

Projekt 2014-03

Solare Fernwärmeversorgung Freiburg-Gutleutmatten

Abschlussbericht



Ansprechpartner:

Alexander Ripka
badenovaWÄRMEPLUS GmbH & Co. KG
Tullastraße 61, 79108 Freiburg i. Br.
alexander.ripka@badenova.de

Erstellungsdatum

17.10.2022

Inhalt

1. Aufgabenstellung	3
2. Zusammenfassung	4
3. Fernwärme-Regelstation am Netzeingang	5
3.1. Funktionen	5
3.2. Umsetzung	5
3.3. Betrieb	6
4. Dezentrale Wohnungsstationen	9
4.1. Qualitätskriterien	9
4.2. Einbindung in die Hausanlage	9
4.3. Förderung des Einbaus von dezentralen Wohnungsstationen	10
4.4. Messungen am Prüfstand	11
4.5. Installation der Wohnungsstationen	16
4.6. Analyse von Betriebsdaten	17
4.7. Vergleich Wohnungsstationen mit zentraler Trinkwassererwärmung	20
5. Sonderlösungen Solarthermie	22
5.1. 6-geschossige Gebäude	22
5.2. 9-geschossiges Gebäude	27
6. Öffentlichkeitsarbeit	28
6.1. Führungen und Vorträge	28
7. Anhang	29
7.1. Förderbedingungen Wohnungsstationen	29
7.2. Mustervereinbarung Wohnungsstationen	30

1. Aufgabenstellung

In Freiburg wurde seit dem Jahr 2016 im Rahmen der innerstädtischen Entwicklung das Neubaugebiet „Gutleutmatten“ mit 525 Wohneinheiten, einer Wohnfläche von ca. 40.000 m² und einem Wärmebedarf von rund 2.600 MWh/a realisiert. Der städtebauliche Entwurf sieht überwiegend Mehrfamilienhäuser mit 4 bis 5 Geschossen vor.

Ziel des Projekts „Solare Fernwärmeversorgung Freiburg-Gutleutmatten“ ist es, durch die konsequente Einbindung von dezentralen solarthermischen Anlagen in eine Fernwärmeversorgung

- a) den Wärmebedarf im Sommer vollständig aus erneuerbaren Energien zu decken, sowie
- b) die Wärmeverteilverluste durch ein „Abschalten“ des Wärmenetzes zu reduzieren.

Hierfür wurden auf allen Gebäuden Kollektoranlagen installiert, die eine vollständige Deckung des Wärmebedarfs im Sommer ermöglichen. Die Kollektorfläche beträgt insgesamt etwa 2.200 m², verteilt auf 38 Anlagen mit Größen zwischen 7 und 170 m².

Der Betriebszustand aller dezentralen Anlagen wird zentral erfasst und in einer übergeordneten Steuerung ausgewertet.

badenovaWÄRMEPLUS errichtet und betreibt sowohl das Wärmenetz als auch die gesamten Hausanlagen (Kollektoranlage, Übergabestation, Wärmespeicher, Trinkwassererwärmung, Steuerung). Die Kunden erhalten an der Liefergrenze im Gebäude Heizwärme und Trinkwarmwasser zu den vereinbarten Bedingungen. Dabei ist es Sache von badenovaWÄRMEPLUS, alle Anlagenteile optimal zu nutzen bzw. zu betreiben. Für den Kunden macht es keinen Unterschied, ob die Wärme aus der „eigenen“ Kollektoranlage auf dem Gebäude oder aus dem Fernwärmenetz bezogen wird.

Die Fernwärmeversorgung Gutleutmatten wurde begleitend im Rahmen zweier Forschungs- und Entwicklungsvorhaben vom Bundeswirtschaftsministerium gefördert (EnWiSol). Kooperationspartner sind das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) und die Stadt Freiburg.

Fernwärme-Regelstation am Netzeingang

Um das beabsichtigte Betriebsführungskonzept realisieren zu können, ist am Eingang des Wärmenetzes eine Regelstation erforderlich, die folgende Funktionen erfüllen soll:

- Reduzierung der Vorlauftemperatur im Teilnetz Gutleutmatten;
- Regelung der Umwälzpumpe in der Regelstation;
- Messung der Wärmemenge, die aus dem vorgelagerten Wärmenetz abgenommen wird;
- Aktive „Auskühlung“ des Wärmenetzes zu Beginn einer Abschaltphase;
- Langsames Aufwärmen der Rohrleitungen beim Anfahren des Wärmenetzes;

Trinkwassererwärmung – dezentrale Wohnungsstationen

Eine wesentliche Fragestellung ist die Art der Trinkwassererwärmung.

Nach den technischen Regeln müssen zentrale Trinkwassererwärmungsanlagen mit einer WW-Temperatur von 60 °C betrieben und mit einer WW-Zirkulation (55 °C) ausgestattet werden. Die daraus resultierenden hohen Betriebstemperaturen haben erheblichen Einfluss auf den Ertrag der Kollektoranlagen.

Im Rahmen des Projekts soll untersucht werden, ob durch dezentrale Wohnungsstationen, die direkt in den Wohnungen die Trinkwassererwärmung durchführen, und ohne Zirkulation betrieben werden können, eine deutliche Verbesserung erreicht werden kann.

Sonderlösungen Solarthermie bei kritischen Gebäuden

Während der Vorplanung hat sich gezeigt, dass auf einigen Gebäudetypen die zur Verfügung stehende Dachfläche sehr knapp bemessen ist.

Bei diesen Gebäuden müssen möglicherweise Sonderlösungen gefunden werden, um in den Sommermonaten eine vollständige solare Versorgung zu gewährleisten

2. Zusammenfassung

Die Fernwärme-Regelstation am Netzeingang erfüllt ihre Hauptfunktionen. Das aktive Auskühlen des Wärmenetzes zu Beginn einer Abschaltphase und das langsame Aufwärmen der Rohrleitungen nach einer Auskühlphase wird im Betrieb aufgrund der Komplexität nicht umgesetzt.

Dezentrale Wohnungsstationen von 4 Herstellern wurden auf dem Prüfstand vermessen und teilweise optimiert. Da die Erfüllung der Effizienzkriterien unabhängig bestätigt wurde, können die geprüften Wohnungsstationen jetzt von den Herstellern besser vermarktet werden. Im Projekt wurden insgesamt 162 dieser Wohnungsstationen in 12 Gebäuden installiert.

Die dezentralen Wohnungsstationen führen zu deutlich reduzierten Rücklauftemperaturen in den Hausanlagen, vor allem in den Sommermonaten. Dezentrale Wohnungsstationen sind daher die optimale Lösung zur Trinkwassererwärmung in Kombination mit Solarthermieanlagen.

Technisch bedingte Sonderlösungen für die Solarthermieanlagen waren auch bei hohen Gebäuden nicht erforderlich. Sogar beim 9-geschossigen Gebäude reicht die Dachfläche für die notwendige Anzahl von (Flach-)Kollektoren wegen der günstigen Randbedingungen aus.

Bei den 6-geschossigen Gebäuden konnten auf Wunsch der Eigentümer Dachterrassen neben den Solarthermieanlagen realisiert werden, indem für die Kollektoranlage Vakuum-Röhrenkollektoren verwendet wurden.

