

Heizungsprüfung / -optimierung nach §60b

KI-generiert

Erfahrungsbericht des AGFW | Der Energieeffizienzverband
für Wärme, Kälte und KWK e. V.

**Herausgeber:**

AGFW | Der Energieeffizienzverband für
Wärme, Kälte und KWK e. V

Stresemannallee 30

D-60596 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6304-1

Telefax: +49 69 6304-391

E-Mail: info@agfw.de

Internet: www.agfw.de

Verantwortlich:

Sebastian Grimm M.Sc.

Telefon: +49 69 6304-200

E-Mail: s.grimm@agfw.de

Dr. Heiko Huther

Telefon: +49 69 6304-206

E-Mail: h.huther@agfw.de

Hinweis:

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet. Alle Angaben in dieser Broschüre sind nach bestem Wissen unter Anwendung aller gebotenen Sorgfalt erstellt worden. Trotzdem kann von den Autoren, den Herausgebern und dem Verlag keine Haftung für etwaige Fehler übernommen werden.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Das gilt vor allem für Vervielfältigungen in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrokopie oder ein anderes Verfahren), Übersetzungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Stand: März 2026

© AGFW, Frankfurt am Main

1. Kernaussagen

Die aktuelle Regelung nach §60b GEG zur Heizungsprüfung führt zu hohem bürokratischem Aufwand und geringer Umsetzungsgeschwindigkeit. Insbesondere im Bereich Fernwärme bindet sie dringend benötigte Fachkräfte für zeitraubende Einzelprüfungen, ohne dass dies unmittelbar zu bedeutenden Energieeinsparungen führt.

Fernwärme hat den besonderen Vorteil, dass eine effiziente Einstellung der Heizungsanlagen (Hausstationen) unmittelbar Netzverluste senkt, die Systemeffizienz erhöht und die Nutzung erneuerbarer Energien (z.B. Großwärmepumpen, Solarthermie) verbessert. Niedrige Rücklauftemperaturen reduzieren zudem den Stromverbrauch von Netzpumpen und erhöhen ohne zusätzliche Investitionen die Anschlusskapazität des Fernwärmenetzes.

Die fortschreitende Digitalisierung bietet eine effiziente Lösung: Die ohnehin erforderliche Installation fernauslesbarer Wärmezähler erlaubt eine automatisierte, datengestützte Analyse des Anlagenbetriebs. Durch diese kontinuierliche Überwachung können ineffiziente Anlagen identifiziert und priorisiert geprüft werden, während störungsfreie Anlagen ohne Zusatzprüfung auskommen.

Zudem ermöglicht die Datenanalyse unkomplizierte Optimierungen ohne großen Experteneinsatz. So lassen sich Einstellungen der Heizungsanlagen schnell und effektiv verbessern, Aufwand und Kosten reduzieren, sowie die Akzeptanz bei Anlagenbetreibern deutlich steigern.

Fazit: Die gezielte Nutzung digitaler Analysemöglichkeiten beschleunigt die Ziele des GEG, reduziert Bürokratie, stärkt die Akzeptanz und optimiert die Ressourcenverwendung im Bereich der Fernwärme deutlich.

Notwendige Änderungen im GEG:

- » Explizite Anerkennung und Förderung datengestützter Heizungsprüfung.
- » Entlastung von Prüfpflichten für Anlagen, die anhand automatisierter Datenauswertung als effizient bewertet wurden.
- » Verankerung einer klaren Priorisierungsstrategie für Prüfungen anhand digital ermittelter Effizienzkriterien.
- » Unterstützung einfacher, datenbasierter Maßnahmen zur Anlagenoptimierung.

Autor:

- » Sebastian Grimm, AGFW e.V.

Co-Autoren

- » Dr.-Ing. Marcus Fuchs, heatbeat engineering GmbH
- » Michael Detke, Zentur.io GmbH
- » Dr. Nicola Kleppmann, SAMSON KT-Elektronik
- » Paul Roos, Danfoss GmbH
- » Dr.-Ing. Quirin Aumann, Gradyent GmbH
- » Rupert Wieser, Nautilus GmbH
- » Timo Pfützer, MVV Energie AG

Danksagung

Ein herzlicher Dank geht an die Teams der beteiligten Fernwärmeversorgungsunternehmen, welche dieses Projekt gemeinsam mit den Gebäudeeigentümern und der Koordination der Installateure vor Ort unterstützt haben.

- » Netz Leipzig GmbH, Leipzig
- » N-ERGIE Aktiengesellschaft, Nürnberg
- » Stadtwerke Rosenheim GmbH & Co. KG, Rosenheim

Ohne die Unterstützung bei der Vorbereitung und im Besonderen der Bereitstellung der notwendigen Wärmezähler Daten, wäre dieses Projekt nicht möglich gewesen.

Einen ebenfalls entscheidenden Beitrag zur Projektumsetzung haben die Industriepartner geleistet, die sich dieser Herausforderung gestellt haben. Besonders hervorzuheben sind die erfolgreich beteiligten Unternehmen (Co-Autoren mit Team), die mit in den Beispielen am Ende des Dokuments, Teile ihres Wissens in dieser Broschüre dokumentiert haben.

2. Inhalt

1.	Kernaussagen	3
2.	Inhalt	5
3.	Aktuelle Regelung mit hohem Aufwand und langsamem Tempo	7
4.	Besonderheit Fernwärme	8
5.	Digitalisierung sinnvoll voranbringen und nutzen	9
5.1.	Priorisierung bei nicht optimalen Heizungsanlagen	7
5.2.	Positiv Auskunft	7
5.3.	Fehlerhafte HAST	8
5.4.	Fehlerbehebung an HAST	8
6.	Versuchsansatz zur datengestützten Heizungsprüfung	12
6.1.	Versuchskonzept „datengestützte Heizungsprüfung nach §60b GEG“	13
6.2.	Durchführung	14
7.	Die Heizungsprüfung und -optimierung vor Ort	15
7.1.	Durchführung der Heizungsprüfung	15
7.2.	Ergebnisse der vor Ort Heizungsprüfung	15
7.3.	Durchführung der Heizungsoptimierung vor Ort	16
7.4.	Ergebnisse der Heizungsoptimierung vor Ort	17
7.5.	Zuständigkeit der Fehlerbehebung	17
8.	Ergebnisse aus der datengestützten Heizungsprüfung	19
8.1.	Quantitativer Vergleich	19
8.2.	Qualitativer Vergleich	20
9.	Ergebnisse aus der datengestützten Heizungsoptimierung	23
9.1.	Gemeinsamkeiten	23
9.2.	Unterschiede	24
9.3.	Fazit zur Heizungsoptimierung	24

10.	Beispielhafte Auswertungen beteiligter IT Unternehmen	25
10.1.	Konkrete Anpassung der Heizkurve	25
10.2.	Feinjustierung Reglerparameter	27
10.3.	Sommerabschaltung 1	29
10.4.	Sommerabschaltung 2	30
10.5.	Kurzzeitig hängendes Regelventil	32
10.6.	Durchgängiger Verbrauch	33
10.7.	TWW Zirkulation	35
10.8.	TWW Zirkulation 2	36
10.9.	Umwälzpumpe	37
10.10.	Ansätze zur Identifikation fehlender Dämmung	38
11.	Weitere Analysen außerhalb der §60b GEG Vorgaben	39
11.1.	Leckagevolumenstrom	39
11.2.	Volumenstromabsenkungspotenzial	41
11.3.	Rücklauftemperaturbegrenzung	42
11.4.	Reduktion der Anschlussleistung	45
12.	Fazit	46
13.	Literaturangaben	46

3. Aktuelle Regelung mit hohem Aufwand und langsamem Tempo

Das „Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden“ (GEG) [1] hat nach §1 zum Ziel einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele zu leisten. All dies soll möglichst wirtschaftlich, sozialverträglich und effiziente Maßnahmen erfolgen. In §60b wird zu diesem Zweck eine Überprüfung von Heizungsanlagen verlangt, die anhand von quantitativen Kriterien (u.a. Heizungsalter und Anzahl der Wohneinheiten) ausgewählt werden, durch eine fachkundige Person (nach §60a Abschnitt 4 GEG). Diese soll die Heizungsprüfung sowie danach erforderliche Maßnahmen im Idealfall bei ohnehin stattfindenden Tätigkeiten durchführen (§60b Abs. 4). Dies können im Kontext „Fernwärme“ üblicherweise nur Heizungsbauer und Monteure des zuständigen Versorgungsunternehmens sein. Diese Fachkräfte sind bereits heute sehr gefragt und auch aufgrund des Fachkräftemangels erscheint es unwahrscheinlich, dass eine Zusatzdienstleistung, die nach Erfahrungen des AGFW mit ca. 1-2 h Arbeitsaufwand verbunden ist, schnell in die breite Anwendung kommen kann.

4. Besonderheit Fernwärme

Fernwärme hat die Besonderheit, dass das Fernwärmeversorgungsunternehmen die Anlagen zur Wärmeerzeugung und Verteilung idR. außerhalb des Gebäudes betreibt und über das Wärmenetz dem Kunden die Wärme bereitstellt. Der Fokus von §60b GEG liegt, im Fernwärmekontext, deshalb auf einer effizienten Einstellung der Heizungsanlagen (Hausstationen), von denen viele an einem gemeinsamen Netz angeschlossen sind. Fehler in Einstellungen und den verwendeten Komponenten jeder Heizungsanlage und Hausstation (HAST) vermindern die Auskühlung des Heizungswassers und führen auch im vorgelagerten Fernwärmenetz zu einer erhöhten Rücklauftemperatur. Im Vergleich zu allen Einzelheizungsalternativen hat Fernwärme die Besonderheit, dass sich fehlerhafte Heizungseinstellungen auf das gesamte Fernwärmesystem auswirken. Dies gilt besonders für die Rücklauftemperatur im Netz, wodurch §60b GEG direkte Relevanz für Fernwärmenetze hat. **Denn fehlerhafte Einstellung, Betriebsweisen oder Auslegungen (nicht mehr zum aktuellen Bedarf passend) von Heizungsanlagen und HAST führen dazu, dass das Heizungswasser nicht optimal ausgekühlt wird (verringerte Temperaturspreizung), was zu einer Erhöhung der primärseitigen Rücklauftemperatur führt.**

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass Heizungsanlagen, die an der HAST eine erwartungskonforme Rücklauftemperatur aufweisen, bestimmungsgemäß funktionieren, woraus sich eine vernünftige Betriebsweise der Heizungsanlage ableiten lässt.

Niedrigere Temperaturen führen rein physikalisch zu einer Verringerung der Wärmeabgabe an die Umgebung. Weiterhin ermöglichen sie unter Umständen eine Absenkung der Vorlauftemperatur, was zusätzlich die Effizienz und Wirtschaftlichkeit bei der Einbindung von Erzeugungsanlagen auf Basis Erneuerbarer Energien (bspw. Großwärmepumpen, Solarthermie) verbessert [2]. Alternativ kann der Gesamtvolumenstrom und der damit einhergehende Stromverbrauch der Netzpumpen reduziert werden, denn je weiter die Rücklauftemperatur plangemäß durch Wärmeaustausch in den HAST ausgekühlt wird, desto weniger Volumenstrom ist erforderlich für den Transport der gewünschten Wärmemenge. Dadurch freiwerdende Transportkapazitäten der Wärmenetze können zum Anschluss weiterer Kunden genutzt werden, ohne zusätzliche Investitionskosten für einen ggf. erforderlichen Rohrleitungsaustausch infolge höherer Durchmesser bei höherem Volumenstrom.

Aufgrund der Relevanz der Rücklauftemperaturen für Fernwärmesysteme weisen FWVU in den technischen Anschlussbedingungen daher auch maximal erlaubte Rücklauftemperaturen aus.

5. Digitalisierung sinnvoll voranbringen und nutzen

Zur Erfüllung der Zielvorgaben des §1 GEG ist es, auch aus wirtschaftlichen Gründen, sinnvoll Synergien zu anderen Maßnahmen zu prüfen, für die Versorgungsunternehmen bereits Aufwand zur Umsetzung betreiben. Passendes Beispiel ist hier die „Verordnung über die Verbrauchserfassung und Abrechnung bei der Versorgung mit Fernwärme oder Fernkälte (Fernwärme- oder Fernkälte-Verbrauchserfassungs- und -Abrechnungsverordnung – FFVAV)“ [3] durch die Fernwärmeversorgungsunternehmen verpflichtet sind fernauslesbare Wärmezähler (WMZ) zu installieren. In zahlreichen Fällen wird hierfür eine Kommunikationsstruktur errichtet, die auch ein umfassenderes Auslesen des WMZ ermöglicht (z.B. stündliche Werte von Durchfluss, Vorlauf- und Rücklauf-temperatur). Auf dieser Datenbasis sind datengestützte Analysen möglich, die helfen eine Heizungsprüfung nach §60b GEG zu priorisieren, zu unterstützen oder gar komplett durchzuführen.

Zur Erfüllung der FFVAV ist dabei eine unidirektionale (read only) Kommunikationsstruktur ausreichend. Wie nachfolgend dargestellt, kann mit diesen Daten die Heizungsprüfung unterstützt und beschleunigt werden. Sofern keine Komponenten ausgetauscht oder umgebaut werden müssen, kann auch eine Heizungsoptimierung (bspw. Anpassen der Heizungssteuerung) aus der Ferne durchgeführt werden. Hierzu ist allerdings eine bidirektionale Kommunikationsstruktur mit entsprechendem Schreibzugriff notwendig, die es zumindest erlaubt den Regler zu parametrieren. Die dafür erforderlichen iHAST (innovative bzw. intelligente HAST der Digitalisierungsstufe 4, die dem EVU einen Schreibzugriff auf ausgewählte Regler-Parameter ermöglicht[4]) sind aktuell aber noch eher die Ausnahme, weshalb sich nachfolgend auf die Analyse reiner Zählerdaten fokussiert wird.

5.1. Priorisierung bei nicht optimalen Heizungsanlagen

Die Auswertung der WMZ Daten ermöglicht es diejenigen Heizungsanlagen zu identifizieren, die aufgrund ihrer Anschlussleistung und der tatsächlichen Rücklauf-temperaturen den größten Einfluss auf die Gesamtsystemeffizienz des Fernwärmesystems haben. Die hierfür notwendige Datenaufbereitung kann prinzipiell mit einfachen tabellarischen Datenauswertungen erfolgen (bspw. sortiert nach Anschlussleistung und durchschnittlicher Rücklauf-temperatur). Für weitestgehend automatisierte Analysen können Monitoring-Tools eingesetzt werden, die komplexere Analysen ermöglichen. Im Rahmen des Verbundforschungsvorhabens „Wärmenetze im energetischen Monitoring“ wurden zahlreiche Analysemethoden entwickelt, mit realen Daten getestet und in einem Methoden-katalog [5] veröffentlicht (siehe auch [6, 7]).

Durch entsprechende Analysen kann anschließend bereits am Schreibtisch eine Priorisierung erfolgen, welche die begrenzte Ressource der fachkundigen Personen vor Ort möglichst optimal einsetzt.

Durch eine Priorisierung der zu prüfenden und optimierenden Heizungsanlagen, können Ressourcen effizient eingesetzt und vorrangig große Effekte erzielt werden.

5.2. Positiv Auskunft

Aus Sicht des AGFW wäre es sinnvoll, die Heizungsanlagen, die nach Analyse der WMZ Daten keine Anhaltspunkte für ineffiziente Betriebszustände aufweisen, von einer weiteren aufwändigen Heizungsprüfung zu entbinden.

Mit einer aufwändigen Prüfung von HAST, die nach einfachen Messwertanalysen keine Auffälligkeiten aufzeigt, kann viel Aufwand in wenig Energieeinsparung münden.

5.3. Fehlerhafte HAST

Sind im ersten Schritt jene HAST aussortiert, die keine (eindeutigen) ineffizienten Betriebszustände aufweisen (bspw. aufgrund erwartungskonformer Rücklauftemperaturen) und damit eher ein geringes Restoptimierungspotenzial vermuten lassen, lassen sich die verbleibenden HAST priorisieren (bspw. nach hohen durchschnittlichen Rücklauftemperaturen und großen Volumenströmen). Diese einfache Vorsortierung lässt sich in der Regel auch mit lückenhaften und historischen Daten, mit geringem Aufwand bei der Datenverarbeitung, durchführen. Anschließend stellt sich die Frage nach den Ursachen für Auffälligkeiten und Abweichungen und wieweit sich diese mittels Datenanalyse eingrenzen lassen.

Die automatisierte Fehlererkennung und Optimierung von HAST ist Gegenstand zahlreicher Forschungsvorhaben (bspw. [8, 9]) und besonders bei hoch digitalisierten Systemen mit einer großen Datenverfügbarkeit sind hier erfolgreiche Ansätze zu finden, so dass dies als grundsätzlich möglich eingestuft wird. Dabei ist eindeutig zu erkennen, dass neben der Qualität und Quantität der Daten vor allem die Option mehr als nur den WMZ auszulesen (bspw. Regler oder technische Parameter und Betriebszustände der Sekundärseite) die Möglichkeiten der Datenanalysen und Auswertungen verbessert.

