arbeitsmappe EnergyProfile.xls (die englische Bezeichnung verdeutlicht die Bildung der Feldnamen).....	148
Tab. 56:	Datenfelder im Blatt „DB Basis Input Building“ der Arbeitsmappe EnergyProfile.xls (die englische Bezeichnung verdeutlicht die Bildung der Feldnamen).....	148
Tab. 57:	Datenfelder im Blatt „DB Basis Input System“ der Arbeitsmappe EnergyProfile.xls (die englische Bezeichnung verdeutlicht die Bildung der Feldnamen).....	150
Tab. 58:	Datenfelder im Blatt „DB Basis Result“ der Arbeitsmappe EnergyProfile.xls (die englische Bezeichnung verdeutlicht die Bildung der Feldnamen).....	151
Tab. 59:	Datenfelder der Tabelle „Daten WVA“	155

Anhang A Checkliste Energieverbrauchsbenchmarks in Wohnungsunternehmen

Die in den verschiedenen Abschnitten des Berichts beschriebenen Ansätze für Datenermittlung und -auswertung werden im Folgenden noch einmal in Form einer Checkliste zusammengefasst.

A.1 Verbrauchsdaten als Grundlage für Benchmarks

- Sinnvolle Grundeinheit (Datensatz-Zeile in der Verbrauchstabelle): Gebäude (also Hauseingang / postalische Adresse)**
sofern dies in den Abrechnungsdaten verfügbar ist
- Verbrauch aus Abrechnungsdaten (Datenbank-Export)**
Sofern Heizkosten Bestandteil der Nebenkostenabrechnung sind, sollte ein Export aus der Abrechnungsdatenbank generiert werden, der sich für eine Auswahl von Gebäuden (Liste mit IDs) jährlich wiederholen lässt.
- Brennstoffe: kWh-Angaben mit Brennwert-Bezug (oberer Heizwert)**

Wichtige Datenfelder neben den eigentlichen Verbrauchsdaten

- Codierung der umgelegten kWh (Energieträger und Messpunkt): Brennstoff, Wärmeerzeugung Heizzentrale (mit oder ohne Nahwärmenetz), Wärmeabnahme Gebäude, Wärmeabnahme Wohnung
- Codierung der Grundlage für die Ermittlung der Gesamt-WW-Wärmemenge (Wärmemengenzähler, Warmwasservolumen)
- Zuordnung von Gebäude-IDs zu Wärmeversorgungsanlagen (Zuordnungstabelle Gebäude <-> WVA)
→ erlaubt zusätzliche Analysen auf der Ebene Wärmeversorgungsanlage (z.B. auch Datenüberprüfung auf der Grundlage der Energieträgerabrechnung des Versorgers)
- Zuordnung von Gebäude-IDs zu Gebäudeblöcken
→ erlaubt zusätzliche Analysen auf der Ebene Gebäudeblock (wichtig insbesondere bei Energiebedarfsberechnung auf dieser Ebene)
- Indikator für Leerstand Gebäude ganzjährig und Heizzeit

A.2 Zustandsdaten als Grundlage für Benchmarks

- Sinnvolle Grundeinheit (Datensatzzeile in der Zustandstabelle): Gebäude (also Hauseingang / postalische Adresse), sofern in Zustandsdaten verfügbar**
Vorteil gegenüber Grundeinheit Gebäudeblock: Eine Unterscheidung Endhaus/Mittelhaus ist beim Verbrauch-Bedarf-Vergleich möglich; allerdings ist bei Kopplung an den Bedarfsausweis / EnEV-Nachweis meist eine Betrachtung auf Gebäudeblock-Ebene statt
- Vor Ort ermittelbare bzw. überprüfbare Indikatoren**
möglichst ohne Modellannahmen (z.B. nicht: U-Werte für Bestandsgebäude);
- Als Vorlage für die Festlegung der Zustandsindikatoren geeignet: „Energieprofil“-Indikatoren**
kompatibel zu bundesweiten Erhebungen im Wohngebäudebestand

A.3 Bedarfsdaten als Grundlage für Benchmarks

- Sinnvolle Grundeinheit (Datensatzzeile in der Bedarfsdatentabelle): Gebäude (also Hauseingang / postalische Adresse), sofern in Bedarfsdaten verfügbar**
bezüglich Vorteilen aber auch Einschränkungen siehe Anmerkungen zu den Zustandsdaten oben
 - Verwendung eines einheitlichen Berechnungsverfahrens für das Unternehmen**
z.B. DIN V 4108-6 / 4701-10, TABULA-Verfahren, ...
 - Dokumentation der Ansätze des gewählten Verfahrens**
z.B. Nutzung von Pauschalwerten, verwendete Klimadaten, usw.
 - Ggf. Definition von Pauschalwerten für die Bilanzierung (Wärmebrückenzuschläge, Verlustkennwerte von Verteilsystemen, usw.), die eher den mittleren Zustand abbilden (und nicht wie die EnEV auf der sicheren Seite liegen)**
- **Aufgabe für die Zukunft: Angabe der Unsicherheit des berechneten Bedarfs**

A.4 Bedarfsdifferenzierte Verbrauchsbenchmarks

- Verbrauch = tatsächlich gemessene Größen**
keine aus Modellen stammende Korrekturen verwenden (keine Witterungs-Bereinigung; keine aus dem WW-Volumen nach der HeizkostenV ermittelte Wärmemenge WW); Ausnahme: Zuordnung von Verbrauchswerten zu Verbrauchsjahren bei unregelmäßigen Lieferungen (Heizöl + Pellets) entsprechend dem für die Abrechnung nach HeizkostenV vorgesehenen Schema
- Bilanzraum der Bedarfsberechnung wird an die Verbrauchsmessung angepasst**
z.B. auch Aufschlag für Wärmeleitungen im Erdreich zwischen Gebäuden
- Definition von vier Benchmark-Varianten:**
„H – nur Heizung“,
„W – nur Warmwasser“,
„H+W – Heizung & Warmwasser“
„VolW – Volumen Warmwasser“
- Explizit eine Energiebezugsfläche definieren, die für alle Energiekennwerte verwendet wird**
→ Anlehnung an HeizkostenV; entweder immer Wohnfläche (nach Wohnflächenverordnung; auch Grundlage der Energiekennwerte WW in der Abrechnung) oder immer Abrechnungsfläche Heizung (Summe der Fläche aller Räume mit Heizkostenverteiler).
- Festlegung auf Brennwert-bezogene kWh-Angaben für Verbrauch und für Bedarf**
gegebenenfalls Umrechnung der Bedarfswerte; vermeidet systematischen Fehler beim Verbrauch-Bedarf-Vergleich
- Bildung von Vergleichswerten (Benchmarks) für ähnliche Bilanzraum-Typen (dabei jeweils Angabe was enthalten ist)**
Beispiel: gemeinsame „Verbrauchsbenchmarks Heizung“ aus
(a) Anlagen für H_zg in Gebäuden mit dezentraler WW-Bereitung
(b) Anlagen für H_zg+WW bei Abzug der gemessenen Wärmemenge WW
dabei berücksichtigt: Erdgas, Heizöl, Fernwärme, Wärmemenge am Kesselausgang
- In die Bildung von Verbrauchsbenchmarks nur Werte einbeziehen, die bestimmte Qualitätsanforderungen einhalten**
Zustand definiert, keine Unklarheiten bei der Verbrauchsermittlung

- Gruppierung von Gebäuden in Kategorien entsprechend dem standardisiert ermittelten Endenergiebedarf**
Alternativ wäre auch eine Gruppierung entsprechend dem wohnflächenbezogenen Wärmeleitwert $[W/(m^2K)]$ sinnvoll; die Benchmarks müssten jedoch nach zusätzlich vorhandenen Systemen differenziert werden (mit / ohne thermische Solaranlage; mit / ohne WRG-Lüftungsanlage)
 - Je Kategorie Mittelwerte für den Energieverbrauch und für den Energiebedarf bilden**
Sofern die Gebäudestichprobe groß genug ist, kann das Verhältnis der Mittelwerte Verbrauch zu Mittelwerte Bedarf als Kalibrierungsfaktor verwendet werden, um dem Bedarfskennwert eines Gebäudes den erwarteten Verbrauch zuzuordnen. Die Faktoren können den im Bericht definierten Benchmark-Tabellen entnommen werden. Für die praktische Anwendung empfiehlt sich eine lineare Interpolation zwischen den Faktoren zweier benachbarter Kategorien.
 - Zusätzlich zu der Ebene „Gebäude“ auch Verbrauchs- und Bedarfsbilanz auf der Ebene „Wärmeversorgungsanlage“**
bei Bedarf und Verbrauch nicht benchmarkfähige Gebäude (insbesondere undefinierter Zustand wegen Baustelle / Modernisierung) ausklammern
 - Basis-Benchmarks: keine Klimabereinigung**
nur Angabe des Verhältnisses der Gradtagszahlen Verbrauchsjahr lokal zu Normjahr;
- **Aufgaben für die Zukunft:**
- (a) zusätzliche Angabe der Verhältnisse solare Einstrahlung Verbrauchsjahr lokal zu Normjahr (wichtig bei Gebäuden mit hoher energetischer Qualität, bei denen der Verbrauch auch stark von der solaren Einstrahlung im Winter abhängt)
 - (b) Energiebedarf mit tatsächlichen klimatischen Verhältnisse der Verbrauchsjahre berechnen oder eine entsprechende Korrektur des Normenergiebedarfs vornehmen

A.5 Überprüfung der Ausreißer

Beschaffung und Prüfung zusätzlicher Unterlagen

- Verbrauchsdaten der Vorjahre**
- Verbrauchsdaten auf Ebene Wohnung**
- Verbrauchsdaten je Monat oder Halbmonat**
- modernisierte Gebäude: LV, Baustellendokumentation, Abrechnungen**

Begehung

- Monatswerte von Zählern auslesen (sofern möglich)**
- derzeitiger Betriebszustand**
Vorlauf-/Rücklauftemperaturen der Heizungs-, Warmwasser- und ggf. Solarkreise (+ Außentemperatur, und Bewölkung); Speichertemperaturen
- Einstellungen der Regelung (Logbuch für Regelungs- und Pumpeneinstellungen!)**
 - > Heizkurve (bei welcher Außentemperatur welche Vorlauftemperatur)
 - > Parallelverschiebung der Heizkurve
 - > Umschalttemperatur Sommer / Winterbetrieb
 - > max. Kesseltemperatur
 - Vergleich mit Sollwerten
- baulicher Zustand**
Vergleich mit Indikatoren in der Zustandsdatenbank

- in der Heizzeit: Erfassung des Anteils der geöffneten Fenster**
→ Nutzerverhalten, ggf. Indikator für Übertemperaturen durch hohe Wärmeabgabe von Rohrleitungen oder nicht richtig funktionierende Übergabesysteme

zusätzliche Analysen

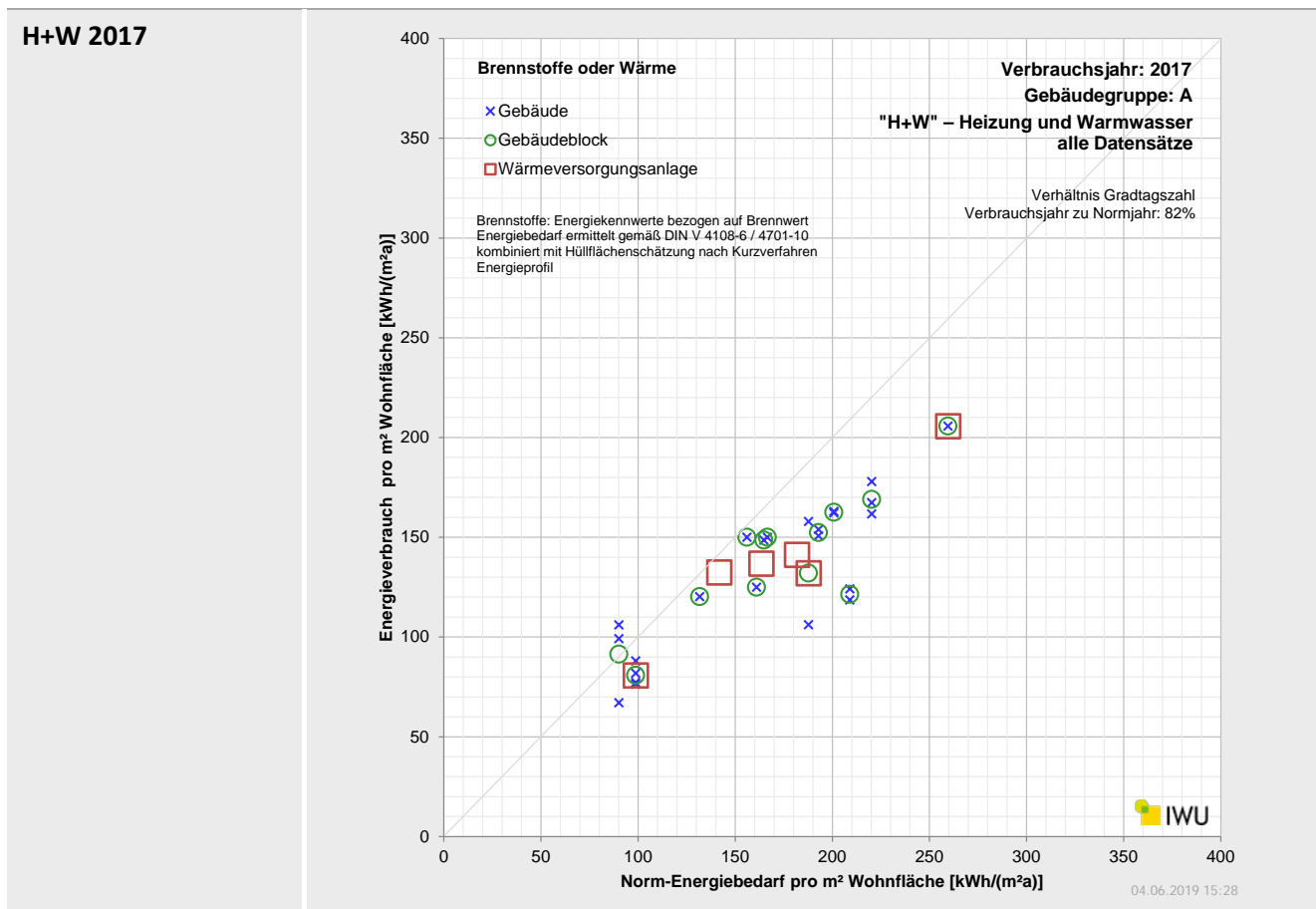
- monatliche Verbrauchswerte**
→ Differenzierung Heizung im Winter und in der Übergangszeit (Sommer?) sowie Besonderheiten der Warmwasserbereitung
- Verbrauchswerte im Vergleich mit den Vorjahren**
Entwicklung nachvollziehbar?
- Verbrauchsdaten der Wohnungen**
Auffälligkeiten