3. Fernwärme-Regelstation am Netzeingang

3.1. Funktionen

Die Regelstation soll folgende Funktionen erfüllen:

- Reduzierung der Vorlauftemperatur im Wärmenetz Gutleutmatten durch Beimischung von Rücklaufwasser;
 - ➔ dadurch Minimierung der Wärmeverluste im Betrieb (aufgrund der übrigen Verbraucher im Fernwärmenetz wird im Heizkraftwerk eine höhere Vorlauftemperatur zur Verfügung gestellt, als im Versorgungsgebiet Gutleutmatten notwendig ist.)
- Regelung des Differenzdrucks der Umwälzpumpe in der Regelstation
 - ➔ Exakte bedarfsabhängige Steuerung der Umwälzpumpe
- Messung der Wärmemenge, die aus dem vorgelagerten Wärmenetz abgenommen wird;
 - ➔ Grundlage für die Betriebsanalyse und Voraussetzung zur Erstellung der Energiebilanz.
- Aktive „Auskühlung“ des Wärmenetzes auf Rücklauftemperatur zu Beginn einer Abschaltphase.
 - ➔ Nutzung der Restwärme in den Wärmeleitungen aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf, während die Verbindung zum Hauptnetz abgesperrt ist.
- Langsames Aufwärmen der Rohrleitungen beim Anfahren des Wärmenetzes nach einer Auskühlphase;
 - ➔ sowohl die absolute Temperatur als auch die Temperaturdifferenz darf beim Anfahren zur Reduzierung der Materialbelastung bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten.

3.2. Umsetzung

Die Regelstation muss folgende Eigenschaften haben:

- Einbau in einem witterungsgeschützten Bauwerk im Erdreich
- Stromversorgung für Pumpe und Regelventil
- Internetverbindung
- Zugang für Wartung und Instandhaltung

Die Regelstation umfasst folgende Bauteile:

- Wärmemengenzähler
- Elektronisch geregelte Umwälzpumpen (Haupt- und Reservepumpe)
- Durchgangsventil mit Stellantrieb
- Absperrorgane
- Temperaturfühler

Die Regelstation wurde als unterirdisches Fertigteilmontagebauwerk errichtet. Für den Anschluss der Regelstation wurde die bestehende Fernwärmeleitung aufgetrennt und ins Gebäude geführt. Die Heizungstechnik wurde anschließend direkt vor Ort installiert (Abbildung 3).

3.3. Betrieb

Die Funktionen der Regelstation zur Reduzierung der Vorlauftemperatur, zur Regelung des Differenzdruck der Umwälzpumpe und die Messung der Wärmemenge funktionieren planmäßig.

Die aktive „Auskuhlung“ des Wärmenetzes auf Rücklauftemperatur zu Beginn einer Abschaltphase wurde bisher nicht realisiert, da die Abschaltphase im Betrieb nicht zuverlässig zu erkennen ist. Der Energieinhalt der Vorlaufleitungen ist mit bestenfalls 250 kWh¹ so gering, dass sich hierfür kein größerer Aufwand lohnt.

Das langsame Aufwärmen der Rohrleitungen nach einer Auskuhlphase hat sich als nicht notwendig erwiesen, da das Netz nur mit einer Vorlauftemperatur bis 75 °C betrieben wird.

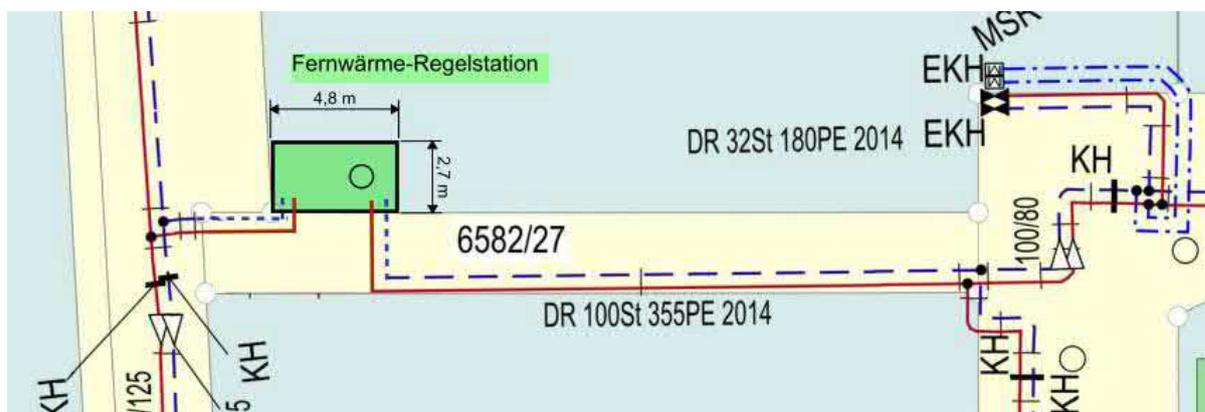


Abbildung 1: Lageplan der Regelstation



Abbildung 2: Regelstation mit Fernwärmeleitungen

¹ 6 m³ Wasserinhalt in den Vorlaufleitungen, 35 K Temperaturdifferenz



Abbildung 3: Fernwärme-Regelstation (Eintritt Fernwärme rechts)

