

# **Effizienzanalyse von Warmwassersystemen im mehrgeschoßigen Wohnbau**

Auswertung von 15 gemessenen Anlagen im Wohnbaubestand

**Impressum:**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autorinnen und Autoren: Niko Themeßl, Edith Jäger, Armin Themeßl  
(alle AEE Energiedienstleistungen GmbH)

Wien, Jänner 2023

**Copyright und Haftung:**

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des BMK und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an [n.themessl@aee.or.at](mailto:n.themessl@aee.or.at)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b> .....	<b>5</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>Zielsetzung</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Methodik</b> .....	<b>8</b>
1.1 Darstellung möglicher Wärmeversorgungstypen.....	9
1.2 Auswahl der Objekte und deren Datenverfügbarkeit.....	11
1.3 Einholen der Nutzenergie­daten.....	12
1.4 Einholen der Endenergie­daten.....	13
1.5 Datenverarbeitung, Datenauswertung und Datenanalyse.....	14
1.5.1 Methodik zur Vervollständigung von Datenlücken.....	14
1.5.2 Gegenüberstellung von Endenergie­daten und Nutzenergie­daten.....	17
1.5.3 Grafische Darstellung von Endenergie, Nutzenergie und Verlusten.....	18
<b>2 Datenanalyse der Objekte nach Anlagentypen</b> .....	<b>19</b>
2.1 Anlagentyp 1 – Wärmebereitstellung über zentralen Kessel, Warmwasserbereitstellung über zentralen Warmwasserboiler.....	19
2.1.1 Typ 1 – Wohnhausanlage 1.1.....	20
2.2 Anlagentyp 2 – Wärmebereitstellung über zentralen Kessel, Warmwasserbereitstellung dezentral im Durchflussprinzip.....	21
2.2.1 Typ 2 – Wohnhausanlage 2.1.....	22
2.2.2 Typ 2 – Wohnhausanlage 2.2.....	25
2.3 Anlagentyp 3 – Wärmebereitstellung über zentrale Wärmepumpe, Warmwasserbereitstellung über zentralen Warmwasserboiler.....	28
2.3.1 Typ 3 – Wohnhausanlage 3.1.....	29
2.4 Anlagentyp 4 – Wärmebereitstellung über zentrale Wärmepumpe, Warmwasserbereitstellung dezentral im Durchflussprinzip.....	34
2.4.1 Typ 4 – Wohnhausanlage 4.1.....	35
2.5 Anlagentyp 5 – Wärmebereitstellung über Fernwärme, Warmwasserbereitstellung über zentralen Warmwasserboiler.....	37
2.5.1 Typ 5 – Wohnhausanlage 5.1.....	38
2.6 Anlagentyp 6 – Wärmebereitstellung über Fernwärme, Warmwasserbereitstellung dezentral im Durchflussprinzip.....	40
2.6.1 Typ 6 – Wohnhausanlage 6.1.....	40
2.6.2 Typ 6 – Wohnhausanlage 6.2.....	42
2.6.3 Typ 6 – Wohnhausanlage 6.3.....	45
2.6.4 Typ 6 – Wohnhausanlage 6.4.....	48

2.7 Anlagentyp 7 – Wärmebereitstellung über zentralen Kessel, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Warmwasserboiler.....	49
2.8 Anlagentyp 8 – Wärmebereitstellung über zentralen Kessel, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Elektro-Warmwasserboiler.....	50
2.9 Anlagentyp 9 – Wärmebereitstellung über zentrale Wärmepumpe, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Warmwasserboiler.....	50
2.10 Anlagentyp 10 – Wärmebereitstellung über zentrale Wärmepumpe, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Elektro-Warmwasserboiler.....	51
2.10.1 Typ 10 – Wohnhausanlage 10.1.....	51
2.11 Anlagentyp 11 – Wärmebereitstellung über Fernwärme, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Warmwasserboiler.....	53
2.11.1 Typ 11 – Wohnhausanlage 11.1.....	53
2.11.2 Typ 11 – Wohnhausanlage 11.2.....	56
2.11.3 Typ 11 – Wohnhausanlage 11.3.....	59
2.12 Anlagentyp 12 – Wärmebereitstellung über Fernwärme, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Elektro-Warmwasserboiler.....	61
2.12.1 Typ 12 – Wohnhausanlage 12.1.....	62
<b>3 Gegenüberstellung der Anlagen hinsichtlich Primärenergiebedarf und CO2-Emissionen im laufenden Betrieb.....</b>	<b>64</b>
<b>4 Erkenntnisse (Lessons Learned).....</b>	<b>67</b>
4.1 Hohe Verteilverluste bei konstanter Zirkulation in den Rohrleitungssystemen.....	67
4.2 Gutes Abschneiden dezentraler Warmwassererzeugung / Warmwasserspeicherung. .	67
4.3 Klare Nachteile von Elektro-Zusatzheizungen.....	68
<b>5 Diskussion und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>69</b>
5.1 Wärmeverluste durch zirkulierendes, warmes Wasser vermeiden.....	69
5.2 Energieeinträge aller Wärmeerzeuger und -verbraucher einzeln erfassen und monitoren.....	70
<b>6 Über klimaaktiv.....</b>	<b>71</b>

# Kurzfassung

Auslöser für dieses Projekt war die Effizienzanalyse einer neu errichteten Wohnanlage mit 50 Wohneinheiten (WE) in Kärnten. Bei dieser Wohnanlage wurde in den Sommermonaten für den Warmwasserbetrieb ein Wirkungsgrad des Wärmeversorgungssystems (Verhältnis zwischen Nutzenergie und Endenergie) von nur etwa 15 % ermittelt. In der besagten Anlage wurde mittlerweile Messtechnik installiert, die in Zukunft Aufschluss über die Effizienzverluste geben soll.

Daraus ergab sich die Frage, ob derartige Effizienzverluste nur in Einzelfällen passieren, oder ob dies in der Praxis öfter der Fall ist.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Effizienzanalyse verschiedener Gebäude/Anlagen und stellt die Energieverluste der jeweiligen Warmwassersysteme dar. Dadurch konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, welche ineffiziente Warmwassersysteme identifizieren und die Notwendigkeit des Einsatzes gewisser (dezentraler) Warmwasserversorgungssysteme klar darlegen.

Auch wurde im Zuge dieser Arbeit eine Gegenüberstellung aller untersuchten Objekte/Anlagen (im Folgenden kurz Objekte genannt) hinsichtlich Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Betrieb angestellt.

Die Erkenntnisse (Lessons Learned) dieser Arbeit sind in Kapitel 4 zusammengefasst.

Die Schlussfolgerungen werden in Kapitel 5 diskutiert.

# Einleitung

Die vorliegende Arbeit liefert einen Überblick über die Energieeffizienz im Bereich Warmwasser (WW) für ausgewählte Wohnhausanlagen aus dem Kärntner Wohnbaubestand. Die dafür zu untersuchenden Anlagentypen wurden in Absprache zwischen AEE Energiedienstleistungen GmbH, der Messtechnikfirma Brunata und den Projektunterstützern Land Kärnten und klima**aktiv** festgelegt (siehe dazu Kapitel 1.1 und Kapitel 1.2).

# Zielsetzung

Ziel dieses Projekts ist die Darstellung der Energieeffizienz verschiedener mehrgeschoßiger Wohngebäude, welche im laufenden Betrieb hinsichtlich ihrer WW-Systeme untersucht wurden. Auf Basis von Messwerten sollen Schlüsse zur möglichst effizienten Ausführung von WW-Systemen gezogen werden.

Ebenso soll ein Vergleich der betrachteten mehrgeschoßigen Wohngebäude gezogen werden, wonach eine Bewertung hinsichtlich Endenergiebedarf (EE-Bedarf) und der CO<sub>2</sub>-Emissionen erfolgen kann.

Generell soll die vorliegende Arbeit eine Informationsbasis schaffen, welche zu mehr Energieeffizienz und ökologischer Betriebsweise von WW-Versorgungsanlagen im mehrgeschoßigen Wohnbau führt. Auf Basis dieser Arbeit soll es möglich sein, Handlungsempfehlungen abzuleiten.

# 1 Methodik

Im Zuge dieser Arbeit wurden

1. mögliche/übliche Wärmeversorgungssysteme für den mehrgeschoßigen Wohnbau dargestellt,
2. eine Auswahl der Objekte und eine Analyse über deren Datenverfügbarkeit durchgeführt,
3. die Nutzenergiekosten der ausgewählten Objekte eingeholt (Datensammlung durch Fernablesung der Wohnungszähler),
4. die Endenergiekosten der ausgewählten Objekte eingeholt (Datensammlung im Zuge von Vor-Ort-Besichtigungen),
5. die Daten verarbeitet, ausgewertet visualisiert und analysiert sowie
6. gewonnene Erkenntnisse protokolliert, diskutiert und Schlussfolgerungen gezogen.

Die Datengrundlage für diese Analyse lieferten

- die Wärmemengenzähler (WMZ) der einzelnen Wohnungen – welche nur die Nutzenergie (NE) abbilden, ohne Wärmeverteilungsverluste zu berücksichtigen, sowie
- die Wärmemengenzähler der Wärmeerzeuger – welche nur die aufgewendete Endenergie (EE) abbilden, ohne die Wirkungsgradverluste des Wärmeerzeugers zu berücksichtigen.

Die Differenz zwischen EE-Einsatz und NE entsteht durch Systemverluste. Dies sind Verluste bei Wärmebereitstellung, Wärmeverteilung und Wärmeabgabe für Heizenergie und WW. Die Systemverluste sollten möglichst gering gehalten werden.

Im Vorfeld zu dieser Arbeit wurden Sondierungsgespräche zwischen AEE Energiedienstleistungen GmbH und der Messtechnikfirma Brunata geführt. Diese zeigten, dass die Energieströme in mehrgeschoßigen Wohnbauten größtenteils gemessen werden und auswertbare Daten vorhanden sind.



Im Zuge der Untersuchung wurde eine repräsentative Auswahl an Bestandsobjekten mit entsprechenden Wärmeversorgungs- und WW-Systemen (folgend als „Typen“ bezeichnet) analysiert.

Für die Analyse der Bestandsobjekte/-anlagen wurde sowohl eine technische Bestandsaufnahme vor Ort als auch eine Auswertung der verfügbaren Messdaten durchgeführt. Die folgenden Unterkapitel beschreiben die angewendete Methodik.

## 1.1 Darstellung möglicher Wärmeversorgungstypen

Die gängigen Wärmeerzeugungssysteme für den mehrgeschoßigen Wohnbau sind zentrale Heizkessel (auf Basis von Öl, Gas oder Biomasse), Wärmepumpen (WP) sowie Fernwärme (FW). Warmwasser wird üblicherweise zentral oder dezentral in Warmwasserspeichern oder im Durchflussprinzip bereitgestellt.

In einem ersten Schritt wurden die im mehrgeschoßigen Wohnbau gängigen Kombinationen aus Wärmeerzeugungs- und WW-Bereitungssystemen in 12 potenzielle Typen eingeteilt. Die definierten Typen sind in Tabelle 1 dargestellt. Mit diesen Typen soll die gesamte Bandbreite an gängigen Haustechnik-Konstellationen möglichst vollständig abgebildet werden.

Tabelle 1: Ausgewählte Anlagentypen entsprechend Wärmeerzeuger und WW-Bereitung

	<b>WW-Bereitung: zentraler Boiler,  beheizt durch Wärmeerzeuger</b>	<b>WW-Bereitung: dezentrale Platten- Wärmetauscher,  beheizt durch Wärmeerzeuger</b>	<b>WW-Bereitung: dezentrale Boiler,  beheizt durch Wärmeerzeuger</b>	<b>WW-Bereitung: dezentrale Boiler,  beheizt durch Elektro-Direktheizung</b>
<b>Wärmeerzeuger: Öl/Gas/Biomasse</b>	Typ 1	Typ 2	Typ 7	Typ 8
<b>Wärmeerzeuger: Wärmepumpen</b>	Typ 3	Typ 4	Typ 9	Typ 10
<b>Wärmeerzeuger: Nah-/Fernwärme</b>	Typ 5	Typ 6	Typ 11	Typ 12

Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

- **Typ 1:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über ein zentrales Heizgerät auf Basis von Öl, Gas oder Biomasse. Die WW-Versorgung erfolgt über einen zentralen WW-Boiler, in welchem das WW über das Zentralheizgerät erwärmt wird.
- **Typ 2:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über ein zentrales Heizgerät auf Basis von Öl, Gas oder Biomasse. Die WW-Versorgung erfolgt im Durchflussprinzip über dezentrale Wärmetauscher je Wohnung, welche vom Zentralheizgerät versorgt werden.
- **Typ 3:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über eine zentrale WP. Die WW-Versorgung erfolgt über einen zentralen WW-Boiler, in welchem das WW über die zentrale WP erwärmt wird.
- **Typ 4:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über eine zentrale WP. Die WW-Versorgung erfolgt im Durchflussprinzip über dezentrale Wärmetauscher je Wohnung, welche von der zentralen WP versorgt werden.
- **Typ 5:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über einen Nah-/FW-Anschluss. Die WW-Versorgung erfolgt über einen zentralen WW-Boiler, in welchem das Nutzwasser erwärmt wird.
- **Typ 6:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über einen Nah-/FW-Anschluss. Die WW-Versorgung erfolgt im Durchflussprinzip über dezentrale Wärmetauscher je Wohnung.
- **Typ 7:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über ein zentrales Heizgerät auf Basis von Öl, Gas oder Biomasse. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler je Wohnung, welche über das Zentralheizgerät mit Wärme versorgt werden.
- **Typ 8:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über ein zentrales Heizgerät auf Basis von Öl, Gas oder Biomasse. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler je Wohnung, in welchen das Wasser direkt elektrisch erwärmt wird.
- **Typ 9:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über eine zentrale WP. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler je Wohnung, welche von der zentralen WP mit Wärme versorgt werden.
- **Typ 10:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über eine zentrale WP. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler je Wohnung, in welchen das Wasser direkt elektrisch erwärmt wird.
- **Typ 11:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über einen Nah-/FW-Anschluss. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler je Wohnung, in welchen das Nutzwasser erwärmt wird.
- **Typ 12:** Die Wärmebereitstellung erfolgt über einen Nah-/FW-Anschluss. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler je Wohnung, in welchen das Wasser direkt elektrisch erwärmt wird.

## 1.2 Auswahl der Objekte und deren Datenverfügbarkeit

In einem zweiten Schritt wurden – auf Basis der Anlagentypen in Tabelle 1 – die zu untersuchenden Objekte festgelegt. Hier wurde versucht, auswertbare Bestandsanlagen (mit entsprechender Datenqualität) für alle Systemkonstellationen zu finden.

Nach Auswertung aller verfügbaren Objekt-/Anlagendaten zeigte sich, dass die Datenqualität nicht in allen Fällen den Anforderungen für eine aussagekräftige Auswertung entspricht. Dies kann auf zwei Aspekte zurückgeführt werden:

1. Nicht alle Gebäude/Anlagen waren vollständig mit den notwendigen Messtechnikrichtungen ausgestattet (einzelne Wohnungswärmezähler sowie Hauptzähler direkt nach dem/den Wärmeerzeuger/n). Zwar hätte der Gesamtenergieeinsatz näherungsweise auf Basis von Energiebezugsrechnungen dargestellt werden können, dies hätte aber keine Aussagen über einzelne Monatsverbräuche und somit auch nicht über den WW-Bedarf im Sommer geliefert.
2. Die „LoRaWAN Fernablese-Technologie“, mit welcher die untersuchten Objekte ausgestattet sind, liefert die Messdaten in manchen Fällen nur lückenhaft. Es kann vorkommen, dass im Zuge der Ablesung einzelne Monatswerte oder auch ganze Monatsdatenreihen nicht übertragen werden/wurden.

Ursprüngliches Ziel war, zwei Objekte pro Typ zu analysieren. Da die Anlagen mit elektrischer WW-Bereitung (Typ 8, Typ 10 und Typ 12) nicht bei der Auswertung berücksichtigt werden, sollten insgesamt 18 Objekte (jeweils zwei pro Typ) in diese Arbeit einfließen.

Schlussendlich konnten insgesamt 15 taugliche Objekte für die Effizienzanalyse gefunden werden. Als Resultat der teilweise mangelhaften Datenqualität (die jedoch für den eigentlichen Verwendungszweck der Heizkostenabrechnung absolut ausreichend ist) konnten nicht für alle 15 verfügbaren Gebäude/Anlagen aussagekräftige Ergebnisse generiert werden.