Anhang B Finale Fassungen der Benchmark-Analysen für das betrachtete Quartier

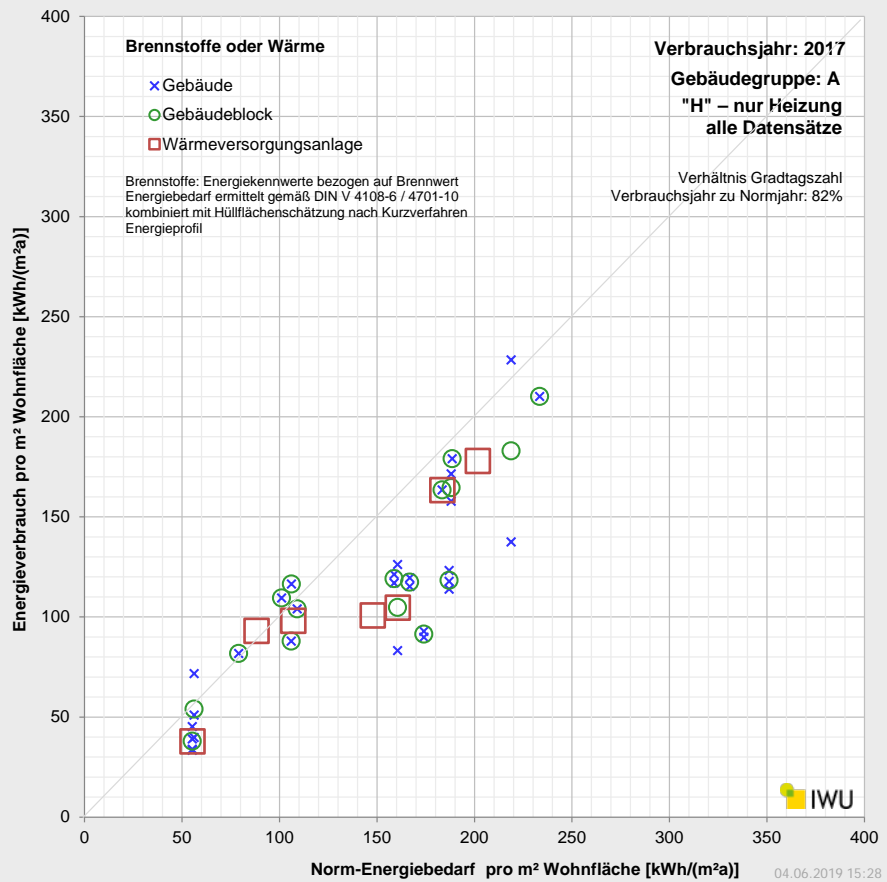
Durch die im Zuge der Qualitätssicherung und Ausreißeranalyse vorgenommene Datenüberprüfung haben sich im Verlauf des Projekts leichte Änderungen bei dem Verbrauch-Bedarf-Vergleich ergeben. Im Folgenden soll noch einmal der Endstand der verschiedenen Diagramme und Tabellen für die im Quartier untersuchte Gebäudestichprobe dokumentiert werden.

B.1 Verbrauch-Bedarf-Diagramme für die Bilanzräume Gebäude, Gebäudeblock und Wärmeversorgungsanlage im Verbrauchsjahr 2017

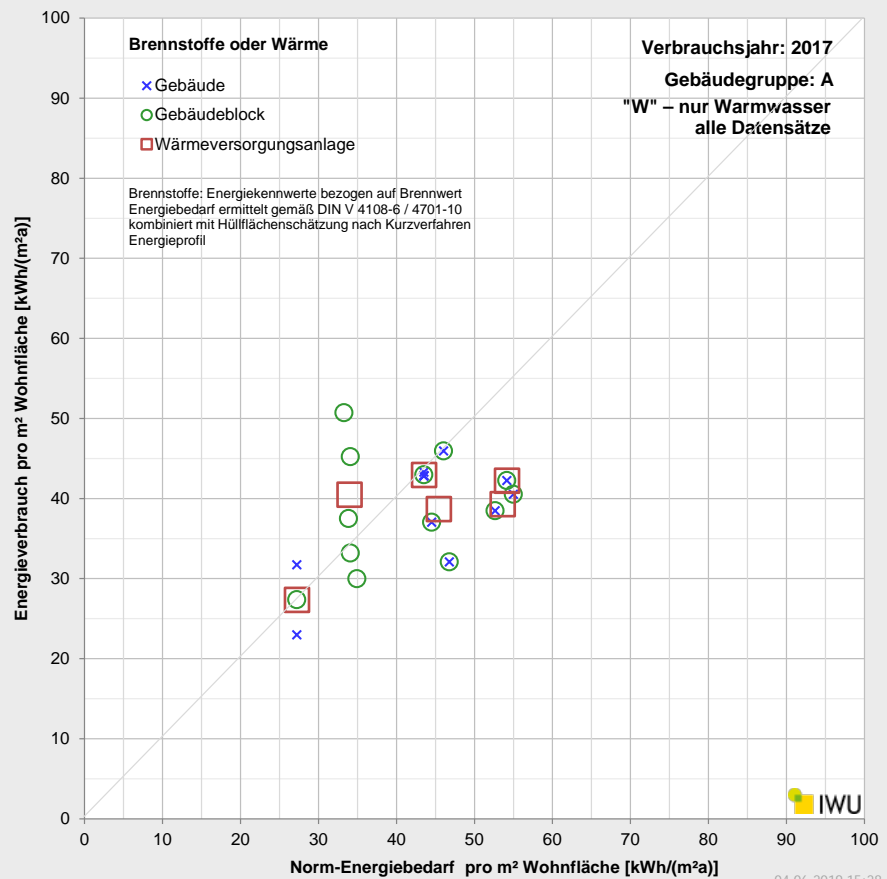
Abgerechneter Energieverbrauch im Jahr 2017, aufgetragen über dem standardisiert ermittelten Endenergiebedarf - Bilanzräume Heizung & Warmwasser („H+W“), Heizung („H“) und Warmwasser („W“)



H 2017



































W 2017



B.2 Verbrauch-Bedarf-Tabellen mit Daten der Einzelgebäude für das Verbrauchsjahr 2017

Tab. 46: Vergleich Verbrauch und Bedarf Heizung auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang)

Heizung								H 2017
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	Bedarf* pro m ² Wohnfläche	Verbrauch pro m ² Wohnfläche	Verhältnis Verbrauch Bedarf	Balkendiagramm Bedarf („B“) und Verbrauch („V“)
				m ²	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)		
S2279_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 26	630	187	123	66%	
S2279_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 28	630	187	118	63%	
S2279_3	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 30	630	187	114	61%	
S2280_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 22	730	159	117	74%	
S2280_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 24	730	159	121	76%	
S2286_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 18	730	167	115	69%	
S2286_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 20	730	167	119	72%	
S2287_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 10					
S2287_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 12					
S2287_3	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 14	509	174	93	53%	
S2287_4	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 16	508	174	90	52%	
S2288_1	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 41	605	56	51	91%	
S2288_2	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 43	489	56	40	71%	
S2288_3	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 45	489	56	72	127%	
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	161	126	79%	
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	161	83	52%	
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	109	104	95%	
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	106	88	83%	
S2293_1	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 21	664	189	179	95%	
S2293_2	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 23	400	233	210	90%	
S2293_3	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 25	655	188	158	84%	
S2293_4	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 27	655	188	171	91%	
S2293_5	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 29	400	219	137	63%	
S2293_6	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 31	400	219	228	104%	
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	106	116	110%	
S2298_1	Dreieich	H65	Gravenbruchstraße 37	206	183	163	89%	
S2619_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 216	3574	79	82	103%	
S2620_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 214	2499	101	109	108%	
S2740_1	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 8	712	55	34	61%	
S2740_2	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 10	721	55	39	71%	
S2740_3	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 12	721	55	45	82%	
S2740_4	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 14	719	55	33	60%	

Datenstand: 13.06.2019

*) Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

**) WVA H105 (graue Schrift): auf Grund des Umbaus der Wärmeversorgung größere Unsicherheit

Tab. 47: Vergleich Verbrauch und Bedarf Wärme für Warmwasser auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang)

Warmwasser									W 2017
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	Bedarf* pro m ² Wohnfläche*	abgerechneter Verbrauch pro m ² Wohnfläche	gemessener Verbrauch pro m ² Wohnfläche	Verhältnis Verbrauch Bedarf	Balkendiagramm Bedarf („B“) und Verbrauch („V“)
				m ²	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)		
S2279_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 26	630	33	55			
S2279_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 28	630	33	44			
S2279_3	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 30	630	33	53			
S2280_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 22	730	34	34			
S2280_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 24	730	34	33			
S2286_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 18	730	34	48			
S2286_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 20	730	34	43			
S2287_1	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 10						
S2287_2	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 12						
S2287_3	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 14	509	35	26			
S2287_4	Dreieich	H105**	Zeppelinstraße 16	508	35	34			
S2288_1	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 41	605	34	48			
S2288_2	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 43	489	34	27			
S2288_3	Dreieich	H105**	Schlagfeldstraße 45	489	34	34			
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	27	32	32	117%	
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	27	23	23	84%	
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	58	46	46	100%	
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	55	37	37	83%	
S2293_1	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 21	664					
S2293_2	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 23	400					
S2293_3	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 25	655					
S2293_4	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 27	655					
S2293_5	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 29	400					
S2293_6	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 31	400					
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	59	32	32	69%	
S2298_1	Dreieich	H65	Gravenbruchstraße 37	206	76	42	42	78%	
S2619_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 216	3574	53	38	38	73%	
S2620_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 214	2499	55	41	41	74%	
S2740_1	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 8	712	44	43	43	99%	
S2740_2	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 10	721	44	43	43	98%	
S2740_3	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 12	721	44	43	43	98%	
S2740_4	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 14	719	44	43	43	99%	

Datenstand: 13.06.2019

*) Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

**) WVA H105: Es lagen aufgrund von Modernisierungsmaßnahmen keine Messwerte für den Warmwasserwärmeverbrauch einschließlich Verteilverlusten vor.