Aus rein technischer Sicht ist es modernen Fernwärmesystemen möglich zahlreiche Sensorwerte von Wärmeverbrauchern in hoher Frequenz zu erfassen. Wenngleich an vielen Stellen die Digitalisierungsstufen von HAST steigen und teilweise sogar bilateral kommunikationsfähige HAST (sogenannte iHAST [10]) verbaut werden, werden in der breiten Masse aktuell die fernablesbaren WMZ zur Erfüllung der FFVAV [3] ausgerollt. In der Praxis wird das vollständige und hochfrequente Erfassen von Messdaten der WMZ (die über die Erfüllung der FFVAV hinausgehen) oder gar der Zugriff auf Daten der Gebäudetechnik, sofern sich die Gesetzeslage nicht deutlich verändert, auch in naher Zukunft eher die Ausnahme darstellen. Sofern die persönliche Wärmenutzung/ der -verbrauch als personenbezogene oder -beziehbare Daten ausgelegt werden können, dürfen diese unter Umständen nicht einfach ohne Weiteres, d.h. ohne Zustimmung der Nutzer,

die oft aber nicht direkt, sondern über den Gebäudeeigentümer, Kunden des Versorgers sind, erhoben werden.

5.4. Fehlerbehebung an HAST

Unter anderem zeigen die Forschungsarbeiten des AEE Intec [7], dass der Aufwand zur Fehlerbehebung an HAST oft gering ist (76 % geringer Aufwand zur Fehlerbehebung) aber im Zuständigkeitsbereich des Kunden (89%) liegt, weshalb ein Dialog zwischen Versorger und Kunde essentiell ist. Paragraph 60b des GEG [1] nimmt nun den Kunden/ Heizungsbetreiber, der von einer Fehlerbehebung eher indirekt über die Einsparungen im Gesamtsystem, als auf individueller Ebene profitiert, in die Pflicht den Aufwand für die Fehlerbehebung auf sich zu nehmen.

Neben der Anzahl an Fehlern, die mit geringem Aufwand zu beheben sind, kann die Beseitigung anderer Fehler allerdings zu einem erheblichen Aufwand mit entsprechenden Kosten führen, was andere Akteure (Fachfirmen), Prozesse (Finanzierung) und Zeitachsen (Terminabstimmung) nach sich ziehen kann. Werden alle Fehler gleichbehandelt, ist davon auszugehen, dass sehr viel Zeit in die nichtpriorisierte Abarbeitung geht, ohne einfache Maßnahmen mit großer Auswirkung schnell umzusetzen.

Nach Aussagen von einzelnen Anlagenherstellern und Heizungsbauern, werden (nicht nur im Fernwärmebereich) weit über 50% der installierten Heizungsanlagen auf Werkseinstellungen, also ohne individuelle Anpassung an das Gebäude oder die Nutzer, betrieben. Um zu vermeiden, dass fehlendes Fachwissen davon abhält fehlerhafte bzw. nicht optimale Einstellungen zu identifizieren und dadurch entsprechend zu beseitigen, bedarf es klarer Handlungsempfehlungen und Unterstützung der „Endverbraucher“. Diese können in der Masse nur durch weitestgehend automatisierte Datenanalysen, mit wahrscheinlicher Fehlerursache und entsprechenden Handlungsempfehlung, bereitgestellt werden. Abhängig von der Zielgruppe (Gebäudeeigentümer) und wahrscheinlichen Fehlern, ist dabei die Unterstützung fachlicher Ansprechpartner (bspw. Hausmeister oder Heizungsbauer) ebenso wichtig für eine erfolgreiche Umsetzung, wie eine geeignete Kommunikation zu den Endkunden (siehe auch [11, 12]).

Auf Grundlage dieses Vorwissens hat sich AGFW die Frage gestellt, inwieweit die vorgestellten digitalen Ansätze konkret die Heizungsprüfung nach §60b GEG unterstützen und beschleunigen können. Nachfolgend wird aufgezeigt wie weit man, ausschließlich mit Daten aus fernausgelesenen WMZ, in der Lage ist, Fehler an Heizungsanlagen bzw. HAST zu identifizieren. Verbunden mit der Anschlussfrage, ob sich mögliche Ursachen konkretisieren lassen, um daraus mögliche Handlungsempfehlungen für eine Heizungsoptimierung abzuleiten, egal ob zur Unterstützung ausgewiesene Fernwärmeexperten (bspw. Monteure der EVU, fachkundige Heizungsbauer) oder als Hilfestellung für Betreiber von Heizungsanlagen (bspw. Hausmeister und versierte Endkunden).

6. Versuchsansatz zur datengestützten Heizungsprüfung

Am Ende des §60b des Gebäudeenergiegesetzes sind Ausnahmen definiert, die Heizungsanlagen unter bestimmten Voraussetzungen von der Heizungsprüfung nach Absatz 1 befreien.

„[...] Ebenfalls von der Verpflichtung nach Absatz 1 ausgenommen sind, sofern die Gesamtauswirkungen eines solchen Ansatzes gleichwertig sind, Heizungsanlagen oder kombinierte Heizungs- und Lüftungsanlagen, die [...] von einem Versorgungsunternehmen oder einem Netzbetreiber betrieben werden und demnach systemseitigen Maßnahmen zur Überwachung der Effizienz unterliegen.“ [1, Absatz 7, Satz 2]

Diese Ausnahme setzt allerdings eine Vereinbarung über die Durchführung von systemseitigen Maßnahmen zur Überwachung der Effizienz voraus. Diese Vereinbarung ist in Form eines „geeigneten Betreibervertrags“ nachzuweisen. Hierunter dürfte auch eine vertragliche Übernahme der Durchführung von systemseitigen Maßnahmen zur Überwachung der Effizienz zu verstehen sein.

Im darauffolgenden Absatz 8 wird für den Nachweis der Gleichwertigkeit, neben anderen eher administrativen Unterlagen, die Vorlage eines „Betreibervertrags“ verlangt.

„Bei einer Ausnahme von der Inspektionsverpflichtung nach [...] Absatz 7 Satz 2 sind zum Nachweis der Gleichwertigkeit der Maßnahmen folgende Unterlagen und Nachweise vorzulegen:

1. Unterlagen über die Gebäude-, Anlagen- und Betreiberdaten,
 2. der Nachweis, dass die Anlagen unter ein vereinbartes Kriterium für die Gesamtenergieeffizienz fallen, in Form eines geeigneten Energieleistungsvertrages und
 3. der Nachweis, dass die Anlagen von einem Versorgungsunternehmen oder einem Netzbetreiber betrieben werden, unter Vorlage eines geeigneten Betreibervertrages.“
- [1, Absatz 8, Satz 2]

Das nachfolgenden Versuchskonzept verfolgt das Ziel, aufzuzeigen, dass der Ansatz der „datengestützten Heizungsprüfung“ zu einer gleichwertigen Gesamtwirkung führt, die als Grundlage für einen „geeigneten Betreibervertrag“ in Frage kommt. Die hier für die datengestützte Heizungsprüfung zur Verfügung stehenden Daten beschränken sich, neben allgemeinen Betriebsinformationen zum Fernwärmenetz und groben Informationen zum Aufbau des Heizsystems, auf Daten aus dem WMZ. Stündlich aufgelöste WMZ Daten (Wärmemenge, Leistung, Vorlauf- und Rücklauftemperatur, Volumen, Volumenstrom) stellen dabei eine Datenbasis dar, die rein technisch in vielen Fällen durch die Zählerfernauslesung (zur Erfüllung der FFVAV) verfügbar ist.

Das gewählte Setting soll eine Minimalvariante darstellen, die für die datengestützte Heizungsprüfung in Frage kommt und somit einen Grundlage für einen „geeigneten Betreibervertrag“ darstellt. Weitere Möglichkeiten, die bspw. durch zusätzliche Datenquellen oder weitere technische Erweiterungen an HAST in Frage kommen möglich sind, können in der individuellen Ausgestaltung ergänzt werden.

6.1. Versuchskonzept „datengestützte Heizungsprüfung nach §60b GEG“

Im Versuchsdesign „datengestützte Heizungsprüfung nach §60b GEG“ wurden Hausstationen von drei unterschiedlichen Fernwärmeversorgungsunternehmen ausgewählt, für die eine Heizungsprüfung nach den Vorgaben §60b GEG ohnehin notwendig war. Zusätzlich musste die Anforderung erfüllt sein, dass für die Gebäude die historische WMZ Daten für mindestens ein Jahr und in stündlicher Auflösung verfügbar sind.

Die Anlagen der ausgewählten Gebäude wurden von einer „fachkundigen Person“ im Sinne des § 60a Absatz 3 einer Heizungsprüfung unterzogen. Zeitgleich erhielten „IT Unternehmen“ die Datensätze der WMZ, um diese nach den Kriterien des §60b GEG zu analysieren. Die Ergebnisse wurden dokumentiert, sodass diese anschließend gegenübergestellt und analysiert werden konnten.

In Abbildung 1 ist das Versuchskonzept skizziert.

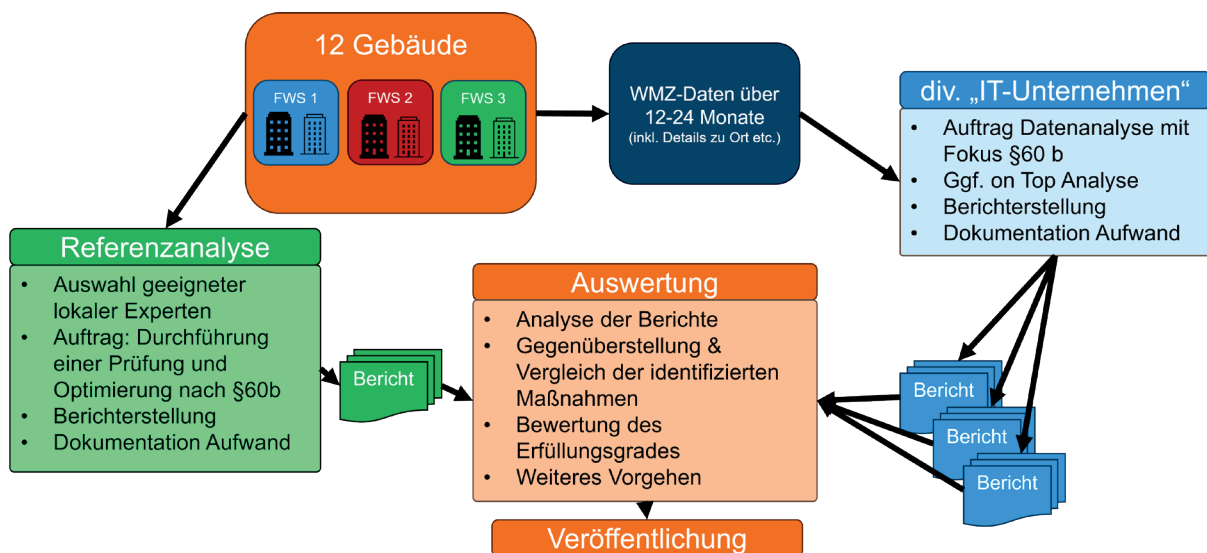


Abbildung 1: Versuchskonzept §60b GEG

6.2. Durchführung

Dank der Unterstützung von drei Fernwärmeversorgungsunternehmen standen, in Abstimmung mit den jeweiligen Gebäudeeigentümern, 12 Gebäude, samt entsprechender Datengrundlage für den Versuch zur Verfügung. Mit der Heizungsprüfung nach aktueller Auslegung des §60b GEG, wurden drei lokale, aber externe „Installateure und Heizungsbauer nach Anlage A Nummer 24“ beauftragt.

Für die datengestützte Heizungsprüfung konnten neun Unternehmen, mit Expertise im Bereich Fernwärme und der Datenanalyse, gewonnen werden, welche die Daten aller 12 Gebäude übermittelt bekamen. In Abstimmung mit den beteiligten Unternehmen wurde für die Auswertung ein Zeitraum von ca. drei Monaten angesetzt (10/11.2024 – 01.2025).

7. Die Heizungsprüfung und -optimierung vor Ort

7.1. Durchführung der Heizungsprüfung

Für die Durchführung der Heizungsprüfung und Heizungsoptimierung nach §60b GEG wurden mit Unterstützung der FWVU fachkundige Personen nach §60 a Absatz 4 gesucht. Nachdem Schornsteinfeger, Kälteanlagenbauer, Ofen- und Luftheizungsbauer und Elektrotechniker mit Fernwärmeexpertise selten sind, wurden entsprechend Installateure und Heizungsbauer, sowie Energieberater gesucht. Mit vertretbarem Aufwand war es AGFW nicht möglich „Energieberater, die auf der Energieeffizienz-Expertenliste für Förderprogramme des Bundes stehen“ zu finden, die eine entsprechende Heizungsprüfung im Fernwärmekontext durchführen. Am Ende wurden deshalb alle Prüfungen von regionalen „Installateure und Heizungsbauer nach Anlage A Nummer 24 zu der Handwerksordnung“ durchgeführt. Nach Rückmeldung der Prüfer bedarf eine im Kontext sachgemäße Heizungsprüfung bzw. Prüfung der HAST eine gute Stunde.

7.2. Ergebnisse der vor Ort Heizungsprüfung

Die Auswertung der 12 Begehungsprotokolle nach Prüfung §60b zeigt, dass die Grundintention einer Heizungsprüfung sinnvoll ist, denn nur bei einer von 12 HAST konnten vor Ort keine Auffälligkeiten festgestellt werden. In Abbildung 2 ist zu sehen, dass es sich bei fast der Hälfte aller Auffälligkeiten um einfache Grundeinstellungen des Heizungsreglers handelt, die im Normalfall, über den nicht gesperrten Teil des Heizungsreglers, angepasst werden können. Hierzu zählen (abhängig vom individuellen Regler können die verfügbaren Optionen variieren und einzelne Parameter ggf. nur indirekt beeinflusst werden):

- » Fehlende oder falsch eingestellte Abschaltung des Heizbetriebs bei hohen Außentemperaturen (Sommerabschaltung)
- » Nicht auf das Gebäude abgestimmte Heizzeiten im Heizbetrieb (Einstellung der Nachtabstimmung)
- » Zu hohe Raumsolltemperaturen und
- » Falsch eingestellte Heizungskurven.

Heizungsprüfung vor Ort

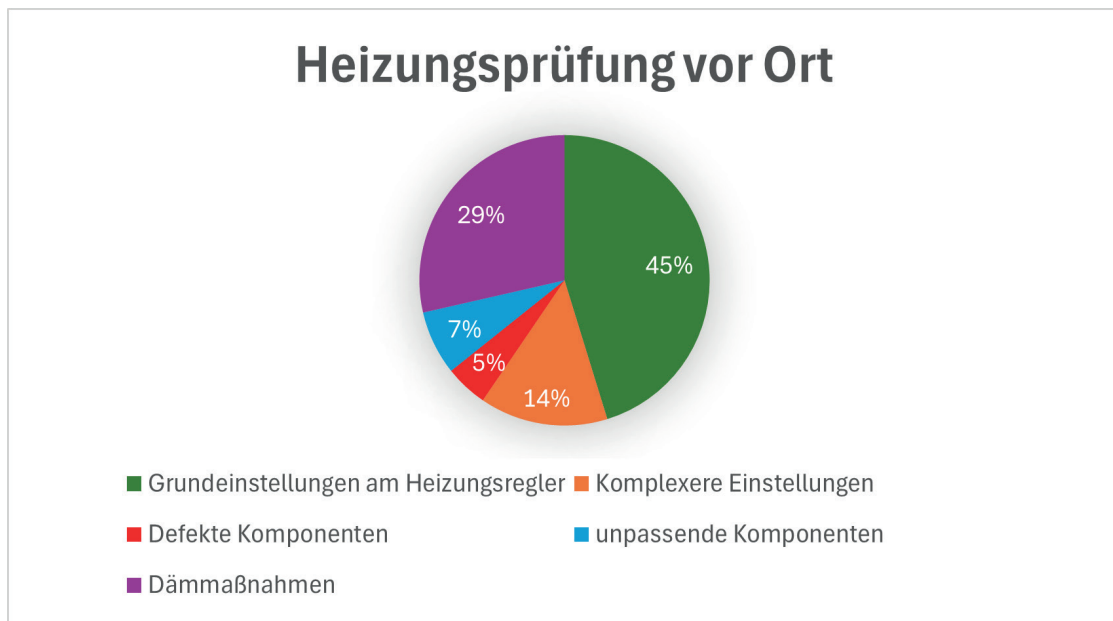


Abbildung 2: Kategorien und Häufigkeiten der identifizierten Auffälligkeiten bei der Heizungsprüfung vor Ort

Bei weiteren 14% sind Einstellungen erforderlich, die ein umfassenderes Systemverständnis erfordern und wahrscheinlich nicht direkt über den Regler verändert werden können. Dazu zählen Einstellungen hinsichtlich der Trinkwarmwasserbereitung (Speichereinstellungen und Temperaturen), sowie Betriebsmodi von Heizkreispumpen. In der untersuchten Stichprobe handelt es sich entsprechend bei 60% der Auffälligkeiten in der Heizungsprüfung, um Einstellungen, die keinen kostenintensiven Umbau des Heizsystems benötigen.

Die übrigen 40% verteilen sich auf defekte Komponenten (5%), Komponenten die für den Anwendungsfall nicht (mehr) optimal sind (7%) und fehlerhafte Dämmung (28%). Letzteres ist an zahlreiche Stationen aufgetreten und reicht von Dämmkappen an Ventilen über lückenhafte Leitungsdämmung bis zum kompletten Fehlen an einzelnen Leitungsstrecken, was auch ohne umfassende Expertise identifiziert werden kann.