Tabelle 2 zeigt, dass aufgrund der Verfügbarkeit sowie der Datenqualität der 15 zur Analyse angestrebten Objekte folgende Auswertungsergebnisse erzielt werden konnten:

- für 8 Objekte können die Ergebnisse wie geplant, nämlich als quantitative Aussage über die Anlageneffizienz, dargestellt werden,

- für 1 Objekt können andere Ergebnisse, nämlich eine Aussage über den (relativ hohen) Energiebedarf getroffen werden und
- für 6 Objekte ist keine valide Aussage möglich.

Tabelle 2: Definierte Anlagentypen, Anzahl verfügbarer Objekte und Anzahl der erzielten Auswertungsergebnisse

Objekte/Anlagen [Anzahl]	Anlagendaten verfügbar	geplante Ergebnisse	andere Ergebnisse	keine Ergebnisse
Typ 1	1	0	0	1
Typ 2	2	2	0	0
Typ 3	1	0	1	0
Typ 4	1	1	0	0
Typ 5	1	0	0	1
Typ 6	4	3	0	1
Typ 7	0	0	0	0
Typ 8	0	0	0	0
Typ 9	0	0	0	0
Typ 10	1	0	0	1
Typ 11	3	2	0	1
Typ 12	1	0	0	1
Summe	15	8	1	6

Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

### 1.3 Einholen der Nutzenergiekosten

Von der Messtechnikfirma Brunata wurden die Nutzenergiekosten für die Wohneinheiten aller verfügbaren Objekte bereitgestellt. Diese werden von fernablesbaren Wohnungszählern (WMZ; in manchen Fällen auch Warm-/Kaltwasserzähler) gesammelt und über die LoRaWAN Fernables-Technologie kontaktlos ausgelesen.

Die NE-Daten der Wohnungszähler standen in Form von CSV-Dateien zur Verfügung. Die Datenqualität entsprach einzelnen Monatswerten (teilweise 14-tägig), welche für jeden Zähler separat protokolliert wurden. Ausgegeben wurden diese Daten gesammelt in jeweils einem Tabellenblatt pro Objekt/Anlage. Tabelle 3 zeigt beispielhaft, in welcher Form die Rohdaten für die Auswertung im Zuge dieses Projekts zur Verfügung standen.

Abbildung 1 zeigt einen beispielhaften Ausschnitt aus Messdaten von Wohnungszählern einer Anlage. Die Messdaten wurden aus diesem Format heraus verarbeitet. Die Wohnungszählerdaten sind grundsätzlich in ihrer Datenqualität sehr gut geeignet, weisen

jedoch Datenlücken auf. Wie im Zuge der Messdatenauswertung mit diesen Datenlücken umgegangen wurde, wird in Kapitel 1.5.1 erläutert.

Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung der erhaltenen Nutzwärmedaten (Rohdaten)

Obj.Nr.	Obj. Name	Geräte- Liniennr.	VT Kategorie	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	Ablesung	
				15.02.2022	01.02.2022	15.01.2022	01.01.2022	15.12.2021	01.12.2021	15.11.2021	01.11.2021	15.10.2021	01.10.2021	15.09.2021	01.09.2021	15.08.2021	01.08.2021	15.07.2021	01.07.2021
2797603	1	3210	WMZ	12.398,000	11.929,000	11.528,000	10.813,000	10.243,000	9.724,000		8.965,000		8.333,000	8.118,000	8.039,000		7.885,000	7.798,000	7.750,000
2797603	2	3207	WMZ	7.859,000	7.851,000	7.318,000								5.460,000	5.337,000		5.142,000	5.063,000	4.998,000
2797603	3	3203	WMZ	4.933,000	4.751,000	4.493,000	4.253,000	3.956,000	3.685,000	3.483,000	3.317,000	3.200,000	3.104,000	3.070,000	3.057,000		3.039,000	3.021,000	3.034,000
2797603	4	3211	WMZ	17.213,000	16.712,000			14.416,000	13.788,000	13.239,000	12.884,000	12.237,000	11.875,000	11.578,000	11.348,000		10.961,000	10.705,000	10.540,000
2797603	5	3215	WMZ	5.233,000	5.058,000	4.608,000													
2797603	6	3214	WMZ	9.883,000	9.472,000	8.951,000	8.499,000	7.985,000	7.555,000	7.176,000	6.848,000		6.325,000	6.100,000	6.108,000		5.910,000	5.834,000	5.770,000
2797603	7	3208	WMZ	7.532,000	7.238,000	6.660,000	6.434,000	6.014,000	5.640,000	5.203,000	4.987,000	4.757,000	4.539,000		4.516,000		4.425,000	4.300,000	4.300,000
2797603	8	3206	WMZ	4.916,000	4.736,000	4.457,000		3.921,000	3.679,000	3.468,000	3.281,000	3.158,000	3.058,000	3.032,000	3.002,000		2.982,000	2.981,000	2.960,000
2797603	9	3212	WMZ	7.989,000	7.582,000	7.131,000	6.729,000	6.316,000	5.959,000	5.640,000	5.400,000			4.964,000	4.623,000	4.374,000	4.336,000	4.792,000	4.735,000
2797603	10	3201	WMZ	15.036,000	14.488,000	13.793,000		12.442,000		11.313,000				9.757,000	8.958,000		8.382,000		
2797603	11	3213	WMZ	6.116,000	5.897,000	5.602,000		5.305,000			4.328,000	4.192,000		4.035,000	4.007,000		3.925,000	3.891,000	3.855,000

Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

## 1.4 Einholen der Endenergiedaten

Für die Analyse der Objekte/Anlagen ist es wichtig, ergänzend zu den Wohnungszählerdaten auch den gebäudetechnischen Bestand vor Ort sowie die Gesamtzählerdaten (gesamte bereitgestellte Energiemengen der einzelnen Wärmeerzeuger) zu erfassen. Hierfür wurden alle 15 Objekte vor Ort besichtigt (einen Überblick über die Verfügbarkeit von Ergebnissen aus diesen 15 Objekten gibt obenstehende Tabelle 2).

Im Zuge der Vor-Ort-Besichtigungen wurden folgende Schritte durchgeführt:

- Besichtigung der Technikräume
- Aufnahme und Fotodokumentation des Bestands
- Analyse der Anlagenhydraulik und -konstellation
- Auslesen aller zentralen WMZ/EE-Daten (sofern vorhanden)

Die bei den Vor-Ort-Besichtigungen aufgenommenen EE-Daten (abgelesen von den zentralen WMZ) bieten, in Kombination mit den NE-Daten (fernabgelesen von den Wohnungszählern), die Grundlage für die Datenanalyse. Die Methodik der Datenanalyse wird in Kapitel 1.5 beschrieben.

Wichtig ist anzumerken, dass die gezählten Energiemengen der Wärmeerzeuger als EE-Mengen angegeben werden. Die Anlagenverluste bei Heizkesseln wurden nicht berücksichtigt. Grund dafür ist, dass die Zählerdaten die erzeugten Energiemengen (in kWh Wärme) und nicht die eingekauften Energiemengen (z.B. in Tonnen Pellets) abbilden.

## **1.5 Datenverarbeitung, Datenauswertung und Datenanalyse**

Einleitend sei erwähnt, dass die angewendete Methodik der Datenanalyse notwendig war, weil eine Aussage über die monatlichen Verluste von WW-Versorgungsanlagen (also die Effizienzeinbußen zwischen EE-Einsatz und NE) nur auf Basis von vollständigen Zählerdaten gemacht werden kann. Wie in Kapitel 1.3 beispielhaft beschrieben, bestanden in den auszuwertenden Datensätzen jedoch diverse Datenlücken.

Die Evaluierung des tatsächlichen Energiebedarfs eines Gebäudes kann nur über die Auswertung von Messdaten erfolgen. Als Arbeitsgrundlage für die vorliegende Energieeffizienzanalyse dienen Messdatensätze verschiedener Wohnhausanlagen. Die herangezogenen NE- und EE-Daten der WMZ wurden eingeholt und gesammelt (beschrieben in Kapitel 1.3 und Kapitel 1.4). Wie bereits erwähnt, war die Qualität der verarbeiteten Daten grundsätzlich für die Analyse gut geeignet. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik der Datenverarbeitung, Datenauswertung und Datenanalyse sowie den Umgang mit Datenlücken.

### **1.5.1 Methodik zur Vervollständigung von Datenlücken**

Wie in Kapitel 1.3 beschrieben, gab es betreffend der NE-Daten (Wohnungszählerdaten) bei der Datenverarbeitung die Problemstellung der teilweise fehlenden Monatsdaten. Der Grund für Datenlücken bei den Wohnungszählerdaten besteht darin, dass die Datenübertragung beim Fernablesen nicht immer lückenlos von statten geht (siehe auch Kapitel 1.2, Aufzählungspunkt 2). Für die angewendete Methodik zur Datenverarbeitung ist es jedoch notwendig, die Monatsdaten aller Zähler in vollständiger und lückenloser Form zu verarbeiten.

Der Anforderung hinsichtlich absolut lückenloser Zählerdaten konnte nur durch eine Kombination aus drei Arten der Datenvervollständigung genüge getan werden. Diese werden in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

## Art 1 – Vervollständigung der Datenlücken durch Interpolation

Grundsätzlich weisen die untersuchten Objekte in jeder WE entweder nur einen WMZ oder eine Kombination aus WW-Zähler und WMZ auf.

Sind für einzelne WE sowohl WW- als auch Heizungszählerdaten vorhanden, dann

- wurden für die Vervollständigung der WW-Zählerdaten lediglich die vorhandenen WW-Zählerwerte im Betrachtungszeitraum für alle WE aufsummiert und die Summe wiederum anteilmäßig pro WE und Monat berechnet. Daraus resultiert ein monatlicher WW-Bedarf je WE – repräsentativ für das gesamte Gebäude; in kWh/(WE\*M). Datenlücken wurden aufgefüllt, indem dieser Wert zum vorhergegangenen Monatswert addiert beziehungsweise vom nachfolgenden Monatswert subtrahiert wurde;
- wurde für die Vervollständigung der Heizungszählerdaten die nachfolgend beschriebene Methode herangezogen, wobei aufgrund der vorhandenen WW-Zählerdaten ein Herausrechnen des WW-Anteils des WMZ obsolet wurde.

Sind für einzelne WE nur die WMZ vorhanden, dann

- ist der WW-Bedarf entweder nicht erfasst, oder aber im Wert des WMZ enthalten (z.B. bei Wohnungsstationen). Ist der WW-Bedarf im WMZ enthalten, wurde für die Vervollständigung der WMZ-Daten eine erste Ermittlung des näherungsweise prozentualen Anteils des WW-Energiebedarfs für den (noch) unvollständigen Datensatz ermittelt. Datenlücken sowie nicht plausible Daten wurden in diesem Schritt noch außer Acht gelassen.

Die folgenden Punkte beschreiben die angewendete Methodik zur Vervollständigung der Datenlücken im Fall vom WMZ (ohne separaten WW-Zähler):

1. Schrittweise Methodik zur Generierung notwendiger Parameter:
  - a) Ermittlung des gesamten Wärmeenergiebedarfs (WMZ gesamt):  
Auf Basis der monatlich aufgelösten Wohnungszählerdaten ergibt sich aus der Differenz der Zählerwerte der gesamte Wärmebedarf einer WE im Betrachtungszeitraum.

- b) Ermittlung des Warmwasserenergiebedarfs (WW / M):  
Die Zuteilung der Heizgradtage (HGT) zu den jeweiligen Zähler-Monatswerten zeigt, in welchen Monaten kein Energiebedarf für die Raumheizung notwendig war (wenn  $HGT = 0$ ). Dementsprechend fällt der Wärmeenergiebedarf in eben diesen Monaten ausschließlich für die WW-Bereitung an. Aus allen derartig betroffenen Sommermonaten wurde der Mittelwert des WW-Energiebedarfs pro Monat ermittelt.
- c) Anteil des WW-Energiebedarfs am gesamten Wärmeenergiebedarf (WW-Anteil / WE):  
Das Verhältnis zwischen WW-Bedarf und gesamtem Wärmeenergiebedarf ergibt den Anteil des WW-Energiebedarfs in % je WE. Der Mittelwert der WW-Bedarfe aller WE ergibt den Anteil des WW-Energiebedarfs, gültig für alle WE des Gebäudes.
- d) Durchschnittlicher gebäudespezifischer WW-Energiebedarf pro Monat (Durchschnitt WW / M):  
Der durchschnittliche WW-Energiebedarf pro Monat für das gesamte Gebäude ergibt sich aus dem Mittelwert aller plausiblen Wärmeenergiebedarfswerte je Wohneinheit und Monat, multipliziert mit dem prozentuellen Anteil des WW-Energiebedarfs.
- e) Durchschnittlicher gebäudespezifischer Heizenergiebedarf pro 1 HGT (Durchschnitt  $Q_{\text{heiz}} / 1 \text{ HGT}$ ):  
Dabei wurde zuerst die benötigte Heizenergie für Raumwärme pro WE – auf Basis des gesamten Wärmeenergiebedarfs und des prozentuellen Anteils an Heizenergiebedarf (entspricht 100 % des Wärmeenergiebedarfs minus Anteil WW-Energiebedarf) – ermittelt. Dividiert durch die Summe der HGT des gesamten Jahres ergibt dies für jede WE den Heizenergiebedarf pro 1 HGT. Der Mittelwert aus allen WE ergibt den mittleren Heizenergiebedarf pro HGT für das gesamte Gebäude.

## 2. Vervollständigung der Messlücken anhand generierter Parameter:

Die generierten Parameter – nämlich der durchschnittliche gebäudespezifische WW-Energiebedarf pro Monat (Durchschnitt WW / M) sowie der durchschnittliche gebäudespezifische Heizenergiebedarf pro 1 HGT (Durchschnitt  $Q_{\text{heiz}} / 1 \text{ HGT}$ ) – ermöglichen, die Messlücken zu füllen.



Hierbei ergibt sich der Wert in der Messlücke aus dem jeweils verfügbaren Monatswert, von dem pro Monat sowohl ein Wert für den Heizenergiebedarf (aus entsprechendem Monatswert für HGT und Durchschnitt Q<sub>heiz</sub> / 1 HGT) als auch ein Wert für WW-Energiebedarf (Durchschnitt WW / M) zum vorhergegangenen Monatswert addiert beziehungsweise vom nachfolgenden Monatswert subtrahiert wurde.

Anhand dieses interpolierenden Ansatzes wurden alle Messlücken durch gebäudespezifische Rechenwerte ergänzt.

### **Art 2 – Vervollständigung der Datenlücken durch Mittelwertbildung**

Bei den fernabgelesenen Wohnungszählerdaten bestanden häufig Datenlücken bei einzelnen Monatswerten, wobei oft die Werte des vorhergegangenen Monats sowie des nachfolgenden Monats vorhanden waren.

In diesem Fall wurde der Mittelwert zwischen dem vorhergegangenen Monatswert und dem nachfolgenden Monatswert gebildet und damit die Datenlücke gefüllt.

### **Art 3 – Vervollständigung der Datenlücken durch plausible Schätzung**

In vereinzelt Fällen führte die Vervollständigung der Datenlücken sowohl durch Art 1 als auch Art 2 zu nicht plausiblen, bzw. zu keinen Ergebnissen. Ein Beispiel dafür ist etwa das Fehlen mehrerer aufeinanderfolgender Monatswerte inklusive dem ersten/letzten Wert des Betrachtungszeitraumes.

In diesen Einzelfällen war es notwendig, die Datenlücken durch plausible Schätzungen zu ergänzen.

## **1.5.2 Gegenüberstellung von Endenergiedaten und Nutzenergiedaten**

Die im Zuge der Vor-Ort-Besichtigungen eingeholten EE-Daten der Hauptzähler wurden den (gemäß Kapitel 1.5.1 vervollständigten) NE-Daten der Wohnungszähler gegenübergestellt.

Einerseits wurden die EE-Monatswerte der einzelnen Hauptzähler summiert. Diese Summen ergeben den gesamten EE-Bedarf pro Monat. Andererseits wurden die NE-Monatswerte der einzelnen Wohnungszähler summiert.

Eine Gegenüberstellung dieser beiden Werte ergibt den Anteil der Verluste zwischen EE und NE pro Monat.