Tab. 48: Vergleich Verbrauch und Bedarf Heizung & Warmwasser auf der Ebene „Gebäude“ (Hauseingang)

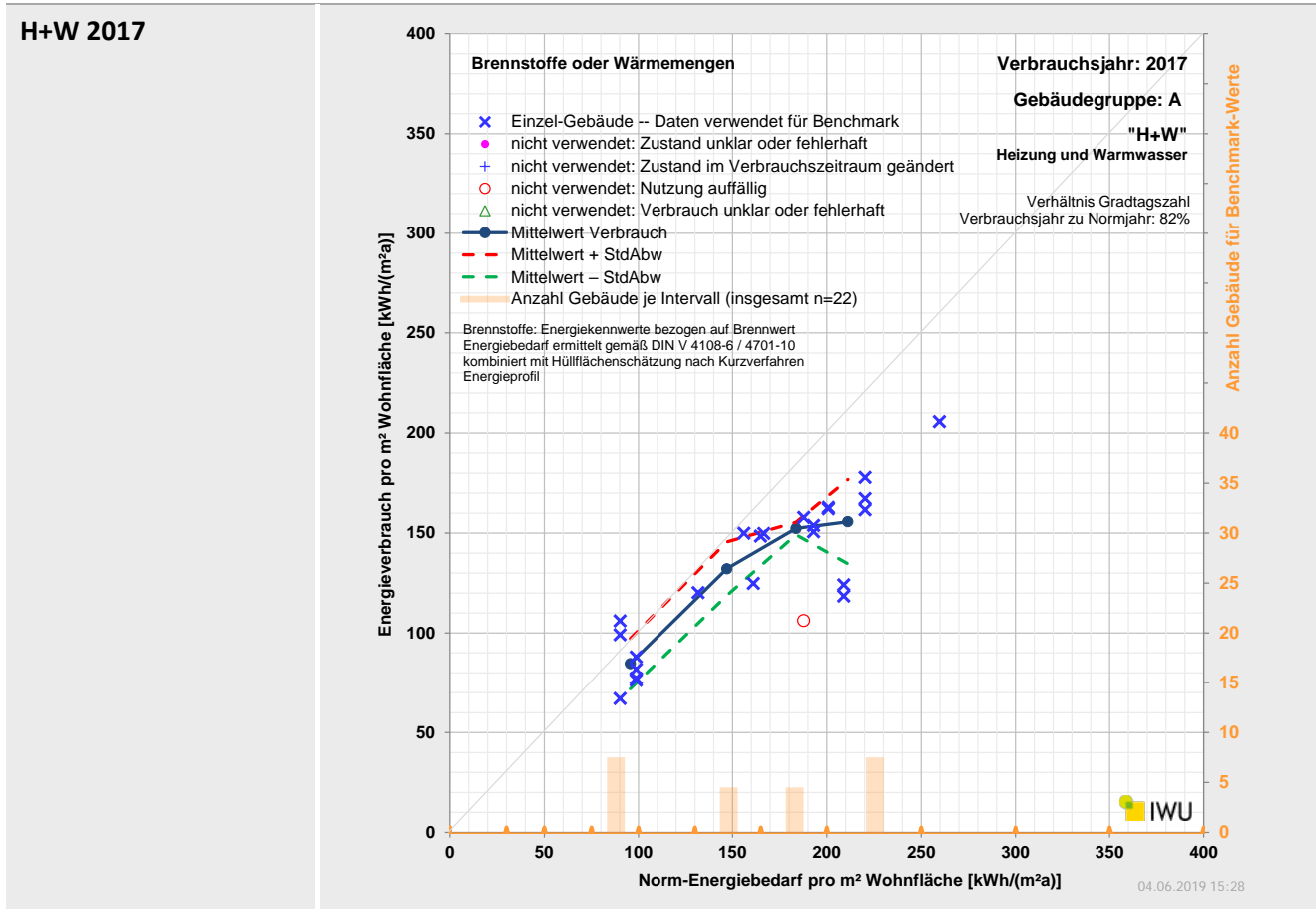
Heizung & Warmwasser								H+W 2017
ID	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	Bedarf pro m ² Wohnfläche	Verbrauch pro m ² Wohnfläche	Verhältnis Verbrauch Bedarf	Balkendiagramm Bedarf („B“) und Verbrauch („V“)
				m ²	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)		
S2279_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 26	630	220	178	81%	
S2279_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 28	630	220	162	73%	
S2279_3	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 30	630	220	167	76%	
S2280_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 22	730	193	151	78%	
S2280_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 24	730	193	154	80%	
S2286_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 18	730	201	163	81%	
S2286_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 20	730	201	162	81%	
S2287_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 10					
S2287_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 12					
S2287_3	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 14	509	209	119	57%	
S2287_4	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 16	508	209	124	59%	
S2288_1	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 41	605	90	99	110%	
S2288_2	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 43	489	90	67	74%	
S2288_3	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 45	489	90	106	118%	
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	188	158	84%	
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	188	106	57%	
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	167	150	90%	
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	161	125	78%	
S2293_1	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 21	664				
S2293_2	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 23	400				
S2293_3	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 25	655				
S2293_4	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 27	655				
S2293_5	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 29	400				
S2293_6	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 31	400				
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	165	148	90%	
S2298_1	Dreieich	H65	Gravenbruchstraße 37	206	260	206	79%	
S2619_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 216	3574	132	120	91%	
S2620_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 214	2499	156	150	96%	
S2740_1	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 8	712	99	77	78%	
S2740_2	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 10	721	99	82	83%	
S2740_3	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 12	721	99	88	89%	
S2740_4	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 14	719	99	76	77%	

Datenstand: 13.06.2019

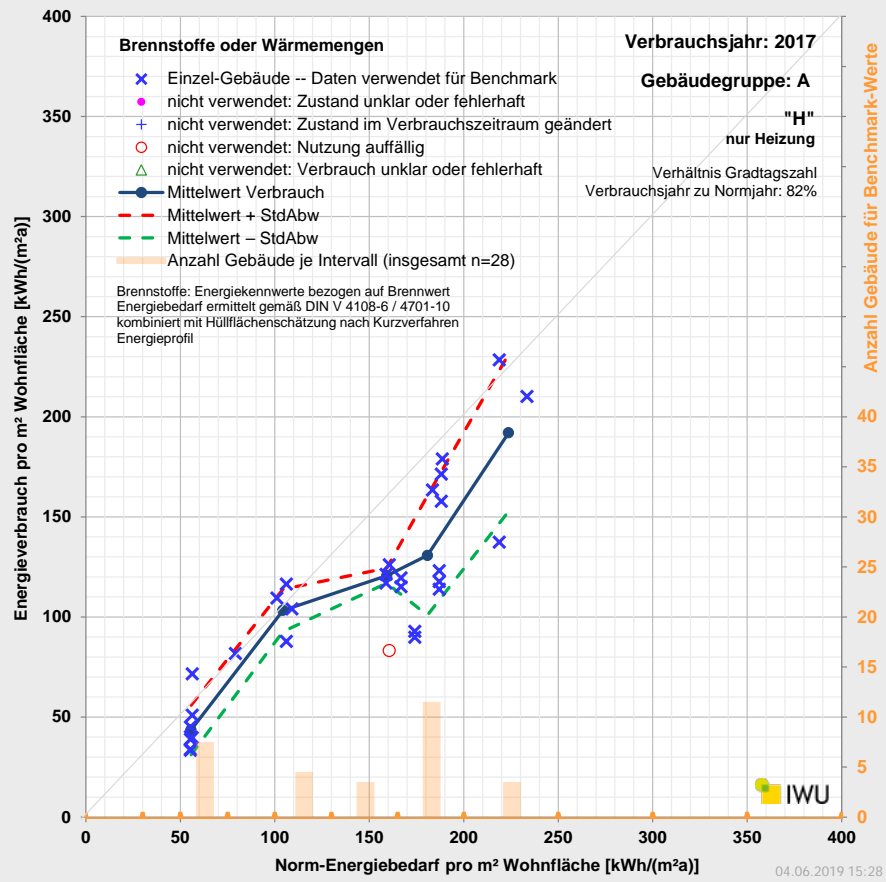
*) Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

B.3 Benchmark-Diagramme für das Verbrauchsjahr 2017

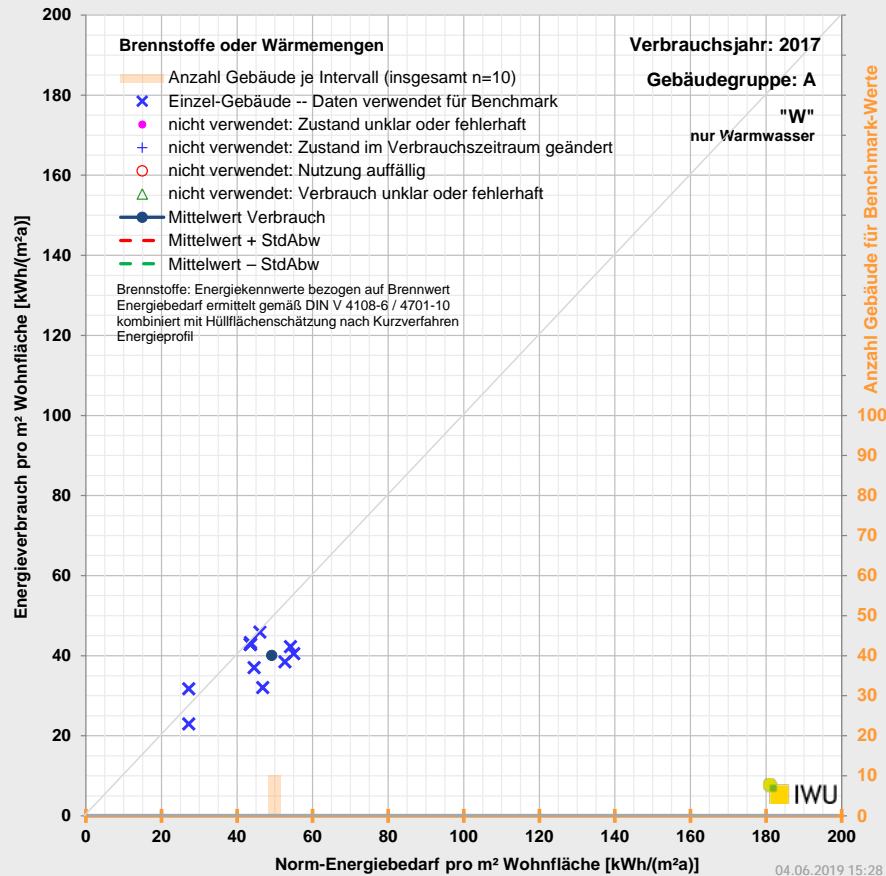
Abgerechneter Energieverbrauch im Jahr 2017, aufgetragen über dem standardisiert ermittelten Endenergiebedarf - Bilanzräume Heizung & Warmwasser („H+W“), Heizung („H“) und Warmwasser („W“)



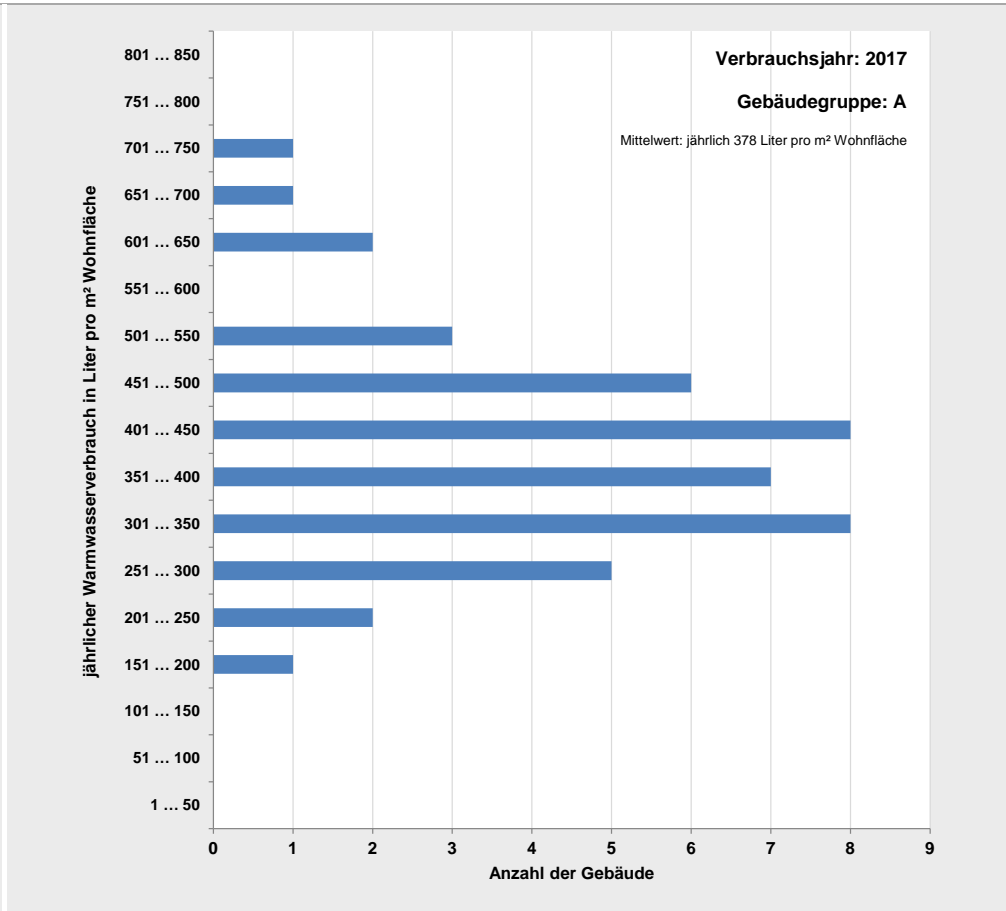
H 2017



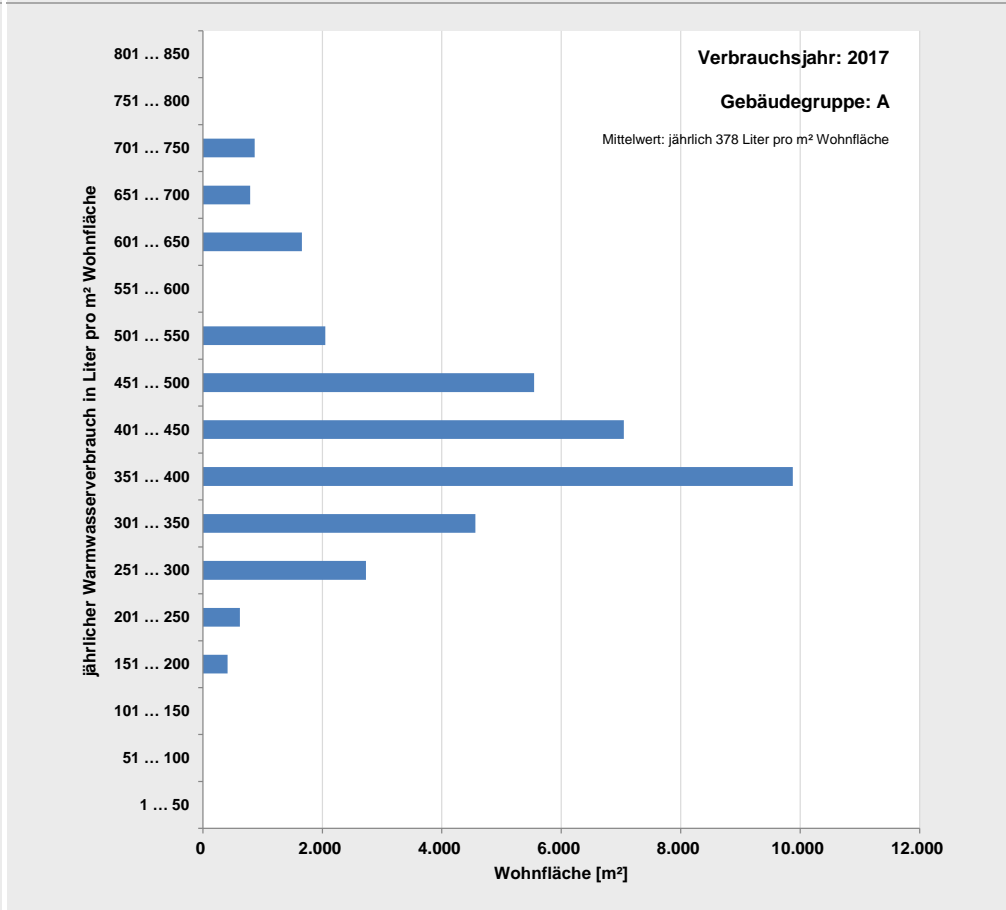
W 2017



VolW 2017
jährlicher Warmwasserverbrauch der Gebäude
Anzahl Gebäude je Verbrauchskategorie