7.3. Durchführung der Heizungsoptimierung vor Ort

Trotz Vorankündigung und Abstimmung mit den Gebäudeeigentümern wurde das Angebot, identifizierte Fehleinstellungen direkt durch den Experten vor Ort zu optimieren, nur in wenigen Fällen wahrgenommen. Teilweise waren die entsprechenden Entscheidungsträger nicht selbst vor Ort und ein Eingriff in die Heizungsregelung der Hausstationen kann nicht durch den Versorger oder dem von Ihm beauftragten Heizungsbauer durchgeführt werden, wenn es keine generelle Freigabe dazu gibt. Optimale Einstellungen sind im Einzelfall auch individuell zu bewerten, da beispielsweise das „optimale Ende der Nachtabsenkung“ unter anderem vom Nutzerverhalten der Bewohner abhängen kann, weshalb es keinen universellen Standard gibt.

Sofern die Experten vor Ort keine Optimierung durchführen konnten, haben sie im entsprechenden Protokoll formuliert, welche Optimierung und Fehlerbehebung sie umsetzen würden, wenn sie den entsprechenden Auftrag bzw. die Freigabe hätten.

7.4. Ergebnisse der Heizungsoptimierung vor Ort

Die Experten vor Ort konnten zu fast allen Ausfälligkeiten der Heizungsprüfung auch mögliche Optimierungsmaßnahmen angeben und konkrete Handlungsempfehlungen aussprechen. Vor allem für nicht oder falsch eingestellte Regelparameter und Betriebsmodi. Neben konkreten Vorgaben für Heizgrenztemperaturen, Nachtabsenkung, Speicherladetemperaturen etc. wurden auch konkrete Einstellungen von Komponenten (bspw. „Umstellen einer Heizkreispumpe von Konstant auf Proportionaldruck“; „Heizungspumpe 1 +2 in Absprache mit Tech. Betreuer von Konstantdruck 7 auf 3 gestellt“) vorgeschlagen. An anderen Stellen waren nur qualitative Aussagen möglich (bspw. „Heizkreispumpe richtig einstellen“, „Speicherladetemperatur ggf. Absenken“).

Die empfohlenen Maßnahmen basieren dabei allerdings auf Erfahrungswerten der Experten, die einerseits einen entsprechenden Erfahrungsschatz voraussetzen oder sich andererseits an „üblichen“ Einstellungen orientieren. Unbestritten lassen sich durch diese Optimierungen Verbesserungen erzielen, allerdings ist nicht ersichtlich, ob für das individuelle Gebäude noch weitere Anpassungen möglich wären (bspw. andere Zeiten der Nachtabsenkung, weitere Anpassungen der Heizkurve).

Generell müssen diese Optimierungen an den Heizungseinstellungen immer so gewählt werden, dass der Kunde sicher auch in anderen Heizphasen (Sommer, Winter, Übergang) keine Komforteinbußen hat, da ein erneuter vor Ort Termin wiederum zeitintensiv ist und das Vertrauen des Kunden reduzieren kann. Entsprechend ist anzunehmen, dass bei einem vor Ort Termin, ohne fundierte datenbasierte Analyse des tatsächlichen Wärmebedarfs, klassischerweise Sicherheitszuschläge berücksichtigt werden

7.5. Zuständigkeit der Fehlerbehebung

Die Frage, wer für die Beseitigung der identifizierten Fehler zuständig ist, hängt stark von den Eigentumsgrenzen ab, die bei Fernwärmesystemen äußerst heterogen sein können. In manchen Fällen endet die Zuständigkeit des FWVU am Hauseintritt (Einführung der Hausanschlussleitungen in das Haus), sodass für alles danach, inklusive HAST, der Kunde verantwortlich ist. Andererseits gibt es auch Fälle, in denen die HAST komplett im Eigentum des Versorgers bleibt und dieser auch Betreiber der Anlage ist und bspw. Raumtemperaturen oder Heizleistungen in den Wohneinheiten garantiert. In der Praxis gibt es, auch innerhalb eines historisch gewachsenen Fernwärmesystems, zahlreiche Varianten dazwischen und die Möglichkeit zusätzliche Wartungsverträge zu schließen, welche gewissen Aufgaben und Zuständigkeiten an des FWVU übertragen.

Die Frage nach der Zuständigkeit bei der Fehlerbehebung lässt sich deshalb nicht pauschal beantworten. Bei einer Eigentumsgrenze, die an der Grenze von Übergabestation und Hauszentrale im Wärmetauscher liegt, wäre in allen im Projekt aufgetretenen Fällen der Kunde für die Behebungen der identifizierten Fehler verantwortlich.

8. Ergebnisse aus der datengestützten Heizungsprüfung

Insgesamt haben acht Unternehmen eine umfassende Datenanalyse auf Basis der bereitgestellten Messdaten abgegeben. Die Rückmeldungen wurden seitens AGFW aufbereitet und bei Bedarf, in Rücksprache mit dem FWVU, auf Plausibilität geprüft.

8.1. Quantitativer Vergleich

Die anschließende Auswertung gestaltete sich herausfordernd, da eine direkte quantitative Vergleichbarkeit an einigen Stellen nicht möglich war. Das sind:

- » Die beiden in der vor Ort Begehung (Q1/2025) als „defekt“ identifizierten Bauteile waren unter Umständen im herangezogenen Datenzeitraum (Q3/2024 und älter) noch nicht defekt.
- » Da einige der IT Unternehmen nicht alle 12 Gebäude analysiert, haben, ist der absolute quantitative Vergleich nicht auf die gleiche Gebäudezahl möglich.
- » Der überwiegende Anteil (Ø 66%) der in der Datenauswertung erkannten Fehlern, sind in der vor Ort Begehung nicht aufgefallen.
- » Aufgrund der geringen Anzahl der Objekte pro FW-System und der ausschließlichen Bereitstellung von WMZ Daten, wurde bereits vorab vermutet, dass Wärmeabnahme, die aufgrund fehlender Dämmung als Wärmeverlust auftritt, nicht über die Datenanalyse identifiziert werden kann. Die fehlende Dämmung von Rohrleitungen und Armaturen führte bei der vor Ort Begehung zu zwölf Einträgen (an manchen Stationen mehrfach).

In Abbildung 3 ist die Anzahl der identifizierten Fehler aus der Heizungsprüfung in blauen Balken dargestellt. Der Balken „vor Ort“ umfasst die Begehungen aller drei Heizungsbauer, die jeweils nur eines der drei Netze begangen haben. Die Balken Data 1- Data 8 entsprechen den acht datenauswertenden Unternehmen.

Der grüne Balken repräsentiert die 14 identifizierten Fehler in der Dämmung (12) und bei defekten Bauteilen (2), die im Versuchsaufbau tendenziell nicht bei der Datenanalyse identifiziert werden können. Bei den orangenen Balken handelt es sich um die rechnerische Anzahl an Fehlern, die identifiziert würden, wenn man den Unternehmen der Datenanalyse unterstellt, dass sie in den nicht bearbeiteten Gebäuden die gleiche durchschnittliche Fehleranzahl identifiziert hätten.

Absolute Fehleranzahl Heizungsprüfung

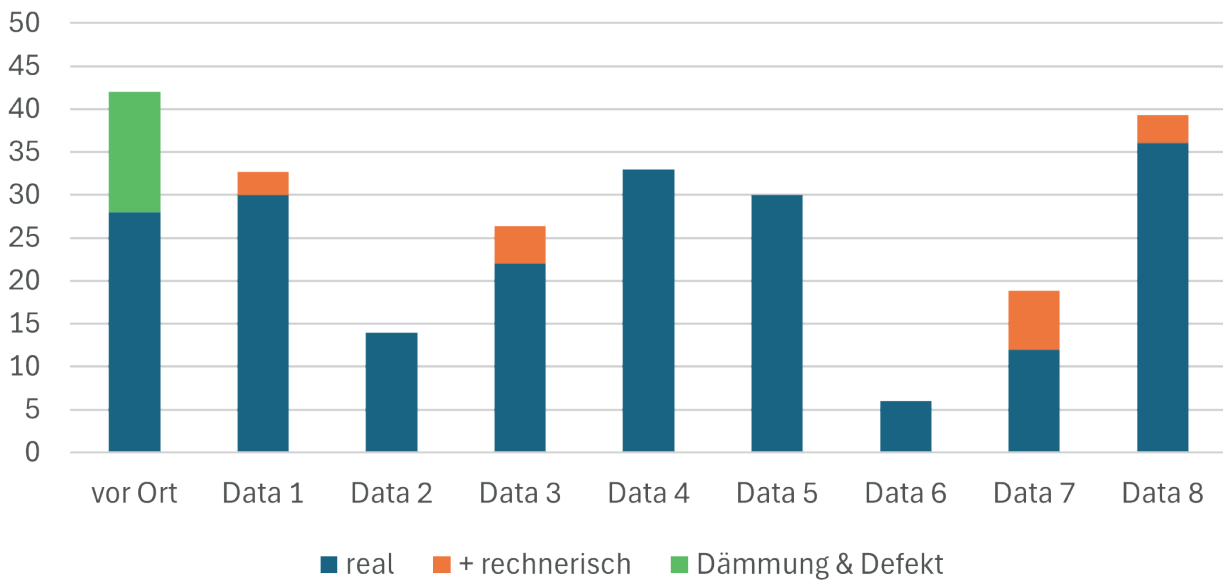


Abbildung 3: Quantitativer Vergleich der Heizungsprüfung

8.2. Qualitativer Vergleich

Sofern man die Auswirkungen einzelner Fehler auf die Gesamteffizienz berechnen könnte, wäre deren Qualität einfach quantifizierbar. Da aber bereits das Betriebsoptimum für jedes System und jede HAST individuell zu ermitteln ist, sind Auswirkungen von Fehlern oder deren Behebung nur mit sehr großen Unsicherheiten zu ermitteln. Nachfolgend werden deshalb die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der identifizierten Fehler aufgeführt. Man kann dieses Wissen auf konkrete Anwendungsfälle übertragen, um eine grobe qualitative Abschätzung, in Abhängigkeit des betrachteten Einzelfalls, vorzunehmen.

8.2.1. Übereinstimmende Ergebnisse

Eine hohe Übereinstimmung zwischen vor Ort Begehung und Datenanalyse gibt es für die Grundeinstellungen am Heizungsregler (Sommerabschaltung, Nachtabsenkung, Heizkurve). Diese stellen bei der vor Ort Begehung knapp die Hälfte aller Auffälligkeiten dar (siehe Abbildung 2)

8.2.2. Vorteile der Datenanalyse

Die Datenanalyse hat ihre Stärken besonders in der Beurteilung der Grundeinstellungen des Heizungsreglers (Sommerabschaltung, Nachtabenkung, Heizkurve), denn auch wenn diese nicht ausgelesen werden können, lässt sich der tatsächliche Betrieb in den historischen Daten gut nachvollziehen. Mit historischen Daten von mindestens einem Jahr können in der Datenanalyse auch Aussagen zu den Betriebszuständen getroffen werden, die während der vor-Ort Begehung nicht stattfinden. Das betrifft neben den Abschalttemperaturen (Sommer-/ Winterbetrieb) auch das tatsächliche Verhalten der HAST auf Grundlage der eingestellten Heizungskurve.

Ein weiterer Vorteil der Analyse historischer Daten ist, dass die Analyse nicht unmöglich wird, wenn ein einzelnes Bauteil defekt ist. In einem Fall war der Regler oder zumindest die Anzeige des Reglers defekt, sodass vor Ort keine Analyse der eingestellten Parameter möglich war. Die Datenanalyse zeigte allerdings, dass Heizgrenztemperaturen, dauerhafte Wärmeabnahme im Sommer und unpassende Einstellungen der Nachtabenkung vorlagen. Sofern beim Einbau des neuen Zählers die wichtigsten Grundeinstellungen noch einmal überprüft werden, könnten einige Grundeinstellungen pauschal besser eingestellt werden (bspw. eine übliche Heizgrenztemperatur). Treten aber Probleme mit den „Standardwerten“ auf, wird man diese ohne entsprechende Kenntnis der Historie, höchstwahrscheinlich trotzdem aus dem alten Regler übernehmen oder neu nach üblichen Vorgehen einstellen. Aus der Datenanalyse lassen sich allerdings gleich Empfehlungen für passendere Parametersets ableiten, die vermeiden, dass Fehler fortgesetzt werden.

Ein weiterer Vorteil eines datengestützten Monitorings ist, dass dies kontinuierlich angewendet werden kann, wodurch saisonale oder neu eintretende Fehler und unerwartete Veränderungen der Betriebsparameter, schnell erkannt und priorisiert werden können. Dadurch kann die Zeit bis zu einer Fehlerbehebung, gegenüber eines Vor-Ort Termins, auch wenn dieser engmaschig und regelmäßig durchgeführt wird, teils deutlich reduziert werden.

An einer anderen HAST war der Mischer des Heizkreises defekt, sodass der vor Ort Termin mit der Information zum entsprechenden Defekt und der Information, dass die Heizkreispumpe nach Reparatur korrekt eingestellt werden muss, endete. In den Datenanalysen konnten allerdings auch weitere Optimierungspotenziale bei den Grundeinstellungen identifiziert werden.

Auf Grundlage der tatsächlichen Betriebsdaten ist das Regelverhalten der Ventile zu erkennen, auch für seltene Betriebszustände und den Sommerbetrieb ohne Heizbedarf. Hieraus konnten im Test Leckagevolumenströme (siehe Abschnitt 11.1) und schlecht regelnde Ventile (siehe Abschnitt 10.5) identifiziert werden. Anhand der realen Wärmeabnahme lässt sich auch erkennen, ob es durchgängige Verbraucher (siehe Abschnitt 10.6), falsche Regelung (siehe Abschnitte 10.1, 10.2), fehlerhafter Warmwasserbereitung (siehe Abschnitte 10.7, 10.8) oder falsch ausgelegte HAST (siehe Abschnitt 11.4) gibt. Letzteres lässt sich anhand realer Messdaten vergleichsweise einfach ermitteln, ohne komplexe Heizlastberechnung und Analyse des Gebäudes (Sanierungsstand, Flächennutzung etc.).

8.2.3. Vorteile vor Ort Begehung

Herausfordernd in der Datenanalyse der reinen Zählerdaten, die keine Messwerte auf der Sekundärseite (i.d.R. Kundenseite) des Wärmetauschers enthalten, sind Erkenntnisse über die Verwendung der Wärme. Es lässt sich in der kleinen Stichprobe nicht erkennen, wofür die Wärme genutzt wird bzw. ob der Wärmebedarf überdurchschnittlich ist. Entsprechend sind Aussagen zum Heizverhalten (bspw. hoch eingestellte Raumsolltemperaturen) oder Wärmeverluste durch fehlende Dämmung nicht direkt zu erkennen.

Diese Informationen könnte man allerdings durch zusätzliche Daten, bspw. aus dem Regler der HAST, direkt ermitteln. Alternativ wäre bei einer umfassenden Datenanalyse in einem Versorgungsgebiet auch der Abgleich zu ähnlichen Gebäuden möglich, zu denen der Wärmebedarf ins Verhältnis gesetzt werden kann.

9. Ergebnisse aus der datengestützten Heizungsoptimierung

Wie schon in der Heizungsprüfung liefern die vor Ort Begehung und die datengestützten Ansätze, der Heizungsprüfung teilweise vergleichbaren Optimierungsempfehlungen. Dies betrifft im Besonderen die Basiseinstellungen am Heizungsregler. Abbildung 4 bildet die reine Anzahl an Empfehlungen ab, wobei die orangen Balken nur eine theoretische Ergänzung der rechnerischen Anzahl darstellen (vgl. Abschnitt 8.1).

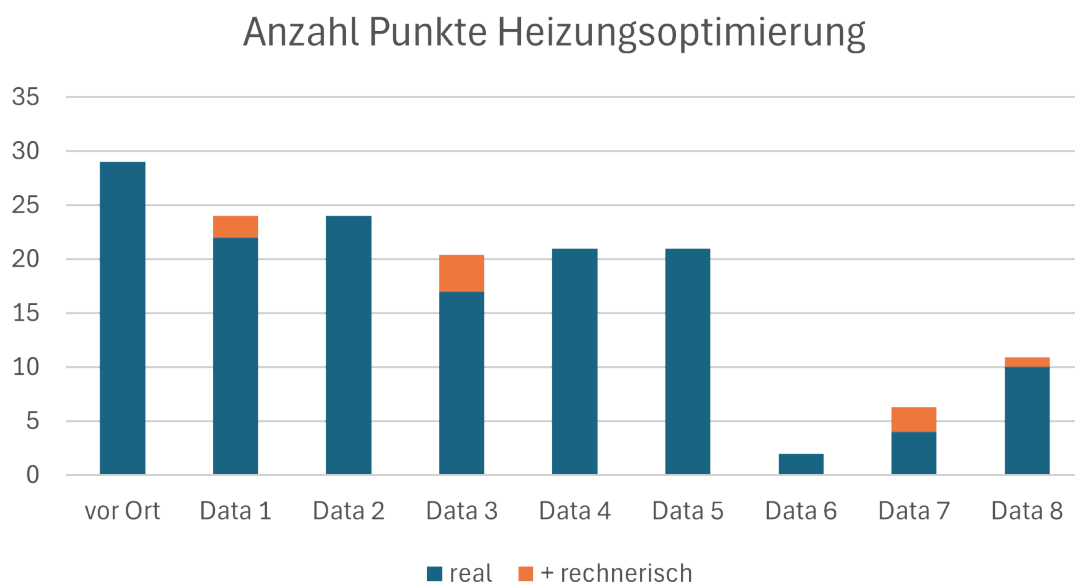


Abbildung 4: Anzahl der Punkte aus Heizungsoptimierung

9.1. Gemeinsamkeiten

Neben den reinen Regler-Einstellungen identifizierten die IT Unternehmen in einzelnen Datensätzen auch falsch eingestellte bzw. betriebene Umwälzpumpe, was meistens auch vor Ort auffiel. Die Empfehlungen vor Ort waren, sowohl das „richtige Einstellen der Heizkreispumpe“ als auch das Umstellen des Betriebsmodus (von Konstant- auf Proportionaldruck). Die IT-Unternehmen empfahlen sinngemäß zu prüfen, ob die Umwälzpumpe den Solldruck an den Durchfluss anpasst und falls dieser Modus bereits genutzt wird die Kennlinie steiler zu konfigurieren (weniger Druck bei niedrigem Durchfluss). Falls die Konfigurationsmöglichkeiten der Umwälzpumpe bereits erschöpft sind, wird eine Überprüfung der Dimensionierung empfohlen. Weitere Details zu diesem Beispiel sind in Abschnitt 10.9 zu finden.