### **1.5.3 Grafische Darstellung von Endenergie, Nutzenergie und Verlusten**

Im Sinn der verständlichen Darstellung der Verluste einzelner Objekte wurden die End- und NE-Daten inklusive der jeweiligen Verlustgrößen grafisch dargestellt. Diese Abbildungen sind bei den jeweiligen Objekten in Kapitel 2 zu finden. Die Abbildungen geben Auskunft über die monatlichen Wärmeenergiekosten (in kWh/M) sowie über die Anlagenverluste (in %).

## 2 Datenanalyse der Objekte nach Anlagentypen

In diesem Kapitel werden die untersuchten Objekte beschrieben. Diese sind entsprechend ihrer Anlagentypen bezeichnet und geordnet (je nach Wärmeerzeugungs- und WW-Bereitungs-system; siehe Kapitel 1.1). Die Beschreibung der Objekte beinhaltet folgende Punkte:

- Bezeichnung
- Foto der Außenansicht
- Beschreibung des Bestands
  - Anzahl der WE
  - Darlegung der Wärmeerzeugungsanlagen
  - Kurzbeschreibung der Anlagenkonstellation und -funktionsweise
  - Anmerkungen zur installationstechnischen Ausführung
  - Beschreibung der Energiedatenzählung (EE sowie NE)
- Beschreibung des Betrachtungszeitraums der Zählerdaten
- Grafische Darstellung der Messdatenauswertung
- Kurzbeschreibung der Anlageneffizienz (bzw. der Wärmeverluste)
- Darlegung der Verluste mittels jährlichem Verlustfaktor (falls sinnvoll/möglich)
- Falls notwendig: Darlegung über die Gründe ausbleibender Ergebnisse

### 2.1 Anlagentyp 1 – Wärmebereitstellung über zentralen Kessel, Warmwasserbereitstellung über zentralen Warmwasserboiler

Bei Objekten vom Typ 1 erfolgt die Wärmebereitstellung über ein zentrales Heizgerät auf Basis von Öl, Gas oder Biomasse. Die WW-Versorgung erfolgt über einen zentralen WW-Boiler, in welchem das WW durch das Zentralheizgerät erwärmt wird.

### 2.1.1 Typ 1 – Wohnhausanlage 1.1

Abbildung 2: Außenansicht der Wohnhausanlage 1.1



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Die Wohnhausanlage 1.1 besteht aus drei Wohngebäuden mit 18 WE (Abbildung 2 zeigt nur das mittlere Gebäude). In einem der drei Wohngebäude ist der Technikraum untergebracht, von dem aus eine gemeinsame Pelletsheizung die drei Gebäude versorgt. Die anderen beiden Häuser werden über FW-Leitungen mit Wärme versorgt. Jedes Haus verfügt über einen eigenen Pufferspeicher. Die WW-Bereitung erfolgt über je einen zentralen WW-Boiler.

Abbildung 3 gibt auf zwei Fotos einen Einblick in den gebäudetechnischen Bestand der Wohnhausanlage 1.1.

Abbildung 3: Pufferspeicher neben dem (nicht zugänglichen) Heizraum sowie Einblick in einen der Heizräume mit zentralem Warmwasserboiler



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Die Wärmeversorgung der Wohnhausanlage 1.1 ist in der Zuständigkeit eines lokalen Energieversorgungsunternehmens, weshalb der Heizraum nicht zugänglich war. Somit konnten auch keine Gesamtzähler im Sinne der Erfassung der EE-Daten ausgelesen werden. Die Versuche, Zugang zum Heizraum bzw. die Zählerdaten zur Verfügung gestellt zu bekommen, blieben erfolglos.

Eine Auswertung der Energieeffizienz von Wohnhausanlage 1.1 war daher nicht möglich.

## **2.2 Anlagentyp 2 – Wärmebereitstellung über zentralen Kessel, Warmwasserbereitstellung dezentral im Durchflussprinzip**

Bei Objekten vom Typ 2 erfolgt die Wärmebereitstellung über ein zentrales Heizgerät auf Basis von Öl, Gas oder Biomasse. Die WW-Versorgung erfolgt im Durchflussprinzip über dezentrale Wärmetauscher je WE, welche über das Zentralheizgerät mit Wärme versorgt werden.

## 2.2.1 Typ 2 – Wohnhausanlage 2.1

Abbildung 4: Außenansicht der Wohnhausanlage 2.1



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Wohnhausanlage 2.1 wird in Abbildung 4 gezeigt und besteht aus zwei angrenzenden Reihenhäusern mit insgesamt 23 WE. Beide Wohngebäude sind technisch auf dem gleichen Stand. Im Haus B sind eine Pelletsheizung sowie ein Wärmetauscher für die Wärmeübergabe einer thermischen Solaranlage (Solarstation) installiert. Die Wärmeerzeuger speisen einen Pufferspeicher, aus dem die Heizkreise für Haus B sowie Haus A (über eine FW-Leitung) mit Wärme versorgt werden. Die WW-Bereitung erfolgt dezentral über Wohnungsstationen je WE. Abbildung 5 zeigt den Technikraum zum Zeitpunkt der Besichtigung.

Abbildung 5: Einblick in den Technikraum



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

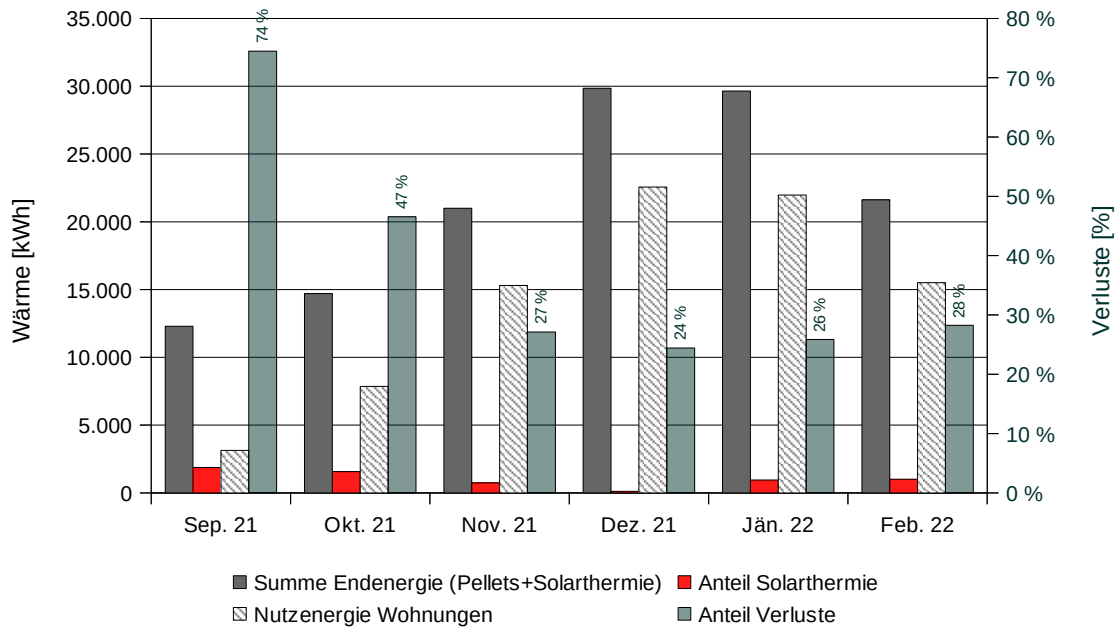
Die Zählung der Nutzwärme geschieht mittels WMZ in den jeweiligen Wohnungen. Die gesamte erzeugte Wärmemenge wird durch einen Zähler am Pelletskessel sowie einen Zähler in der Solarthermieanlage gemessen, wobei EE-Messwerte nicht elektronisch erfasst werden und daher im Zuge der Begehung händisch ausgelesen wurden.

Die Wohnungs-Zählerdaten von Wohnhausanlage 2.1 stehen von April 2021 bis Februar 2022 zur Verfügung. Diverse Datenlücken der WMZ bestehen, wurden aber mittels der definierten Vorgangsweise laut Kapitel 1.5.1 plausibel vervollständigt.

Die Auswertung und Gegenüberstellung der Zählerdaten (Pelletsheizung, Solarthermie und Wohnungs-WMZ) ist in Abbildung 6 dargestellt. Die Verluste in den dargestellten Wintermonaten betragen demnach durchschnittlich etwa 25 %. Aufgrund der Datenverfügbarkeit stand nur der Monat September als Sommermonat zur Verfügung. Im Monat September beliefen sich die Verluste zwischen EE und NE auf 74 %. Die hohen

Verluste im September können auf den niedrigen Heizenergiebedarf bei lediglich 17 HGT zurückgeführt werden (ZAMG, 2022).

Abbildung 6: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und Verluste



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Die Begründung für die monatlich unterschiedlich hohen Verluste liegt im jahreszeitlich abhängigen Heiz- und WW-Betrieb.

Im Heizbetrieb ist das gesamte Wärmeverteilsystem konstant durchströmt, wodurch die Wärmeverteilverluste im Vergleich zum Wärmebedarf weniger ausschlaggebend sind. Dies ändert sich jedoch außerhalb der Heizperiode.

Um eine konstante Warmwasserverfügbarkeit von 60 °C an der Zapfstelle zur Verfügung stellen zu können, muss das gesamte Verteilsystem – trotz geringer Wärmeabnahme – auch im Sommer mit konstant hohen Temperaturen durchströmt werden. Der eigentliche Bedarf an Nutzwärme ist in dieser Jahreszeit gering. Trotzdem ergeben sich – aufgrund der Verteilverluste – relativ hohe Verbrauchswerte.

Im September 2021 (kann aufgrund von nur 17 Heizgradtagen als Sommermonat angesehen werden) ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen eingesetzter EE (12.290 kWh) und tatsächlicher NE (3.137 kWh) ein WW-Verlustfaktor von 3,92. Das bedeutet, dass pro kWh NE 3,92 kWh EE aufgewendet werden müssen.



## 2.2.2 Typ 2 – Wohnhausanlage 2.2

Abbildung 7: Außenansicht der Wohnhausanlage 2.2



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Wohnhausanlage 2.2 besteht aus 12 WE und ist in Abbildung 7 dargestellt. Die Wärmebereitstellung erfolgt durch einen Pelletskessel und eine Solarthermieanlage, welche über einen Pufferspeicher in die Heizkreise einspeisen. Die Warmwasserbereitung erfolgt dezentral in den Wohnungen über Wohnungsstationen. Abbildung 8 zeigt den Technikraum zum Zeitpunkt der Besichtigung.

Abbildung 8: Einblick in den Technikraum



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

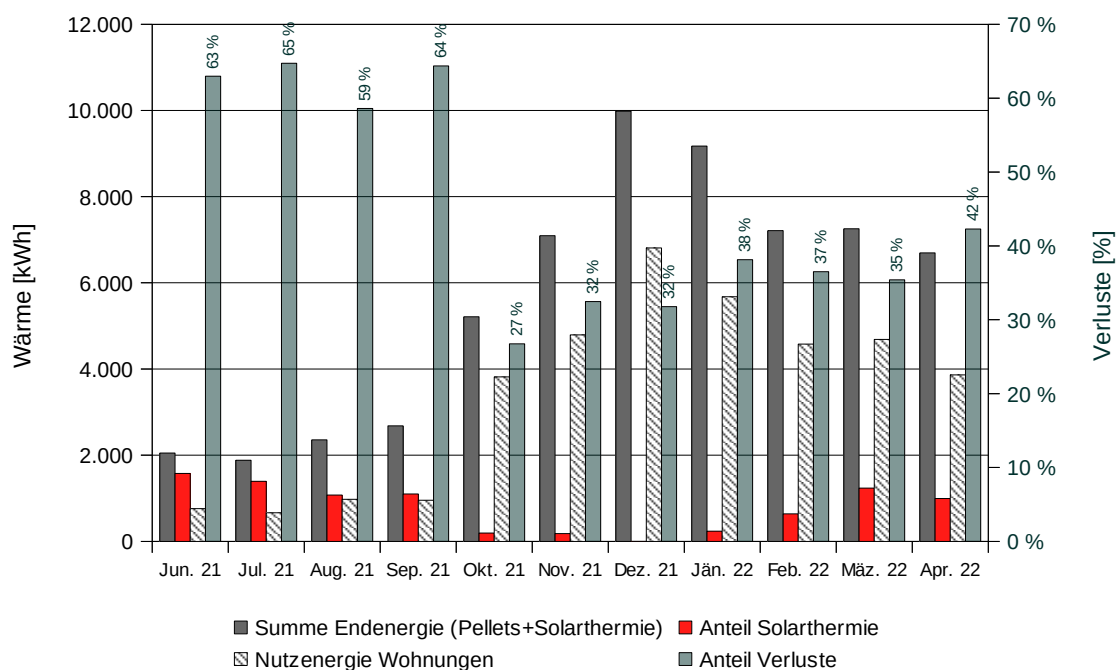
Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

Die Erfassung der Nutzwärme erfolgt mittels WMZ in den jeweiligen Wohnungen. Im Technikraum wird die Wärme durch Zähler am Pelletskessel und an der Solarthermieanlage erfasst (am Heizkreis zu den Wohnungsstationen befindet sich ein weiterer WMZ, welcher jedoch zum Zeitpunkt der Begehung frisch kalibriert war und daher nur die Werte von drei Monaten ausgeben konnte). Die Messwerte der zentralen WMZ werden nicht elektronisch erfasst und wurden im Zuge der Begehung händisch ausgelesen.

Die Wohnungszählerdaten von Wohnhausanlage 2.2 wurden für den Zeitraum Juni 2021 bis April 2022 herangezogen. Diverse Datenlücken bestehen, konnten aber über die in Kapitel 1.5.1 beschriebene Vorgangsweise plausibel vervollständigt werden.

Die Auswertung und Gegenüberstellung der Zählerdaten von Wohnhausanlage 2.2 (Pelletsheizung, Solarthermie und WMZ je WE) ist in Abbildung 9 dargestellt. Die Verluste in den dargestellten Wintermonaten betragen demnach durchschnittlich rund 35 %. In den Sommermonaten (Juni bis September 2021) betragen die Verluste bis zu 65 %.

Abbildung 9: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und Verluste



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Die hohen Verluste in den Sommermonaten können auf den niedrigen Heizenergiebedarf (in diesem Fall 0 HGT in den Monaten Juni bis September) zurückgeführt werden (ZAMG, 2022).

Begründen lassen sich die jahreszeitlich unterschiedlichen Verlustwerte in Abbildung 9 durch die Unterschiede im Heiz- und Warmwasserbetrieb (Winter-/Sommerbetrieb). Im Heizbetrieb ist das gesamte Wärmeverteilsystem konstant durchströmt, wodurch die Wärmeverteilverluste im Vergleich zum Wärmebedarf weniger ausschlaggebend sind. Dies ändert sich jedoch außerhalb der Heizperiode.

Um eine konstante WW-Verfügbarkeit von 60 °C an den Zapfstellen zur Verfügung stellen zu können, muss das gesamte Verteilsystem – trotz geringer Wärmeabnahme – auch im Sommer permanent durchströmt werden.

Der eigentliche Wärmebedarf ist in dieser Jahreszeit gering. Trotzdem ergeben sich – aufgrund der Verteilverluste – relativ hohe Verbrauchswerte. Der Anteil der Verluste ist mit rund 65 % durchaus hoch. Durch die vorhandene Solarthermieanlage wird selbst im Sommer keine vollständige Deckung des Energiebedarfs erreicht.

In den Sommermonaten (Juni, Juli und August) ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen eingesetzter EE (2.097 kWh) und tatsächlicher NE (800 kWh) ein WW-Verlustfaktor von 2,62. Das bedeutet, dass pro kWh NE 2,62 kWh EE aufgewendet werden müssen.

### **2.3 Anlagentyp 3 – Wärmebereitstellung über zentrale Wärmepumpe, Warmwasserbereitstellung über zentralen Warmwasserboiler**

Bei Objekten vom Typ 3 erfolgt die Wärmebereitstellung über eine zentrale WP. Die WW-Versorgung erfolgt über einen zentralen WW-Boiler, welcher von der WP erwärmt wird.

### 2.3.1 Typ 3 – Wohnhausanlage 3.1

Abbildung 10: Außenansicht der Wohnhausanlage 3.1



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Wohnhausanlage 3.1 besteht aus zwei separaten Wohngebäuden mit insgesamt 15 WE (8 Wohnungen in Haus A, 7 Wohnungen in Haus B). Beide Wohngebäude sind auf dem gleichen technischen Stand. Installiert ist jeweils eine zentrale Luft-Wasser-WP mit Pufferspeicher (siehe Abbildung 11) sowie ein WW-Boiler. Die Leitungen im Keller sind ungedämmt. Die Abgabe der Heizenergie in den Wohnungen erfolgt vollflächig über Fußbodenheizungen. Das WW wird vom zentralen Boiler im Keller zu den einzelnen WE verteilt, wobei eine Zirkulationsleitung die Trinkwasserhygiene sicherstellt. Sowohl im Pufferspeicher als auch im Trinkwasserboiler ist eine Elektro-Zusatzheizung verbaut. Die Zählung der Nutzwärme erfolgt in den jeweiligen Wohnungen. Ein Gesamtzähler für Wärme und/oder WW ist nicht vorhanden. Die Stromzähler sind als Smart-Meter ausgeführt.