VolW 2017
jährlicher Warmwasserverbrauch der Gebäude
Wohnflächen je Verbrauchskategorie



B.4 Benchmark-Tabellen für das Verbrauchsjahr 2017

Tab. 49: Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser im Verbrauchsjahr 2017

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf							H+W 2017
„H+W“ - Heizung & Warmwasser							
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)							
Standard-Energiebedarf*		Stichprobe		gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche			
bezogen auf beheizte Wohnfläche				Mittelwert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch
Intervall	Mittelwert	Anzahl Gebäude	Wohnfläche		Mittelwert	relative Streubreite**	
kWh/(m²a)	kWh/(m²a)		m²	kWh/(m²a)			kWh/(m²a)
1 ... 30	-	-	-	-	-	-	-
31 ... 50	-	-	-	-	-	-	-
51 ... 75	-	-	-	-	-	-	-
76 ... 100	96	n=7	4.457	85	0,88	±18%	± 13
101 ... 130	-	-	-	-	-	-	-
131 ... 165	147	n=4	8.190	132	0,90	±8%	± 13
166 ... 200	184	n=4	2.758	152	0,83	±6%	± 3
201 ... 250	211	n=7	4.366	156	0,74	±13%	± 21
251 ... 300	-	-	-	-	-	-	-
301 ... 350	-	-	-	-	-	-	-
351 ... 400	-	-	-	-	-	-	-
401 ... 500	-	-	-	-	-	-	-
	Summe	n=22	19.771				

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10 kombiniert mit Hüllflächenschätzung nach Kurzverfahren Energieprofil
 **) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 04.06.2019

Tab. 50: Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Heizung im Verbrauchsjahr 2017

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf							H 2017	
„H“ - nur Heizung								
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)								
Standard-Energiebedarf*		Stichprobe		gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche			Streubreite** zugeordneter Verbrauch	
bezogen auf beheizte Wohnfläche				Mittel- wert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf			
Intervall	Mittel- wert	Anzahl Gebäu- de	Wohn- fläche		Mittelwert	relative Streubreite**		
kWh/(m²a)	kWh/(m²a)		m²	kWh/(m²a)			kWh/(m²a)	
1 ... 30	-	-	-	-	-	-	-	
31 ... 50	-	-	-	-	-	-	-	
51 ... 75	56	n=7	4.457	44	0,78	±28%	± 12	
76 ... 100	-	-	-	-	-	-	-	
101 ... 130	104	n=4	5.502	103	0,99	±11%	± 11	
131 ... 165	159	n=3	1.872	121	0,76	±3%	± 4	
166 ... 200	181	n=11	6.547	131	0,72	±20%	± 30	
201 ... 250	224	n=3	1.200	192	0,86	±20%	± 39	
251 ... 300	-	-	-	-	-	-	-	
301 ... 350	-	-	-	-	-	-	-	
351 ... 400	-	-	-	-	-	-	-	
401 ... 500	-	-	-	-	-	-	-	
	Summe	n=28	19.578					

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10 kombiniert mit Hüllflächenschätzung nach Kurzverfahren Energieprofil

**) „Streubreite“ = Standardabweichung

Tab. 51: Benchmark-Tabelle mit Zahlen aus der Stichprobe für den Energieverbrauch für Warmwasser für das Verbrauchsjahr 2017

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf							W 2017
„W“ – nur Warmwasser							
Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert Hs)							
Standard-Energiebedarf*		Stichprobe		gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche			
bezogen auf beheizte Wohnfläche				Mittel- wert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streubreite** zugeordneter Verbrauch
Intervall	Mittel- wert	Anzahl Gebäu- de	Wohn- fläche		Mittelwert	relative Streubreite**	
kWh/(m²a)	kWh/(m²a)		m²	kWh/(m²a)			kWh/(m²a)
1 ... 20	-	-	-	-	-	-	-
21 ... 40	-	-	-	-	-	-	-
41 ... 60	49	n=10	12.155	40	0,81	±15%	± 4
61 ... 80	-	-	-	-	-	-	-
81 ... 100	-	-	-	-	-	-	-
	Summe	n=10	12.155				

*) Endenergiebedarf ermittelt gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10 kombiniert mit Hüllflächenschätzung nach Kurzverfahren Energieprofil

**) „Streubreite“ = Standardabweichung

Datenstand: 04.06.2019

Anhang C Definition der verwendeten Datenfelder

Seitens der NHW und der MET wurden die folgenden Daten aus dem Bereich des Abrechnungssystems für das Kalenderjahr 2016 exportiert und für die Auswertung bereitgestellt:

- Blatt „Daten Abrechnung“: Datensätze gemessener Verbrauch je Gebäude (Hauseingang)
- Blatt „ABD_ALLES“: Basisdaten zur Abrechnung je Heizungsanlage

C.1 Blatt „Daten Abrechnung“: Datensätze gemessener Verbrauch je Gebäude (Hauseingang)

Die von der MET bereitgestellte Export-Tabelle enthält je Gebäude die folgenden Daten:

Tab. 52: Datenbank-Export der MET: Erläuterung der Felder und Daten von drei Beispielgebäuden

Felder	Gebäude S2292_1	Gebäude S2292_2	Gebäude S2294_1	Erläuterung der Felder
Anlage_Nr	500-H053	500-H053	500-H053	Anlage-Nr der Heizzentrale im Abrechnungsprogramm
Abrechnungs_Nr	NAH0001236	NAH0001236	NAH0001236	Identifikation der Abrechnung zur Heizzentrale in einer bestimmten Abrechnungsperiode
Heizanlage	H053	H053	H053	Heizanlage-ID im Kundensystem (SAP NH oder WS)
Nutzeinheit				leer / Wert der einzelnen Nutzeinheiten entfällt bei Verdichtung auf Gebäudeebene
Zeitraum_bis	31.12.2016	31.12.2016	31.12.2016	Ende Abrechnungsperiode
BuKr	5000	5000	5000	Buchungskreis im Kundensystem (SAP NH oder WS)
WE	S2292	S2292	S2294	Wirtschaftseinheit
Gebaeude	1	2	1	1 Nr. Hauseingang (Gebäude) --> NICHT Gebäudeblock
ID_Gebaeude_MET	S2292_1	S2292_2	S2294_1	ID aus WE und Gebäude-Nr.
ME				leer / Wert der einzelnen Nutzeinheiten entfällt bei Verdichtung auf Gebäudeebene
KWH	146953,2	193202,1	72390,4	Anteil Verbrauch des Gebäudes an Heizanlage insgesamt in kWh
KWH_HZ	104905,6	134573,6	57863	Anteil Verbrauch des Gebäudes an Heizanlage Anteil Beheizung in kWh
KWH_WW	42047,6	58628,5	14527,4	Anteil Verbrauch des Gebäudes an Heizanlage Anteil Erwärmung Warmwasser in kWh
KWHP	35,621017	46,831715	17,547268	%-Anteil Verbrauch des Gebäudes an Heizanlage insgesamt
KWHP_HZ	35,28106	45,258846	19,460093	%-Anteil Verbrauch des Gebäudes an Heizanlage Anteil Beheizung
KWHP_WW	36,498455	50,89131	12,610235	%-Anteil Verbrauch des Gebäudes an Heizanlage Anteil Erwärmung Warmwasser
Euro	8386,01	11025,28	4130,99	Anteil Kosten des Gebäudes an Heizanlage insgesamt €
Euro_HZ	5986,52	7679,58	3301,98	Anteil Kosten des Gebäudes an Heizanlage Anteil Beheizung €
Euro_WW	2399,49	3345,7	829,01	Anteil Kosten des Gebäudes an Heizanlage Anteil Erwärmung Warmwasser €
EuroP	35,621136	46,83193	17,547148	%-Anteil Kosten des Gebäudes an Heizanlage insgesamt €
EuroP_HZ	35,28112	45,25905	19,45998	%-Anteil Kosten des Gebäudes an Heizanlage Anteil Beheizung €
EuroP_WW	36,498722	50,891556	12,610099	%-Anteil Kosten des Gebäudes an Heizanlage Anteil Erwärmung Warmwasser €
Verbrauch_WW	516,471	720,137	178,441	Verbrauch WW Warmwasser des Gebäudes in m³
VerbrauchP_WW	36,498455	50,89131	12,610235	%-Anteil am Verbrauch WW Warmwasser der Gebäude zur Heizanlage
Verbrauch_KW				Verbrauch KW Kaltwasser des Gebäudes in m³
VerbrauchP_KW				%-Anteil am Verbrauch KW Kaltwasser der Gebäude zur Heizanlage
Area_HZ	860,3	1472	552	m³ Fläche des Gebäudes für Abrechnung Heizkosten
Area_HZ_GT_Leerstand			36,826073	m³ leerstehende Fläche des Gebäudes für Abrechnung Heizkosten / Gewichtung nach Gradtagen
Area_HZ_GT_vermietet	860,3	1472	515,17395	m³ vermietete Fläche des Gebäudes für Abrechnung Heizkosten / Gewichtung nach Gradtagen
Area_WW	885,84	1535,73	581	m³ Fläche des Gebäudes für Abrechnung Warmwasser
Area_WW_T_Leerstand			48,000874	m³ leerstehende Fläche des Gebäudes für Abrechnung Warmwasser / Gewichtung nach Tagen
Area_WW_T_vermietet	885,84	1535,73	532,99915	m³ vermietete Fläche des Gebäudes für Abrechnung Warmwasser / Gewichtung nach Tagen
Area_KW	885,84	1535,73	581	m³ Fläche des Gebäudes für Abrechnung Kaltwasser
Area_KW_T_Leerstand			48,000874	m³ leerstehende Fläche des Gebäudes für Abrechnung Kaltwasser / Gewichtung nach Tagen
Area_KW_T_vermietet	885,84	1535,73	532,99915	m³ vermietete Fläche des Gebäudes für Abrechnung Kaltwasser / Gewichtung nach Tagen

KWH_HZWW_m2	165,89136	125,804726	124,596214	kWh/m2 Beheizung + Warmwasser
KWH_HZ_m2	118,424995	87,62842	99,59208	kWh/m2 Beheizung
KWH_WW_m2	47,46636	38,176308	25,004131	kWh/m2 Warmwasser
AnzahlNutzeinheiten	12	22	12	Anzahl Mieteinheiten im Gebäude
BrennstoffartLG	Gas	Gas	Gas	Brennstoff / Art der Heizanlage
BrennstoffartAbrg	Gas	Gas	Gas	Brennstoff / Art der Heizanlage
dezWaermeversorg				dezentrale Wärmeversorgung? (Logotherm, Modusat)
Gebaeude_kleiner_gleich_200_m2	0	0	0	Gebaeude_kleiner_gleich_200_m2
Gebaeude_200_bis_500_m2	0	0	0	Gebaeude_200_bis_500_m2
Gebaeude_groesser_500_m2	1	1	1	Gebaeude_groesser_500_m2
Gebaeude_mit_max_3_NE	0	0	0	Gebaeude_mit_max_3_NE
Gebaeude_4_bis_6_NE	0	0	0	Gebaeude_4_bis_6_NE
Gebaeude_mehr_als_6_NE	1	1	1	Gebaeude_mehr_als_6_NE
HKV	HKV	HKV	HKV	Heizkostenverteiler in Nutzeinheiten vorhanden
WMZ				Wärmemengenzähler in Nutzeinheiten vorhanden
WWZ	WWZ	WWZ	WWZ	Warmwasserzähler in Nutzeinheiten vorhanden
KWZ				Kaltwasserzähler in Nutzeinheiten vorhanden
ZaehlerAusstattung	HKV WWZ_	HKV WWZ_	HKV WWZ_	Kombination vorhandene Zählerausstattung
beheizt	HKV_	HKV_	HKV_	beheizt ja/nein (Kürzel Zählerart wird angezeigt)
Erfassungsart_WW	3	3	3	Kennzahl aus Abrechnungssystem für Erfassungsart/Ermittlung Anteil Energie für Warmwassererwärmung
Erfassung-sart_WW_Bezeichnung	WMZ	WMZ	WMZ	Beschreibung Kennzahl aus Abrechnungssystem für Erfassungs-art/Ermittlung Anteil Energie für Warmwassererwärmung