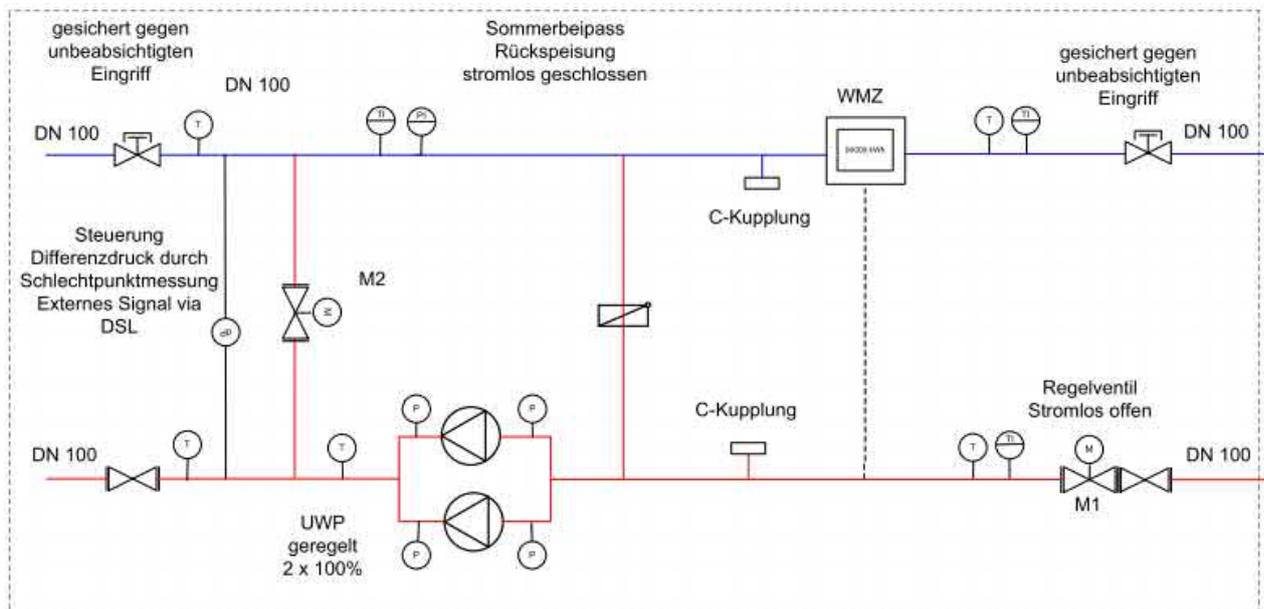


Abbildung 4: Anlagenschema Fernwärme-Regelstation

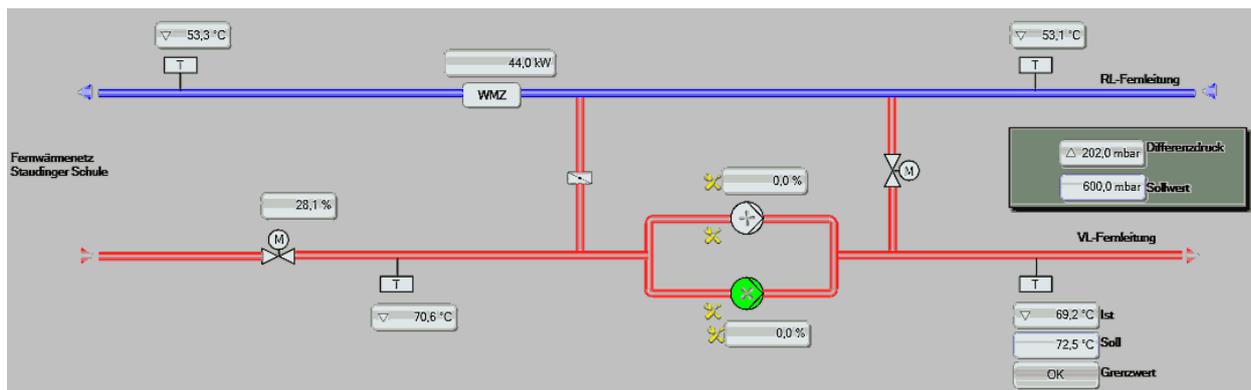


Abbildung 5: Fernwärme-Regelstation – Darstellung im Insight-Facility-Viewer



Abbildung 6: Fernwärme-Regelstation

4. Dezentrale Wohnungsstationen

4.1. Qualitätskriterien

Die am Markt angebotenen Wohnungsstationen weisen große Qualitätsunterschiede auf. Es existiert keine Norm, die die Funktion oder die Effizienz einer Wohnungsstation definiert und vergleichbar macht.

Für den Einsatz zusammen mit der Solarthermie ist eine niedrige Rücklauftemperatur entscheidend, sowohl im Betrieb als auch in Bereitschaft. Einfache Wohnungsstationen haben einen (zu) großen Bypass-Volumenstrom zur Warmhaltung, wodurch die Rücklauftemperatur sehr hoch ist. Andererseits ist dadurch die Funktion, nämlich der Komfort beim Zapfen des Warmwassers gewährleistet (schnelles Erreichen und konstante WW-Temperatur). Hochwertige Wohnungsstationen müssen die beiden Merkmale niedrige Rücklauftemperatur und Komfort gleichermaßen zuverlässig erreichen.

Es wurden Kriterien entwickelt, die als Grundlage für eine Ausschreibung herangezogen werden sollen. Die in Frage kommenden Wohnungsstationen sollen dann auf einem Prüfstand vermessen werden.

Wohnungsstationen, die in Gutleutmatten eingesetzt werden, sollen folgende Qualitätskriterien erfüllen:

- Warmwassertemperatur > 45 °C
- Geringe Temperaturschwankungen Warmwasser bei Laständerungen
- Zapfmenge Warmwasser >18 l/min
- Netzurücklauf < 20 °C
- Temperatur Netzzvorlauf möglichst gering

4.2. Einbindung in die Hausanlage

Für die Einbindung der dezentralen Wohnungsstationen wurde das hydraulische Schema der Anlage angepasst: Anstelle von zwei Übergabepunkten (Heizung, Warmwasser) gibt es nur einen gemeinsamen Übergabepunkt. Auf der Hausseite (3 bar Netz) befindet sich der notwendige Pufferspeicher, der die hohen Wärmeleistungen für die Wohnungsstationen bereitstellt.

Dies führt zu einer Einsparung von Investitionskosten durch:

- Kleinere Kollektorfläche (-10 %)
- Keine zentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmung („Frischwasserstation“)

Dagegen entsteht Mehraufwand für:

- Ladestation für den hausseitigen Pufferspeicher
- Hausseitige Umwälzpumpe P10

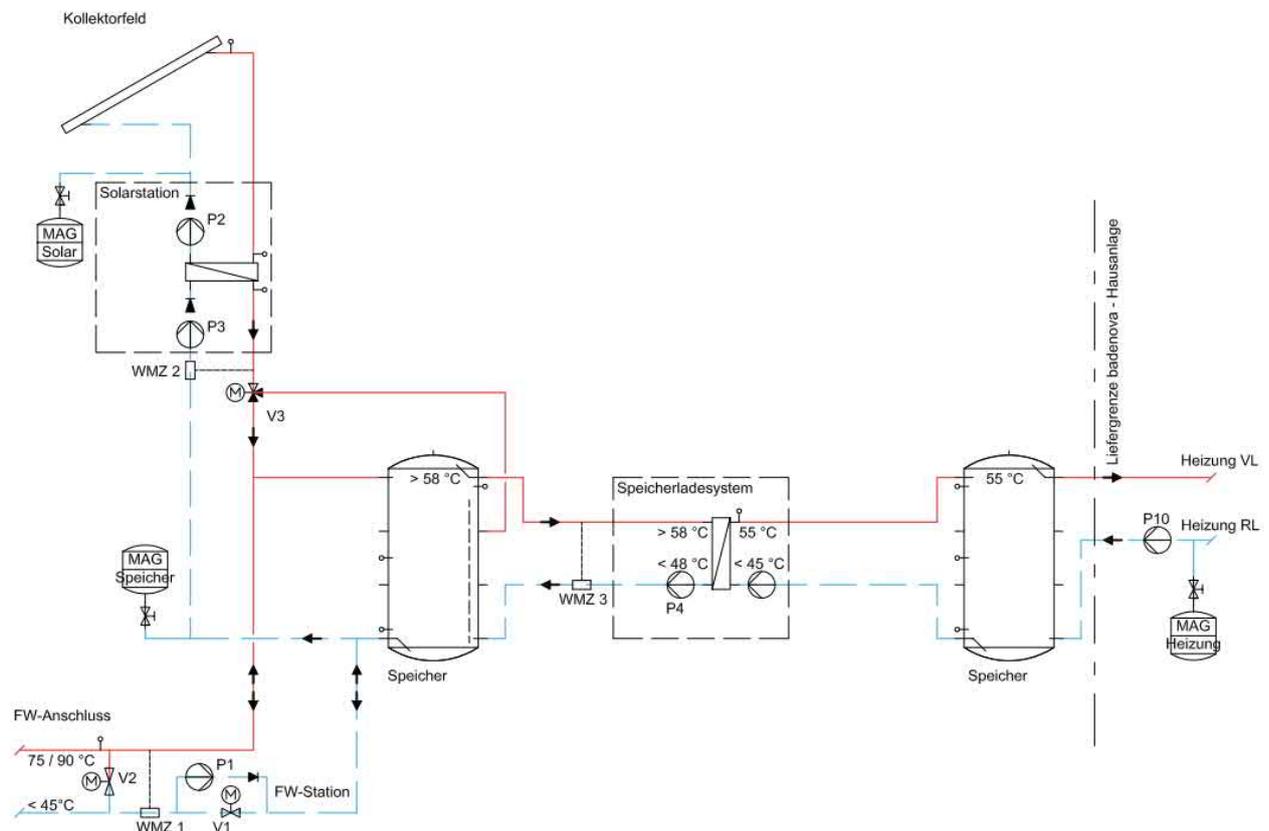


Abbildung 7: Hydraulisches Schema zur Einbindung der dezentralen Wohnungsstationen

4.3. Förderung des Einbaus von dezentralen Wohnungsstationen

Als wesentliche Bedingung für einen Zuschuss zum Einbau einer Wohnungsstation wurde festgelegt, dass den Nutzern eine Zapftemperatur von 45 °C garantiert wird. Auch darf keine Warmwasserzirkulation vorhanden sein, d.h. das nachgeschaltete Leitungsvolumen darf 3 Liter nicht übersteigen. Nur so können die gewünschten Vorteile bei den Systemtemperaturen und somit der Effizienz der Solarthermie erreicht werden.