9.2. Unterschiede

Die Datenlage ermöglichte es in der Analyse bei der Optimierung zwischen verschiedenen Betriebsszenarien (bspw. Sommer, Winter; Tag, Nacht) zu unterscheiden und entsprechend detailliertere Handlungsempfehlungen auszusprechen bzw. kritische Punkte anzusprechen. Auch eingestellte Parameter konnten so auf entsprechende Auswirkungen geprüft werden. Im Beispiel L3 wurde zwar die Heizungsregelung vor Ort untersucht, dennoch war in der Datenanalyse zu erkennen, dass der Sommerbetrieb/ die Sommerabschaltung auch bei Außentemperaturen von über 20°C noch zu nicht optimalen Heizbetrieb führt, was sich durch eine Anpassung der eingestellten Abschaltkriterien optimieren lässt (siehe auch Abschnitt 10.3 und 10.4).

Für die Datenanalyse lagen nur die WMZ Daten der einzelnen Gebäude vor, ohne Trennung von Raumheizung und Warmwasser. Wenngleich sich aus den Daten (bspw. in den Monaten ohne Raumheizbedarf) Bedarfsprofile für die Warmwassernutzung extrahieren lassen, sind diese mit Unsicherheiten behaftet und eine konkrete Optimierungsempfehlung ist herausfordernd. Hinzu kommt, dass für die Trinkwasserhygiene die gesetzlichen Vorgaben eingehalten werden müssen, weshalb ohne konkretere Kenntnisse vor Ort, die Optimierung einzelner Parameter nicht valide möglich ist und zu pauschale Aussagen in diesem Test nicht als Optimierungspunkt gewertet wurden.

9.3. Fazit zur Heizungsoptimierung

Sofern in einem Fernwärmesystem die Datenanalyse flächendeckend ausgerollt wird und damit Vergleiche möglich sind, ist zu erwarten, dass weitere Punkte bei der Heizungsoptimierung erreicht werden können, besonders bei Einstellungen im Trinkwarmwasser. Dies gilt auch, wenn zusätzliche Informationen herangezogen werden können, beispielsweise Details zu Anlagenkonfigurationen, individuelle Auslegungsparameter oder für das individuelle Versorgungsgebiet typischen Hardwarekomponenten.

10. Beispielhafte Auswertungen beteiligter IT Unternehmen

10.1. Konkrete Anpassung der Heizkurve

Die nachfolgend beispielhaft ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes, wurde von Danfoss Climate Solutions durchgeführt.

Eine Heizkurve beschreibt den funktionalen Zusammenhang zwischen der Außentemperatur und der Vorlauftemperatur, die an das Heizungssystem eines Gebäudes übergeben wird. Die Optimierung dieser Kurven ist entscheidend, um thermischen Komfort und Energieeffizienz in Einklang zu bringen. Der vorliegende Abschnitt stellt eine Methodik zur Identifikation und Bewertung von Heizkurven auf Grundlage vorverarbeiteter Wärmezählerdaten vor. Der Fokus liegt auf der Differenzierung zwischen Tag- und Nachtbetrieb, sowie auf der Ermittlung von Optimierungspotenzialen.

10.1.1. Methodik

Datenaufbereitung vorverarbeiteter Wärmezählerdatensätze: Diese umfassen typischerweise Vor- und Rücklauftemperaturen, Volumenströme sowie Energieverbrauchsdaten. Vor der Analyse werden folgende Schritte durchgeführt:

- » Aggregation der Daten auf eine stündliche Auflösung, um zeitliche Konsistenz sicherzustellen.
- » Behandlung fehlender Einträge und Eliminierung redundanter Datensätze zur Gewährleistung der Datenqualität.
- » Selektion der Raumheizungsanteile durch Ausschluss charakteristischer Warmwasser-Signaturen (DHW).

10.1.2. Tag-Nacht-Segmentierung

Zur Unterscheidung zwischen Tag- und Nachtbetrieb werden betriebliche Zeitintervalle definiert, beispielsweise „Tag“ (06:00–22:00) und „Nacht“ (22:00–06:00). Die Vorlauftemperaturen werden basierend auf diesen Zeiträumen gruppiert, um separate Heizkurven für beide Betriebszustände zu generieren. Kurvenerstellung und Vergleich Für jedes Segment wird die Beziehung zwischen Vorlauftemperatur und Außentemperatur grafisch dargestellt. Zur quantitativen Bewertung werden lineare oder nichtlineare Regressionsverfahren angewendet, um Steigung und Achsenabschnitt zu bestimmen.

- » Tageskurve: Spiegelt üblicherweise höhere Vorlauftemperaturen wider, um den thermischen Komfort während der Belegungszeiten sicherzustellen.
- » Nachtkurve: Sollte reduzierte Vorlauftemperaturen abbilden, die eine gezielte Absenkung im Nichtbetriebszeitraum anzeigen. Geringe Differenzen zwischen beiden Kurven deuten auf eine fehlende oder ineffektive Nachtabenkung hin.

10.1.3. Analyse und Handlungsempfehlungen

Werden überproportional hohe nächtliche Vorlauftemperaturen festgestellt, sind Anpassungen der Regelzeiten und Sollwertvorgaben vorzunehmen. Zudem sollten die Parametrierung der Gebäudeleittechnik sowie vorhandene Absenkstrategien überprüft werden. Bei nahezu vollständiger Überlagerung der Tag- und Nachtkurven ist von einem kontinuierlichen Hochlastbetrieb auszugehen. In diesem Fall empfiehlt sich eine Überarbeitung der Heizkurvenparameter, um den realen Nutzungsbedingungen gerecht zu werden.

10.1.4. Fazit

Die getrennte Analyse von Tages- und Nacht-Heizkurven auf Basis von Wärmezählerdaten stellt ein wirksames Instrument zur Bewertung der Betriebsführung von Heizsystemen dar. Das frühzeitige Erkennen unzureichender Nachtabsenkungen ermöglicht gezielte Optimierungsmaßnahmen, die den Energieverbrauch reduzieren, ohne den Nutzerkomfort zu beeinträchtigen. Die Methode ist für den Einsatz in kontinuierlichen Monitoring- und Energieoptimierungsprozessen geeignet.

10.1.5. Fallbeispiel

Die Anwendung der beschriebenen Methodik am Beispiel N3 zeigte, dass die ermittelten nächtlichen Vorlauftemperaturen bei niedrigen Außentemperaturen nahezu identisch mit den Tagwerten waren. Dieses Verhalten weist auf eine fehlende Nachtabsenkung und einen kontinuierlichen Hochlastbetrieb hin. Durch die Implementierung einer angepassten Nachtabsenkstrategie kann eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs erzielt werden, ohne den thermischen Komfort der Nutzer zu beeinträchtigen, insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen.

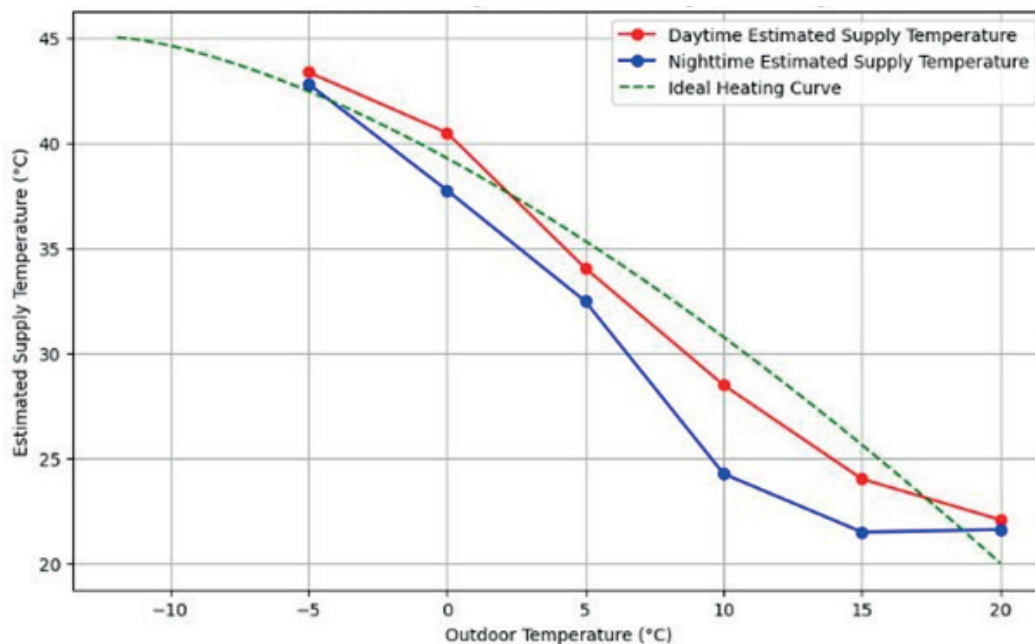


Abbildung 5: Estimated Heating Curves

10.2. Feinjustierung Reglerparameter

Die nachfolgend beispielhaft ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes, wurde von der SAMSON AG durchgeführt.

Die Nachtabsenkung ist ein wichtiger Baustein eines Reglerverhaltens in Heizsystemen, denn nachts sind die zu erreichenden Raumtemperaturen geringer. Geringere Raumtemperaturen bedeutet weniger Wärmeverluste, die Nachtabsenkung ist also ein Werkzeug zur Energieeinsparung und wird als solches in §60b GEG mit untersucht.

Eine effektive Nachtabsenkung wird durch systematische Heiz-Leistungs-Reduktion in der Nacht sichtbar. Zugleich hinterlässt sie auch charakteristische Muster in der Rücklauftemperatur (siehe Abbildung 6)

Tagesgang Heizung

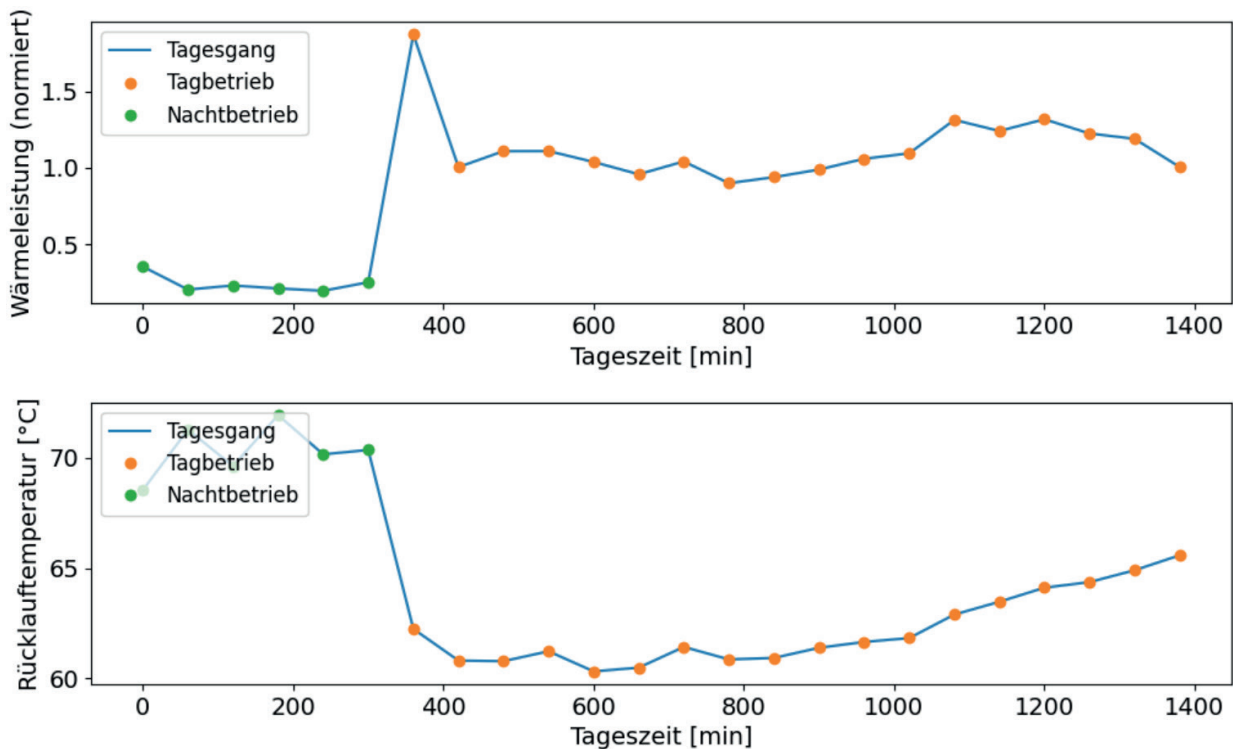


Abbildung 6: Typische Tagesprofile für Wärmeleistung und Rücklauftemperatur am Beispiel „R2“

In der Verarbeitung trennt SAMSON AG Datensätze in Einflüsse (Heizung, Heizung+ Pufferspeicherbeladung, Heizung in Nachtabsenkung etc.). Aus den Heizungsdaten können Nachtabsenkungen identifiziert und bewertet werden, insbesondere hinsichtlich:

- » Anfangs - und Endzeitpunkt der Nachtabsenkung (im Beispiel R2 ist sie 6h aktiviert – das ist etwas kürzer als das Gesamtmittel)
- » Gesamteinsparung durch Nachtabsenkung (im Beispiel R2 sind dies 19,5% gegenüber einem durchgängigen Heizbetrieb ohne Nachtabsenkung - das ist sehr gut)
- » Bewertung der Tiefe der Nachtabsenkung (im Beispiel R2 sind dies 3,3%/h gegenüber einem durchgängigen Heizbetrieb ohne Nachtabsenkung - das ist sehr gut)
- » Bewertung der Leistungsüberhöhung nach Ende der Nachtabsenkung (im Beispiel R2 ist das eine kurzfristige Leistungsüberhöhung von 60%, das ist ziemlich hoch)
- » Die Güte-Einschätzung geschieht jeweils durch Vergleich zu tausenden anderen ausgewerteten Gebäuden.

Die Leistungsüberhöhung nach Ende der Nachtabsenkung entsteht dadurch, dass das gesamte Wasser, die Rohre und die Heizkörper im Heizkreis wieder aufgeheizt werden müssen. Sie ist besonders deutlich in großen, schnell auskühlenden Systemen. Die Leistungsspitze kann sogar der

maßgebliche Faktor für die Vertragsleistung sein, vor allem in Gebäuden mit hoher Heizleistung im Verhältnis zu Trinkwasserbedarf (z.B. große schlecht isolierte Gebäude).

Es gibt für die Feinjustierung der Regler Parameter (je nach Hersteller und Ausgangssituation) folgende allgemeinen Optimierungsmöglichkeiten:

- » Nachtabsenkung aktivieren (spart Energie)
- » Nachtabsenkung ggf. tiefer oder länger einstellen (erhöht eingesparte Energie)
- » Gleitende Nachtabsenkung aktivieren (bei zu kalten Außentemperaturen kann man keine volle Nachtabsenkung mehr durchführen da Gebäude zu sehr auskühlen. Durch eine Nachtabsenkung die ab dem Schwellwert gleitend die Tiefe anpasst lässt sich auch bei sehr tiefen Außentemperaturen noch anteilig eine Nachtabsenkung nutzen.)
- » Sanfter Betriebsartenwechsel aktivieren (glättet die Flanken zwischen Tag- und Nachtbetrieb. Hierdurch wird die Leistungsspitze geglättet und mechanische Belastung des Heizsystems reduziert.)
- » Mit „Referenzraumfühlern“ lassen sich zusätzliche Optimierungen durchführen.

10.3. Sommerabschaltung 1

Die nachfolgend exemplarisch ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes, wurde von der MVV Energie AG durchgeführt.

Die Datenanalyse ermöglicht es, zu erkennen, ob und in welchem Umfang Sommerabschaltungen tatsächlich greifen. Dabei wird sichtbar, ob die Wärmeerzeugung in den Sommermonaten reduziert oder vollständig abgeschaltet wird. Der verbleibende Grundverbrauch lässt sich in der Regel auf die Versorgung mit Trinkwarmwasser zurückführen. Durch eine konsequente und korrekt konfigurierte Sommerabschaltung können unnötige Wärmeverbräuche vermieden, die Effizienz gesteigert und gleichzeitig die Lebensdauer der Heizungsanlagen verlängert werden.