## Haus A:

Abbildung 11: Luft-Wasser-Wärmepumpen und Pufferspeicher im Haus A

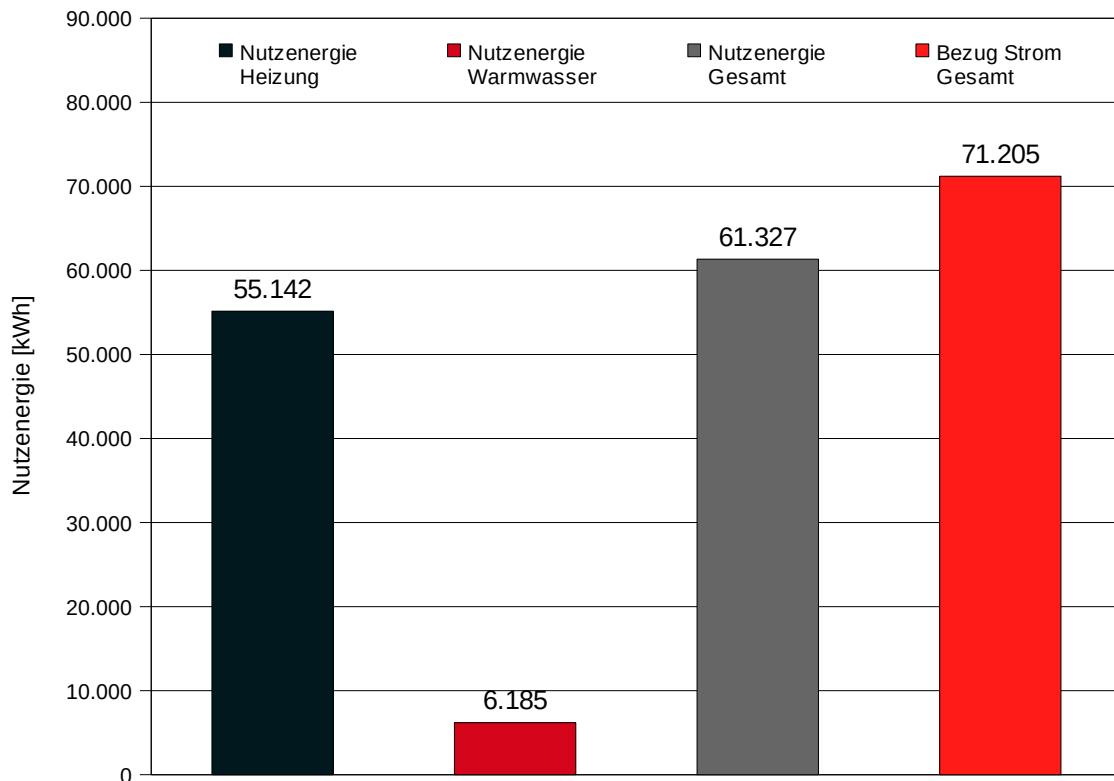


Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Bei der Besichtigung der Anlage fiel auf, dass die Temperatur des Boilers bei etwa 70 °C lag, wobei die WP und auch der Pufferspeicher in kaltem Zustand vorgefunden wurden. Das WW wurde zu diesem Zeitpunkt also von der Elektro-Zusatzheizung und nicht von der WP aufbereitet.

Die WMZ-Daten der WE von Haus A stehen für das Jahr 2021 weitgehend vollständig zur Verfügung. Datenlücken gibt es bei zwei WE, einmal bei einem WW-Zähler sowie einmal bei einem WMZ. Zur Vervollständigung des Datensatzes der WW-Zähler wurde der durchschnittliche monatliche WW-Bedarf der betreffenden WE (dieser ist verfügbar für das zweite Halbjahr 2021) gleichermaßen für die nicht vorhandenen Monate unterstellt. Betreffend der beiden WE mit unvollständigen WMZ-Daten ist aus den Zählerwerten der WW-Zählers erkennbar, dass diese WE nur im Sommer belegt waren (WW-Verbrauch nur im Sommer), weshalb auch hier der Wärmebedarf der vorhandenen Datenpunkte für das restliche Jahr unterstellt werden konnte.

Abbildung 12: Haus A; Vergleich Nutzenergie und Strombezug

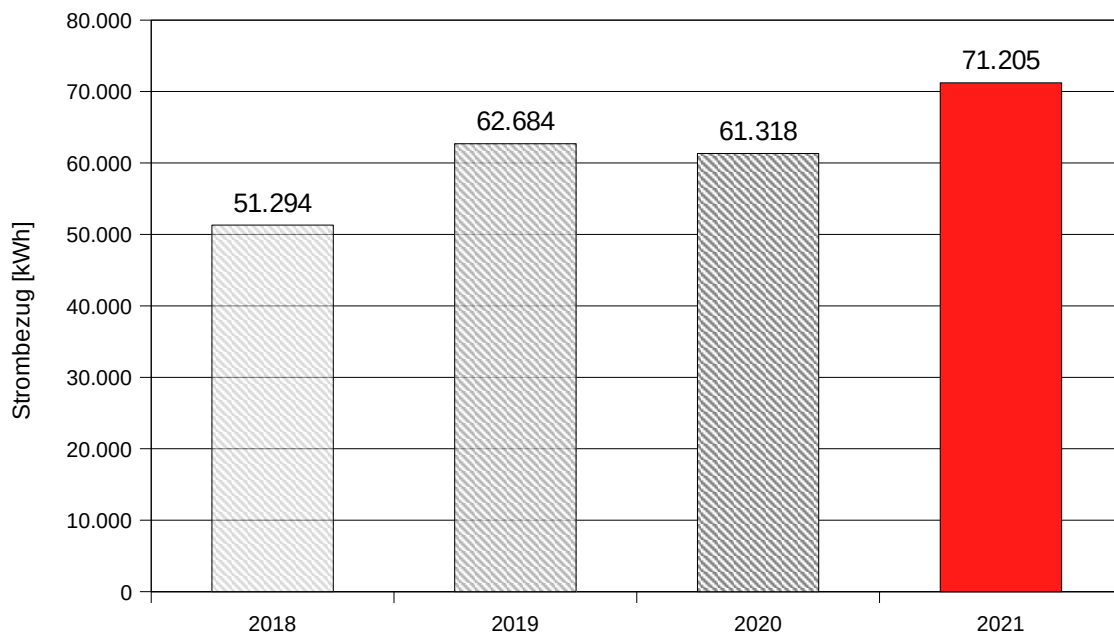


Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Abbildung 12 stellt die in den WE bereitgestellte Nutzwärme (für Heizung und WW) dem Strombezug des Jahres 2021 gegenüber. Der Strombezug ist hierbei deutlich höher als die gesamte bereitgestellte NE. Aufgrund der vorhandenen WP und der von ihr zu erwartenden Jahresarbeitszahl wäre – im Vergleich zur gesamt eingebrachten NE – mit einem deutlich geringeren Strombezug zu rechnen. Selbst wenn im gesamten Strombezug der restliche Allgemestrombedarf des Gebäudes inkludiert ist und aufgrund fehlender zentraler WMZ keine Angaben zu den Verlusten gemacht werden können, so lassen die Daten trotzdem vermuten, dass das Gebäude mehr oder weniger direkt elektrisch beheizt wurde (also ohne Effizienzvorteile der WP). Wie bereits beschrieben, könnte hier auch eine direkte elektrische Beheizung des Pufferspeichers über die vorhandene Elektro-Zusatzheizungen stattgefunden haben.

Auf Basis der gesamten NE von Haus A (61.327 kWh) und dem gesamten Strombezug (71.205 kWh) ergibt dies eine Jahresarbeitszahl von 0,86. Das bedeutet, dass 0,86 kWh NE je 1 kWh aufgewendeter elektrischer Energie bereitgestellt werden.

Abbildung 13: Haus A; Einge kaufte Strommengen der Jahre 2018 bis 2021



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Abbildung 13 zeigt den Stromverbrauch der Jahre 2018 bis 2021. Hierbei zeigen sich signifikante und nicht direkt nachvollziehbare Unterschiede.

Aufgrund der vorgefundenen Situation bei der Besichtigung (heißer Boiler, kalte WP-Anlage, kalter Pufferspeicher) wird vermutet, dass die steigenden Strombezüge aus einer nicht optimalen Funktion der WP und dem daraus entstandenen Bedarf an direkter elektrischer Zusatzheizung resultieren.

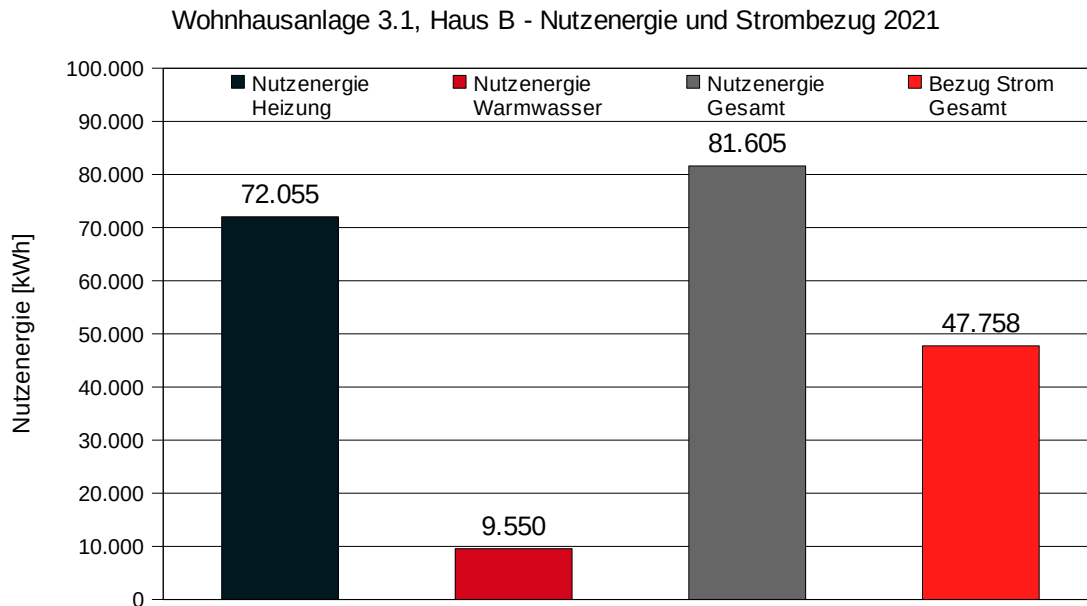
### Haus B:

Die technische Umsetzung der Wärmeversorgung von Haus B entspricht der von Haus A.

Die Wohnungs-Zählerdaten von Haus B stehen für das Jahr 2021 weitgehend vollständig zur Verfügung. Eine Datenlücke gibt es für eine WE bei einem WMZ. Zur Vervollständigung des fehlenden Wertes des WMZ wurde entsprechend der Vorgangsweise laut Kapitel 1.5.1 vorgegangen.



Abbildung 14: Haus B; Vergleich Nutzenergie und Strombezug



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

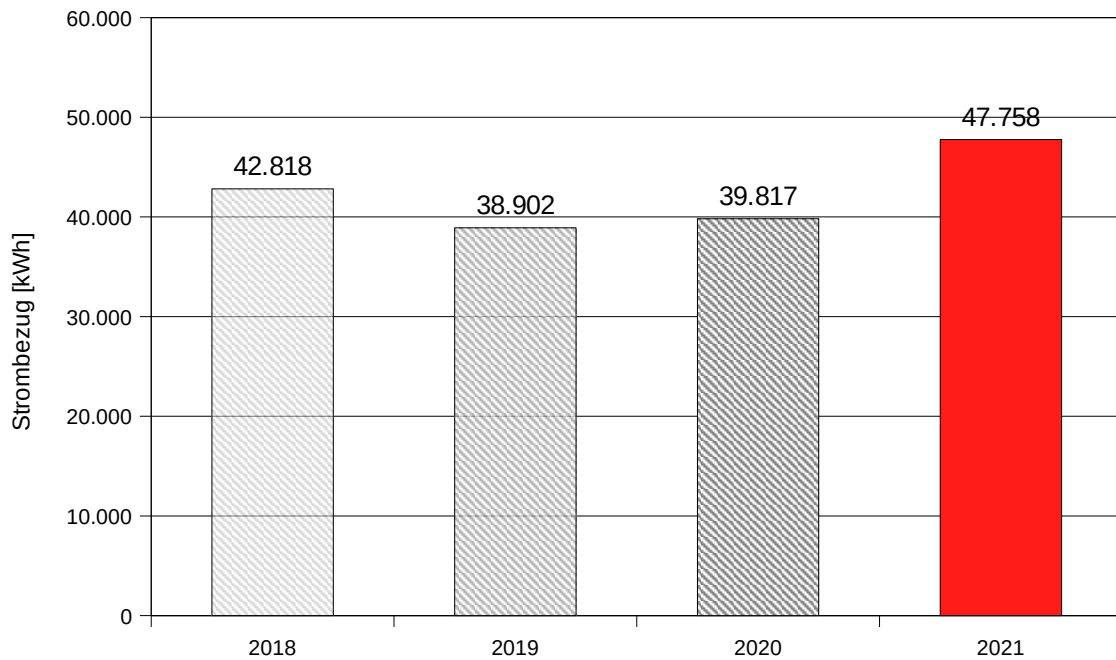
Abbildung 14 stellt die in den Wohnungen bereitgestellte Nutzwärme (für Heizung und WW) dem Strombezug des Jahres 2021 gegenüber. Im Vergleich zu Haus A ist hier der Strombezug trotz höherer NE-Bereitstellung deutlich geringer.

Die vorhandene WP in Haus B scheint demnach zu funktionieren. Auch für Haus B ist im gesamten Strombezug der restliche Allgemeinstrombedarf des Gebäudes inkludiert.

Auf Basis der gesamten NE von Haus B (81.605 kWh) und dem gesamten Strombezug (47.758 kWh) ergibt dies eine Jahresarbeitszahl von 1,7. Das bedeutet, dass mit 1 kWh elektrischer Energie etwa 1,7 kWh NE bereitgestellt werden.

Abbildung 15 zeigt die bezogenen Strommengen im Vergleich der Jahre 2018 bis 2021 (auf Basis der Gesamtabrechnung). Die eingekauften Strommengen sind über die Jahre, im Vergleich zu Haus A, relativ konstant.

Abbildung 15: Haus B; Einge kaufte Strommengen der Jahre 2018 bis 2021



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

## 2.4 Anlagentyp 4 – Wärmebereitstellung über zentrale Wärmepumpe, Warmwasserbereitstellung dezentral im Durchflussprinzip

Bei Objekten des Typs 4 erfolgt die Wärmebereitstellung über eine zentrale WP. Die WW-Versorgung erfolgt im Durchflussprinzip über dezentrale Wärmetauscher je WE, die über die zentrale WP versorgt werden.

## 2.4.1 Typ 4 – Wohnhausanlage 4.1

Abbildung 16: Außenansicht der Wohnhausanlage 4.1



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Wohnhausanlage 4.1 weist eine eher unübliche Anlagenkonstellation auf, weshalb keine eigene Type für diesen Fall definiert wurde. Die Wohnhausanlage 4.1 wurde dem Typ 4 zugeordnet, da die nachstehende Beschreibung am ehesten auf Typ 4 zutrifft.

Die Wohnhausanlage 4.1 ist in Abbildung 16 dargestellt und umfasst 17 WE. Die Heizwärmebereitstellung erfolgt mittels WP, welche über einen Pufferspeicher die Heizkreise beschickt. Die WW-Bereitung erfolgt zentral (unabhängig von der WP) über einen eigenen FW-Anschluss, welcher über einen zweiten Pufferspeicher einen Plattenwärmetauscher (Frischwasserstation) beschickt (siehe Abbildung 17).