Es war zu klären, welche Zapftemperatur den Nutzern maximal zur Verfügung gestellt werden kann, um die gewünschten Vorteile bei den Systemtemperaturen und somit der Effizienz der Solarthermie zu erreichen. In der Regel wird hier von 45 °C ausgegangen, es gibt jedoch auch Normen, in denen eine WW-Temperatur von 50 °C angesetzt wird.

Die Förderbedingungen wurden veröffentlicht und es wurde eine Mustervereinbarung entworfen (siehe Anhang).



Abbildung 8: Förderbedingungen und Mustervereinbarung Wohnungsstationen

Für Wohnungsstationen, welche die Kriterien erfüllen, wurde ein Bonusbetrag von 1.050 € je Wohnungsstation vergütet.

Insgesamt wurden 162 Wohnungsstationen in 12 Gebäuden installiert. Dies entspricht ca. 31 % aller Wohnungen.

4.4. Messungen am Prüfstand

4.4.1 Prüfkriterien

Bei der Trinkwassererwärmung sind insbesondere folgende Kriterien von Bedeutung:

- Regelgüte der Temperatur am Warmwasseraustritt: schnelles Erreichen der Solltemperatur, geringe Schwankungen
- Niedrige Heizwasserrücklauftemperatur

Vorgegebene Randbedingungen:

- Heizwasservorlauftemperatur: 55 °C
- Kaltwassertemperatur: 10 °C
- Trinkwarmwassertemperatur: 45 °C
- TWW-Entnahmevermögenstrom (Zapfmenge): max. 16,04 l/min
- Heizwasserrücklauftemperatur: max. 20 °C

4.4.2 Meibes System-Technik GmbH

Im Auftrag der Fa. Meibes System-Technik GmbH wurde eine Wohnungsstation auf dem Prüfstand des ZAE Bayern (Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung) vermessen. Nach kleineren Optimierungen wurde die Erfüllung der Anforderungen bei der Wohnungsstation Typ Logo Comfort 600 (Artikelnummer 11104.18) vom ZAE Bayern bestätigt.

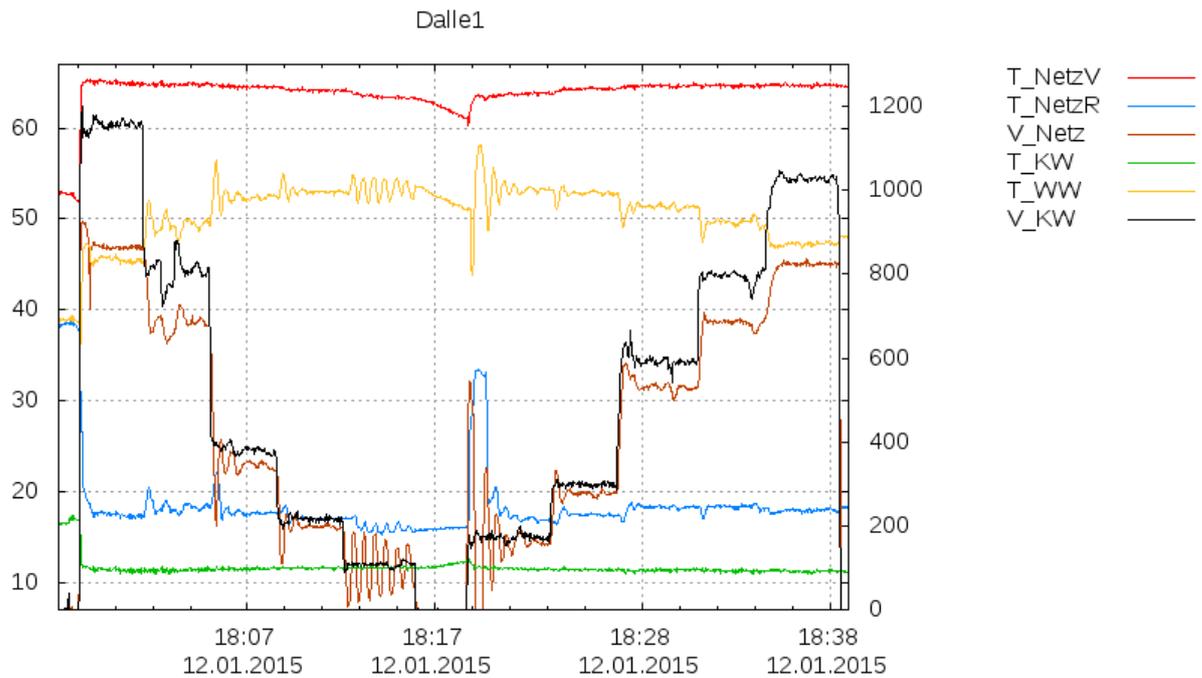


Abbildung 9: Messdiagramm des ZAE Bayern mit standardisiertem Zapfprofil (Meibes Logo Comfort 600)

4.4.4 YADOS Vertriebs GmbH

Von der Fa. YADOS wurde die Wohnungsstation HOME 0D-xH-1DD (55kW) auf dem Teststand des Fraunhofer ISE geprüft.

Bei der ersten Prüfung wurden nicht alle Kriterien zufriedenstellend erfüllt. Daher hat der Hersteller das Design überarbeitet und das Gerät weiterentwickelt, sowie die Einstellungen optimiert.

Bei der folgenden Prüfung wurden alle Kriterien vollständig erfüllt.

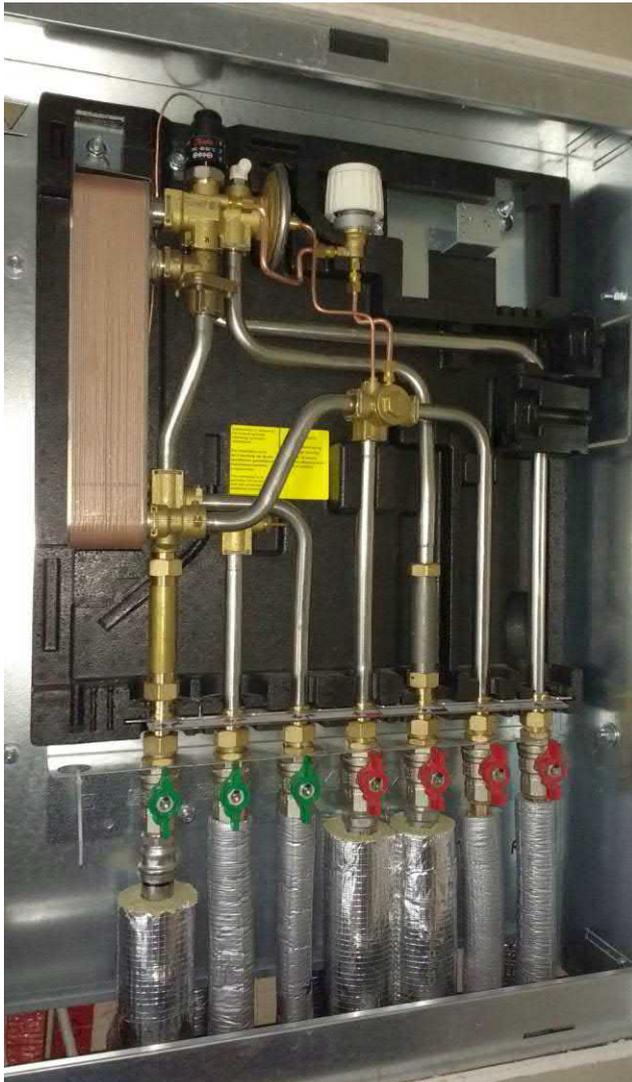


Abbildung 11: Wohnungsstation YADOS HOME 0D-xH-1DD (55kW)


Fraunhofer ISE

TestLab
Solar Thermal
Systems 

WKT3-KGe-170817-E

**Bericht über Prüfung einer Wärmeübergabestation
nach individuellen Prüfkriterien**
*Report of testing a heat transfer station according to
individual testing requirements*

für - for: YADOS GmbH, GERMANY

Produktbezeichnung - Product name:
YADO/HOME 0D-1H-1DD Nr. 8005654 (55 kW)

Ausstellungsdatum - Date of issue:
21st August 2017

Änderungsdatum - Revision date:
21st August 2017

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg, Germany
T +49 (0)761-4588-6354
F +49 (0)761-4588-9000
testlab-sis@ise.fraunhofer.de

www.kollektortest.de
www.kollektortest.com

4.4.5 Oventrop GmbH & Co. KG

Im Auftrag der Fa. wurde Oventrop GmbH & Co. KG wurden zwei Wohnungsstation auf dem Prüfstand des ZAE Bayern vermessen.