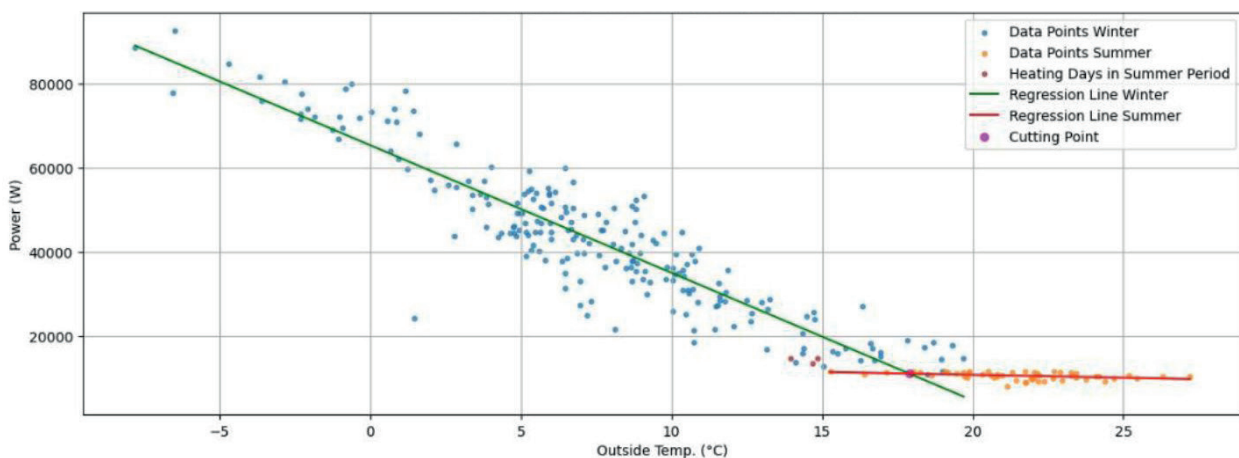


Abbildung 7: Beispiel aus der Auswertung der MVV Energie AG

10.4. Sommerabschaltung 2

Die nachfolgend beispielhaft ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes, wurde von Danfoss Climate Solutions durchgeführt.

Eine Sommerabschaltung, auch als Heizgrenztemperatur oder Heizungsabschaltung bezeichnet, ist eine Regelstrategie, die die Raumheizung deaktiviert, sobald die Außentemperatur einen definierten Schwellenwert überschreitet – in der Regel während der wärmeren Monate. Richtig konfigurierte Sommerabschaltfunktionen verhindern unnötiges Heizen, senken die Energiekosten und verlängern die Lebensdauer der Anlagentechnik. In diesem Abschnitt wird ein Verfahren zur Erkennung von Sommerabschaltverhalten anhand vorverarbeiteter Wärmezählerdaten beschrieben und aufgezeigt, wie sich Optimierungspotenziale identifizieren lassen.

10.4.1. Methodik

Datenaufbereitung Für die Analyse werden vorverarbeitete Wärmezählerdaten herangezogen, die Vor- und Rücklauftemperaturen, Volumenströme sowie Außentemperaturen enthalten. · Aggregation der Daten auf eine stündliche Auflösung zur Gewährleistung eines konsistenten Analysezeitraums.

- » Entfernung von Nicht-Heizsignalen, etwa Ereignissen aus der Warmwasserbereitung (DHW), um den Fokus auf die Raumheizung zu richten.
- » Sicherstellung, dass der Datensatz Übergangszeiten (Frühling/Herbst) enthält, in denen die Heizungsabschaltung besonders relevant ist.
- » Identifikation von Heizaktivität wird über Zeiträume definiert, in denen die Vorlauftemperatur typische DHW-Werte übersteigt und die Volumenströme auf eine aktive Zirkulation in den Heizkreisen hinweisen.
- » So kann klar zwischen aktiven und inaktiven Heizphasen unterschieden werden. Erkennung der Sommerabschaltgrenze Zur Ermittlung der Heizgrenztemperatur wird die Heizaktivität in Abhängigkeit von der Außentemperatur dargestellt.

10.4.2. Erwartetes Verhalten

Eine deutliche Schwelle, ab der die Raumheizung bei steigender Außentemperatur abgeschaltet wird (typischerweise bei 15–18 °C). Anzeichen für fehlerhafte Konfiguration:

- » Heizbetrieb setzt sich bei Außentemperaturen fort, die deutlich über der Sollgrenztemperatur liegen. ·
- » Allmählicher Rückgang des Heizbetriebs ohne klare Abschaltchwelle, was auf eine fehlende oder unpräzise definierte Sommerabschaltung hindeutet.

10.4.3. Analyse der Übergangszeiten

Für die Übergangsperioden im Frühjahr und Herbst wird überprüft: Ob die Heizung wieder einsetzt, sobald die Außentemperaturen unter den Schwellenwert fallen.

- » Ob es zu zeitlichen Verzögerungen oder zu früheren Aktivierungen kommt, die Effizienz oder Komfort beeinträchtigen können.

10.4.4. Analyse und Empfehlungen

Wenn Heizbetrieb bei hohen Außentemperaturen beobachtet wird:

- » Anpassung der Sommerabschaltgrenze an das lokale Klima und die Gebäudenutzung.
- » Überprüfung der Regelungslogik, um sicherzustellen, dass der Heizbetrieb oberhalb der definierten Grenztemperatur deaktiviert wird.
- » Wenn die Abschaltung zu früh erfolgt oder der Restart verzögert ist: · Feineinstellung der Abschalt- und Wiederanlaufgrenzen, um Komfort und Effizienz in Einklang zu bringen. ·
- » Prüfung adaptiver Regelstrategien, die neben der Außentemperatur auch das Raumklima berücksichtigen.

10.4.5. Fazit

Die Erkennung von Sommerabschaltverhalten auf Basis von Wärmezählerdaten ermöglicht eine präzise Bewertung saisonaler Regelstrategien. Eine klare Bestimmung der Heizgrenztemperatur und das Erkennen von Abweichungen unterstützen gezielte Regelungsanpassungen, um den Heizbetrieb auf das notwendige Minimum zu reduzieren. Dieses Verfahren stellt einen wertvollen Bestandteil von Energieeffizienzanalysen und Optimierungsprojekten im Gebäudebetrieb dar.

10.4.6. Fallbeispiel

Die saisonale Verbrauchsanalyse für den Gebäude L4 verdeutlicht die Anwendung der Sommerabschalterkennung. Die Daten zeigen, dass während der Wintermonate Heizaktivität selbst bei vergleichsweise hohen Außentemperaturen zwischen +15 °C und +20 °C auftritt, obwohl kaum Heizbedarf besteht. Eine detaillierte Betrachtung der Daten für Sommer- und Übergangsperioden (Frühling/Herbst) ergibt, dass das Heizsystem erst wieder aktiv wird, sobald die Außentemperatur auf etwa +13 °C sinkt. Dieses Verhalten deutet darauf hin, dass die Sommerabschaltung auf einem festen Kalenderdatum oder einer saisonbasierten Logik beruht, nicht jedoch auf einer dynamischen, außentemperaturabhängigen Steuerung. Eine solche Einstellung kann dazu führen, dass Heizung in Zeiten aktiv bleibt, in denen sie nicht benötigt wird, oder umgekehrt bei kühleren Temperaturen zu spät wieder einsetzt. Eine Umstellung der Sommerabschaltung auf eine dynamische, temperatursensitive Regelung könnte die Energieeffizienz verbessern und gleichzeitig den Nutzerkomfort erhöhen.

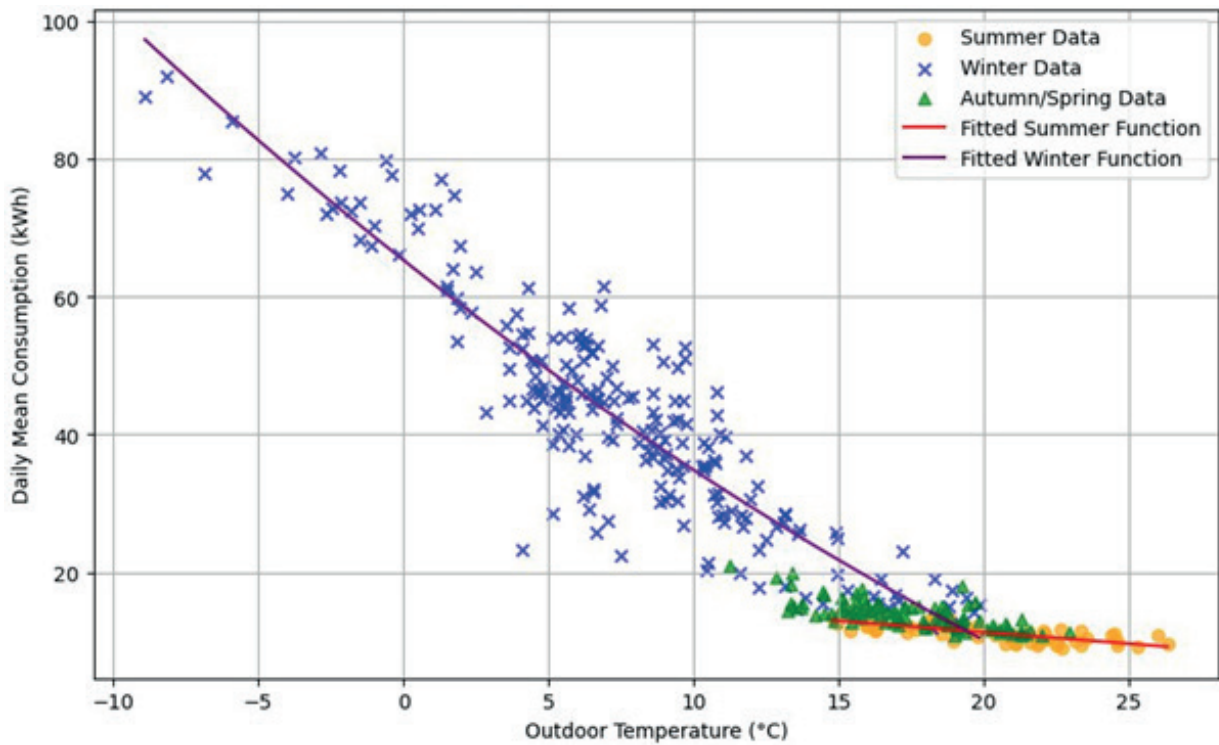


Abbildung 8: Seasonal Daily Consumption vs. Outdoor Temperature

10.5. Kurzzeitig hängendes Regelventil

Die nachfolgend beispielhaft ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes, wurde von der Zenturio durchgeföhrt.

10.5.1. Analyse

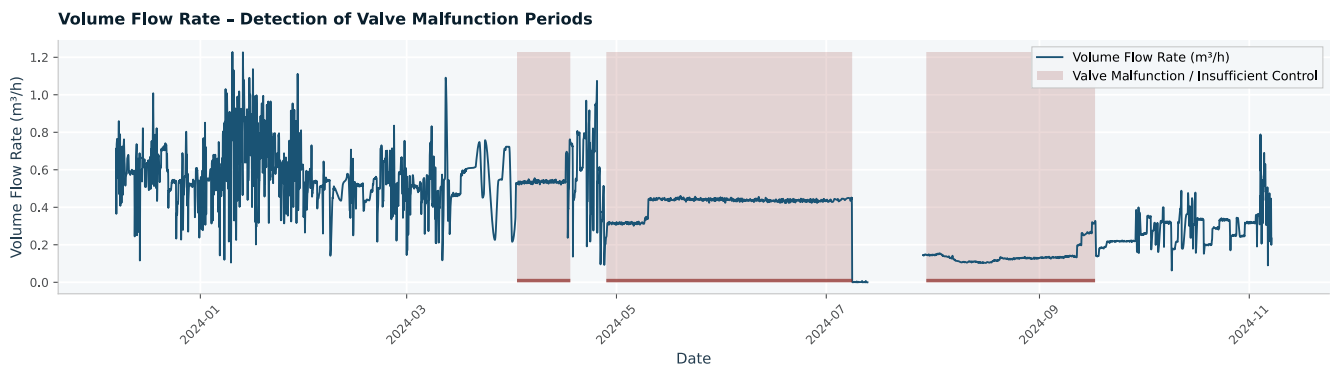


Abbildung 9: Volume Flow Rates - Detection auf Valve Malfunction Periods

Die Analyse der Zeitreihe des Volumenstroms zeigt eine Phase, in der der Volumenstrom über längere Zeiträume konstant bleibt (siehe Abbildung 9). Wenn die Werte über mindestens eine Woche hinweg konstant bleiben, deutet das darauf hin, dass in diesem Zeitraum keine Steuerung des Wärmebedarfs über das Volumenstromregelventil aktiv ist. Mögliche Ursachen könnten ein blockiertes Ventil oder eine unzureichende Ansteuerung des Volumenstromventils sein. Im vorliegenden Objekt wurde ein solches Verhalten mehrfach während desselben Zeitraums nachgewiesen, in dem auch erhöhte Rücklauftemperaturen auftraten.

10.5.2. Einschätzung/ Kommentar (AGFW)

Im vorliegenden Fall sind mehrere Zeitpunkte zu sehen, an denen sich der Volumenstrom nicht deutlich verändert. Durch ein Monitoring kann ein solches Verhalten schon nach wenigen Tagen erkannt werden. Das ab ca. Mitte Mai Anfang Juni auftretende Regelverhalten unterscheidet sich deutlich gegenüber dem zu Jahresbeginn und normalisiert sich erst wieder ab Ende September Anfang Oktober. Im konkreten Beispiel könnte auch eine Überdimensionierung dazu führen, dass die Wärmeabnahme im Sommer so gering ist, dass der Regler nicht mehr korrekt arbeiten kann und das Ventil einfach stehen bleibt. Dieses Verhalten lässt sich außerhalb der Sommermonate kaum ohne eine entsprechende Datenreihe identifizieren.

10.6. Durchgängiger Verbrauch

Die nachfolgend exemplarisch ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes, wurde von heatbeat durchgeführt.

Ein Fehlermuster, das durch die Analyse der stündlichen Messwerte aus der HAST zuverlässig erkannt werden kann, ist der durchgängige Verbrauch in den Sommermonaten in Gebäuden ohne Trinkwarmwasserbereitung über die Fernwärme. In diesen Fällen kann außerhalb der Heizperiode die Fernwärmeversorgung abgeschaltet werden. Dies vermeidet unnötige Volumenströme, nicht benötigte Wärmeabgaben, und verbessert die Rücklauftemperaturen im Wärmenetz. Dieses Fehlermuster und die automatisierte Erkennung anhand der Messdaten soll am Beispiel eines Wohngebäudes (N5) mit 40 Wohneinheiten gezeigt werden. Abbildung 10 gibt einen Überblick über die verwendeten Messdaten. Bereits aus den zusammen mit diesen Messdaten übermittelten Basisinformationen über das Gebäude ging hervor, dass in diesem Gebäude keine Trinkwarmwasserbereitung über die Fernwärme erfolgt, und daher nur Heizwärme übergeben werden soll.

Um über diesen Einzelfall hinaus wären auch Anwendungsfälle für die Datenanalyse denkbar, in denen diese Angabe zur Trinkwarmwasserbereitung nicht vorliegt und die Analyse allein auf den Messdaten beruht. Um auch diesen Fall zu demonstrieren, wurde trotz der vorab bekannten Information zum Trinkwarmwasser ein Algorithmus zur Schätzung des Trinkwarmwasseranteils an der gemessenen Wärmeabnahme angewendet. Als Ergebnis wurde ein Wert von 3 % ermittelt, der anzeigt, dass eine Trinkwarmwasserabnahme in diesem Gebäude sehr unwahrscheinlich ist.

Gleichzeitig gibt dieser Wert eine Indikation zur möglichen Energieeinsparung, wenn der unnötige Sommerbetrieb in diesem Gebäude vermieden wird.