Die folgende Tabelle enthält die für die Verbrauch-Bedarf-Analyse verwendeten Datenfelder und gibt Hinweise zur Berücksichtigung der Daten:

Tab. 53: Hinweise für die Verwendung der Daten in der Arbeitsmappe „VB-Vergleich.xlsx“

Feldname	Erläuterung	weitere Hinweise
ID_Gebaeude	ID des Gebäudes bzw. des Hauseingangs	
Anlage_Nr	ID der Wärmeversorgungsanlage	
Zeitraum_bis	letzter Tag des Abrechnungszeitraums	hier: 31.12.2016 bzw. 31.12.2017
KWH	im Verbrauchszeitraum abgerechnete kWh gesamt	falls Warmwasser nicht zentral erfasst und abgerechnet wird, ist der Wert identisch mit dem des Feldes KWH_HZ
KWH_HZ	im Verbrauchszeitraum abgerechnete kWh für Heizung	Wenn durch eine Anlage mehrere Gebäude versorgt werden, ohne dass Wärmemengenzähler für Heizung je Gebäude vorhanden sind, erfolgt die Umlage entsprechend der Summe der Einheiten der Heizkostenverteiler je Gebäude.
KWH_WW	im Verbrauchszeitraum abgerechnete kWh für Warmwasser, entweder gemessen (a) mit Wärmemengenzähler oder (b) mit Wasserzähler, wobei dann die kWh gemäß Heizkostenverordnung vereinfacht ermittelt werden	In der Tabelle findet sich kein Datenfeld, dass es ermöglicht zwischen (a) und (b) zu differenzieren.
Verbrauch_WW	im Verbrauchszeitraum gemessene Warmwas-	Es gibt keinen Indikator, ob dieser

	sermenge, gemessen in m ³	Wert die Summe aller Warmwasserzähler oder ggf. den Messwert eines zentral eingebauten Warmwasserzählers wiedergibt
Verbrauch_KW	im Verbrauchszeitraum gemessene Kaltwassermenge, gemessen in m ³	
Area_HZ	Abrechnungsfläche Heizung	
Area_WW	Abrechnungsfläche Warmwasser	
KWH_HZWW_m2	Verbrauchswert in kWh pro m ² Abrechnungsfläche für Heizung und Warmwasser	falls Warmwasser nicht zentral erfasst und abgerechnet wird, ist der Wert identisch mit dem des Feldes KWH_HZ_m ²
KWH_HZ_m2	Verbrauchswert in kWh pro m ² Abrechnungsfläche für Heizung	
KWH_WW_m2	Verbrauchswert in kWh pro m ² Abrechnungsfläche für Warmwasser	
AnzahlNutzeneinheiten	Anzahl Mieteinheiten im Gebäude	
BrennstoffartLG	Energieträger Lieferung	z.B. „Öl“, „Gas“, „Fernwärme“
BrennstoffartAbrg	Energieträger Abrechnung	z.B. „Öl“, „Gas“, „Fernwärme“

C.2 Blatt „ABD_ALLES“: Basisdaten zur Abrechnung (Hauseingang)

Die für die Untersuchung wichtigsten in dieser Tabelle enthaltenen Größen sind:

Tab. 54: Datenfelder im Blatt „ABD_ALLES“

Feldname	Erläuterung	weitere Hinweise
Anlage	ID der Wärmeversorgungsanlage	
PLZ	Standort der Wärmeversorgungsanlage: Postleitzahl	
Ort	Standort der Wärmeversorgungsanlage: Ort	
Straße	Standort der Wärmeversorgungsanlage: Straße und Hausnummer	
Zeitraum	Abrechnungszeitraum	
HKV	Anzahl der Heizkostenverteiler	
WMZ	Anzahl der Wärmemengenzähler	
WWZ	Anzahl der Warmwasserzähler	
KWZ	Anzahl der Kaltwasserzähler	

NE	Anzahl der Nutzeinheiten (bei Wohnhäusern = Wohneinheiten)	
Bezeichnung HKV	Typ der eingesetzten Heizkostenverteiler	
Ableser	Unternehmen, das die Ablesung vornimmt	hier: MET oder Techem

C.3 Tabellen aus „EnergyProfile.xls“

Allgemeine Informationen je Gebäudeblock

Die für die Untersuchung wichtigsten in dieser Tabelle enthaltenen Größen sind:

Tab. 55: Datenfelder im Blatt „DB Basis Input General“ der Arbeitsmappe EnergyProfile.xls
(die englische Bezeichnung verdeutlicht die Bildung der Feldnamen)

Feldname	englische Bezeichnung	Erläuterung	Beispiele für Einträge / Codes
bu_post_code	post code	PLZ	63303
bu_city	city	Ort	Dreieich
bu_location_details1	street, No.	Straße, Hausnummer	Zeppelinstraße 26-30
bu_location_details2	further details address	Stadtgebiet / Quartier	Stadtmitte
bu_remarks	remarks	Anmerkungen	Istzustand 2009
title_admin1	title administration information 1	Titel Verwaltung Info 1	Buchungskreis
admin1	administration information 1	Verwaltung Info 1	5000
title_admin2	title administration information 2	Titel Verwaltung Info 2	Wirtschaftseinheit
admin2	administration information 2	Verwaltung Info 2	S2279
title_admin3	title administration information 3	Titel Verwaltung Info 3	Block-Nummer
admin3	administration information 3	Verwaltung Info 3	1

Informationen zu Geometrie und Wärmeschutz je Gebäudeblock

Die für die Untersuchung wichtigsten in dieser Tabelle enthaltenen Größen sind:

Tab. 56: Datenfelder im Blatt „DB Basis Input Building“ der Arbeitsmappe EnergyProfile.xls
(die englische Bezeichnung verdeutlicht die Bildung der Feldnamen)

Feldname	Einheit	englische Bezeichnung	Erläuterung	Beispiele für Einträge / Codes
ID		dataset identification	Datensatz-Identifikation	5000.S2279.001
date		date	Datum	15.08.2018 15:04
n_storeys		number storeys	Anzahl Vollgeschosse	4
n_apartments		number apartments	Anzahl Wohnungen	24
A_C_living	m ²	conditioned living area	beheizte Wohnfläche	1889,28
year_building		construction year	Baujahr	1963
OB_h_room		categories room height	Kategorien lichte Raumhöhe	normal
h_room	m	room height	lichte Raumhöhe	
OB_attached_neighbours		attached neighbour buildings	direkt angrenzende Nachbargebäude n0=freistehend n1=1 Seite angebaut	n0

			n2=2 Seiten angebaut	
OB_floorshape		floor shape	Grundriss	compact
OB_attic_cond		roof	Dach c-DG vollbeh. n-Dg unbeh. p-teibeh.	n
CB_dormer		Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden	Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden	
OB_cellar_cond		cellar = conditioned	Keller = beheizt	n
CB_roof_massive		roof = massive	Dach = massiv	FALSE
CB_topceiling_massive		top storey ceiling = massive	oberste Geschossdecke = massiv	TRUE
CB_wall_massive		outside wall = massive	Außenwände = massiv	TRUE
CB_floor_massive		floor to cellar or soil = massive	Fußboden zum Keller oder Erdreich = massiv	TRUE
CB_roof_wood		roof = wood	Dach = Holz	TRUE
CB_topceiling_wood		top storey ceiling = wood	oberste Geschossdecke = Holz	
CB_wall_wood		outside wall = wood	Außenwände = Holz	
CB_floor_wood		floor to cellar or soil = wood	Fußboden zum Keller oder Erdreich = Holz	
d_insulation_roof		insulation thickness roof	Dämmstärke Dach	
d_insulation_topceiling		insulation thickness top storey ceiling	Dämmstärke oberste Geschossdecke	
d_insulation_wall		insulation thickness walls	Dämmstärke Außenwände	
d_insulation_floor		insulation thickness floor to cellar or soil	Dämmstärke Fußboden zum Keller oder Erdreich	5
lambda_insulation_roof		lambda insulation roof	Lambda Dämmung Dach	0,04
lambda_insulation_topceiling		lambda insulation top storey ceiling	Lambda Dämmung oberste Geschossdecke	0,04
lambda_insulation_wall		lambda insulation walls	Lambda Dämmung Außenwände	0,04
lambda_insulation_floor		lambda insulation floor to cellar or soil	Lambda Dämmung Fußboden zum Keller oder Erdreich	0,04
f_insulation_roof		area fraction insulation roof	Flächenanteil Dämmung Dach	
f_insulation_topceiling		area fraction insulation top storey ceiling	Flächenanteil Dämmung oberste Geschossdecke	
f_insulation_wall		area fraction insulation walls	Flächenanteil Dämmung Außenwand	
f_insulation_floor		area fraction insulation floor to cellar or soil	Flächenanteil Dämmung Fußboden	95
CB_win_1_pane		glazing = 1 pane	Verglasung = 1 Scheibe	
CB_win_2_panes		glazing = 2 panes	Verglasung = 2 Scheiben	TRUE
CB_win_3_panes		glazing = 3 panes	Verglasung = 3 Scheiben	
CB_win_iso		Verglasung = insulation glazing	Verglasung = Isolierverglasung	
CB_win_therm		glazing = thermal / low-e	Verglasung = Wärmeschutzverglasung	
CB_win_frames_wood		frames = wood	Rahmen = Holz	
CB_win_frames_plastic		frames = plastic	Rahmen = Kunststoff	TRUE
CB_win_frames_metal		frames = aluminium or steel	Rahmen = Alu- oder Stahl	
CB_frames_insulated		frames = insulated (for 3 pane low-e glazing)	Rahmen = wärme gedämmt (bei 3-fach-WS-Vergl.)	
year_window		year of the window installation	Jahr des Fenstereinbaus (ca.):	1988
U_win_direct	W/(m²K)	U-value window direct entry (alternative to selection of types)	Fenster U-Wert direkter Eintrag (ersetzt Auswahl von Typen)	
OB_thermal_bridges		type thermal bridging	Typ Wärmebrücken	standard
OB_constr_special		type special construction types	Typ Sonder-Bauformen	none
OB_airtight		type airtightness	Typ Gebäude-Dichtheit	
OB_type_ref_area		type reference area	Typ Bezugsfläche	de.A_N
OB_method_h		method heat demand heating	Methode Heizwärmebedarf	de.EnEV.2007

Typ der Wärmeversorgung je Gebäudeblock

Die für die Untersuchung wichtigsten in dieser Tabelle enthaltenen Größen sind:

Tab. 57: Datenfelder im Blatt „DB Basis Input System“ der Arbeitsmappe EnergyProfile.xls
(die englische Bezeichnung verdeutlicht die Bildung der Feldnamen)

Feldname	Einheit	englische Bezeichnung	Erläuterung	Beispiele für Einträge / Codes
ID		dataset identification	Datensatz-Identifikation	5000.S2279.001
date		date	Datum	15.08.2018 15:04
CB_centralheating_building		central heating building	Zentralheizung	1
CB_centralheating_apartment		central heating apartment	Gas-Etagenheizung	0
OB_f_centralheating		categories fraction central heating apartment / building	Kategorien Anteil Zentralheizung / Gas-Etagenheizung	1
CB_boiler		boiler	Kessel oder Therme	FALSE
OB_boiler_fuel		boiler fuel type	Brennstofftyp	gas
OB_boiler_type		boiler type	Kesseltyp b.c.=Brennwert b.lt.=Niedertemp b.nc.ct=Konstant	b.lt
OB_boiler_year		categories boiler year	Baujahr Kessel/Therme	1995 ...
CB_woodboiler		woodboiler	Holzessel	0
OB_woodboiler_fuel		woodboiler fuel type	Brennstofftyp Holzessel	
CB_heatpump		heatpump	Elektro-Wärmepumpe	0
OB_heatpump_type		heatpump type	Typ Wärmequelle	
CB_heatpump_hr		heatpump with heating rod	Wärmepumpe mit zusätzlichem elektrischen Heizstab	0
OB_heatpump_year		categories heatpump construction year	Baujahr Wärmepumpe	
CB_el_storage		electric heated storage	Elektro-Speicher	0
CB_districtheating		districtheating	Fern-/Nahwärme	TRUE
OB_districtheating_type		districtheating type	Typ Wärmeerzeugung Fern-/Nahwärme dh= nicht bekannt dh.b=Kessel/Heizwerk dh.chp=HKW/BHKW	dh.b
CB_districtheating_chp		districtheating fraction chp > 50%	Anteil Kraft-Wärme-Kopplung > 50%	0
OB_sh_distribution_type		space heating distribution type	Typ Verteilung Heizung	yes
OB_sh_distribution_year		categories space heating distribution year	Baualter der Heizungsverteilung (im unbeh. Bereich)	1995 ...
CB_stove_fuel		fuel-heated stove	Brennstoff-beheizte Einzelöfen	0
CB_stove_oil		oil-heated stove	Heizöl-beheizte Einzelöfen	0
CB_stove_coal		coal-heated stove	Kohle-beheizte Einzelöfen	0
CB_stove_wood		wood-heated stove	Holz-beheizte Einzelöfen	0
CB_stove_gas		gas-heated stove	Gas-beheizte Einzelöfen	0
CB_stove_el		electric heater	Elektro-Heizgeräte / Elektro-Öfen	
CB_stove_el_op		electric heater night storage	mit Nachtspeicher (Sondertarif)	0
CB_hw_central_heating		hot water combined with centralheating	Warmwasserbereitung kombiniert mit Zentralheizung oder Etagenheizung	1
CB_hw_gas_storage		gas heated hot water storage	direkt befeuerter Gasspeicher	0
CB_hw_central_el_storage		central electric heated hot water storage	zentraler Elektro-Speicher	0
CB_hw_cellar_heatpump		hot water cellar heatpump	Kellerluft-/Abluft-Wärmepumpe	0
CB_hw_gas_heater		hot water gas heater	Gas-Durchlauferhitzer	0
CB_hw_el_heater		electric instantaneous water heater (tankless)	Elektro-Durchlauferhitzer	0
CB_hw_decentral_el_storage		decentral electric hot water storage	Elektro-Speicher / Kleinspeicher	0
CB_hw_circ		hot water circulation	mit Warmwasserzirkulation	TRUE
CB_hw_solar		solar hot water system	mit thermischer Solaranlage	0