Abbildung 17: Wärmepumpe für den Heizbetrieb sowie Fernwärme-Anschluss, Pufferspeicher und Frischwassermodule für den WW-Betrieb



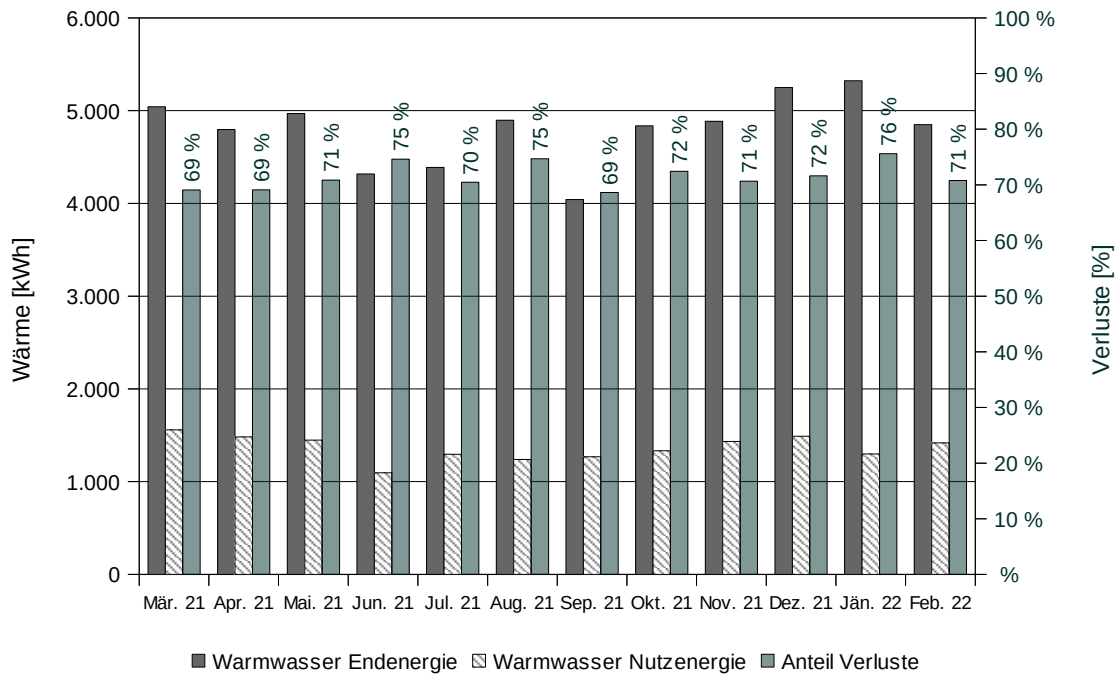
**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

Die Erfassung der Nutzwärme erfolgt mittels Wärmemengen- und WW-Zählern in den jeweiligen WE für den Zeitraum März 2021 bis Februar 2022. Im Technikraum wird die aufgewendete Wärmemenge für die WW-Bereitung von einem Zähler der FW-Station erfasst. An der WP werden keine Wärmemengen gemessen. Die Messwerte des WMZ der FW-Station werden nicht elektronisch erfasst und wurden im Zuge der Begehung händisch ausgelesen. Diverse Datenlücken der WMZ konnten über die in Kapitel 1.5.1 beschriebene Methodik plausibel vervollständigt werden.

Die Auswertung und Gegenüberstellung der Zählerdaten ist in Abbildung 18 dargestellt. Die durchschnittlichen Verluste der WW-Bereitung betragen demnach über 70 %.

Abbildung 18: Auswertung der Zählerdaten – End-, Nutzenergie Warmwasser und Verluste



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Begründen lassen sich die hohen Verlustwerte durch die Art der WW-Bereitung (inklusive Zirkulationsleitung), da das WW zentral über einen Wärmetauscher erwärmt und dann im Gebäude zu den WE verteilt wird. Dies führt zu konstanten Wärmeverlusten über das Verteilnetz, unabhängig vom tatsächlichen WW-Bedarf.

Im Zeitraum März 2021 bis Februar 2022 resultiert das Verhältnis zwischen eingesetzter EE (57.592 kWh) und tatsächlicher NE (16.360 kWh) in einem WW-Verlustfaktor von 3,52. Das bedeutet, dass pro kWh NE 3,52 kWh EE aufgewendet werden müssen.

## 2.5 Anlagentyp 5 – Wärmebereitstellung über Fernwärme, Warmwasserbereitstellung über zentralen Warmwasserboiler

Bei Objekten des Typs 5 erfolgt die Wärmebereitstellung über einen Nah-/FW-Anschluss. Die WW-Versorgung erfolgt über einen zentralen WW-Boiler, in welchem das Nutzwasser erwärmt wird.

## 2.5.1 Typ 5 – Wohnhausanlage 5.1

Abbildung 19: Außenansicht der Wohnhausanlage 5.1



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Wohnhausanlage 5.1 besteht aus 8 WE und ist in Abbildung 19 dargestellt. Die Wärmebereitstellung erfolgt über FW, kombiniert mit einer Solarthermieanlage. Die Wärmeenergie der FW und der Solaranlage wird über einen Pufferspeicher in die Heizkreise abgegeben. Über einen zentralen WW-Boiler im Technikraum wird das Brauchwasser bereitgestellt.

Abbildung 20 zeigt den Pufferspeicher (rechts), den Boiler (links) sowie den Verteiler. (FW-Anschluss und Solarstation sind nicht abgebildet).

Abbildung 20: Einblick in den Technikraum



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

Die Erfassung der Nutzwärme erfolgt über Wärmemengen- und WW-Zähler in den jeweiligen WE. Im Technikraum werden die in das Verteilsystem eingespeisten Wärmemengen durch Zähler an der FW-Übergabestation und der Solarthermieanlage erfasst.

Zum Zeitpunkt der Besichtigung waren am WMZ der Solaranlage keine Werte auslesbar. Grund dafür war eine undichte Stelle in der Rohrleitung, durch welche das Wasser-Glykol-Gemisch aus dem Solarkreislauf auf den WMZ getropft war und diesen beschädigt hatte.

Aufgrund fehlender Messwertdaten der Solarthermieanlage können die vorhandenen Wohnungszählerdaten (NE-Daten) nicht den gesamten Erzeugungswerten der Hauptzählerdaten (EE-Daten) gegenübergestellt werden, weshalb über die Effizienz der Wärmebereitstellung und WW-Bereitung keine klaren Erkenntnisse gewonnen werden konnten.

## 2.6 Anlagentyp 6 – Wärmebereitstellung über Fernwärme, Warmwasserbereitstellung dezentral im Durchflussprinzip

Bei Objekten des Typs 6 erfolgt die Wärmebereitstellung über einen Nah-/FW-Anschluss. Die WW-Versorgung erfolgt im Durchflussprinzip über dezentrale Wärmetauscher für jede WE.

### 2.6.1 Typ 6 – Wohnhausanlage 6.1

Abbildung 21: Außenansicht der Wohnhausanlage 6.1



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Die Wohnhausanlage 6.1 besteht aus zwei Gebäuden mit insgesamt 16 WE und ist in Abbildung 21 abgebildet. Die Wärmebereitstellung erfolgt über FW, kombiniert mit einer Solarthermieanlage (siehe Abbildung 22). Die bereitgestellte Wärmeenergie von FW sowie Solarthermieanlage wird über einen Pufferspeicher in die Heizkreise abgegeben. Die WW-Bereitstellung erfolgt dezentral im Durchflussprinzip über Wohnungsstationen.



Abbildung 22: Fernwärme-Übergabestation, Pufferspeicher und Solarstation



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

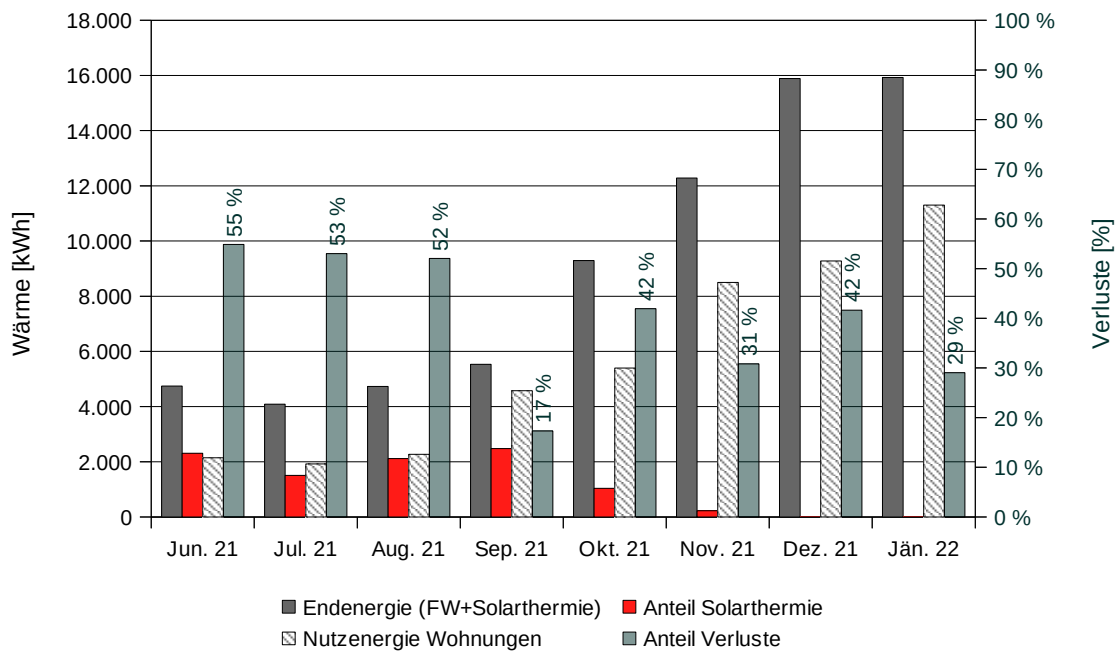
Die Erfassung der Nutzwärme (Heizung und WW) erfolgt über WMZ in den jeweiligen Wohnungen. Im Technikraum werden die Wärmemengen durch WMZ an der FW-Übergabestation, am Heizkreis und an der Solarthermieanlage erfasst. Die Messwerte der zentralen WMZ werden nicht elektronisch erfasst und wurden im Zuge der Begehung händisch ausgelesen.

Zum Zeitpunkt der Besichtigung waren am WMZ der FW-Station keine Werte auslesbar. Aufgrund der fehlenden Messwertdaten konnten die vorhandenen Wohnungszählerdaten (NE) nur jenen Wärmemengen gegenübergestellt werden, welche am Heizkreis direkt gemessen wurden (EE-Daten; Summe aus bereitgestellter Wärme von FW und Solarthermie, abzüglich Verluste des Pufferspeichers).

Die Funk-Messwerte der WMZ wurden für den Zeitraum Juni 2021 bis Jänner 2022 herangezogen. Diverse Datenlücken wurden entsprechend der in Kapitel 1.5.1 beschriebenen Methodik plausibel vervollständigt.

Die Auswertung und Gegenüberstellung der Zählerdaten ist in Abbildung 23 dargestellt. Die durchschnittlichen Verluste der WW-Bereitung im betrachteten Zeitraum betragen demnach etwa 40 %.

Abbildung 23: Auswertung der Zählerdaten – End-, Nutzenergie Warmwasser und Verluste



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

In den Monaten Juni 2021 bis August 2021 errechnet sich ein WW-Verlustfaktor aus dem Verhältnis zwischen eingesetzter EE (13.562 kWh) und tatsächlicher NE (6.329 kWh) von 2,14. Das bedeutet, dass pro kWh NE 2,14 kWh EE aufgewendet werden müssen.

## 2.6.2 Typ 6 – Wohnhausanlage 6.2

Die Wohnhausanlage 6.2 umfasst 15 WE und ist in Abbildung 24 dargestellt. Die Wärmebereitstellung erfolgt über FW (siehe Abbildung 25), kombiniert mit einer Solarthermieanlage. Die Temperaturen der Anlage (FW-Station, Solaranlage und Pufferspeicher) deuteten bei der Besichtigung vor Ort darauf hin, dass die FW nur während der Heizsaison zur Verfügung steht und im Sommer keine Wärme geliefert wird. Die Wärmeenergie der FW und der Solarthermieanlage wird über einen Pufferspeicher in die Heizkreise abgegeben.

Im Pufferspeicher sind insgesamt 3 Elektro-Zusatzheizstäbe eingebaut, über welche die Wärmebereitstellung außerhalb der Heizsaison stattzufinden scheint (siehe Abbildung 25). Zählerwerte für den Energieeinsatz durch die Elektro-Zusatzheizungen konnten nicht erhoben und berücksichtigt werden. Die WW-Bereitstellung erfolgt dezentral im Durchflussprinzip über die Wohnungsstationen.

Abbildung 24: Außenansicht der Wohnhausanlage 6.2



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

Die Erfassung der Nutzwärme (Heizung und WW) erfolgt über WMZ in den jeweiligen Wohnungen. Im Technikraum werden die bereitgestellten Wärmemengen durch WMZ an der FW-Übergabestation und an der Solarthermieanlage erfasst. Die Messwerte der zentralen WMZ werden nicht elektronisch erfasst und wurden im Zuge der Begehung händisch ausgelesen.

Die Funk-Messwerte der WMZ wurden für den Zeitraum August 2021 bis Februar 2022 herangezogen. Die Messwerte der Wohnungszähler waren fast vollständig vorhanden.

Abbildung 25: Fernwärme-Übergabestation sowie Pufferspeicher mit 3 Stück Elektro-Zusatzheizungen

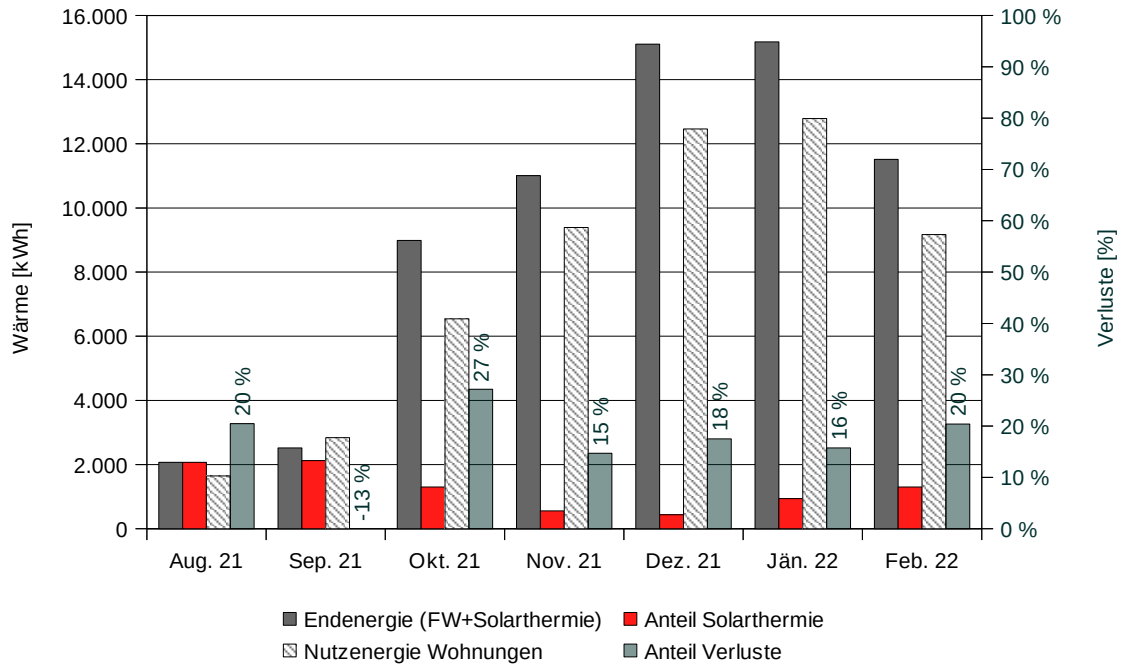


**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Auswertung und Gegenüberstellung der Zählerdaten ist in Abbildung 26 dargestellt. Die durchschnittlichen Verluste der WW-Bereitung im betrachteten Zeitraum scheinen demnach nur etwa 20 % zu betragen.

Der Monat September zeigt jedoch aufgrund der negativen Verlustwerte (scheinbar „Energiegewinne“), dass hier innerhalb der EE-Mengen Werte fehlen müssen, welche nicht hinzugerechnet wurden. Dies unterstreicht die Vermutung, dass die elektrischen Zusatzheizungen im Pufferspeicher zusätzliche Energieeinträge geliefert haben. Im Winter müssten diese direkt elektrische Energieeinträge jedoch aufgrund der zur Verfügung stehenden FW ausbleiben, was im Umkehrschluss in höheren Verlustwerten resultieren müsste. Es wird daher vermutet, dass die Elektro-Zusatzheizungen auch im Winter einen maßgeblichen Beitrag zur Wärmebereitstellung dieses Gebäudes liefert.