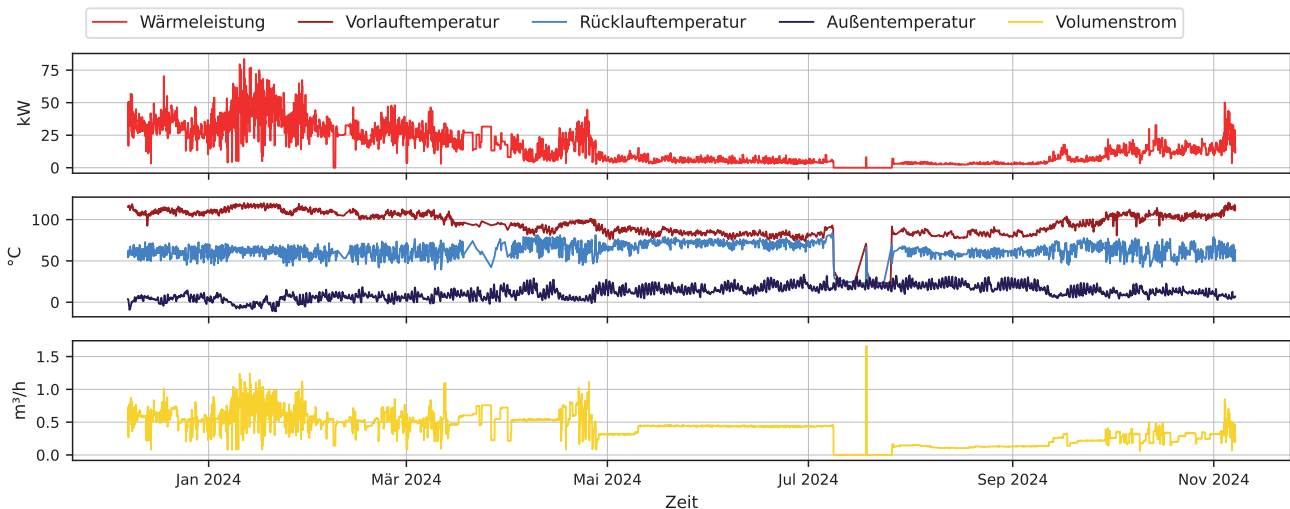


Abbildung 10: Überblick zu den verwendeten Messdaten des Beispielgebäudes

Wie aus den Messdaten hervorgeht, sorgt in diesem Gebäude der Sommerbetrieb dafür, dass über mehrere Monate hinweg ein unnötig hoher Volumenstrom über diese HAST fließt. Dadurch wird auch eine Wärmeabgabe erfasst. Und nicht zuletzt wird mit dem Volumenstrom eine zu hohe Rücklauftemperatur an das Netz zurückgegeben. Im vorliegenden Beispiel lag dabei die gemessene Rücklauftemperatur in den Monaten April bis Juli nur in jeweils 15 – 50 % der gemessenen Stunden unter dem vertraglich vereinbarten Höchstwert. Daraus lässt sich der direkte Nutzen für den effizienten Betrieb des Wärmenetzes ableiten, wenn Gebäude mit diesem Fehlermuster frühzeitig erkannt werden und der Sommerbetrieb der HAST abgeschaltet werden kann. Zusätzlich zeigt dieses Beispiel ein Fehlermuster, bei dem die Erkennbarkeit in einer Vor-Ort-Begehung stark vom Zeitpunkt abhängt. Während der Sommermonate kann der Fehler auch vor Ort erkannt werden, während er über die Heizperiode nicht sichtbar ist und unerkannt bleibt. In der zeitlich entkoppelten Analyse der historischen Messdaten ist dieser Fehler nicht nur durch einen Blick auf die Messdaten wie in Abbildung 10 gezeigt durch geschultes Personal leicht zu erkennen. Darüber hinaus lässt sich die Erkennung dieses Fehlers in den Messdaten wie an diesem Beispiel gezeigt gut automatisieren. Damit können derartige Fehler auch in Wärmenetzen mit einer großen Anzahl an Abnehmern zuverlässig gefunden, gefiltert und zum Beispiel anhand weiterer Fehler, der jährlichen Wärmeabnahme oder der Anschlussleistung gewichtet werden, um eine Priorisierung der Fehlerbehebung mit größtmöglichem Nutzen für das Gesamtnetz zu ermöglichen.

10.7. TWW Zirkulation

Die nachfolgend exemplarisch ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes, wurde von Nautilus durchgeführt.

Im folgenden Beispiel wird eine Hausstation mit einem Trinkwarmwasserspeicher betrachtet, bei der die Zirkulation vermutlich auch in den Nachtstunden aktiv ist. Dadurch wird eine Nachladung etwa alle 1,5 Stunden notwendig, statt der üblichen 3–6 Stunden ohne aktive Zirkulation. Bei dieser Station sollten, wenn möglich, die Schaltzeiten der Zirkulation überprüft werden. Falls die Zirkulationspumpe in der Nacht tatsächlich nicht läuft, sollte geprüft werden, ob unbeabsichtigt eine natürliche Zirkulation (Schwerkraftzirkulation) entsteht.

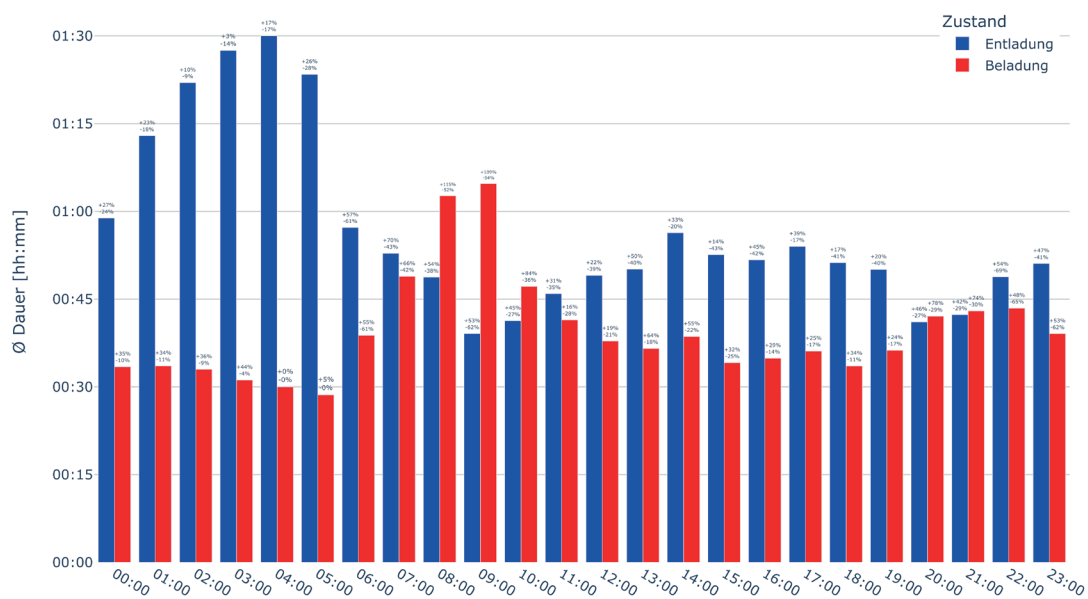


Abbildung 11: Durchschnittliche Be- und Entladedauer eines Trinkwarmwasserspeichers je Stunde im Juni

In Abbildung 11 sind die durchschnittlichen Be- und Entladezeiten eines Trinkwarmwasserspeichers für mehrere Wohneinheiten im Monat Juni dargestellt. Die Beladezeiten können über die Vor- bzw. Rücklauftemperaturen des Wärmezählers abgeschätzt werden. Die höchsten durchschnittlichen Entladezeiten treten in den Nachtstunden auf und liegen bei rund 1,5 Stunden, wobei nur eine geringe Streuung erkennbar ist. Die längsten Beladezeiten zeigen sich in den Morgenstunden und sind durch den erhöhten Warmwasserbedarf bedingt.

Erläuterung

Eine Nachladung alle 1,5 Stunden, auch in den Nachtstunden, deutet auf Optimierungspotenzial hin. Dieses Verhalten kann beispielsweise auf eine starke Verkalkung, eine deutliche Unterdimensionierung, eine zu geringe Temperaturhysterese, eine schlechte Isolierung oder den Dauerbetrieb der Zirkulation zurückgeführt werden.

Eine starke Verkalkung ist jedoch unwahrscheinlich, da die Beladezeit selbst bei geringer Abnahme mit rund 30 Minuten im üblichen Bereich liegt (bei starker Verkalkung wären die Beladezeiten deutlich länger). Zudem wären bei einer erheblichen Verkalkung die Entladezeiten tagsüber aufgrund des verringerten Speichervolumens deutlich kürzer, was auch eine starke Unterdimensionierung unwahrscheinlich macht. Ähnliches gilt für eine sehr geringe Temperaturhysterese. Auch sie würde, wie ein kleinerer Speicher, zu einer reduzierten Speicherkapazität führen.

Eine sehr schlechte Isolierung des Speichers selbst ist selten, könnte theoretisch aber ein Grund sein. Schlecht gedämmte Rohrleitungen sind häufiger anzutreffen, würden jedoch ohne aktive Zirkulation in der Regel nicht zu derart schnellen Entladungen führen.

Die aufgeführten Beispiele und Begründungen legen nahe, dass eine aktive Zirkulation die häufigen Nachladungen verursacht. Dennoch kann anhand der Messdaten des Wärmezählers nicht ausgeschlossen werden, dass auch Kombinationen der genannten Ursachen ähnliche Effekte hervorrufen können. Eine genauere Ursachenermittlung wäre durch höher aufgelöste Messdaten (z. B. 1- bis 2-Minuten-Werte) oder zusätzliche Metadaten wie die Speicherkapazität möglich.

10.8. TWW Zirkulation 2

Die nachfolgend exemplarisch ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes (R1), wurde von Gradyent durchgeführt.

Durch die Analyse wurde festgestellt, dass über 40 % des jährlichen Wärmebedarfs des Gebäudes auf die Trinkwarmwasserbereitung und die Wärmeverluste im Trinkwarmwassersystem (Speicher, Zirkulations- und Verteilleitungen, usw.) entfallen. Der Anteil des Wärmebedarfs, der auf die Trinkwarmwasserbereitung (TWW) entfällt wurde mittels einer Analyse der ganzjährigen Daten wie folgt abgeschätzt: Zunächst wurde der Mittelwert des Wärmebedarfs aus drei Sommermonaten bestimmt, sodass mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden kann, dass diese Werte den Bedarf der reinen TWW-Bereitung darstellen (ohne Heizbetrieb). Da die TWW über den Jahresverlauf relativ konstant ist, ergibt sich kann der jährliche Wärmebedarf durch TWW extrapoliert werden. Daraus ergibt sich der Anteil der TWW am gesamt gemessenen Wärmebedarf.

Zusätzlich konnte durch eine Energie-Analyse aus dem Verbrauch (EAV) ermittelt werden, dass die tatsächlich benötigte Leistung der Anlage weit unter der Auslegungsleistung liegt, siehe Abbildung 12. Aufgetragen werden die monatlichen (oder zweiwöchentlichen) und aus den realen Verbrauchsdaten ermittelten Durchschnittsleistungen über die Außentemperatur. Durchschnittswerte von kürzeren Zeiträumen als zwei Wochen sind nicht zulässig und führen zu ungenauen Ergebnissen. Idealerweise werden deshalb Monatswerte verwendet. Der extrapolierte Wärmebedarf (rote Linie) bei Auslegungs-Außentemperatur ergibt den tatsächlichen Bedarf des Gebäudes im Auslegungspunkt. Die definierte Auslegungs-Außentemperatur (Norm-Außentemperatur) ist abhängig von der Lage des Objekts. Auf die so ermittelte tatsächliche Ausle-

gungsleistung muss noch ein einzelfallabhängiger Aufschlag für Aufheiz- und Anfahrverhalten berücksichtigt werden, der mit ca. 20% abgeschätzt werden kann. Bei Systemen mit Nachtabschaltung kann dieser Wert deutlich höher ausfallen. Zudem charakterisiert die EAV immer nur die reale (zurückliegende) Nutzung und Zustand des Gebäudes. Sollten sich Nutzung oder Bausubstanz ändern, muss das bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

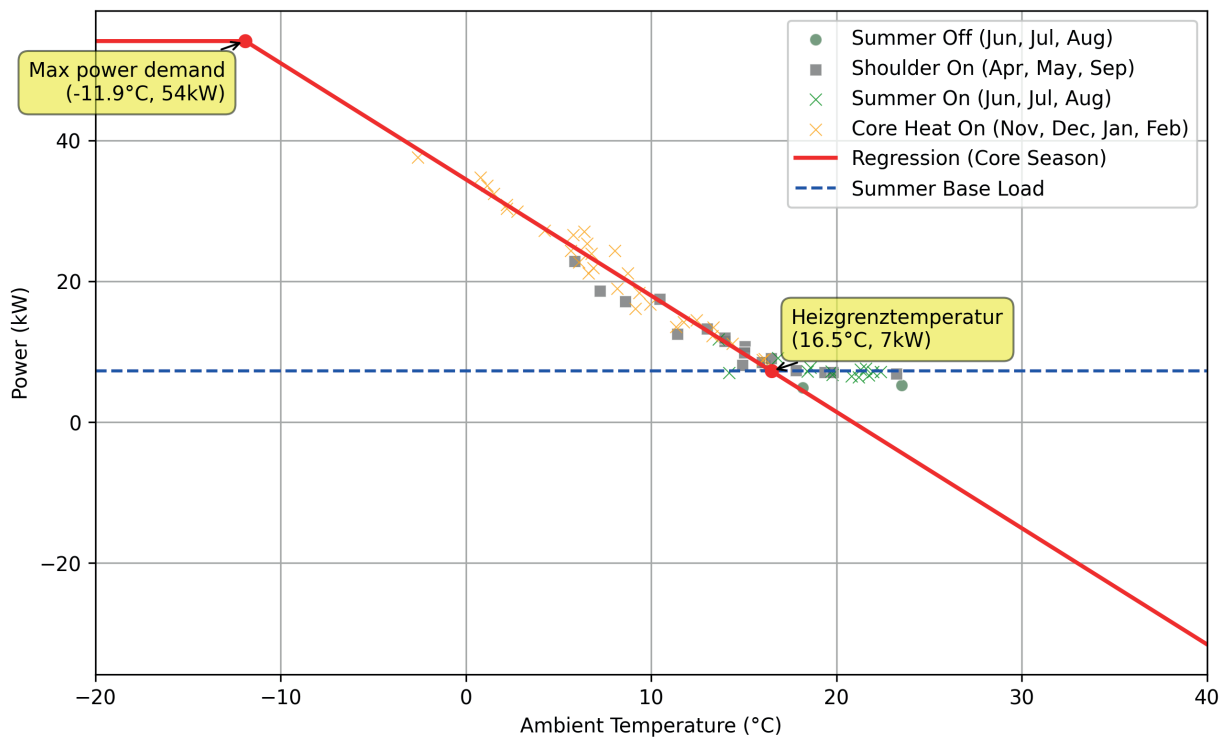


Abbildung 12: Die maximal benötigte Leistung nach EAV.

Aufgrund des relevanten Anteils von TWW sollte besonderes Augenmerk auch auf das Einsparpotential im TWW-System gelegt werden. Denkbar ist die Überprüfung aller Wärmedämmungen an Verteil- und Zirkulationsleitungen, sowie an allen Armaturen.

10.9. Umwälzpumpe

Die nachfolgend exemplarisch ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes (R2), wurde von SAMSON AG durchgeführt.

Eine moderne Umwälzpumpe in Heizungsanlagen passt ihren Durchfluss an den Differenzdruck an, um den Energieverbrauch zu minimieren und gleichzeitig eine konstante Wärmeverteilung zu gewährleisten. Dies geschieht durch die Anpassung der Pumpendrehzahl, was die Förderleistung und den erzeugten Druck in das Haus rein beeinflusst. Die Thermostatventilen an den Heizkörpern verändert dann den Differenzdruck je nachdem ob der Raum aufgeheizt ist (Thermostatventil schließt) oder kalt (Thermostatventil öffnet).

Über die Anpassung des Durchflusses an den Differenzdruck beeinflusst die Umwälzpumpe wieviel Wärmeleistung zur Verfügung gestellt wird. Dies definiert das Auskühlverhalten des Heizwassers, welches sich wiederum in der Rücklauftemperatur widerspiegelt. Im Idealfall stellen Umwälzpumpen nur genau so viel Wärme zur Verfügung, wie alle Heizkörper gemeinsam benötigen, deren Thermostatventile sind dabei voll geöffnet und die Wärme im Heizwasser wird maximal ausgenutzt - natürlich gibt es hier in der Praxis Puffer.

Zur Diagnose von Umwälzpumpen ordnet SAMSON jeden Datensatz einem Gebäudeverhaltenscluster zu. Außerdem wird jedem Datenpunkt eines Datensatzes ein Profil, hinsichtlich der zu diesem Zeitpunkt aktiven Verbraucher (Heizung Tag, Heizung Nacht, Pufferspeicherbeladung, Heizung Tag + Pufferspeicherbeladung etc.) zugeordnet. Durch diesen Ansatz können Heizungs-Rücklauf-Temperaturprofile von den restlichen Dateneinflüssen entzerrt und mit anderen Profilen im Verhaltenscluster verglichen werden. Im Vergleich mit hunderten anderen Gebäuden im Verhaltenscluster sowie Modellannahmen für ebendieses Verhaltensmuster können über Rücklauf-Temperaturprofile Rückschlüsse auf Umwälzpumpen getroffen werden. Insbesondere können Indikatoren für Umwälzpumpen erstellt werden, welche den Durchfluss noch weiter an den Druck anpassen könnten.

Maßnahmen für solche Stationen sind

- » Wenn die verbaute Pumpe den Durchfluss noch nicht an den Druck anpassen kann: ein Umbau kann sich hier schnell lohnen
- » Wenn eine solche Pumpe verbaut ist: die Kennlinie der Umwälzpumpe steiler stellen

10.10. Ansätze zur Identifikation fehlender Dämmung

Die nachfolgend exemplarisch ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes (R1), wurde von Gradyent durchgeführt.

Fehlende Wärmedämmung ist in den Messdaten nur schwer zu identifizieren, deshalb wurden für die Empfehlung Metadaten herangezogen. Das Baujahr der Heizungsanlage und der Gesamtwärmebedarf pro Heizfläche wurden aus dem vom EVU bereitgestellten Protokoll zum Gebäude übernommen und lassen in diesem Beispiel auf ein eher neueres System schließen. Ein TWW-Anteil von 40 % ist jedoch ungewöhnlich hoch und ist nur bei einem modernen, ausgesprochen gut isolierten Haus (vergleichbar mit Passiv-Haus-Standard) zu erwarten. Hier wäre der Heizbedarf so gering, sodass der TWW-Anteil dominant wird. Der hohe TWW-Anteil kann in diesem Fall (unsaniertes Mehrfamilienhaus, Baujahr 2010) deshalb nur zu einem gewissen Grad auf den geringen bzw. effizienten Heizbedarf des Gebäudes zurückgeführt werden. Es ist daher im Umkehrschluss von einem ungewöhnlich hohen Wärmebedarf für die TWW auszugehen.