OB_hw_distribution_year	categories construction year hot water distribution	Baualtersklasse Warmwasserverteilung	1995 ...
OB_hw_storage_year	categories construction year hot water storage	Baualtersklasse Warmwasserspeicher	1995 ...
consumption_oil	consumption litre oil	Verbrauch Liter Heizöl	
consumption_natural_gas	consumption natural gas	Erdgas	
OB_consumption_natural_gases	categories dimension natural gas	Kategorien Einheit Erdgas	kWh
consumption_liquid_gas	consumption litre liquid gas	Liter Flüssiggas	
consumption_coal	consumption cubicmeter coal	Schüttkubikmeter Kohle	
consumption_dh	consumption kWh district heating	kWh Fernwärme	
consumption_el	consumption kWh electricity for heating	kWh Heizstrom	
consumption_firewood	consumption cubicmeter firewood	Raummeter Holz	
consumption_woodpellets	consumption kg woodpellets	kg Pellets	
OB_consumption_with_hw	categories consumption including hot water	Kategorien Jahresverbrauch inklusive Warmwasser	h+w
consumption_year1	annual consumption year or first year	Jahresverbrauch Jahr bzw. erstes Jahr	
consumption_year2	annual consumption last year	Jahresverbrauch letztes Jahr	
OB_modernisation_in_consumption_period	categories modernisation in consumption period	Kategorien Modernisierung in der Verbrauchsperiode	#N/A
OB_type_intake_ventilation	intake type ventilation	Eingabetyp Lüftung	cat
OB_type_vent	categories type vent	Lüftungsanlage	none
n_vent_mech	air exchange rate mechanical ventilation	Luftwechsel Lüftungsanlage	
n_vent_other	air exchange rate window opening and air leakages	Luftwechsel Fensteröffnung und Undichtigkeiten	
eta_vent_rec	heat recovery rate mechanical ventilation	Wärmerückgewinnungsgrad Lüftungsanlage	
OB_method_sys	method supply system	Methode Anlagentechnik	tab
OB_table_sys	supply system table	Anlagentechnik-Tabelle	de.EnEV.2007
OB_table_energyware	energyware table	Energieträger-Tabelle	de.EnEV.2007

Energiebedarfsberechnung je Gebäudeblock

Die für die Untersuchung wichtigsten in dieser Tabelle enthaltenen Größen sind:

Tab. 58: Datenfelder im Blatt „DB Basis Result“ der Arbeitsmappe EnergyProfile.xls
(die englische Bezeichnung verdeutlicht die Bildung der Feldnamen)

Feldname	Einheit	englische Bezeichnung	Erläuterung	Beispiele für Einträge / Codes
ID	[dimension]	dataset identification	Datensatz-Identifikation	5000.S2279.001
date		date	Datum	43348
A_ref		reference area (used for energy indices)	Energiebezugsfläche (verwendet für Energiekennwerte)	2418
type_ref_area		type reference area	Typ Energiebezugsfläche	A_C_national
A_C_living_out	m ²	living area	Wohnfläche	1889
A_C_national	m ²	conditioned floor area according to national regulations		2418
year_building_1		construction year building cycle start	Gebäudebaujahr Anfang Zeitraum	1963
year_building_2		construction year building cycle end	Gebäudebaujahr Ende Zeitraum	1963
V_e_out	m ³	conditioned building volume (external dimensions)	beheiztes Gebäudevolumen (brutto)	7557
A_roof_out	m ²	envelope area roof	Fläche Dach	0
A_topceiling_out	m ²	envelope area top storey ceiling	Fläche oberste Geschossdecke	628

A_wall_out	m ²	envelope area wall	Fläche Außenwand	1069
A_floor_out	m ²	envelope area floor to cellar or soil	Fläche Fußboden gegen Keller oder Erdreich	628
A_wall_cellar_out	m ²	envelope area wall to cellar or soil	Fläche Wand gegen Keller oder Erdreich	0
A_window_out	m ²	envelope area window	Fläche Fenster	378
A_rollerblind_out	m ²	envelope area roller blind	Fläche Rolladenkasten	0
A_radiator_recess_out	m ²	envelope area radiator recess	Fläche Heizkörpernische	0
A_further1_out	m ²	envelope area further element 1	weitere Fläche 1	0
A_further2_out	m ²	envelope area further element 2	weitere Fläche 2	0
U0_roof_out	W/(m ² K)	U-value roof without additional insulation	U-Wert Dach ohne zusätzliche Dämmung	1,40
U0_topceiling_out	W/(m ² K)	U-value top storey ceiling without additional insulation	U-Wert oberste Geschossdecke ohne zusätzliche Dämmung	2,10
U0_wall_out	W/(m ² K)	U-value wall without additional insulation	U-Wert Außenwand ohne zusätzliche Dämmung	1,40
U0_floor_out	W/(m ² K)	U-value floor to cellar or soil without additional insulation	U-Wert Fußboden gegen Keller oder Erdreich ohne zusätzliche Dämmung	1,00
U0_wall_cellar_out	W/(m ² K)	U-value wall to cellar or soil without additional insulation	U-Wert Wand gegen Keller oder Erdreich ohne zusätzliche Dämmung	1,00
U0_window_out	W/(m ² K)	U-value window without additional insulation	U-Wert Fenster ohne zusätzliche Dämmung	0,00
U0_rollerblind_out	W/(m ² K)	U-value roller blind without additional insulation	U-Wert Rolladenkasten ohne zusätzliche Dämmung	3,00
U0_radiator_recess_out	W/(m ² K)	U-value radiator recess without additional insulation	U-Wert Heizkörpernische ohne zusätzliche Dämmung	2,80
U0_further1_out	W/(m ² K)			0,00
U0_further2_out	W/(m ² K)			0,00
U_roof_out	W/(m ² K)	U-value roof	U-Wert Dach	1,40
U_topceiling_out	W/(m ² K)	U-value top storey ceiling	U-Wert oberste Geschossdecke	2,10
U_wall_out	W/(m ² K)	U-value wall	U-Wert Außenwand	1,40
U_floor_out	W/(m ² K)	U-value floor to cellar or soil	U-Wert Fußboden gegen Keller oder Erdreich	0,47
U_wall_cellar_out	W/(m ² K)	U-value wall to cellar or soil	U-Wert Wand gegen Keller oder Erdreich	1,00
U_window_out	W/(m ² K)	U-value window	U-Wert Fenster	3,00
U_rollerblind_out	W/(m ² K)	U-value roller blind	U-Wert Rolladenkasten	3,00
U_radiator_recess_out	W/(m ² K)	U-value radiator recess	U-Wert Heizkörpernische	2,80
U_further1_out	W/(m ² K)			0,00
U_further2_out	W/(m ² K)			0,00
theta_i_setpoint	°C	set point temperature heating	Raumsolltemperatur Heizung	19
f_tr		reduction factor temporarily reduced temperature	Reduktionsfaktor zeitlich eingeschränkte Beheizung	0,95
f_sr			Reduktionsfaktor räumlich eingeschränkte Beheizung	1
theta_i_m	°C	mean temperature heating period	mittlere Raumtemperatur Heizzeit	18,25
H_T	W/K	temperature related transmission loss coefficient	temperaturspezif. Transmissionswärmeverlust	4134
n_V	1/h	air change rate	Luftwechsel	0,7
H_V	W/K	temperature related ventilation loss coefficient	temperaturspezif. Lüftungswärmeverlust	1438,88
h_Aref	W/(m ² K)	energy performance standard	energetischer Gebäudestandard	2,30
theta_hl	°C	heating limit temperature	Heizgrenztemperatur	12,00
t_hp	d/a	length of heating period	Länge der Heizperiode (Bilanzzeit)	220,00
f_hdd	kKh/a	heating degree days factor	Gradtagszahlfaktor (ohne Berücks. eingeschr. Beheizung)	79,20
q_T_roof	kWh/(m ² a)	transmission losses roof	Transmissionswärmeverluste Dach	0,00
q_T_topceiling	kWh/(m ² a)	transmission losses top storey ceiling	Transmissionswärmeverluste oberste Geschossdecke	32,84

q_T_wall	kWh/(m ² a)	transmission losses wall	Transmissionswärmeverluste Außenwand	46,57
q_T_floor	kWh/(m ² a)	transmission losses floor to cellar or soil	Transmissionswärmeverluste Fußboden gegen Keller oder Erdrich	5,54
q_T_wall_cellar	kWh/(m ² a)	transmission losses wall to cellar or soil	Transmissionswärmeverluste Wand gegen Keller oder Erdrich	0,00
q_T_window	kWh/(m ² a)	transmission losses window	Transmissionswärmeverluste Fenster	35,27
q_T_other1	kWh/(m ² a)	transmission losses other elements 1	Transmissionswärmeverluste sonstige Bauteile 1	0,00
q_T_other2	kWh/(m ² a)	transmission losses other elements 2	Transmissionswärmeverluste sonstige Bauteile 2	0,00
q_T_thermal_bridges	kWh/(m ² a)	transmission losses thermal bridging	Transmissionswärmeverluste Wärmebrücken	8,41
q_T_supplement	kWh/(m ² a)	transmission losses supplement	Transmissionswärmeverluste Zuschlag	0,00
q_V	kWh/(m ² a)	annual ventilation losses	Lüftungswärmeverluste	44,77
q_L	kWh/(m ² a)	annual total losses	jährliche Wärmeverluste gesamt	173,39
q_S	kWh/(m ² a)	annual solar gains	jährlicher solarer Wärmeeintrag	17,09
q_I	kWh/(m ² a)	annual internal gains	jährliche innere Wärmequellen	26,40
eta_G		utilisation factor gains	Ausnutzungsgrad Wärmegewinne	0,90
q_h_gross	kWh/(m ² a)	gross heat demand of the building, to be covered by heating and ventilation system and by heat gains from hot water system	Heizwärmebedarf brutto (ohne Ww)	134,25
q_h_w	kWh/(m ² a)	contribution to heating by hot water system losses	Heizwärmegutschrift Warmwasserbereitung	2,19
q_h_mv	kWh/(m ² a)	contribution to heating by mechanical ventilation system	Heizwärmegutschrift Lüftungsanlage	0,00
q_hce_total	kWh/(m ² a)	heating system losses control heat emission	Heizsystem Verluste Wärmeübergabe	3,30
q_hd_total	kWh/(m ² a)	heating system losses heat distribution	Heizsystem Verluste Wärmeverteilung	4,15
q_hs_total	kWh/(m ² a)	heating system losses heat storage	Heizsystem Verluste Wärmespeicherung	0,00
q_hg_total	kWh/(m ² a)	heating system losses heat generation	Heizsystem Verluste Wärmeerzeugung	2,79
q_w	kWh/(m ² a)	useful energy demand hot water	Nutzwärmebedarf Warmwasser	12,50
q_wd_total	kWh/(m ² a)	heat losses distribution DHW		6,64
q_ws_total	kWh/(m ² a)	heat losses storage DHW		0,55
q_wg_total	kWh/(m ² a)	heat losses generation DHW		2,76
q_del_h_gas	kWh/(m ² a)	delivered energy heating gas		0
q_del_w_gas	kWh/(m ² a)	delivered energy DHW gas		0
q_del_h_oil	kWh/(m ² a)			0
q_del_w_oil	kWh/(m ² a)			0
q_del_h_liquid_gas	kWh/(m ² a)			0
q_del_w_liquid_gas	kWh/(m ² a)			0
q_del_h_coal	kWh/(m ² a)			0
q_del_w_coal	kWh/(m ² a)			0
q_del_h_bio_fw	kWh/(m ² a)			0
q_del_w_bio_fw	kWh/(m ² a)			0
q_del_h_bio_wp	kWh/(m ² a)			0
q_del_w_bio_wp	kWh/(m ² a)			0
q_del_h_bio_wc	kWh/(m ² a)			0
q_del_w_bio_wc	kWh/(m ² a)			0
q_del_h_el	kWh/(m ² a)			0
q_del_w_el	kWh/(m ² a)			0
q_del_h_el_op	kWh/(m ² a)			0
q_del_w_el_op	kWh/(m ² a)			0
q_del_h_el_aux	kWh/(m ² a)		Hilfsenergie Heizung	0
q_del_w_el_aux	kWh/(m ² a)		Hilfsenergie	1,11