Die Erfüllung der Anforderungen wurde für die Wohnungsstationen

- Regudis W-HTE
- Regudis W-HTF

bestätigt.

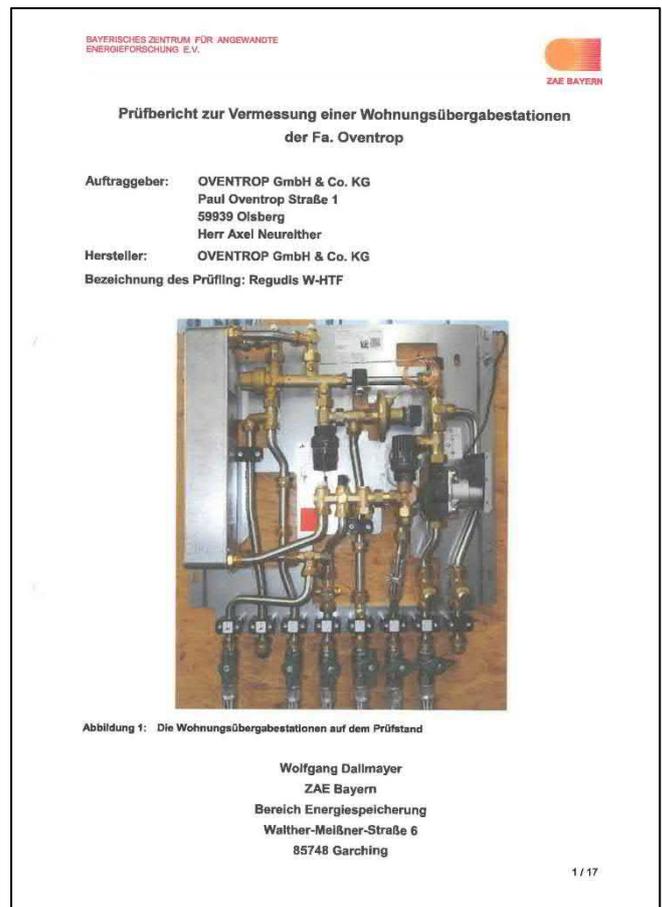
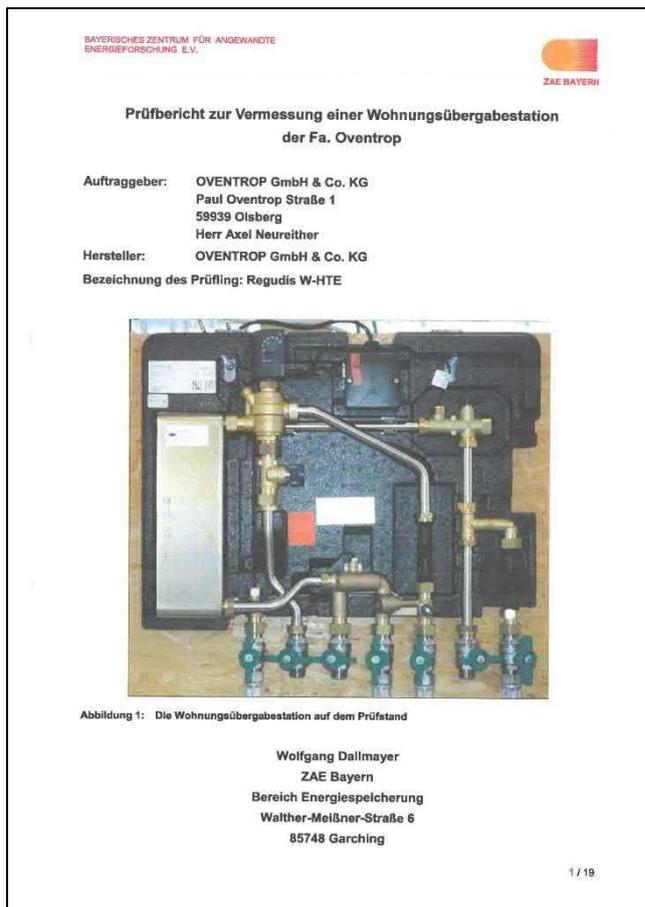


Abbildung 12: Wohnungsstationen Oventrop Regudis W-HTE und Regudis W-HTF

4.5. Installation der Wohnungsstationen

Um die gewünschten Betriebswerte (insbesondere Netzurücklauf < 20 °C) zu erreichen, wurde ein Funktionsblatt mit den erforderlichen Einstellwerten erstellt, das sowohl dem Heizungsbauer übergeben wurde als auch dauerhaft bei jeder Wohnungsstation verbleibt.

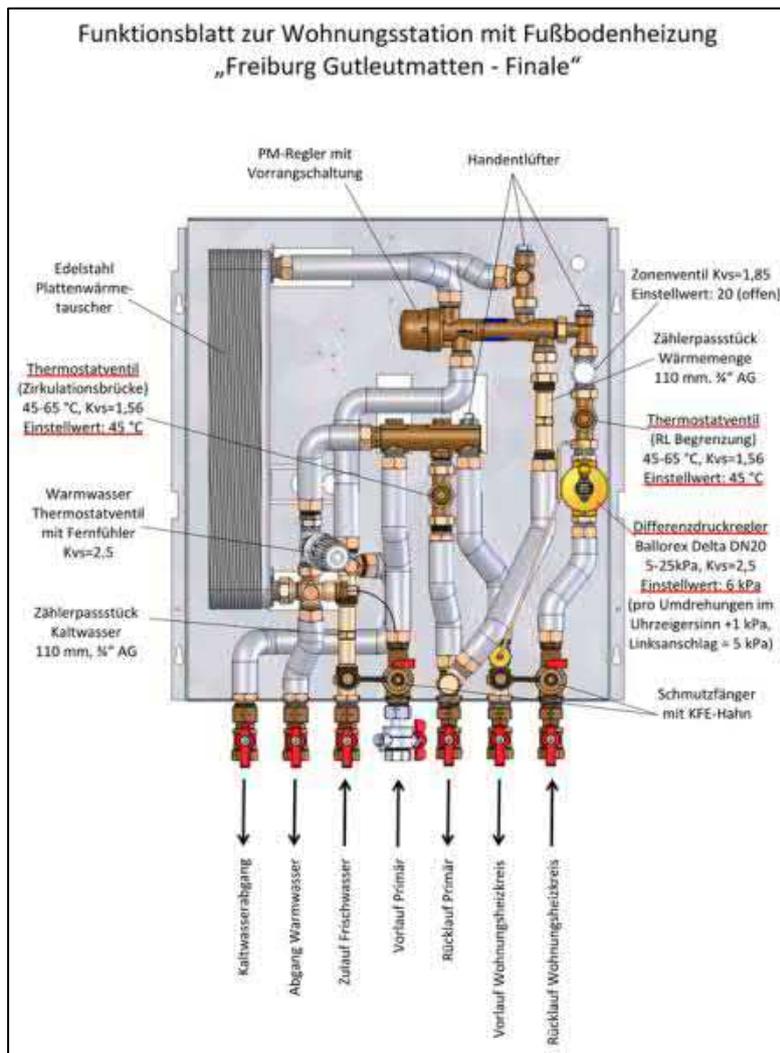


Abbildung 13: Funktionsblatt Wohnungsstation mit Fußbodenheizung

4.6. Analyse von Betriebsdaten

4.6.1 Messwerterfassung

In einem Gebäude mit 43 Wohneinheiten wurden an den Wärmezählern der Wohnungsstationen zusätzliche Sensoren zur Messwerterfassung installiert, um detaillierte Daten zum Leistungsverlauf und den Rücklauftemperaturen zu erhalten.