Abbildung 26: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und (negative) Verluste



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

### 2.6.3 Typ 6 – Wohnhausanlage 6.3

Abbildung 27: Außenansicht der Wohnhausanlage 6.3



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Die Wohnhausanlage 6.3 ist in Abbildung 27 zu erkennen und dient als Seniorenresidenz mit 20 WE, in welcher die Bewohner:innen selbstständig in eigenen WE leben. Die Wärmebereitstellung erfolgt über FW sowie über eine thermische Solaranlage (siehe Abbildung 28), die über einen Pufferspeicher die Heizkreise beschickt. Die WW-Bereitung erfolgt dezentral in den Wohnungen über Wärmetauscher in der jeweiligen Wohnungsstation.

Abbildung 28: Fernwärme-Übergabestation sowie Solarstation



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

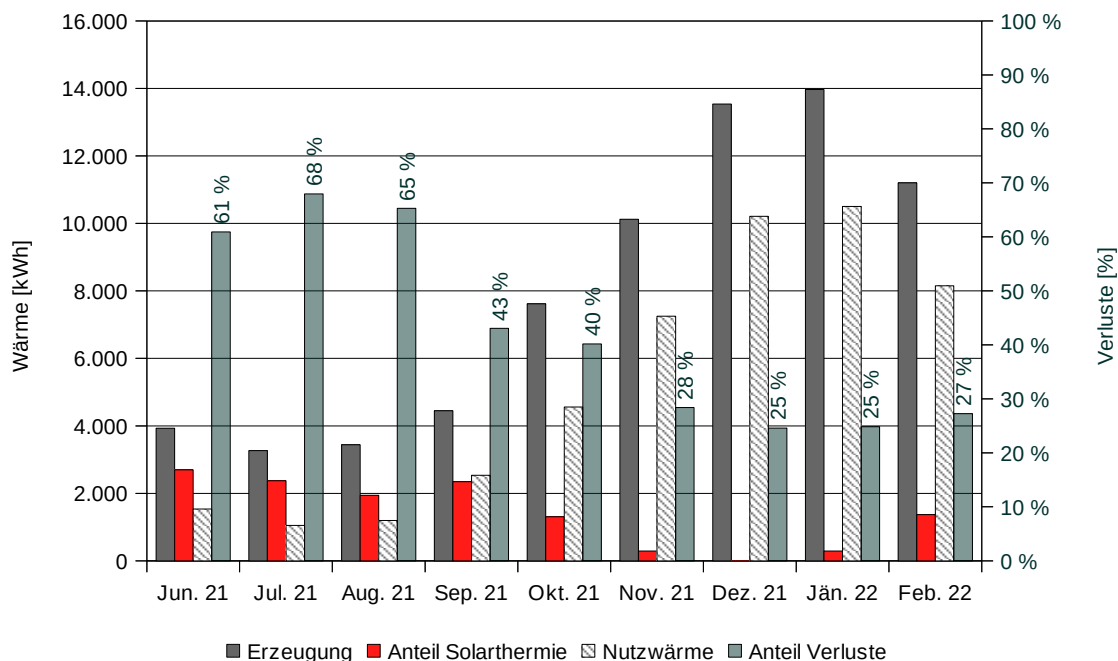
Die Erfassung der Nutzwärme erfolgt über WMZ in den jeweiligen Wohnungen. Im Technikraum wird die gesamte erzeugte Wärmemenge durch einen Zähler an der FW-Station sowie einen Zähler in der Solarthermieanlage gemessen. Die im Technikraum an den Heizkreis abgegebene Wärmemenge wird separat gezählt.

Die Messwerte der drei zentralen WMZ werden nicht elektronisch erfasst und wurden im Zuge der Begehung händisch ausgelesen.

Die Funk-Messwerte der WMZ wurden für den Zeitraum Juni 2021 bis Februar 2022 ausgewertet. Die Messwerte der Wohnungszähler waren vollständig vorhanden.

Die Auswertung und Gegenüberstellung der Zählerdaten ist in Abbildung 29 dargestellt. Die durchschnittlichen Verluste der WW-Bereitung betragen im betrachteten Zeitraum etwa 40 %.

Abbildung 29: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und Verluste



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Die Sommermonate Juni 2021 bis August 2021 zeigen deutlich höhere Verluste von bis zu 70 %. Begründen lassen sich diese durch die Art der WW-Bereitung, da die Wohnungsstationen konstant beschickt werden und daher entsprechende Wärmeverluste über das Verteilnetz bestehen.

Im Zeitraum Juni 2021 bis August 2021 errechnet sich aus dem Verhältnis zwischen eingesetzter EE (3.545 kWh) und tatsächlicher NE (1.259 kWh) der WW-Verlustfaktor von 2,82. Das bedeutet, dass pro kWh NE 2,82 kWh EE aufgewendet werden.

## 2.6.4 Typ 6 – Wohnhausanlage 6.4

Abbildung 30: Außenansicht der Wohnhausanlage 6.4



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Wohnhausanlage 6.4 umfasst 9 WE und ist in Abbildung 30 zu sehen. Die Wärmebereitstellung erfolgt über FW sowie über eine thermische Solaranlage (siehe Abbildung 31). Über einen Pufferspeicher wird der Heizkreis beschickt. Die WW-Bereitung erfolgt über dezentrale FW-Boiler in den jeweiligen WE.

Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

Die Erfassung der Nutzwärme erfolgt mittels WMZ in den jeweiligen Wohnungen. Im Technikraum wird die gesamte aufgewendete Wärmemenge durch Zähler nach der FW-Übergabestation (sekundärseitig, nach dem Wärmetauscher), Zähler der Solarthermieanlage sowie Zähler an den Heizkreisen gemessen. Die Messwerte der drei zentralen WMZ werden nicht elektronisch erfasst und wurden im Zuge der Begehung händisch ausgelesen.



Abbildung 31: Fernwärme-Übergabestation und Heizkreise sowie Solarstation und Pufferspeicher



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Aus den Funk-Messwerten der WE geht hervor, dass vier Wohnungen im Zeitraum von Februar 2021 bis Mai 2022 großteils unbewohnt waren. Zwei dieser Wohnungen blieben bis inklusive Mai 2022 unbewohnt (zeigen keinen Verbrauch). Die anderen zwei Wohnung wurden erst ab April 2022 wieder bewohnt. Aufgrund des großen Anteils an nicht bewohnten WE, sind die Ergebnisse nicht als Dauerzustand sondern als Momentaufnahme über den Betrachtungszeitraum zu bewerten. Eine detaillierte Auswertung der vorhandenen Zählerdaten ist daher nicht aussagekräftig und wurde nicht durchgeführt.

## **2.7 Anlagentyp 7 – Wärmebereitstellung über zentralen Kessel, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Warmwasserboiler**

Bei Objekten von Typ 7 erfolgt die Wärmebereitstellung über einen zentralen Heizkessel auf Basis von Öl, Gas oder Biomasse. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler, welche mittels Zentralheizgerät erwärmt werden.

Dem Typ 7 konnten keine der verfügbaren Objekte zugeordnet werden. Der Grund liegt darin, dass dezentrale WW-Registerspeicher (meistens FW-Speicher) in der Praxis meist nur in Kombination mit einem Anschluss an die FW verbaut werden.

## **2.8 Anlagentyp 8 – Wärmebereitstellung über zentralen Kessel, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Elektro-Warmwasserboiler**

Bei Objekten des Typs 8 erfolgt die Wärmebereitstellung über einen zentralen Heizkessel auf Basis von Öl, Gas oder Biomasse. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler, welche direkt elektrisch beheizt werden.

Objekte des Typs 8 sind grundsätzlich gängige Praxis. Im Zuge dieses Projekts wurden derartige Anlagen aber nicht weiter beachtet, da die WW-Bereitung direkt elektrisch und dezentral erfolgt und somit (bis auf die Abstrahlverluste des Boilers) kaum Verluste auftreten.

Interessant wäre aber eine Gegenüberstellung von vergleichbaren Objekten (vergleichbar im Sinne von Größe, thermischer Gebäudequalität und WW-Bedarf aufgrund der Anzahl der Bewohner:innen), bei denen ein Gebäude mit dezentralen Elektroboilern mit Objekten anderer WW-Bereitungssysteme verglichen werden.

Daraus könnten mögliche Unterschiede bei der Energieeffizienz der verschiedenen WW-Bereitungssysteme direkt vergleichbar gemacht werden.

## **2.9 Anlagentyp 9 – Wärmebereitstellung über zentrale Wärmepumpe, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Warmwasserboiler**

Bei Gebäuden vom Typ 9 erfolgt die Wärmebereitstellung über eine zentrale WP. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler, welche über die zentrale WP erwärmt werden.

Dem Typ 9 konnten keine Objekte zugeordnet werden. Der Grund liegt darin, dass dezentrale WW-Registerspeicher (meistens FW-Speicher) in der Praxis meist nur in Kombination mit einem Anschluss an die FW verbaut werden.

## 2.10 Anlagentyp 10 – Wärmebereitstellung über zentrale Wärmepumpe, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Elektro-Warmwasserboiler

Bei Objekten von Typ 10 erfolgt die Wärmebereitstellung über eine zentrale WP. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler, welche direkt elektrisch beheizt werden.

Objekte des Typs 10 sind grundsätzlich gängige Praxis. Im Zuge dieses Projekts wurden derartige Anlagen nicht beachtet, da die WW-Bereitung direkt elektrisch und dezentral geschieht und somit (bis auf die Abstrahlverluste des Boilers) kaum Verluste auftreten. Die in Kapitel 2.10.1 beschriebene Anlage wurde trotzdem ausgewertet, um eine Einschätzung über den Zustand der Anlage geben zu können.

### 2.10.1 Typ 10 – Wohnhausanlage 10.1

Abbildung 32: Außenansicht der Wohnhausanlage 10.1



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Die Wohnhausanlage 10.1 umfasst 11 Einheiten und ist in Abbildung 32 zu erkennen. Für die Wärmebereitstellung befinden sich drei Luft-Wasser-WP im Technikraum, die

hydraulisch über einen Pufferspeicher mit drei Heizkreisen verbunden sind (siehe Abbildung 33). Die Heizkreise dienen zur Beschickung der WE, der ehemaligen Postfiliale (die während des Betrachtungszeitraumes leer stand) sowie den Räumlichkeiten der Freiwilligen Feuerwehr. Die WW-Bereitung erfolgt über dezentrale Elektroboiler in den jeweiligen WE.

Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt (siehe Abbildung 33). Die Erfassung der Nutzwärme erfolgt durch WMZ in den jeweiligen WE. Im Technikraum sind WMZ für die jeweiligen Heizkreise vorhanden.

Hinsichtlich der WW-Bereitung führt eine Auswertung der WMZ zu keiner Aussage (WW-Bereitung erfolgt über dezentrale Elektroboiler und wird nicht separat gezählt).

Abbildung 33: Einblick in den Technikraum sowie Störmeldung der Wärmepumpe bei der Besichtigung



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Zum Zeitpunkt der Vor-Ort-Besichtigung zeigte der Regler der WP eine Störmeldung (siehe Abbildung 33). Die Leitungen der WP waren kalt und deuteten demnach nicht auf einen aktiven Heizbetrieb hin. Der Pufferspeicher war jedoch auf Temperatur. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Elektro-Zusatzheizung im Pufferspeicher den Störbetrieb der WP kompensiert hat. Es ist durchaus möglich, dass dieser Zustand schon länger andauerte und aufgrund der elektrischen Zusatzheizung nicht bemerkt wurde.

## 2.11 Anlagentyp 11 – Wärmebereitstellung über Fernwärme, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Warmwasserboiler

Bei Objekten des Typs 11 erfolgt die Wärmebereitstellung über einen Nah-/FW-Anschluss. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler, welche über die Nah-/Fernwärme erwärmt werden.

### 2.11.1 Typ 11 – Wohnhausanlage 11.1

Abbildung 34: Außenansicht der Wohnhausanlage 11.1



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Abbildung 35: Fernwärme-Übergabestation (links) und Pufferspeicher (rechts)



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Wohnhausanlage 11.1 umfasst insgesamt 19 WE und ist in Abbildung 34 dargestellt. Die Wärmebereitstellung erfolgt über FW (siehe Abbildung 35) sowie über eine thermische Solaranlage die über einen Pufferspeicher in den Heizkreis einspeist. Die WW-Bereitung erfolgt durch dezentrale FW-Boiler in den jeweiligen WE (siehe Abbildung 36).

Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

Die Erfassung der Nutzwärme erfolgt mittels WMZ in den jeweiligen WE. Im Technikraum wird die gesamte aufgewendete Wärmemenge durch Zähler an der FW-Übergabestation (primärseitig, vor dem Wärmetauscher), nach der FW-Übergabestation (sekundärseitig) sowie mit einem Zähler in der Solaranlage gemessen. Die Messwerte der drei zentralen WMZ werden nicht elektronisch erfasst und wurden im Zuge der Begehung händisch ausgelesen.

Die Funk-Messwerte der WMZ wurden für den Zeitraum Februar 2021 bis Januar 2022 ausgewertet. Die Messwerte der Wohnungszähler waren nicht vollständig vorhanden, konnten aber über die Methodik gem. Kapitel 1.5.1 rechnerisch vervollständigt werden.

Abbildung 36: Solarstation sowie Fernwärme-Speicher



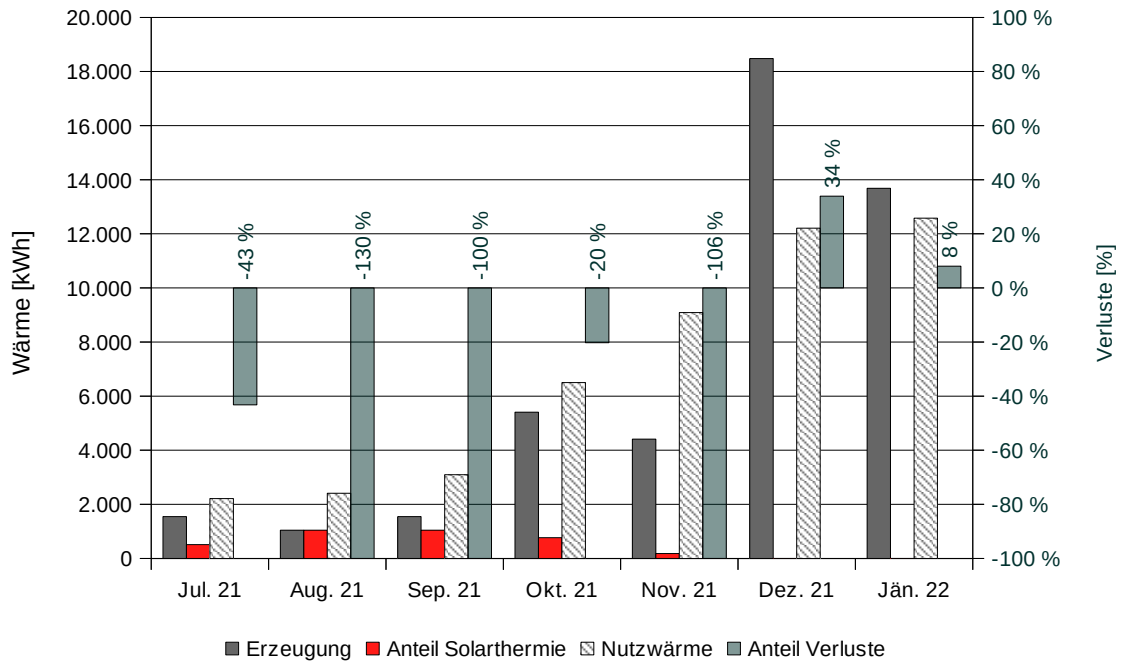
Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Aus der Gegenüberstellung der Daten der Wohnungszähler mit den Daten der händisch ausgelesenen Zähler im Technikraum konnte zuerst keine plausible Aussage abgeleitet werden. Grund dafür schien zu sein, dass die eingebrachte Nutzwärme in die WE teilweise deutlich höher war als die Summe der Erzeugung (FW-Bezug und Solarertrag) im jeweiligen Monat. Nach weiterem nachforschen fiel auf, dass ein Elektroheizstab im Pufferspeicher verbaut ist. Dieser Heizstab war auf Stufe 2 (von 3) eingestellt. Es kann also davon ausgegangen werden, dass der Heizstab einen wesentlichen Teil der Energiebereitstellung übernommen hat. Zählerwerte für den Energieeinsatz durch die Elektro-Zusatzheizung standen nicht zur Verfügung und konnten deshalb nicht berücksichtigt werden.