In der Regel ist dies die Folge von Wärmeverlusten im TWW-System. Bei der Größe des Gebäudes (ca. 45 Wohneinheiten laut Protokoll) ist von großen TWW-Pufferspeichern im Heizungsraum

und von weitläufigen Verteil- und Zirkulationsleitungen im Gebäude auszugehen. Dadurch sind die Auswirkungen von unzureichender oder fehlender Wärmedämmung in so einem TWW-System hoch.

11. Weitere Analysen außerhalb der §60b GEG Vorgaben

11.1. Leckagevolumenstrom

Die nachfolgend exemplarisch ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes, wurde von Nautilus durchgeführt.

Im folgenden Beispiel wird eine Hausstation mit leicht erhöhten Leckagevolumenströmen von 15–30 l/h betrachtet. Diese Leckagevolumenströme können meist durch eine Wartung des Fernwärmeregelventils reduziert werden. Häufige Ursachen sind Verschleiß oder Verschmutzung im Ventil.

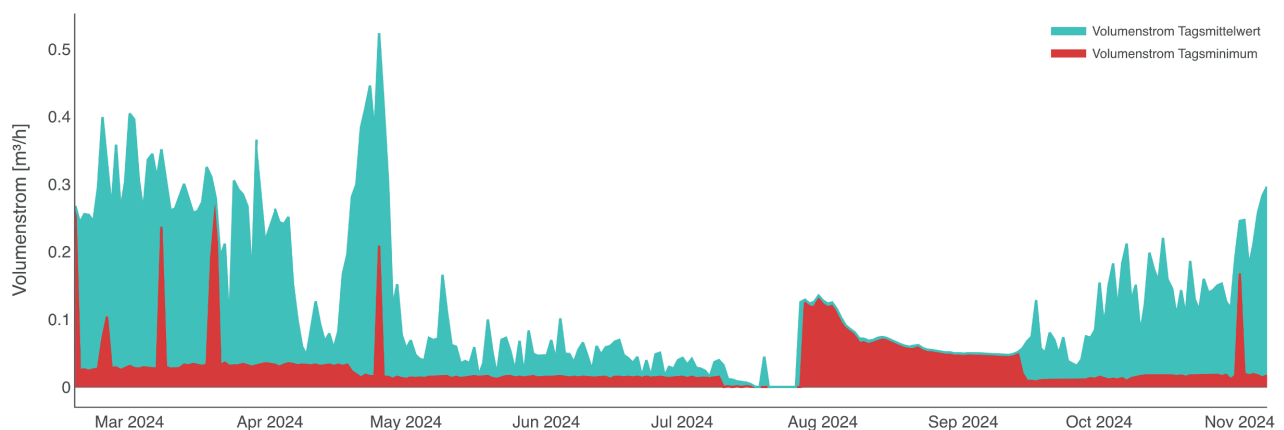


Abbildung 13: Leckagevolumenstrom an einem Fernwärmeregelventil

In Abbildung 13 ist der gemessene Volumenstrom aggregiert dargestellt, einmal als Tagesmittelwert und einmal als Tagesminimum. Zu erkennen ist, dass der Volumenstrom, abgesehen von einer Netzabschaltung zwischen Juli und August, nie vollständig auf null fällt. Dieses Verhalten deutet in der Regel auf einen Leckagevolumenstrom über das Fernwärmeregelventil hin.

Nach einer Abschaltung im Juli 2024 benötigte das Gebäude im Sommerbetrieb etwa 62% mehr Volumen, um die gleiche Energiemenge wie zuvor bereitzustellen. Die Rücklauftemperaturen stiegen in dieser ungewöhnlich langen Aufheizphase im Durchschnitt von 44 °C auf etwa 62 °C. Dieses Problem scheint inzwischen behoben worden oder verschwunden zu sein.

Bei Wärmeübergabestationen können Leckagevolumenströme über ein geschlossenes Fernwär-

meregelventil auftreten. Als Referenz können die in den technischen Daten der Ventile ausgewiesenen druckabhängigen zulässigen Leckagevolumenströme herangezogen werden. Eine Überdimensionierung der Fernwärmeregelventile führt ebenfalls zu erhöhten Leckagevolumenströmen, auch ohne technische Mängel.

11.1.1. Erläuterung

Ein ähnliches Verhalten kann auch durch eine dauerhafte Abnahme einzelner kleiner Wärmeabnehmer auf der Gebäudeseite hervorgerufen werden. Dies ist jedoch unwahrscheinlich, da geringe Abnahmen durch die Einregulierung normalerweise zeitweise zu einem vollständig aussetzenden Volumenstrom führen. Dennoch kann anhand der Wärmezählerdaten dieses Verhalten nicht vollständig ausgeschlossen werden.

11.1.2. Referenz

Im Folgenden sind zwei Abbildungen als Vergleich dargestellt: einmal eine Referenz mit einem Fernwärmeregelventil ohne erkennbaren Leckagevolumenstrom und einmal ein Beispiel mit deutlich zu hohen Volumenströmen infolge eines Ventildefekts oder eines Reglerproblems.

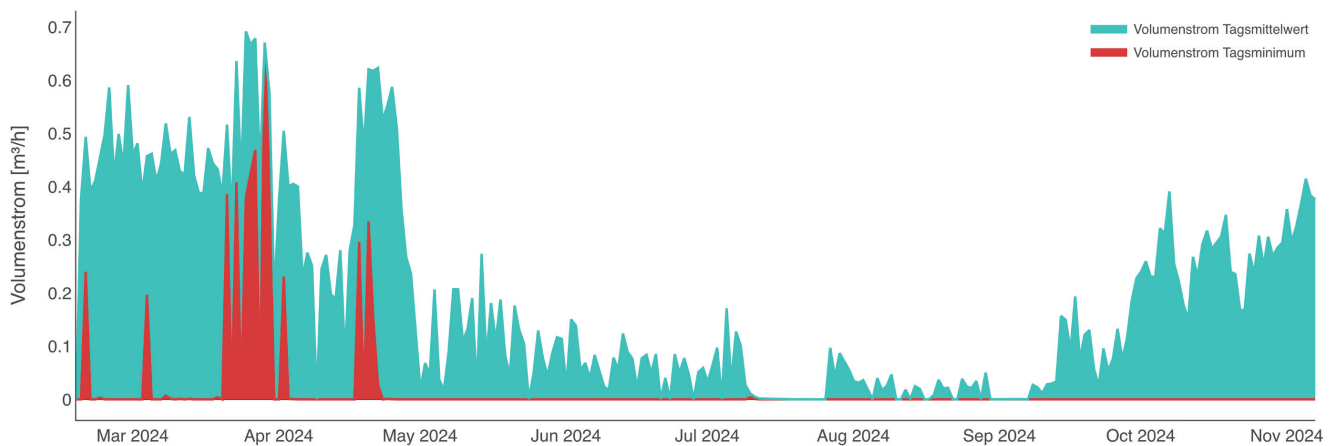


Abbildung 14: Referenz Leckagevolumenstrom im gleichen Fernwärmesystem: kein Leckagevolumenstrom.

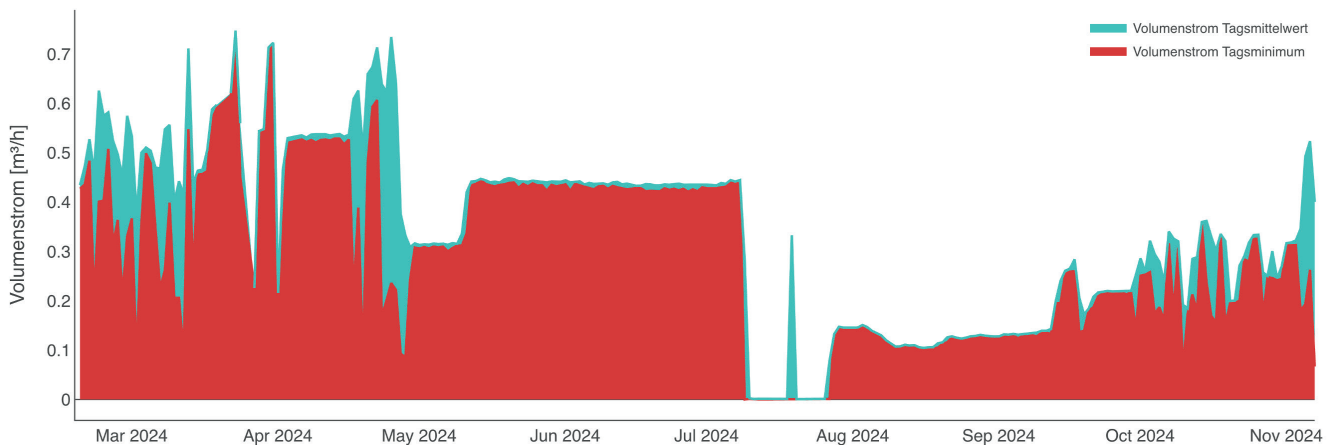


Abbildung 15: Referenz Leckagevolumenstrom im gleichen Fernwärmesystem: Ventildefekt oder Reglerproblem.

11.2. Volumenstromabsenkungspotenzial

Die nachfolgend exemplarisch ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes (N1), wurde von heatbeat durchgeführt.

Ein weiterer nützlicher Indikator für mögliche Verbesserungen des Betriebs von Hausstationen ist das Volumenstromabsenkungspotenzial. Damit soll erfasst werden, um welchen Prozentsatz der Volumenstrom des Abnehmers gesenkt werden kann, wenn statt der oft zu hohen Rücklauftemperaturen aus den Messdaten ein Bezugswert für die Rücklauftemperatur eingehalten werden würde. In einem ersten Schritt bei der Optimierung des Wärmenetzbetriebs wird dabei meist der vertraglich vereinbarte Höchstwert für die Rücklauftemperatur als Bezugswert verwendet. Bei weiteren Optimierungsschritten sind auch andere, anspruchsvollere Bezugswerte möglich, zum Beispiel der Durchschnittswert aller Abnehmer oder einer Vergleichsgruppe, oder ein angestrebter Zielwert in der Transformation von Bestandsnetzen.

Im vorliegenden Beispiel wurde die vertraglich vereinbarte maximale Rücklauftemperatur aus den technischen Anschlussbedingungen als Bezugswert verwendet. Damit stellt das ermittelte Volumenstromabsenkungspotenzial im Umkehrschluss auch den Indikator für Gebäude mit hoher Überschreitung der erlaubten Rücklauftemperatur dar. Als ein konkretes Beispiel aus dem Projekt zeigt Abbildung 16 die Messdaten eines Wohngebäudes mit hohem Baustandard, das über lange Zeiträume zu hohe Rücklauftemperaturen aufweist.

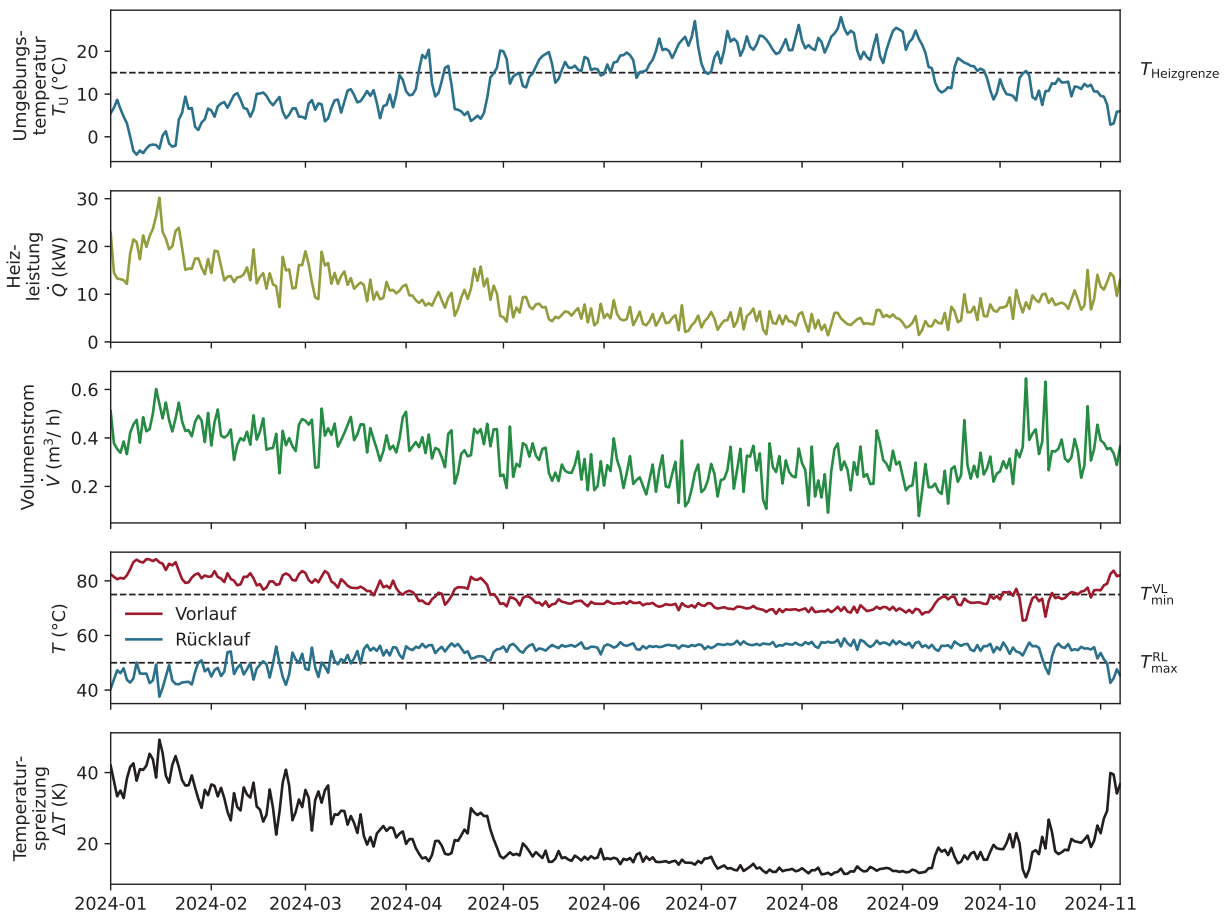


Abbildung 16: Messdaten als Grundlage zur Bestimmung des Volumenstromabsenkungspotenzials

Aus dem Muster der gemessenen Wärmeabgabe konnte ein Anteil des Trinkwarmwassers am Gesamtwärmeverbrauch von über 40 % abgeschätzt werden. Dass dieser hohe Anteil der Trinkwarmwassererzeugung mit den saisonal über lange Zeiträume zu hohen Rücklauftemperaturen zusammen auftritt, lässt den Schluss auf einen ineffizienten Gebäudebetrieb zu. Abgeleitet aus vergleichbaren Gebäuden mit ähnlichem Fehlermuster kann die Ursache für dieses Verhalten in vielen Fällen auf einen Zirkulationsbetrieb der Warmwasserversorgung im Gebäude zurückgeführt werden. Daraus lassen sich, automatisiert aus den Daten, Empfehlungen für eine Verbesserung des Betriebs ableiten. Dazu gehören unter anderem eine zeitgesteuerte Zirkulation, zyklische Desinfektionsschaltung des Trinkwarmwassers anstatt dauerhaft hoher Systemtemperaturen, oder eine Reduktion des Zirkulationsvolumenstroms.

In Kombination mit anderen Auswertungen können, wie in diesem Beispiel gezeigt, durch die Analyse der Messdaten nicht nur Fehler erkannt und Gebäude für Begehungen priorisiert werden, sondern auch konkrete Handlungsempfehlungen mitgeliefert werden, um die vor Ort notwendigen Termine zur Umsetzung so effizient und zielgerichtet wie möglich zu gestalten.

11.3. Rücklauftemperaturbegrenzung

Die nachfolgend exemplarisch ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes (L3), wurde von Gradyent durchgeführt.

Bei diesem Objekt wurde eine regelmäßige Überschreitung der primärseitigen maximalen Rücklauftemperatur festgestellt, siehe Abbildung 17. Während die maximale Rücklauftemperatur zu jeder Zeit überschritten wurde, waren im Sommer 2023 auch die täglichen Mittelwerte über den zulässigen 55 °C. Die Einstellungen an der Anlage wurden anscheinend im Dezember 2023 geändert, die Anlage liefert aber noch immer nicht die nach TAB geforderten Rücklauftemperaturen.