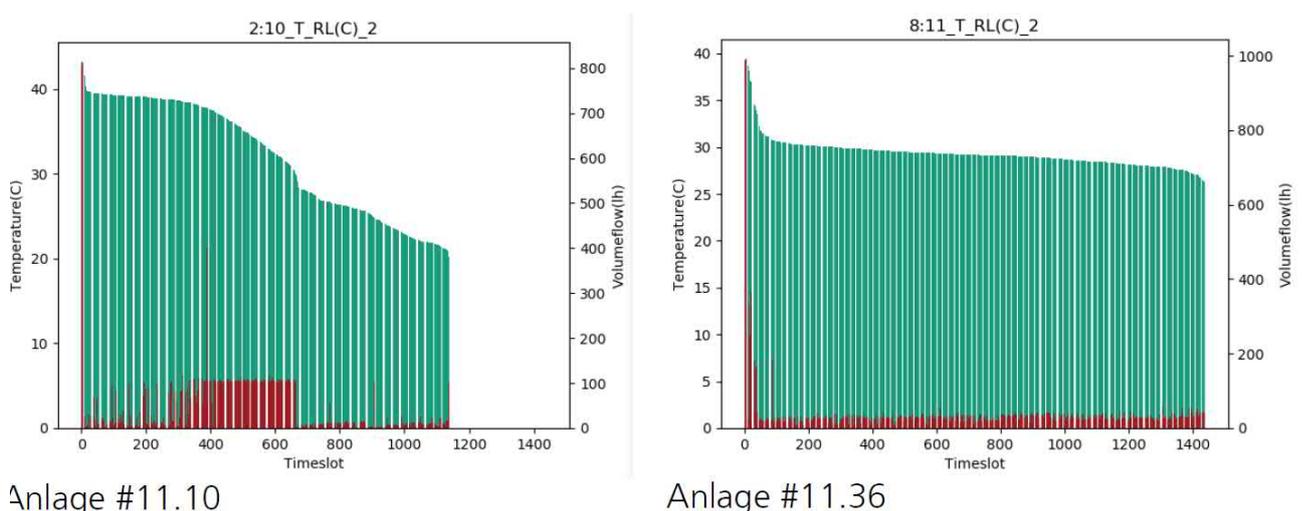
Die Anlage wurde mit einem System zur Datenerfassung ausgestattet. Hierfür wurde im Technikraum der Schaltschrank der Wärmeversorgungsanlage mit einer Erweiterung versehen. In dieser Komponente laufen u.a. die Wärmeverbräuche des Hausanschlusses für Heizung und Trinkwarmwasser auf. Die messtechnischen Systeme können optional erweitert werden, so dass eine Integration von Messwerten aus den Wohnungsstationen möglich ist.

Hierfür waren folgende Voraussetzungen erforderlich:

- Verlegen einer 230 V Versorgungsleitung zu jeder Wohnungsstation
- Verlegen einer M-Bus-Ringleitung über jede Wohnungsstation bis zum Schaltschrank im Heizungsraum
- Erweiterung der Wärmemengenzähler der Wohnungsübergabestationen mit 230 V Netzteil zur Spannungsversorgung und M-Bus Modul

4.6.2 Auswertung

Mit den beiden Darstellungen in Abbildung 14 werden zwei Wohnungsstationen detailliert für einen Tag in einer Auflösung von einer Minute analysiert. Die Daten sind dabei unter einer Sortierung der Rücklauftemperaturen dargestellt, wobei diesen die jeweiligen Volumenströme im Heizkreis zugeordnet bleiben.



Anlage #11.10

Anlage #11.36

Abbildung 14: Beispielhafte Darstellung der Messdaten aus den dezentralen Wohnungsübergabestationen unter sortierten Rücklauftemperaturen über einen Tag in einer zeitlichen Auflösung von einer Minute.
grün: Rücklauftemperatur, rot: Volumenstrom Heizkreis

Es zeigt sich, dass die Systeme sehr unterschiedlichen Betriebsbedingungen durch die Nutzer unterliegen und sich dadurch sehr verschiedene Niveaus in den Rücklauftemperaturen ausbilden.

Mit der folgenden Abbildung 15 werden im Betrachtungszeitraum der Jahre 2020 und 2021 die monatlich gemittelten Werte der energetisch gewichteten Rücklauftemperaturen in den einzelnen Wohnungsübergabestationen einer Hausanlage dargestellt. Jede Zeile ist dabei einer Wohnungsstation zuzuordnen.