Da keine Zählerwerte für die Elektro-Zusatzheizung vorhanden waren, ist die Gegenüberstellung der EE mit der NE stark verfälscht. In Abbildung 37 ist zu sehen, dass im August, September und November 2021 über 100 % Differenz zwischen Nutzwärme und in das Verteilsystem eingespeister Wärme (aus Solar und FW) gelegen sind.

Die Elektro-Zusatzheizung könnte folglich die Differenz zwischen NE und EE geliefert sowie auch die gesamten Wärmeverluste im System kompensiert haben. Zwar ist die Höhe der dafür aufgewendeten elektrischen Energiemenge nicht direkt messbar, es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Elektro-Zusatzheizung einen wesentlichen Anteil an der gesamten Wärmeerzeugung ausmacht.

Abbildung 37: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und (negative) Verluste



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

### 2.11.2 Typ 11 – Wohnhausanlage 11.2

Die Wohnhausanlage 11.2 umfasst insgesamt 73 Wärmemengenzähler in den WE und ist in Abbildung 38 dargestellt. Die Wärmebereitstellung erfolgt mittels FW, die über einen Pufferspeicher in die Heizkreise einspeist. Ein Nebengebäude ist „intern“ (nach der FW-Übergabestation) über eine FW-Leitung angebunden (siehe Abbildung 39). Die WW-Bereitung erfolgt mittels dezentralen FW-Boilern (siehe Abbildung 40).



Abbildung 38: Außenansicht der Wohnhausanlage 11.2



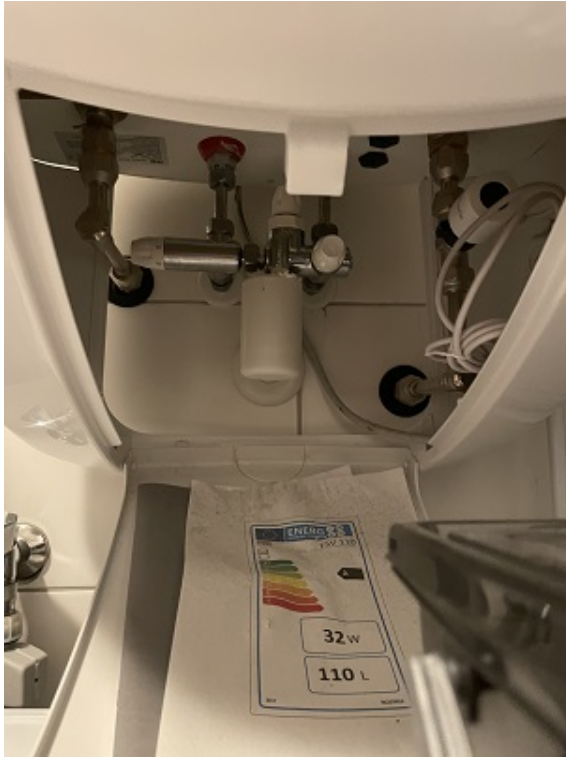
Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Abbildung 39: Fernwärme-Übergabestation sowie Pufferspeicher und Heizkreise



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Abbildung 40: Fernwärme-Speicher



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

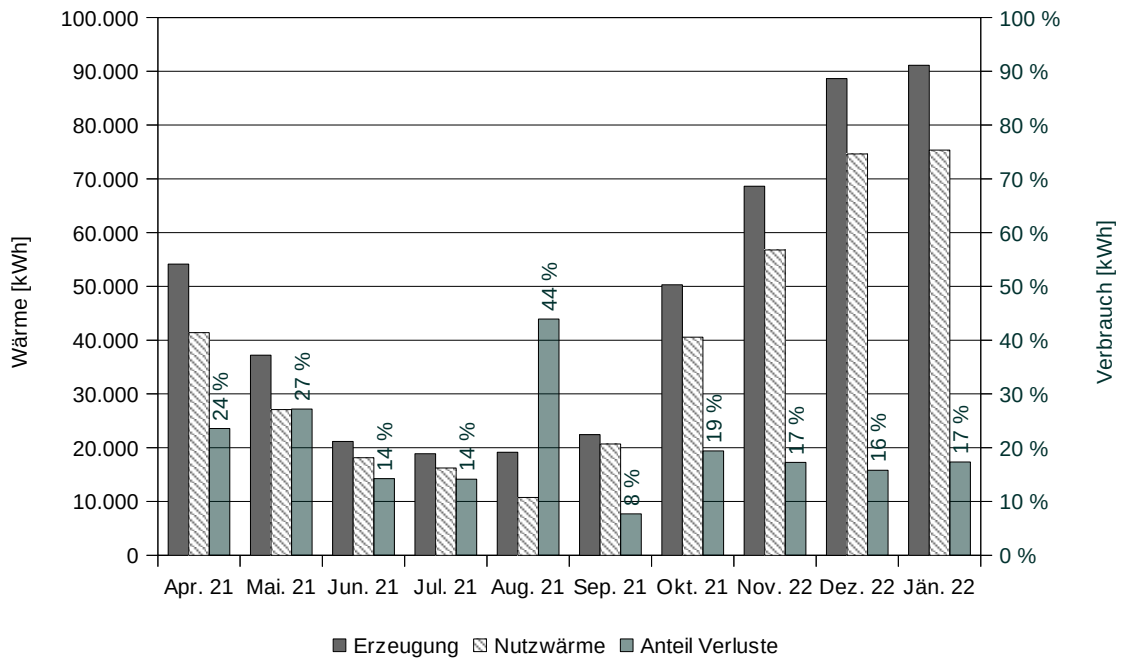
Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

Die Zählung der Nutzwärme erfolgt mittels WMZ in den jeweiligen WE. Im Technikraum wird die gesamte Wärmemenge durch Zähler an der FW-Übergabestation gemessen. Die Messwerte des WMZ wurden im Zuge der Begehung händisch ausgelesen.

Die Funk-Messwerte der WMZ wurden für den Zeitraum April 2021 bis Jänner 2022 ausgewertet. Die Messwerte der Wohnungszähler sind zwar nicht vollständig, konnten aber über die Vorgangsweise laut Kapitel 1.5.1 rechnerisch vervollständigt werden.

Aus der Gegenüberstellung der Daten der Wohnungszähler mit jenen der händisch ausgelesenen Zähler im Technikraum (siehe Abbildung 41) geht hervor, dass die Wärmeverluste im System (mit Ausnahme des Monats August 2021) mit weniger als 20 % relativ gering sind.

Abbildung 41: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und Verluste



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Während der Begehung vor Ort war der Heizkreis aktiv, was bei den Außentemperaturen zum Zeitpunkt der Begehung auf die täglich einmalig durchgeführte Boilerladung (immer gegen 15 Uhr) zurückzuführen ist.

Die deutlich höheren Verluste im August 2021 von rund 44 % können nicht mit Sicherheit begründet werden. Es könnte sein, dass diese aufgrund von vermehrten Urlauben im Monat August entstanden sind, wodurch der NE-Bedarf (im Verhältnis zur EE) deutlich geringer war als in den anderen Monaten. Aus der vorliegenden Datenqualität selbst konnte kein klarer Grund für die erhöhten Verluste abgeleitet werden.

### 2.11.3 Typ 11 – Wohnhausanlage 11.3

Bei der Wohnhausanlage 11.3 handelt es sich um ein Objekt mit 20 WE, welches in Abbildung 42 dargestellt ist. Die Wärmebereitstellung erfolgt über FW, wobei die Wärmeenergie über einen Pufferspeicher an die Heizkreise abgegeben wird. Die WW-Bereitung erfolgt mittels dezentraler FW-Boiler in den jeweiligen WE. Abbildung 43 gibt einen Einblick in den Technikraum.

Abbildung 42: Außenansicht der Wohnhausanlage 11.3



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Leitungen im Keller sind vorbildlich gedämmt und die Anlage ist installationstechnisch einwandfrei und sauber ausgeführt.

Die Erfassung der Nutzwärme erfolgt mittels WMZ in den jeweiligen WE. Im Technikraum wird die gesamte Wärmemenge durch Zähler an der FW-Übergabestation gemessen. Die Messwerte des WMZ wurden im Zuge der Begehung händisch ausgelesen.

Bei den Funk-Messwerten der WMZ fehlen die Sommerwerte, womit die Messwerte nicht vollständig sind und auch nicht vervollständigt werden konnten.

Aus der Gegenüberstellung der vorhandenen Daten kann somit nur eine Aussage über das ganzjährige Verhältnis (März 2021 bis Februar 2022) von EE-Bedarf (129.364 kWh) zu NE-Bedarf (98.350 kWh) getroffen werden. Daraus ergibt sich ein ganzjähriger Anlagenwirkungsgrad von 76 %.

Abbildung 43: Einblick in den Technikraum von Wohnhausanlage 11.3



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

## **2.12 Anlagentyp 12 – Wärmebereitstellung über Fernwärme, Warmwasserbereitstellung über dezentrale Elektro-Warmwasserboiler**

Bei Objekten des Typs 12 erfolgt die Wärmebereitstellung über einen Nah-/FW-Anschluss. Die WW-Versorgung erfolgt über dezentrale WW-Boiler, die direkt elektrisch beheizt werden.

Objekte von Typ 12 sind grundsätzlich gängige Praxis. Im Zuge dieses Projekts wurden derartige Anlagen nicht beachtet, da die WW-Bereitung direkt dezentral elektrisch geschieht und somit (bis auf die Abstrahlverluste des Boilers) kaum Verluste aufweisen. Die in Kapitel 2.12.1 beschriebene Anlage wurde trotzdem vor Ort besichtigt, um eine Einschätzung über deren Zustand geben zu können.

## 2.12.1 Typ 12 – Wohnhausanlage 12.1

Abbildung 44: Außenansicht der Wohnhausanlage 12.1



**Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH**

Die Wohnhausanlage 12.1 ist ein Wohngebäude mit 9 WE und in Abbildung 44 dargestellt. Die Wärmebereitstellung erfolgt über eine FW-Übergabestation, von welcher aus die Wärme direkt in die Heizkreise geführt wird (siehe Abbildung 45). Die WW-Bereitung erfolgt dezentral über Elektroboiler direkt in den Wohnungen.

Die Zählung der Nutzwärme erfolgt mittels WMZ in den jeweiligen WE. Im Technikraum wird die gesamt aufgewendete Wärmemenge über einen Zähler an der FW-Übergabestation gezählt. Der WMZ war während der Vor-Ort-Besichtigung nicht zugänglich und konnte nicht ausgelesen werden. Die WW-Bereitung erfolgt über dezentrale Elektroboiler und wird nicht separat erfasst.

Ebenso wurde zum Zeitpunkt der Begehung von einem Bewohner darauf hingewiesen, dass der Heizungsdruck konstant abfällt und das Heizungswasser laufend von einem Installateur nachgefüllt werden muss. Um nicht nur das Symptom des Druckabfalls zu

behandeln, müsste der Grund für den konstanten Druckverlust gefunden (und bei Bedarf eine automatische Druckhalteanlage installiert) werden.

Abbildung 45: Fernwärme-Übergabestation sowie Heizkreispumpe (sekundärseitig)



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

# 3 Gegenüberstellung der Anlagen hinsichtlich Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen im laufenden Betrieb

Tabelle 3 zeigt eine Gegenüberstellung aller Objekte/Anlagen, deren CO<sub>2</sub>-Emissionen im Betrieb sowie den Bedarf an Primärenergie (PE) und Endenergie (EE) auf Basis der Konversionsfaktoren gem. OIB-Richtlinie 6 (OIB, 2019). Hierbei muss erwähnt werden, dass etwaige Energieeinträge durch Elektro-Zusatzheizungen aufgrund mangelnder Datenerfassung nicht berücksichtigt werden konnten.

Tabelle 3: Gegenüberstellung der Objekte/Anlagen hinsichtlich PE und CO<sub>2</sub>-Emissionen

	kg CO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> *a)	kWh PE/(m <sup>2</sup> *a)	kWh EE/(m <sup>2</sup> *a)
<b>Wohnhausanlage 2.1</b>	1,7	113	100
<b>Wohnhausanlage 2.2</b>	1,5	98	87
<b>Wohnhausanlage 3.1, Haus A</b>	23,6	169	104
<b>Wohnhausanlage 3.1, Haus B</b>	14,8	106	65
<b>Wohnhausanlage 4.1</b>	7,0	89	55
<b>Wohnhausanlage 5.1</b>	4,2	114	71
<b>Wohnhausanlage 6.1</b>	5,9	160	100
<b>Wohnhausanlage 6.2</b>	4,2	113	71
<b>Wohnhausanlage 6.3</b>	4,5	122	76
<b>Wohnhausanlage 6.4</b>	4,3	115	72
<b>Wohnhausanlage 10.1</b>	16,5	119	73
<b>Wohnhausanlage 11.1</b>	3,9	106	66
<b>Wohnhausanlage 11.2</b>	7,5	204	127
<b>Wohnhausanlage 11.3</b>	5,9	160	100
<b>Wohnhausanlage 12.1</b>	5,7	155	97

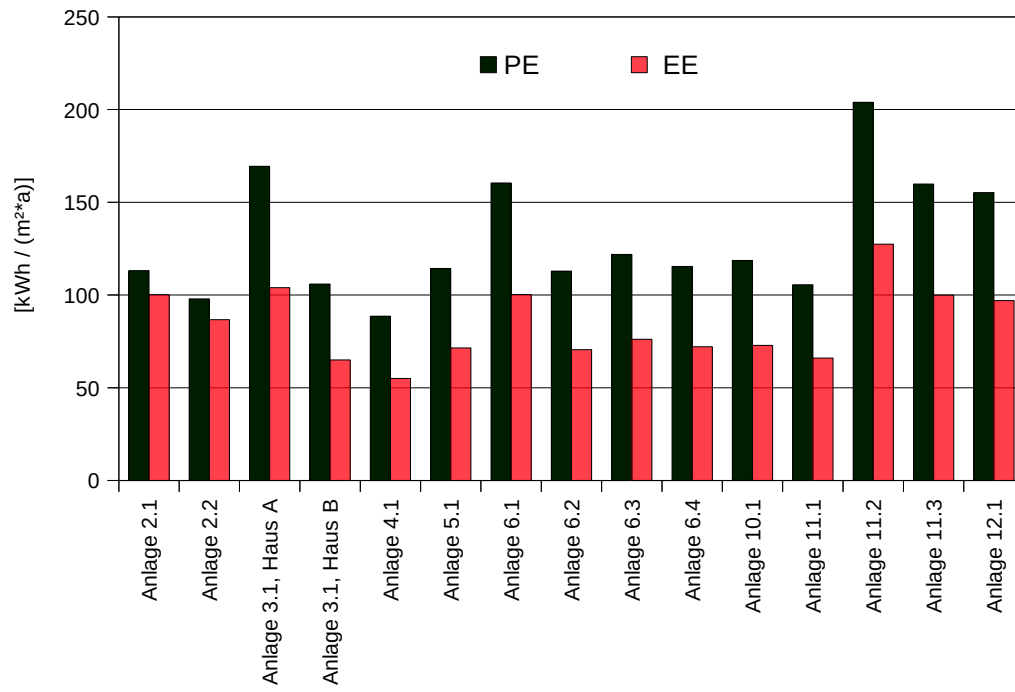
Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Hinsichtlich der hohen Abweichungen zwischen PE- und EE-Bedarf fallen speziell die durch FW und WP versorgten Objekte auf. Der Grund dafür liegt (gem. OIB-Richtlinie 6, 2019) in den vergleichsweise hohen PE-Konversionsfaktoren für FW (1,6) und elektrischen Strom (1,63).