		Ww	
q_del_h_dh	kWh/(m ² a)		142,31
q_del_w_dh	kWh/(m ² a)		22,45
q_del_h_sun	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_sun	kWh/(m ² a)		0
name_ews1			fuel_u_b
q_del_h_ews1	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_ews1	kWh/(m ² a)		0
name_ews2			fuel_u_b_C
q_del_h_ews2	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_ews2	kWh/(m ² a)		0
name_ews3			fuel_u_b_D
q_del_h_ews3	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_ews3	kWh/(m ² a)		0
name_ews4			
q_del_h_ews4	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_ews4	kWh/(m ² a)		0
name_ews5			fuel_u_chp
q_del_h_ews5	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_ews5	kWh/(m ² a)		0
name_ews6			
q_del_h_ews6	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_ews6	kWh/(m ² a)		0
name_ews7			
q_del_h_ews7	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_ews7	kWh/(m ² a)		0
name_ews8			
q_del_h_ews8	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_ews8	kWh/(m ² a)		0
name_ews9			
q_del_h_ews9	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_ews9	kWh/(m ² a)		0
name_ews10			
q_del_h_ews10	kWh/(m ² a)		0
q_del_w_ews10	kWh/(m ² a)		0
q_c_h_fuels	kWh/(m ² a)	Endenergiebedarf Heizung Brennstoffe	0,00
q_c_h_dh	kWh/(m ² a)	Endenergiebedarf Heizung Nah-Fernwärme	142,31
q_c_h_el	kWh/(m ² a)	Endenergiebedarf Heizung Strom	0,00
q_c_w_fuels	kWh/(m ² a)	Endenergiebedarf WW Brenn- stoffe	0,00
q_c_w_dh	kWh/(m ² a)	Endenergiebedarf WW Nah- Fernwärme	22,45
q_c_w_el	kWh/(m ² a)	Endenergiebedarf WW Strom	0,00
q_w_P	kWh/(m ² a)	Primärenergiebedarf WW	32,18
q_h_P	kWh/(m ² a)	Primärenergiebedarf Heizung	185,00
q_P	kWh/(m ² a)	Primärenergiebedarf Gesamt	217,18
e_w_P			2,57
e_h_P			1,38
e_P			1,48
x_w_CO2	kg/(m ² a)		10,18
x_h_CO2	kg/(m ² a)		59,77
x_CO2	kg/(m ² a)	x_CO2	69,95
q_c_sum_fuels	kWh/(m ² a)	Endenergiebedarf Summe-Brennstoffe	0
q_c_sum_dh	kWh/(m ² a)	Endenergiebedarf Summe-Nah-Fernwärme	164,76
q_c_sum_el	kWh/(m ² a)	Endenergiebedarf Summe-Strom	0

C.4 Tabelle „Daten WVA“ – Informationen zur Heizzentrale

Die für die Untersuchung wichtigsten in dieser Tabelle enthaltenen Größen sind:

Tab. 59: Datenfelder der Tabelle „Daten WVA“

Datenfeld-Nr.	Kategorie	Feldname	weitere Hinweise
1	Versorgungsbereich	Bearbeitungshinweise	
2		Servicecenter (SC)	
3		Wirtschaftseinheit	
4		Gebäudeblock	
5		Ort	
6		Ortsteil / Siedlung	
7		Straße	
8	Standort der Anlage	Straße, Haus-Nr.	
9	Gebäudekenndaten	versorgte ME	
10		Wohnfläche beheizt	
11		spez. Wärmebedarf [W/m ²]	
12	Kenndaten Wärmeversorgung	Eigentümer / Betreiber	
13		Anlagenart	
14		Energieart	
15		Anlagentypologie	
16	Kesselkenndaten	Hersteller Kessel	
17		FWÜ-Kompaktstation	
18		Kesseltyp	
19	Kessel: Leistungskenndaten [kW]	installierte Leistung	
20		FW-Anschlussleistung	
21		geschätzte Leistung	
22		ggf. Zuschlag	
23		geschätzte Leistung + Zuschlag	
24		mögliche Reduzierung absolut	
25		mögliche Reduzierung prozentual	
26		Modernisierung / Instandhaltung	
27		Kenndaten Warmwasserversorgung	Regelungsfabrikat
28	Regelungsprotokoll		
29	Versorgungsstruktur		
30	Versorgungsbereich WW (Standort WW-Anlage)		
31	Speicher-TW-Erwärmer (STWE) Frischwasserstation (FWS)		
32	Wartung	Speicherinhalt Modernisierung / Instandhaltung	

Anhang D Ausreißer-Analyse: Daten Gebäudehülle gemäß Energieprofil

ID	Datensatz-Identifikation		5000. \$2288.001	5000. \$2289.001	5000. \$2292.001	5000. \$2292.002	5000. \$2294.001
n_storeys	Anzahl Vollgeschosse		4	3	6	7	4
n_apartments	Anzahl Wohnungen		24	12	12	22	12
A_C_living	beheizte Wohnfläche	m ²	1584	824	886	1536	581
year_building	Baujahr		1964	1964	1976	1976	1976
OB_attached_neighbours	direkt angrenzende Nachbargebäude n0=freistehend n1=1 Seite angebaut n2=2 Seiten angebaut		n1	n0	n2	n1	n1
OB_floorshape	Grundriss		compact	compact	not compact	not compact	not compact
OB_attic_cond	Dach c-DG vollbeh. n-Dg unbeh. p-teibeh.		n	n	-	-	-
OB_cellar_cond	Keller = beheizt		n	n	N	n	n
d_insulation_roof	Dämmstärke Dach				10	16	10
d_insulation_topceiling	Dämmstärke oberste Geschossdecke		15	8			
d_insulation_wall	Dämmstärke Außenwände		16		15	14	15
d_insulation_floor	Dämmstärke Fußboden zum Keller oder Erdreich		6	10			
f_insulation_roof	Flächenanteil Dämmung Dach				100	100	100
f_insulation_topceiling	Flächenanteil Dämmung oberste Geschossdecke		100	95			
f_insulation_wall	Flächenanteil Dämmung Außenwand		100		100	100	100
f_insulation_floor	Flächenanteil Dämmung Fußboden		100	95			
CB_win_1_pane	Verglasung = 1 Scheibe						
CB_win_2_panes	Verglasung = 2 Scheiben		FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
CB_win_3_panes	Verglasung = 3 Scheiben		TRUE				
CB_win_iso	Verglasung = Isolierverglasung						
CB_win_therm	Verglasung = Wärmeschutzverglasung		TRUE		TRUE	TRUE	TRUE
CB_frames_insulated	Rahmen = wärmege-dämmt (bei 3-fach-WS-Vergl.)						
year_window	Jahr des Fenstereinbaus (ca.):		2016	1990	2000	2000	2000
U_win_direct	Fenster U-Wert direkter Eintrag (ersetzt Auswahl von Typen)	W/(m ² K)	0,9				

gelb hinterlegte Felder: auf der Basis der Befunde der Begehung geändert

grün hinterlegte Einträge: Erkenntnisse aus den Unterlagen / noch zu überprüfen

Anhang E Empfehlungen / Hinweise zur Betriebsführung

E.1 Beispiel für eine leicht nachzuvollziehende Regelung

Beispiel: Bedienelemente Buderus Ecomatic

Heizkurve Mischer
Sollte identisch eingestellt sein

Warmwassertemperatur

Heizkurve

Hier ohne Komma 14 => 1,4

Parallelverschiebung (Werks. 0)

10 => 10°C Kesseltemperatur Erhöhung

10 => 4°C Raumtemp. Erhöhung

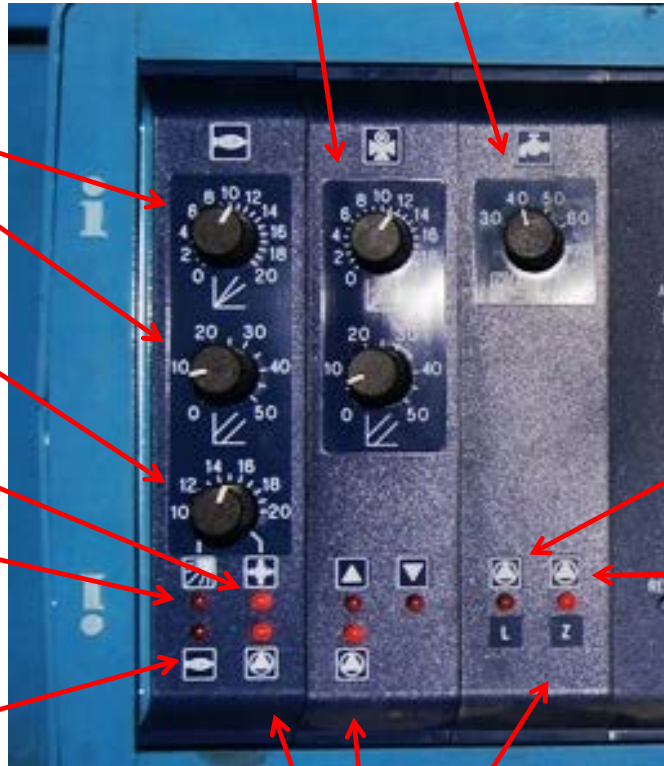
Umschalttemperatur Sommer

Ab dieser Temp. nur noch WW

Heizbetrieb Lampe an

Sommerbetrieb ist aktuell aus

Brenner ist aktuell aus



WW Speicher-
ladepumpe aus

Zirkulation ist an

Pumpe läuft gerade Lampe an

E.2 Schema für ein Logbuch für Regelungseinstellungen

Änderungsdatum		Werkzeinstellungen	Beispiel Altbau	Beispiel Neubau	Ersteinstellungen 01.01.2020	1.	2.	3.	4.	5.
Kesselkreis / Hauptkreis	Heizkurve	1,4	1,4	1						
	Soll Raumtemp. / Parallelversch.	20°C	20°C	20°C						
Mischerkreis Heizung	Heizkurve	1,4	1,4	1						
	Soll Raumtemp. / Parallelversch.	20°C	20°C	20°C						
Sommer / Winter Umschaltung		17°C	17°C	15°C						
Absenktemperatur von		16°C	16°C	16°C						
	Schaltzeiten Tag bis	06:00 22:00	06:00 22:00	06:00 22:00						
Heizung	Temperatur VL bei Außentemp. von *	70°C / -12°C	70°C / -12°C	55°C / -12°C						
	Temperatur RL bei Außentemp. von *	55°C / -12°C	55°C / -12°C	45°C / -12°C						
Trinkwasserzirkulation	Temperatur VL	60	60	60						
Trinkwasserzirkulation	Temperatur RL	55	55	55						
Geändert von	Name lesbar eintragen									
Grund der Änderung / Bemerkungen										

Änderungsdatum	Übertrag von	5.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Heizkurve										
Kesselkreis / Hauptkreis										
Soll Raumtemp. / Parallelversch.										
Heizkurve										
Mischerkreis										
Soll Raumtemp. / Parallelversch.										
Sommer / winter										
Umschaltkurve										
Absenk- temperatur										
von										
bis										
Temperatur VL bei Außentemp. von										
Temperatur RL bei Außentemp. von										
Temperatur VL										
Temperatur RL										
Geändert von	Name lesbar eintragen									
Grund der Änderung / Bemerkungen										

Anhang F Dokumentation zur Verbreitung der Ansätze innerhalb des Projekts

F.1 Einladung und Tagesordnung Experten-Workshop

EXPERTEN-WORKSHOP



Einladung

Workshop für Mitarbeiter hessischer Wohnungsunternehmen

Verbrauchsbenchmarks – Ermittlung von Energievergleichswerten – Potenziale für Wohnungsunternehmen

am Freitag, dem 8. März 2019, 10 bis 15 Uhr in Frankfurt am Main
in Kooperation mit der Nassauischen Heimstätte

Verbrauchsbenchmarks

Um den Energieverbrauch eines gegebenen Gebäudes zu bewerten, sind Vergleichswerte hilfreich – beispielsweise der mittlere Verbrauch ähnlicher Gebäude. Solche „Energieverbrauchsbenchmarks“ können durch Analysen von Verbrauchsdatenbanken ermittelt werden. Thema des Workshops ist die Frage, wie Verbrauchsbenchmarks innerhalb eines Wohnungsunternehmens gebildet und zu welchen Zwecken sie genutzt werden können. Dabei steht besonders die Differenzierung des gemessenen Verbrauchs nach dem energetischen Zustand des Gebäudes bzw. nach dem rechnerischen Energiebedarf im Fokus („bedarfsdifferenzierte Verbrauchsbenchmarks“).

Ergebnisse eines Modellprojekts

Als inhaltlicher Beitrag werden in dem Workshop der Ansatz und die Ergebnisse des „Modellprojekts Energieverbrauchsbenchmarks“ vorgestellt, welches das IWU in Kooperation mit der Nassauischen Heimstätte durchführt. Das Projekt baut auf die „Energieprofil“-Datenbank der Nassauischen Heimstätte auf, in der Daten zum energetischen Zustand aller Gebäude gepflegt werden und an die direkt eine Berechnung des Energiebedarfs gekoppelt ist. Die Verbrauchsdaten stammen aus einem Auszug der für die Nebenkostenabrechnung genutzten Datenbank. Die jährliche Analyse des Verbrauchs-Bedarfs-Zusammenhangs soll es ermöglichen, Gebäude mit erhöhtem Verbrauch (z.B. bedingt durch Nutzerverhalten, defekte Anlagentechnik oder falsche Regelungseinstellungen) zu identifizieren. Weiterhin können die tatsächliche Wirkung von energetischen Modernisierungen nachvollzogen und die resultierenden Energieverbräuche und zugehörigen CO₂-Emissionen bestimmt werden.