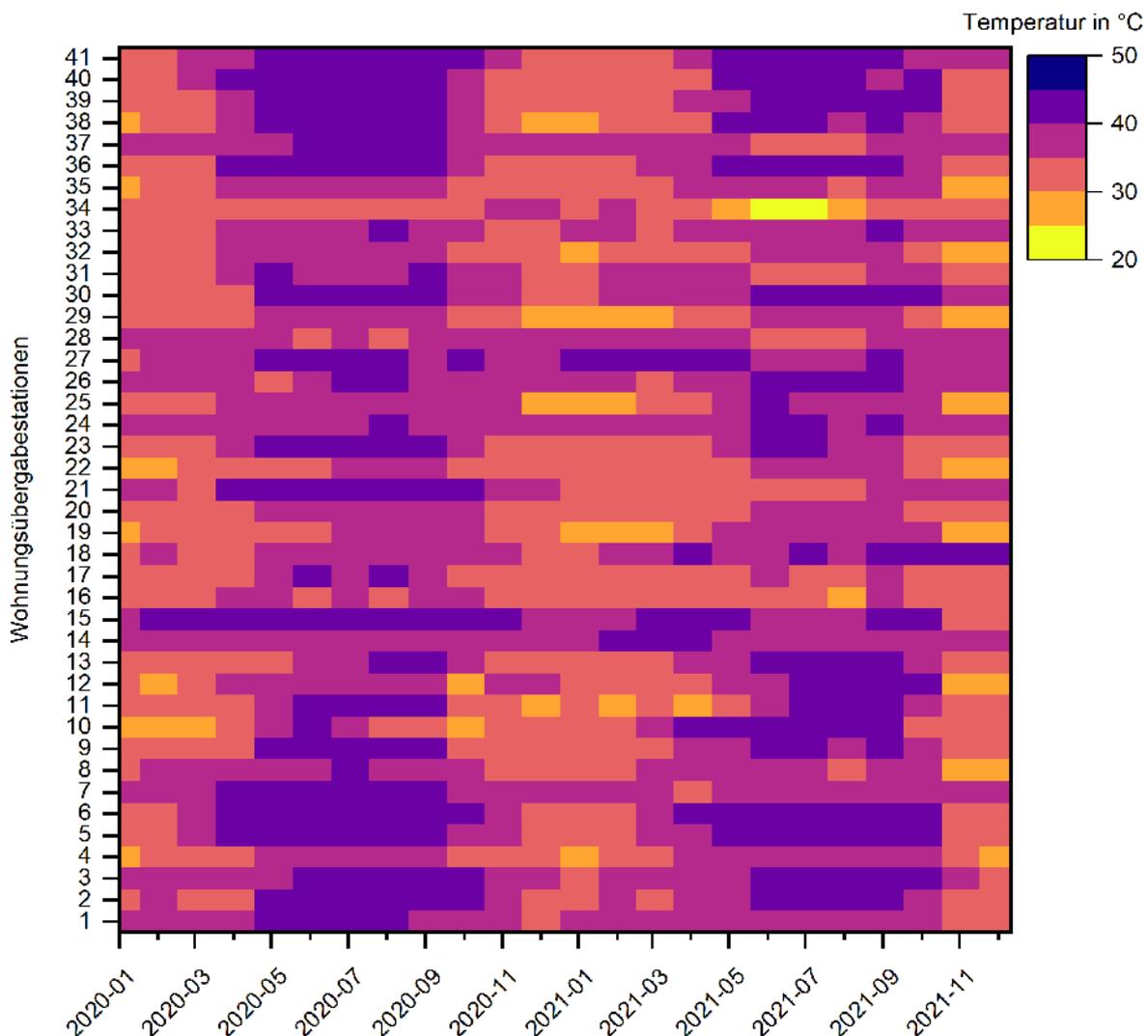


Abbildung 15: Monatliche Mittelwerte der energetisch gewichteten Rücklauftemperaturen in den einzeln messtechnisch angebotenen Wohnungsübergabestationen für den Zeitraum der Jahre 2020 und 2021

Im Vergleich zeigt sich zwischen den Stationen eine unterschiedliche Ausprägung der Temperaturniveaus, auf dem diese arbeiten. Im Wesentlichen liegt diesen ein saisonal geprägter Verlauf zu Grunde, der sich zwischen eine Phase in der Sommer- und Winterzeit unterteilen lässt.

Mit der folgenden Abbildung 16 werden die monatlichen Mittelwerte statistisch im Zusammenhang betrachtet. Weiterhin sind die jeweils jährlichen Mittelwerte in grün aufgetragen.

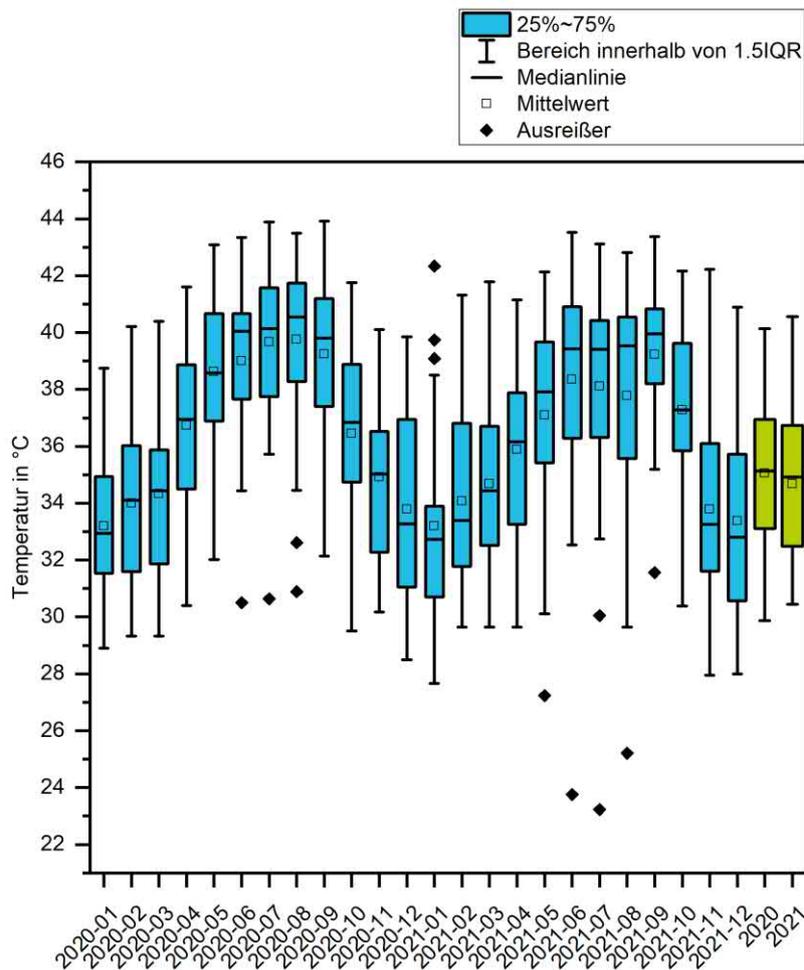


Abbildung 16: Monatliche Mittelwerte der energetisch gewichteten Rücklauftemperaturen in den einzeln messtechnisch angebotenen Wohnungsübergabestationen für den Zeitraum der Jahre 2020 und 2021 in blau, sowie als Jahreswerte in grün.

In dieser Darstellung ist das saisonale Verhalten noch einmal deutlich erkennbar.

In der Winterperiode sind mit dem überlagerten Heizbetrieb Temperaturniveaus von im Mittel ca. 34 °C vorhanden. In der Sommerzeit stellen sich höhere Temperaturen bis ca. 40 °C ein.

Die Standardabweichung liegt über den gesamten Betrachtungszeitraum bei etwa 10 K, was als relativ hoch anzusehen ist, da es sich bei den einzelnen Anlagen um baugleiche Systeme handelt und damit eigentlich ausschließlich der Nutzer mit seinem Zapfverhalten ausschlaggebend ist.

4.7. Vergleich Wohnungsstationen mit zentraler Trinkwassererwärmung

4.7.1 Hausanlagen mit Wohnungsstationen

In Abbildung 17 werden die energetisch gemittelten Rücklauftemperaturen aller Hausanlagen in Gutleutmatten mit Wohnungsstationen (2-Leiter Technik) dargestellt.

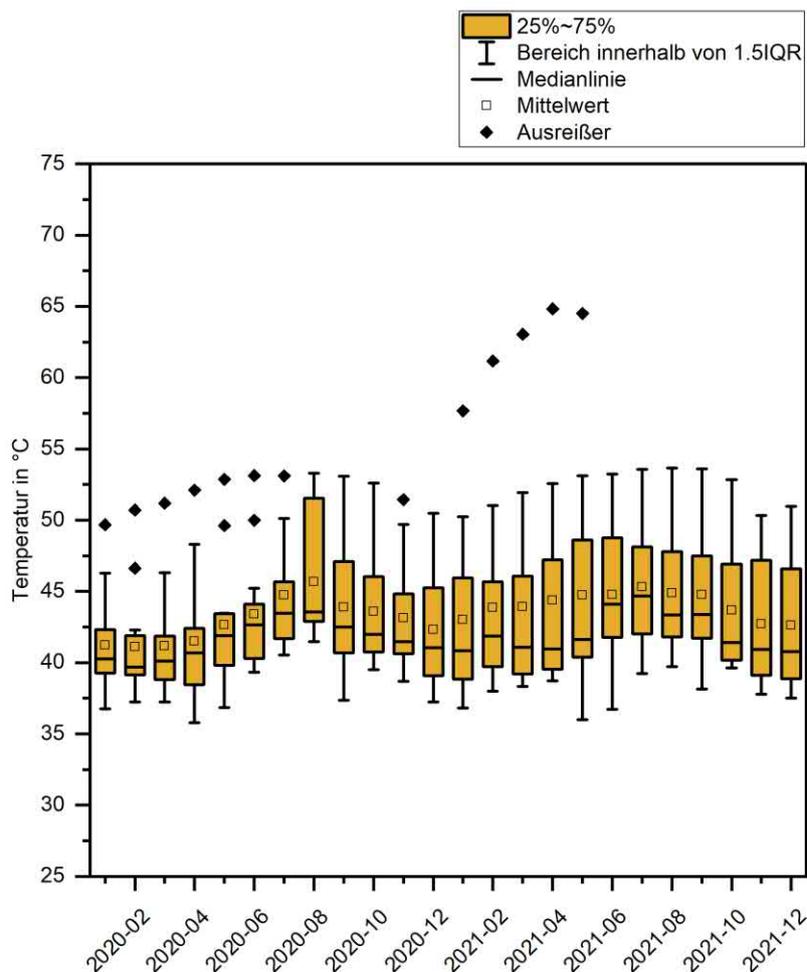


Abbildung 17: Monatswerte der Rücklauftemperaturen an den Fernwärme-Anschlusspunkten der Gebäude (HAST) gemittelt und nach Leistung gewichtet – für Anlagen mit 2-Leiter Verteilsystemen.