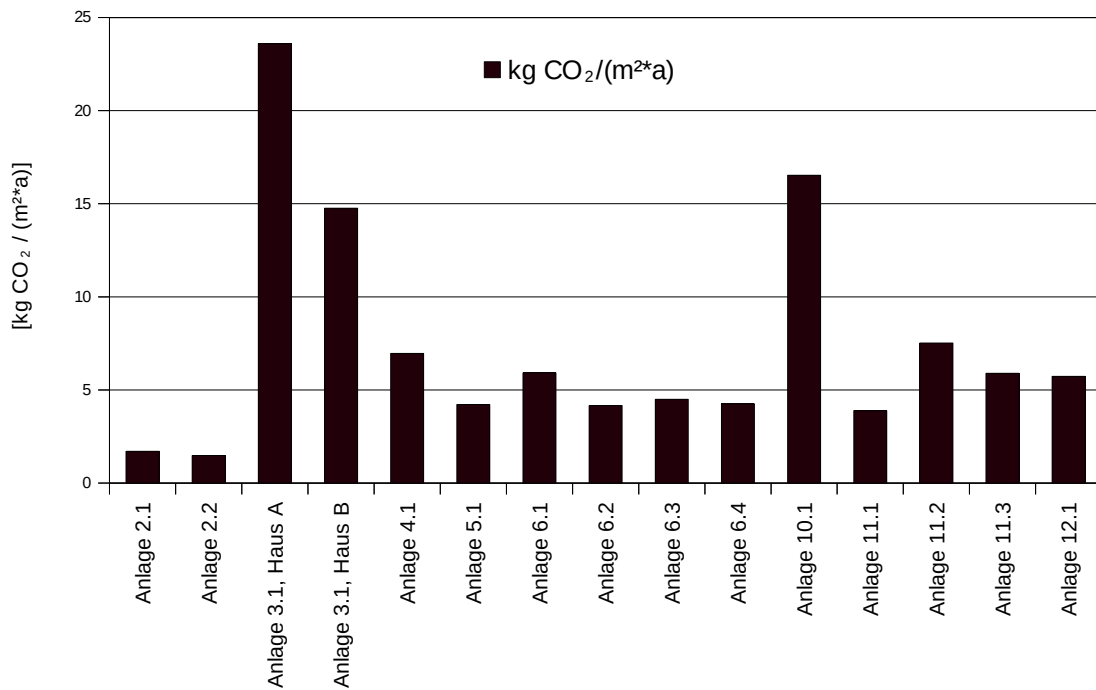
Für die untersuchten Objekte zeigt Abbildung 46 die Gegenüberstellung von PE- und EE-Bedarf sowie Abbildung 47 die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Betrieb.

Abbildung 46: Jährlicher PE- und EE-Bedarf der untersuchten Objekte



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Abbildung 47: Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen der untersuchten Objekte



Quelle: AEE Energiedienstleistungen GmbH

Betreffend der CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigt sich, dass drei Anlagen besonders schlecht abschneiden. Dies liegt an bestehenden WP mit besonders schlechten Jahresarbeitszahlen. Dies spiegelt drei Problemanlagen wider. Wärmepumpenanlagen mit entsprechend effizienter Betriebsweise würden in einem derartigen Vergleich deutlich besser abschneiden.

## 4 Erkenntnisse (Lessons Learned)

Die im Zuge des Projekts durchgeführten Analysen führen zu folgenden Erkenntnissen:

### 4.1 Hohe Verteilverluste bei konstanter Zirkulation in den Rohrleitungssystemen

Die untersuchten Objekte weisen teilweise erschreckend hohe Verluste bzw. geringe Wirkungsgrade der Warmwasserbereitung auf.

Diese sind in den meisten Fällen den Verteilverlusten über die Rohrleitungen geschuldet. Hohe Verluste fallen vor allem bei Objekten mit Wohnungsstationen auf. Der Grund dafür liegt in den Wärmeverteilverlusten außerhalb der Heizperiode. Die Verluste können in derartigen Anlagenkonstellationen jedoch nicht vermieden werden, da die Warmwasserbereitstellung eine konstante Zirkulation von Heizungswasser bis zu den dezentralen Wärmetauschern in den einzelnen Wohneinheiten erfordert. Somit muss im Sommer selbst bei sehr geringem Energiebedarf das gesamte Leitungssystem aufgrund der Warmwasserversorgung auf Temperaturen von über 60 °C gehalten werden.

Wenn Wohnungen nur sporadisch (z.B. als Zweitwohnsitz) genutzt werden, stehen den konstanten Zirkulationsverlusten noch geringere Abnahmen gegenüber und die Effizienz verschlechtert sich weiter.

Die unverhältnismäßig hohen Wärmeverluste lassen sich selbst bei vorbildlicher Wärmedämmung der Leitungen nicht ausreichend vermeiden. Der Grund für die Verluste liegt im Warmwasserversorgungssystem selbst.

### 4.2 Gutes Abschneiden dezentraler Warmwassererzeugung / Warmwasserspeicherung

Im mehrgeschoßigen Wohnbau fallen besonders jene Objekte positiv auf, bei denen das Warmwasser dezentral – z.B. in Fernwärmespeichern – aufbereitet wird.

Diese Anlagenkonfiguration bietet außerhalb der Heizperiode die Möglichkeit, das Wasser in den dezentralen Fernwärmespeichern – idealer Weise – mit nur einem Ladevorgang pro Tag zu erwärmen. Die restliche Zeit des Tages ist das Wärmeverteilsystem inaktiv und weist somit außerhalb der Heizperiode keine Verteilverluste auf.

### **4.3 Klare Nachteile von Elektro-Zusatzheizungen**

Viele Objekte im Wohnungsbestand sind mit Elektro-Zusatzheizungen ausgestattet. Für den Notbetrieb haben derartige „Ausfallsicherheiten“ ihre Berechtigung (z.B. zur kurzfristigen Sicherstellung des Heizbetriebs nach Anlagengebrehen).

Die Auswertung der untersuchten Objekte zeigt aber klare Nachteile von Elektro-Zusatzheizungen auf. Sind diese als Backup aktiv, so sind sie quasi „unkontrolliert“ am Heizbetrieb beteiligt. Wenn seitens der primären Wärmeversorgung ein Problem besteht (z.B. ein Ausfall durch technische Störung), wird der Wärmebedarf fortan direkt elektrisch gedeckt. Wenn in solch einem Fall keine Störmeldung beim zuständigen Kundendienst eingeht und bearbeitet wird, fällt die technische Störung den Nutzer:innen des jeweiligen Gebäudes nicht auf und das Heizsystem wird ungewollt zu einer Stromheizung.

Der Energiebedarf, die CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie die Kosten für die Nutzer:innen können im Fall von unkontrolliert aktiven Elektro-Zusatzheizungen massiv ansteigen. Dies wird im besten Fall durch eine Störmeldung oder bei der nächsten Energiekostenabrechnung bemerkt. Hier gilt es dann zu analysieren, warum Energiebedarf und Kosten gestiegen sind (was in vielen Fällen aber nicht passiert).

Im schlechtesten Fall bleibt ein derart ineffizienter, umweltbelastender und teurer Betrieb über Jahre unbemerkt.

# 5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die jeweiligen Anlagenkonstellationen der im Bestand untersuchten Objekte lassen eine Steigerung der Energieeffizienzen im laufenden Betrieb nur in sehr beschränktem Ausmaß zu. Umso wichtiger ist es, aus den vorliegenden Auswertungen und Ergebnissen die richtigen Schlüsse und Konsequenzen für die Planung und Ausführung zukünftiger Objekte abzuleiten.

Rein technisch gesehen steht der Ausführung effizienter Warmwasserbereitungssysteme nichts im Wege.

## 5.1 Wärmeverluste durch zirkulierendes, warmes Wasser vermeiden

Zirkulierendes, warmes Wasser führt unweigerlich zu hohen Energieverlusten. Um diese weitestgehend zu vermeiden, sollten Warmwassersysteme im mehrgeschoßigen Wohnbau möglichst dezentral ausgeführt werden. Hierfür können Systeme eingesetzt werden, bei denen keine permanente Zirkulation von warmem Wasser notwendig ist.

Gut geeignet für die Warmwasserbereitung sind – im Sinn einer hohen Energieeffizienz – etwa dezentrale Fernwärmeboiler, dezentrale Registerspeicher, dezentrale Wohnungsstationen mit integriertem Warmwasserspeicher oder dezentrale Elektroboiler (idealer Weise mit integrierten Wärmepumpen).

Zusätzlich zu dezentralen Lösungen zur Warmwassererzeugung und/oder -speicherung bietet die Industrie auch kombinierte Systeme an, womit die Warmwasserbereitung während der Heizperiode über das zentrale Wärmeversorgungssystem und außerhalb der Heizperiode dezentral elektrisch erfolgen kann. Im Idealfall wird im Sommerbetrieb das Warmwasser direkt elektrisch (bestenfalls mittels PV-Strom) erwärmt.

## 5.2 Energieeinträge aller Wärmeerzeuger und -verbraucher einzeln erfassen und monitoren

Um den energieeffizienten Betrieb von Gebäuden sicherzustellen, sollten sowohl die genutzten Energiemengen als auch alle aufgewendeten Energiemengen mittels Wärme-/Stromzählern erfasst und regelmäßig ausgewertet werden. Dies gilt auch für „Backup-Systeme“ und Elektro-Zusatzheizungen.

Durch das Führen einer Energiebuchhaltung kann eine Fehlfunktion zeitnah erkannt und behoben werden. Somit kann ausgeschlossen werden, dass etwa Elektro-Zusatzheizungen über längere Phasen unbemerkt den Heizbetrieb übernehmen oder thermische Solaranlagen im Störbetrieb verharren.

Auch können elektronische Warnsysteme implementiert werden, die Störmeldungen in Echtzeit an die jeweils zuständige Person/Institution übermitteln.

Um ein vollständiges Erfassen aller relevanten Energiemengen sicherzustellen, sollte die Definition von Zählpunkten bereits Teil der Planungsphase sein. Vorgaben zu entsprechenden Smart-Meter-Funktionen und Datenlogging sollten hierbei klar definiert werden.

# 6 Über klimaaktiv

klima**aktiv** ist die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Seit 2004 bietet sie in den Themenschwerpunkten „Bauen und Sanieren“, „Energiesparen“, „Erneuerbare Energie“ und „Mobilität“ ein umfassendes, ständig wachsendes Spektrum an Information, Beratung sowie Weiterbildung und setzt Standards, die international Vorbildcharakter haben.

klima**aktiv** zeigt, dass jede Tat zählt: Jede und jeder in Kommunen, Unternehmen, Vereinen und Haushalten kann einen aktiven Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Damit trägt die Initiative zur Umsetzung des nationalen Energie- und Klimaplanes (NEKP) für Österreich bei. Näheres unter [klimaaktiv.at](http://klimaaktiv.at)

Das klima**aktiv** Programm Erneuerbare Wärme unterstützt die Dekarbonisierung im österreichischen Wärmesektor und zielt auf eine signifikante Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger im gebäudebezogenen Wärmemarkt und eine deutliche Verbesserung der Systemqualität ab.

Die Expert:innen von klima**aktiv** Erneuerbare Wärme bieten Konsument:innen, Planenden, Installateur:innen sowie Entscheidungsträger:innen eine firmenunabhängige Orientierung auf den sich rasch ändernden Märkten.

## **Kontakt:**

Strategische Gesamtsteuerung klima**aktiv**

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Sektion VI - Klima und Energie

Stabsstelle Dialog zu Energiewende und Klimaschutz

Stubenbastei 5, 1010 Wien

Programmmanagement klima**aktiv** Erneuerbare Wärme

UIV Urban Innovation Vienna GmbH, Energy Center Wien

Operngasse 17–21, 1040 Wien

[klimaaktiv.at/erneuerbare/erneuerbarewaerme](http://klimaaktiv.at/erneuerbare/erneuerbarewaerme)

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausgewählte Anlagentypen entsprechend Wärmeerzeuger und WW-Bereitung.	9
Tabelle 2: Definierte Anlagentypen, Anzahl verfügbarer Objekte und Anzahl der erzielten Auswertungsergebnisse.....	12
Tabelle 3: Gegenüberstellung der Objekte/Anlagen hinsichtlich PE und CO <sub>2</sub> -Emissionen. .	64



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung der erhaltenen Nutzwärmedaten (Rohdaten).....	13
Abbildung 2: Außenansicht der Wohnhausanlage 1.1.....	20
Abbildung 3: Pufferspeicher neben dem (nicht zugänglichen) Heizraum sowie Einblick in einen der Heizräume mit zentralem Warmwasserboiler.....	21
Abbildung 4: Außenansicht der Wohnhausanlage 2.1.....	22
Abbildung 5: Einblick in den Technikraum.....	23
Abbildung 6: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und Verluste.....	24
Abbildung 7: Außenansicht der Wohnhausanlage 2.2.....	25
Abbildung 8: Einblick in den Technikraum.....	26
Abbildung 9: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und Verluste.....	27
Abbildung 10: Außenansicht der Wohnhausanlage 3.1.....	29
Abbildung 11: Luft-Wasser-Wärmepumpen und Pufferspeicher im Haus A.....	30
Abbildung 12: Haus A; Vergleich Nutzenergie und Strombezug.....	31
Abbildung 13: Haus A; Einge kaufte Strommengen der Jahre 2018 bis 2021.....	32
Abbildung 14: Haus B; Vergleich Nutzenergie und Strombezug.....	33
Abbildung 15: Haus B; Einge kaufte Strommengen der Jahre 2018 bis 2021.....	34
Abbildung 16: Außenansicht der Wohnhausanlage 4.1.....	35
Abbildung 17: Wärmepumpe für den Heizbetrieb sowie Fernwärme-Anschluss, Pufferspeicher und Frischwassermodul für den WW-Betrieb.....	36
Abbildung 18: Auswertung der Zählerdaten – End-, Nutzenergie Warmwasser und Verluste .....	37
Abbildung 19: Außenansicht der Wohnhausanlage 5.1.....	38
Abbildung 20: Einblick in den Technikraum.....	39
Abbildung 21: Außenansicht der Wohnhausanlage 6.1.....	40
Abbildung 22: Fernwärme-Übergabestation, Pufferspeicher und Solarstation.....	41
Abbildung 23: Auswertung der Zählerdaten – End-, Nutzenergie Warmwasser und Verluste .....	42
Abbildung 24: Außenansicht der Wohnhausanlage 6.2.....	43
Abbildung 25: Fernwärme-Übergabestation sowie Pufferspeicher mit 3 Stück Elektro-Zusatzheizungen.....	44

Abbildung 26: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und (negative) Verluste.....	45
Abbildung 27: Außenansicht der Wohnhausanlage 6.3.....	45
Abbildung 28: Fernwärme-Übergabestation sowie Solarstation.....	46
Abbildung 29: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und Verluste.....	47
Abbildung 30: Außenansicht der Wohnhausanlage 6.4.....	48
Abbildung 31: Fernwärme-Übergabestation und Heizkreise sowie Solarstation und Pufferspeicher.....	49
Abbildung 32: Außenansicht der Wohnhausanlage 10.1.....	51
Abbildung 33: Einblick in den Technikraum sowie Störmeldung der Wärmepumpe bei der Besichtigung.....	52
Abbildung 34: Außenansicht der Wohnhausanlage 11.1.....	53
Abbildung 35: Fernwärme-Übergabestation (links) und Pufferspeicher (rechts).....	54
Abbildung 36: Solarstation sowie Fernwärme-Speicher.....	55
Abbildung 37: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und (negative) Verluste.....	56
Abbildung 38: Außenansicht der Wohnhausanlage 11.2.....	57
Abbildung 39: Fernwärme-Übergabestation sowie Pufferspeicher und Heizkreise.....	57
Abbildung 40: Fernwärme-Speicher.....	58
Abbildung 41: Auswertung der Zählerdaten – End-, Solar-, Nutzenergie und Verluste.....	59
Abbildung 42: Außenansicht der Wohnhausanlage 11.3.....	60
Abbildung 43: Einblick in den Technikraum von Wohnhausanlage 11.3.....	61
Abbildung 44: Außenansicht der Wohnhausanlage 12.1.....	62
Abbildung 45: Fernwärme-Übergabestation sowie Heizkreispumpe (sekundärseitig).....	63
Abbildung 46: Jährlicher PE- und EE-Bedarf der untersuchten Objekte.....	65
Abbildung 47: Jährliche CO <sub>2</sub> -Emissionen der untersuchten Objekte.....	66

## Literaturverzeichnis

OIB 2019: OIB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“  
(330.6-026/19, vom April 2019)

ZAMG 2022: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, ZAMG Data Hub,  
<https://data.hub.zamg.ac.at/>, abgerufen im Mai 2022

## Abkürzungen

EE	Endenergie
FW	Fernwärme
HGT	Heizgradtage
kWh	Kilowattstunde
M	Monat
NE	Nutzenergie
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
PE	Primärenergie
PV	Photovoltaik
WE	Wohneinheit
WMZ	Wärmemengenzähler
WP	Wärmepumpe
WW	Warmwasser



**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und  
Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)