Die Bildung von bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks und deren Nutzung zur Verbrauchsanalyse werden im Rahmen des Projekts für ein Modellquartier erprobt. Aus den Erfahrungen sollen Erkenntnisse für eine Ausweitung auf den Gesamtbestand des Unternehmens und eine Verstetigung (jährliche Ermittlung) hervorgehen. Erste Auswertungen und Ergebnisse werden im Workshop vorgestellt und diskutiert.

Das Projekt wird gefördert nach den Richtlinien des Landes Hessen zur Energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes (HEG).

Das IWU arbeitet darüber hinaus auch in mehreren anderen Projekten in diesem Themenfeld.

Inhalte des Workshops

- Vorstellung des „Modellprojekts Energieverbrauchsbenchmarks“ und der bisher erzielten Ergebnisse durch NH und IWU (typische Verbrauchswerte in Abhängigkeit vom energetischen Standard);
- Vorstellung weiterer Ansätze für Verbrauchsbenchmarks bzw. für den Vergleich von Verbrauch und Bedarf
 - Ansätze und Ergebnisse von Projekten auf nationaler und europäischer Ebene;
 - Erfahrungen von Workshop-Teilnehmern;

Institut Wohnen
und Umwelt GmbH

Forschungseinrichtung
des Landes Hessen und
der Stadt Darmstadt

Rheinstraße 65
64295 Darmstadt
Germany

Tel: +49 (0)6151 / 2904-0
Fax: +49 (0)6151 / 2904-97

info@iwu.de
www.iwu.de

Veranstaltung
im Rahmen des
„Modellprojekt
Energieverbrauchs-
benchmarks“

[www.iwu.de/forschung/
gebaeudebestand/2017/
mp-verbrauchsbenchmarks](http://www.iwu.de/forschung/gebaeudebestand/2017/mp-verbrauchsbenchmarks)

Ansprechpartner im IWU:
Tobias Loga
06151/2904-53
t.loga@iwu.de



- Methodik und Kenngrößen zur Herstellung der Vergleichbarkeit von Bedarf und Verbrauch; Besonderheiten von bestimmten Heizungs- und Abrechnungssystemen;
- Austausch zu den Möglichkeiten und den Erfahrungen der Datenpflege: Verbrauchsdaten (Messdienstleister, Nebenkosten-Datenbank) und Zustandsdaten (Monitoring-Indikatoren); Austausch zu verwendeten Software-Lösungen;
- Diskussion der Möglichkeiten zur Umsetzung im Arbeitsalltag / zur Verknüpfung mit im Unternehmen laufenden Prozessen;
- Diskussion der Anwendungsfelder von Verbrauchsbenchmarks (Ausreißer-Ermittlung + gering-investive Maßnahmen, Abschätzung zukünftiger Nebenkosten und Energieverbräuche bei der Modernisierungsplanung, Nachhaltigkeitsberichte, Mieterinformationen, ...);
- Entwicklung von Ideen zur Verknüpfung verschiedener Ansätze zur Bildung von Verbrauchsbenchmarks und zur weiteren Verbreitung bei den Wohnungsunternehmen in Hessen.

Gerne nehmen wir Anregungen zu aus Ihrer Sicht interessanten Aspekten auf. Eine Tagesordnung erhalten die Teilnehmer eine Woche vor dem Workshop.

Adressaten

Der Workshop richtet sich an Mitarbeiter hessischer Wohnungsunternehmen, die Erfahrungen aus folgenden Arbeitsfeldern mitbringen:

- Modernisierungsplanung und -umsetzung;
- Nebenkostenabrechnung;
- Betriebsführung und -überwachung von Wärmeversorgungsanlagen;
- strategische Bestands-/Portfolioentwicklung.

Termin und Ort

Freitag, 8. März 2019, 10 bis 15 Uhr
 Nassauische Heimstätte / Schaumainkai 47 / 60596 Frankfurt
 Konferenzraum 2, 3.OG

Anmeldung

Bei Interesse an dem Workshop senden Sie bitte bis zum ~~15.~~ 22. Februar eine E-Mail an Tobias Loga / IWU t.loga@iwu.de

Darmstadt, 30.01.2019
 Tobias Loga
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter
 IWU - Institut Wohnen und Umwelt GmbH

mit Unterstützung des Landes Hessen



in Kooperation mit



Stand: 07.03.2019

Workshop für Experten aus hessischen Wohnungsunternehmen

"Verbrauchsbenchmarks – Ermittlung von Energie-Vergleichswerten – Potenziale für Wohnungsunternehmen"

am Freitag, dem 8. März 2019 in Frankfurt am Main

Tagesordnung



	10:00 - 10:10	Begrüßung <i>Karin Hendriks (Nassauische Heimstätte) Margrit Schaede (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen)</i>
TOP 1	10:10 - 10:20	Einführung <i>Tobias Loga (IWU)</i>
TOP 2	10:20 - 11:00	Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks <i>Monika Repp (Nassauische Heimstätte) + Tobias Loga (IWU)</i>
	11:00 - 11:20	<i>Kaffeepause</i>
TOP 3	11:20 - 11:50	Überprüfung der Information in den Datenbanken + Ausreißeranalyse <i>Stefan Swiderek (IWU)</i>
TOP 4	11:50 - 12:00	Beispiel für eine Verbrauchsdatenbank als Grundlage für die Nebenkostenabrechnung <i>Jens Bartholmey (MET Medien-Energie-Technik Versorgungs- und Betreuungsgesellschaft mbH Kassel)</i>
TOP 5	12:00 - 12:15	Weitere Beispiele für Verbrauch-Bedarf-Analysen aus den Unternehmen
	12:15 - 13:00	<i>Mittagspause (mit Imbiss)</i>
TOP 6	13:00 - 13:30	Bausteine für die Ermittlung von Verbrauchsbenchmarks <i>Tobias Loga / Stefan Swiderek (IWU)</i>
TOP 7	13:30 - 13:45	Bereitstellung bzw. Beschaffung von Energieverbrauchsdaten <i>Diskussion (Moderation: Tobias Loga)</i>
TOP 8	13:45 - 14:00	Daten zur energetischen Qualität der Gebäude - Datenquellen und Datenpflege <i>Diskussion (Moderation: Tobias Loga)</i>
	14:00 - 14:10	<i>Kaffeepause</i>
TOP 9	14:10 - 14:30	Möglichkeiten zur Nutzung der Informationen <i>Diskussion (Moderation: Tobias Loga)</i>
TOP 10	14:30 - 14:50	Checkliste Verbrauchsbenchmarks in Wohnungsunternehmen <i>Tobias Loga (IWU)</i>
TOP 11	14:50 - 15:00	Ausblick

07.03.2019 14:40

page 1 of 1 pages

F.2 Einladung und Tagesordnung IWU-Fachtagung

Tagung in Darmstadt am 15. Mai 2019



Minimierung des Energieverbrauchs von Geschosswohnbauten – Technologien, Benchmarks und Monitoring

Die Tagung befasst sich mit der Frage, wie der Energieverbrauch im Mehrfamilienhausbestand minimiert werden kann. Ausgangspunkt ist die kritische Reflexion der technischen Wege und politischen Instrumente zur Senkung der CO₂-Emissionen im Gebäudesektor. Die derzeitige Entwicklung der energetischen Modernisierung im Wohngebäudebestand wird auf der Grundlage einer 2016 durchgeführten Stichprobenerhebung dargestellt.

Einen Schwerpunkt stellen Berichte aus einem Projekt dar, in dem Verbrauchsbenchmarks für unterschiedliche Modernisierungsstandards im Wohnungsunternehmen gebildet wurden. Basis ist ein jährliches Monitoring der Verbrauchs-

werte aus der Heizkostenabrechnung. Die Erkenntnisse sollen der Betriebsoptimierung und der Prognose von Verbrauchswerten nach Modernisierung dienen.

Weiter werden gelungene Beispiele für zukunftsfähige Geschosswohnbauten vorgestellt, in denen hochwirksamer Wärmeschutz mit effizienter Wärmeversorgung unter Einsatz erneuerbarer Energien kombiniert wird und für die Betriebserfahrungen und Verbrauchswerte vorliegen.

Am Ende wird die Frage gestellt, wie die Rechenwerkzeuge des EnEV-Normnachweises zur Energieberatung und Gebäudeoptimierung verwendet werden können.



Programm

10:00 Beginn der Tagung

10:00 Begrüßung

Dr. Monika Meyer, Geschäftsführerin IWU
Monika Fontaine-Kretschmer, Geschäftsführerin Nassauische Heimstätte
Silvia Uplegger, Leiterin des Referates Energieeffizienz/ Energieberatung des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen

10:10 Einführung

10:15 Wärmewende jetzt – Der Weg zu einer drastischen Senkung der CO₂-Emissionen im Gebäudesektor

Michael Hörner (IWU)

10:30 Modernisierungsstand und Umsetzungsraten bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung im deutschen Wohngebäudebestand

Dr. Nikolaus Diefenbach (IWU)

11:00 Kaffeepause

11:30 Monitoring des energetischen Zustands und vereinfachte Bedarfsberechnung auf der Grundlage der "Energieprofil"-Indikatoren

Tobias Loga (IWU)

12:00 Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks: Datengrundlagen und Ergebnisse

Monika Repp (Nassauische Heimstätte)

12:30 Mittagspause (mit Imbiss)

13:30 Verbrauchscontrolling und Analyse von Ausreißern auf der Basis von Verbrauchsbenchmarks

Stefan Swiderek (IWU)

14:05 Vom Konzept über die Umsetzung zum Betrieb - Wie kann die Minimierung des fossilen Energieeinsatzes in Mehrfamilienhäusern gelingen?

Marc Großklos (IWU)

15:00 Kaffeepause

15:20 Transparenz auf dem Weg zur Erreichung der Klimaschutzziele - Monitoring der energetischen Qualität und des tatsächlichen Verbrauchs

Tobias Loga (IWU)

16:05 Energieberatung mit den EnEV-Normen? Betrachtung von Fallbeispielen unter Berücksichtigung des Nutzereinflusses

Britta Stein (IWU)

16:50 Zusammenfassung und Ausblick

Tobias Loga (IWU)

17:00 Ende der Tagung

Stand: 07.05.2019

Weitere Informationen



Veranstaltungsort

IWU-Haus, Rheinstraße 65, 64295 Darmstadt

Teilnahmegebühr

75 € (ermäßigt 30 €). Darin eingeschlossen: Kaffee, Tee und Imbiss in der Mittagspause.

Fortbildung

Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung vergeben die Ingenieurkammer Hessen¹ sowie die Architekten- und Stadtplanerkammer Hessen jeweils 6 Fortbildungspunkte. Ein Antrag zur Anerkennung als Fortbildungsveranstaltung der Energieeffizienz-Expertenliste wurde gestellt. [<Info>](#) [<IWU>](#)

¹ Anerkennung IngKH für: Beratender Ingenieur, Freiwilliges Mitglied selbstständig sowie Bauvorlageberechtigung

Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln

Vom Ausgang des Hauptbahnhofs gehen Sie geradeaus in die Mornewegstraße, dann rechts in die Feldbergstraße und wieder links in die Rheinstraße (ca. 10 Minuten zu Fuß).

Anreise mit dem PKW über A5 bzw. A67

Vom Autobahnkreuz Darmstadt gelangen Sie über die Abfahrt Stadtmitte direkt auf die Rheinstraße. An der Kunsthalle Darmstadt biegen Sie links ab. Parkmöglichkeiten gibt es am Steubenplatz direkt hinter der Kunsthalle.

Anmeldung zur Tagung

„Minimierung des Energieverbrauchs von Geschosswohnbauten – Technologien, Benchmarks und Monitoring“

Mittwoch, 15.05.2019 | 10 bis 17 Uhr | IWU-Haus – Rheinstraße 65 – 64295 Darmstadt

Die Teilnehmer werden darüber informiert, dass das IWU die Teilnehmerliste als Unterlage zum Nachweis und zur Abrechnung benötigt und diese ggf. an involvierte Institutionen (Fördermittelgeber, Architekten- und Ingenieurkammer) weiterreicht. Mit der Unterzeichnung auf der Anmeldung willigen Sie in die Verarbeitung der unten stehenden Daten zu dem oben genannten Zweck ein. Die Einwilligung ist freiwillig, jedoch ist ohne die Einwilligung eine Teilnahme an dieser Veranstaltung auf Grund der Nachweisverpflichtungen des Veranstalters IWU nicht möglich. Sie können die Einwilligung jederzeit mit Wirkung für die Zukunft widerrufen. Die Erhebung und Verarbeitung der bis dahin erhobenen Daten bleibt jedoch zulässig.

Bitte ggf. ankreuzen (zusätzliche Angabe, freiwillig):

Ja. Mein Name darf in der ausgedruckten Teilnehmerliste erscheinen, die allen Teilnehmern zu Beginn der Tagung überreicht wird.

Firma	
_____	_____
Nachname	Vorname
_____	_____
Straße, Hausnummer	PLZ, Ort
_____	_____
Telefon	E-Mail
_____	_____
Datum	Unterschrift Anmeldung

Anmeldung per Fax oder E-Mail bis spätestens Mittwoch, 8. Mai 2019

Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)
 Silvia Schulz
 Rheinstraße 65,
 64295 Darmstadt
 Tel.: 06151 / 29 04 - 56
 Fax.: 06151 / 29 04 - 97
 E-Mail: s.schulz@iwu.de

Veranstaltung im Rahmen des Modellprojekts Energieverbrauchsbenchmarks

mit Unterstützung des Landes Hessen



in Kooperation mit