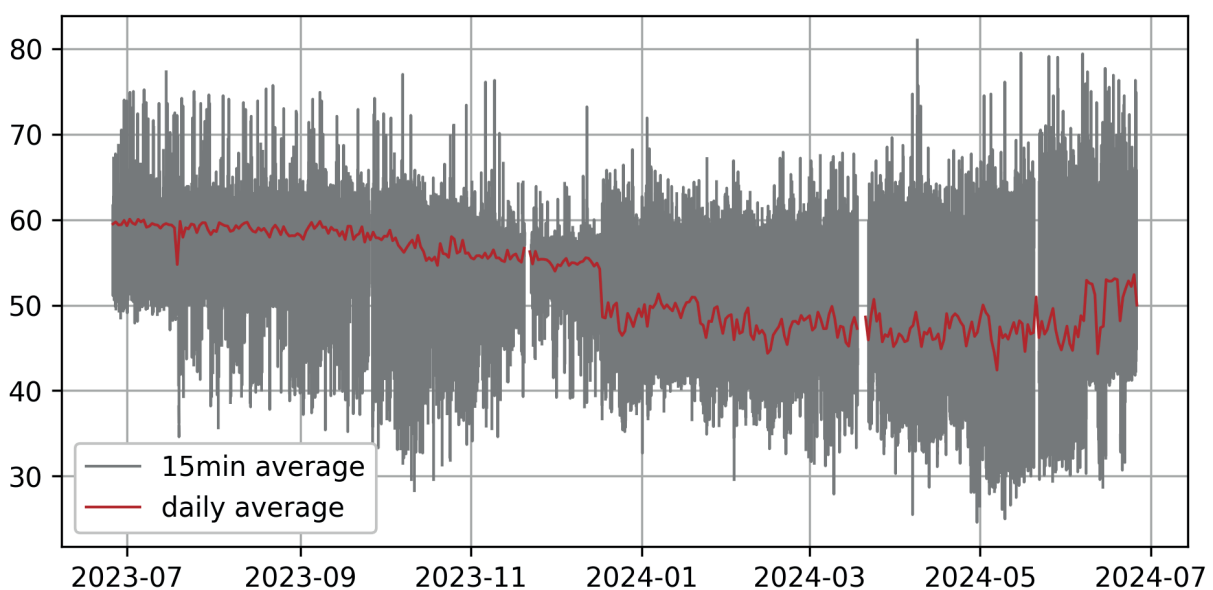


Abbildung 17: Gemessene Rücklauftemperatur mit täglichem Mittelwert.

Eine genaue Betrachtung der stündlichen Mittelwerte in Abbildung 18 zeigt, dass die Änderung im Dezember 2023 einen positiven Effekt auf die Anlage hatte. In den Wochen vor der Änderung lag auch der stündliche Mittelwert der Rücklauftemperatur meist über den geforderten 55 °C. Die grauen Linien zeigen den stündlichen Mittelwert pro Woche, die blaue Linie zeigt den Mittelwert über alle betrachteten Wochen. Es sind zwei Betriebszustände erkennbar: vor der Umstellung des Betriebs lag die Rücklauftemperatur bei knapp 60 °C, nach der Umstellung meist unter den geforderten 55 °C.

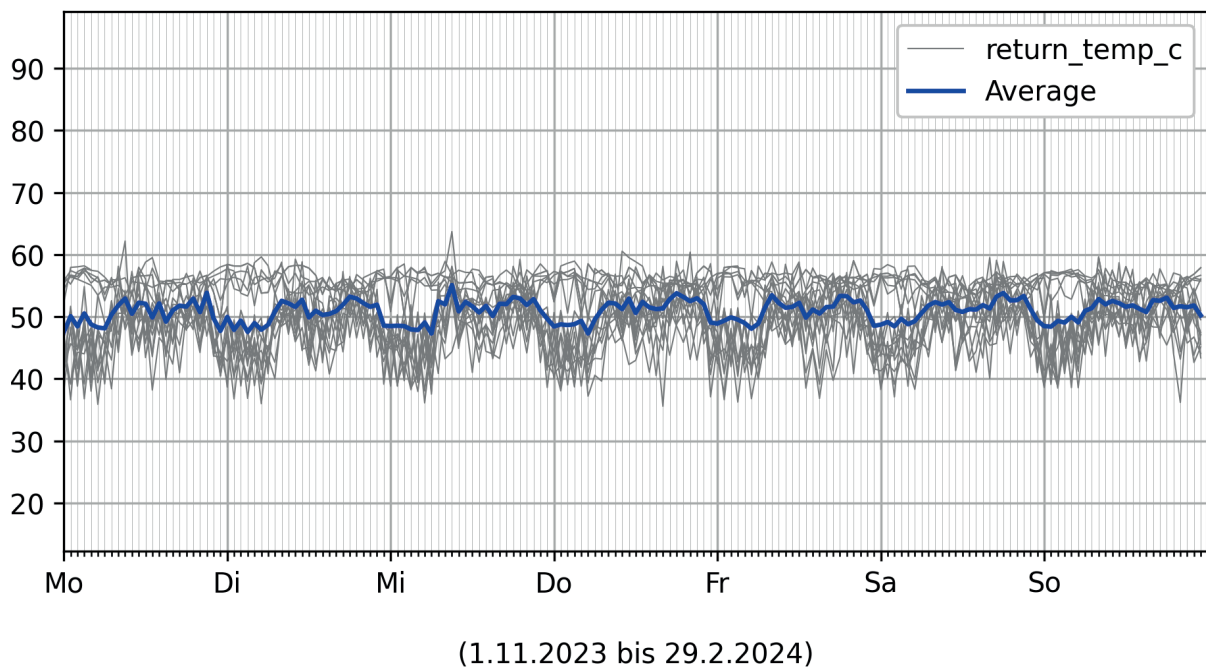


Abbildung 18: Stündliche Mittelwerte aller Wochen zwischen dem 1.11.2023 und 29.2.2024. Mittelwert über alle Wochen in blau.

Der Volumenstrom an der gleichen Anlage zeigt auch Auffälligkeiten. So erreicht er seit Anfang 2024, also nach der Änderung im Betriebszustand, regelmäßig einen Maximalwert, siehe Abbildung 19. Diese auffällige Charakteristik stellt kein gewünschtes Regel-Verhalten dar und deutet auf einen Defekt oder eine Fehleinstellung hin. Zudem liegen die gemessenen maximalen Volumenströme bei ca. 1,7 m³/h. Dieser Wert ist deutlich höher als notwendig bei einer Anschlussleistung von 100 kW und einer angeforderten RL-Temperatur von 55 °C.

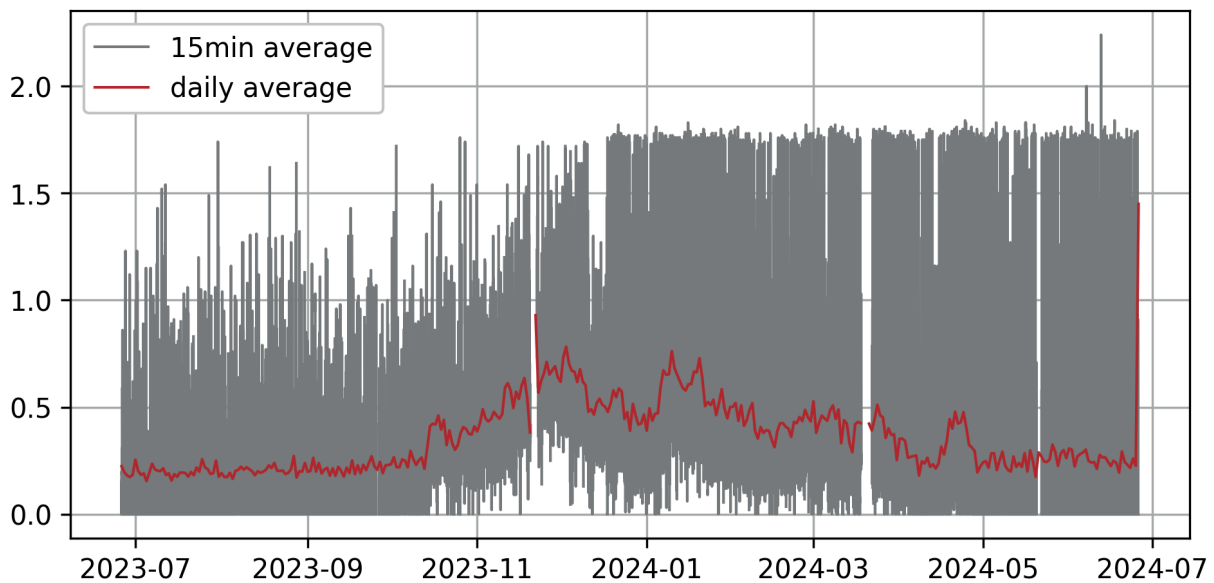


Abbildung 19: Gemessener Volumenstrom mit Tages-Mittelwert.

Aufgrund dieser Analysen sollte der Sollwert für die maximale primärseitige Rücklauftemperatur überprüft werden. Falls der Sollwert korrekt konfiguriert ist, sollte die Funktionsfähigkeit des primärseitigen Regelventils überprüft werden. Darüber hinaus sollte die Einrichtung zur Begrenzung der Wärmeleistung bzw. die Volumenstrombegrenzung aus Funktionsfähigkeit getestet werden und bei Bedarf den eingestellten Wert für die maximalen Volumenstrom verringert werden.

11.4. Reduktion der Anschlussleistung

Die nachfolgend beispielhaft ausgewählte Auswertung eines im Projekt analysierten Gebäudes, wurde von der MVV Energie AG durchgeführt.

11.4.1. Ausgangssituation

Bei der Untersuchung eines Gebäudekomplexes L4 wurde deutlich, dass die vorhandene Anschlussleistung im Verhältnis zum tatsächlichen Wärmebedarf überdimensioniert war. Die ermittelten Vollbenutzungsstunden lagen mit rund 1.000 Stunden pro Jahr im unteren Bereich, was auf eine geringe Auslastung hinweist. Gleichzeitig wurde das vorhandene Volumenstrompotenzial nicht vollständig genutzt, wodurch die Effizienz der Hausstation eingeschränkt war.

11.4.2. Analyseergebnisse

Die Auswertung der Messdaten (siehe Abbildung 20) zeigte, dass die Hausstation überwiegend mit geringen Volumenströmen arbeitet und dabei nur eine niedrige Temperaturspreizung erzielt. In Verbindung mit den zu hohen Anschlussleistungen führt dies zu vergleichsweise hohen Rücklauftemperaturen. Diese Faktoren deuten auf eine ineffiziente Betriebsweise hin und zeigen, dass die Anlage nicht optimal auf das tatsächliche Nutzungsprofil abgestimmt ist.

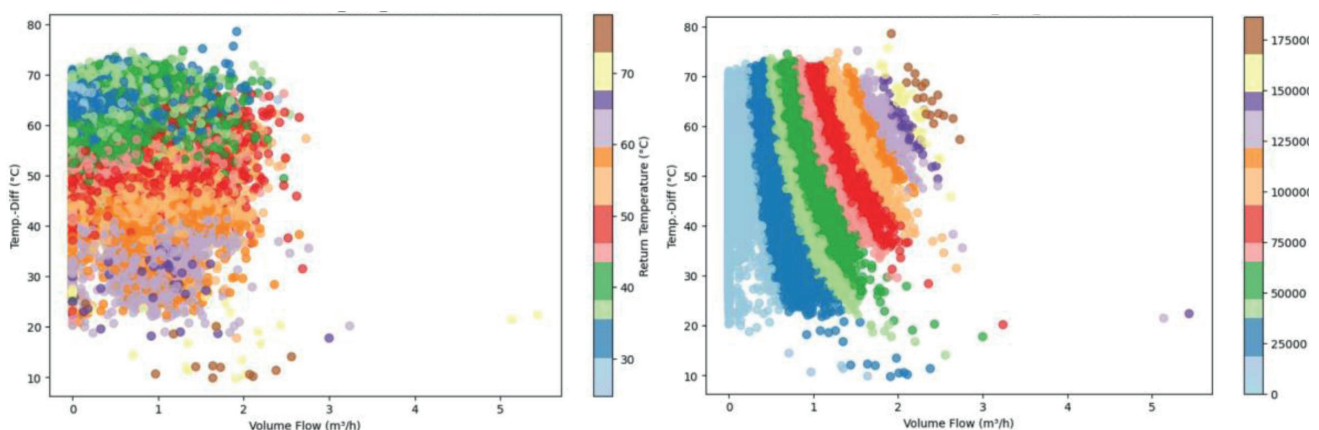


Abbildung 20: Aufbereitung der Messdaten L4

11.4.3. Handlungsempfehlung

Die Reduktion der Anschlussleistung bietet in diesem Fall mehrere Vorteile. Zum einen steigt durch eine bessere Auslastung die Zahl der Vollbenutzungsstunden, wodurch die Anlage effizienter betrieben wird. Zum anderen wird das Volumenstrompotenzial besser ausgeschöpft, was

die Temperaturspreizung verbessert und die Rücklauftemperaturen senkt. Neben den technischen Effekten profitieren auch die Betreiber, da die jährlichen Grundkosten für die Fernwärmeversorgung häufig an die Anschlussleistung gekoppelt sind und durch eine Anpassung unmittelbar reduziert werden können.

11.4.4. Ergebnis

Das Beispiel L4 verdeutlicht, wie wichtig eine präzise Dimensionierung der Anschlussleistung ist. Eine datenbasierte Analyse macht Überdimensionierungen transparent und ermöglicht gezielte Optimierungen, die sowohl die Wirtschaftlichkeit für den Kunden verbessern als auch die Effizienz des gesamten Fernwärmenetzes erhöhen. Damit zeigt sich, dass digitale Auswertungen im Rahmen des §60b GEG nicht nur technische Details erfassen, sondern auch handfeste wirtschaftliche und ökologische Vorteile aufzeigen können.

12. Fazit

Der Einsatz von datengestützten Analysen von WMZ Daten kann helfen, die Ziele „Einsparung von Energie und Nutzung erneuerbarer Energien“ einfacher, unbürokratischer, kostengünstiger und schneller zu erreichen. Zusätzlich kann die Digitalisierung in der Fernwärme, durch weiteren Nutzen von teilweise ohnehin anfallendem Investitionssaufwand, gestärkt und die Akzeptanz bei den Kunden gesteigert werden.

13. Literaturangaben

- [1] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG). GEG
- [2] Averfalk, H., Benakopoulos, T., Best, I., Dammel, F., Engel, C., Geyer, R., Gudmundsson, O., Lygnerud, K., NOrd, N., Oltmanns, J., Ponweiser, K., Schmidt, D., Schrammel, H., Østergaard, D. S., Svendsen, S., Tunzi, M. u. Werner, S.: Low-Temperature District Heating Implementation Guidebook. IEA DHC Final Report Annex TS2 - Implementation of Low-Temperature District Heating Systems, IEA DHC 2021. https://www.iea-dhc.org/fileadmin/documents/Annex_TS2/IEA_DHC_Annex_TS2_Transition_to_low_temperature_DH.pdf, abgerufen am: 01.07.2025
- [3] Verordnung über die Verbrauchserfassung und Abrechnung bei der Versorgung mit Fernwärme oder Fernkälte. FFVAV, 2021

- [4] AGFW FW 703; 2023-02. Arbeitsblatt: Berechnungsverfahren zum Nachweis der unrentierlichen Kosten, abgerufen am: 18.12.2025
- [5] Methodenkatalog. Verbundvorhaben: EnEff:Wärme - Nemo: Wärmenetze im energetischen Monitoring, Bücker, D., Grimm, S., Hager, M., Heiler, D., Huther, H. u. Wieser, R., 2021
- [6] Klima- und Energiefonds: Endbericht T2LowEx. Transformation von konventionellen Wärmenetzen in Richtung Niedertemperaturnetze durch sekundärseitige Maßnahmen, Wien 2021, abgerufen am: 29.11.2023
- [7] Müller, A., Binder, J. u. Schmidt, R.-R.: Zukunftsfähige Fernwärmenetze durch niedrige Netztemperaturen. EuroHeat&Power (2021) 6, S. 50–55
- [8] Grimm, S. u. Wagner, B.: Projektwebsite ILSE. Intelligente Lernende Systeme in Energieverbänden, 2025. <https://www.fernwaerme-digital.de/projekte/projekte/ilse>, abgerufen am: 26.01.2026
- [9] Sercan-Çalışmaz, K.: Projektwebsite PreDist. Prädiktive Wartung und Instandhaltung von Hausstationen als Teil eines Fernwärmesystems mit Hilfe von Grey-Box-Verfahren, 2025. <https://www.fernwaerme-digital.de/projekte/projekte/predist>, abgerufen am: 26.01.2026
- [10] Digitalisierung von energieeffizienten Quartierslösungen in der Stadtentwicklung mit intelligenten Fernwärme-Hausanschlussstationen – iHAST (Phasen 1-2). Koordinierter Schlussbericht – Zusammenfassung, Rapp, H., Fricke, N., Pöllet, N., Bernhard-Vautz, S., Felsmann, C., Rühling, K., Volmer, V., Hoppe, S., Koziol, M., Siebke, C., Walther, J., Blesl, M. u. Wendel, F., 2020
- [11] Rämä, M., Lindroos, T. J., Svendsen, S., Østergaard, D. S., Tunzi, M., Sandvall, A. u. Holmgren, K.: IEA DHC STEP final report. Stepwise transition strategy and impact assessment for future district heating systems, 2019. https://www.iea-dhc.org/fileadmin/documents/Annex_XII/IEA_DHC_STEP_final_report.pdf, abgerufen am: 29.11.2023
- [12] Kamstrup A/S, Skanderborg: Daten schaffen Mehrwert für Versorger, Endnutzer und Stadt. Næstved Fernwärme. <https://www.kamstrup.com/de-de/kundenreferenzen/warme/neastved>, abgerufen am: 11.07.2025



Erfahrungsbericht des
AGFW | Der Energieeffizienzverband
für Wärme, Kälte und KWK e. V

Stresemannallee 30 | D-60596 Frankfurt am Main
Telefon: +49 69 6304-1 | Telefax: +49 69 6304-391
info@agfw.de | www.agfw.de