Mit dieser Analyse zeigen sich die Potenziale, welche mit dem Einsatz von dezentralen Systemen zur Trinkwarmwassererzeugung einhergehen. Im Mittel wird über die beiden untersuchten Jahre hinweg sehr häufig die angestrebte Rücklauftemperatur (leistungsgewichtet) von 40 °C unterschritten. In keiner der Wohnungen wird eine Zirkulation für TWW betrieben.

4.7.2 Hausanlagen mit zentraler Trinkwassererwärmung

In Abbildung 18 wird ein sehr starker saisonaler Effekt deutlich, der sich durch die Dominanz der Zirkulation für die Trinkwarmwassersysteme in der Sommerperiode und einer effektiven Auskühlung in der Heizperiode einstellt.

Die angestrebte Rücklauftemperatur von 40 °C wird energetisch gemittelt nur in wenigen Monaten unterschritten.

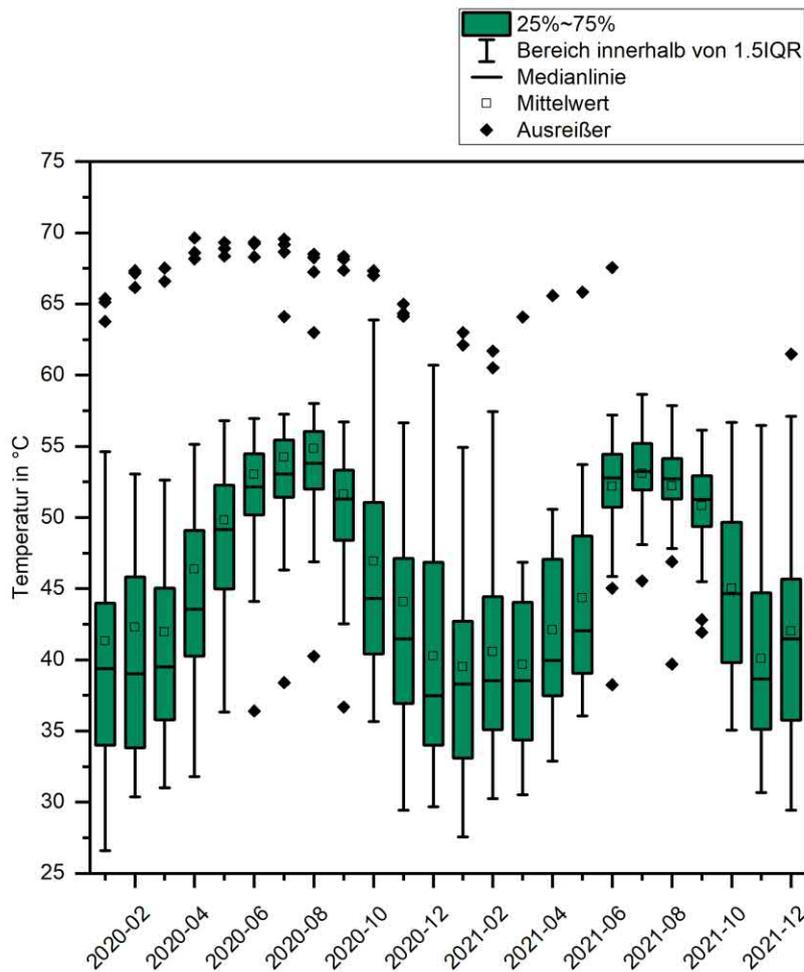


Abbildung 18: Monatswerte der Rücklauftemperatur an den Fernwärme-Anschlusspunkten der Gebäude (HAST) gemittelt und nach Leistung gewichtet – für Anlagen mit 4-Leiter Verteilsystemen.

5. Sonderlösungen Solarthermie

Während der Vorplanung hat sich ergeben, dass in einigen Gebäuden die zur Verfügung stehende Dachfläche zu knapp bemessen ist, um in den Sommermonaten eine hundertprozentige solare Versorgung über einen längeren Zeitraum zu gewährleisten.

Folgende Merkmale führen zu einer zu geringen Kollektorfläche:

a) Hohe Gebäude:

Gebäude, deren Dachfläche im Verhältnis zur Nutzfläche gering ist, also hohe Gebäude mit 5 und mehr Geschossen.

b) Schmale Gebäude:

Laut Bebauungsplan dürfen in einem Randstreifen von 1,50 m keine Kollektoren installiert werden. Dies führt bei schmalen Gebäuden zu einem ungünstigeren Verhältnis von Kollektor-Aufstellfläche zur gesamten Dachfläche.

Bei diesen Gebäuden müssen also Sonderlösungen gefunden werden, um das Wärmenetz abschalten zu können. Denkbar sind:

- Höherer Solarertrag durch hochwertigere Kollektoren, z.B. Vakuumröhrenkollektoren.
- Höherer Solarertrag durch Einbau von Wohnungsstationen
- Höherer Solarertrag durch Ausrichtung der Kollektoren nach Süden (bisher ist aus gestalterischen Gründen eine Ausrichtung der Kollektorreihen parallel zu den Gebäudekanten vorgesehen, was einer Abweichung von 30° SW entspricht).
- Deckung des Restwärmebedarfs elektrisch, z.B. durch Heizstab oder Durchlauferhitzer.
- Transport überschüssiger Solarwärme von anderen Gebäuden, entweder durch das vorhandene Wärmenetz oder zusätzliche Rohrleitungen.
- Zeitweise, kurzzeitige Unterschreitung der Solltemperaturen.

5.1. 6-geschossige Gebäude

Es hat sich gezeigt, dass die Dachfläche auch bei 6-geschossigen Gebäuden grundsätzlich für die notwendige Anzahl von Kollektoren ausreicht. Dies gilt in der Regel auch dann, wenn die freien Dachflächen durch Zwangspunkte (Aufzugsüberfahrt, Oberlichter, Dachventilatoren für die kontrollierte Wohnungslüftung) eingeschränkt sind.

Nur wenn außerdem größere Flächen für andere Nutzungen (z.B. Dachterrasse) gewünscht sind, müssen für die Kollektoren Sonderlösungen entwickelt werden.

Bei den 6-geschossigen Gebäuden sind größere Flächen für Dachterrassen und Fluchtwege gewünscht bzw. notwendig. Wenn hierzu ungünstige Zwangspunkte (Aufzugsüberfahrt, Oberlichter, Lüftungsleitungen) hinzukommen, sind für die Kollektoren Sonderlösungen erforderlich.

Folgende Lösungen wurden verwendet, um die zur Verfügung stehende Fläche maximal auszunutzen:

- Standard-Flachkollektoren, jedoch stark zerstückelte Kollektorreihen
- Horizontal liegende Vakuum-Röhrenkollektoren

5.1.1 Flachkollektoren

Bei einem 6-geschossigen Gebäude waren zunächst zwei Dachterrassen gewünscht. Daher wurden Flachkollektoren in drei kompakten Kollektorreihen vorgesehen (Abbildung 19).

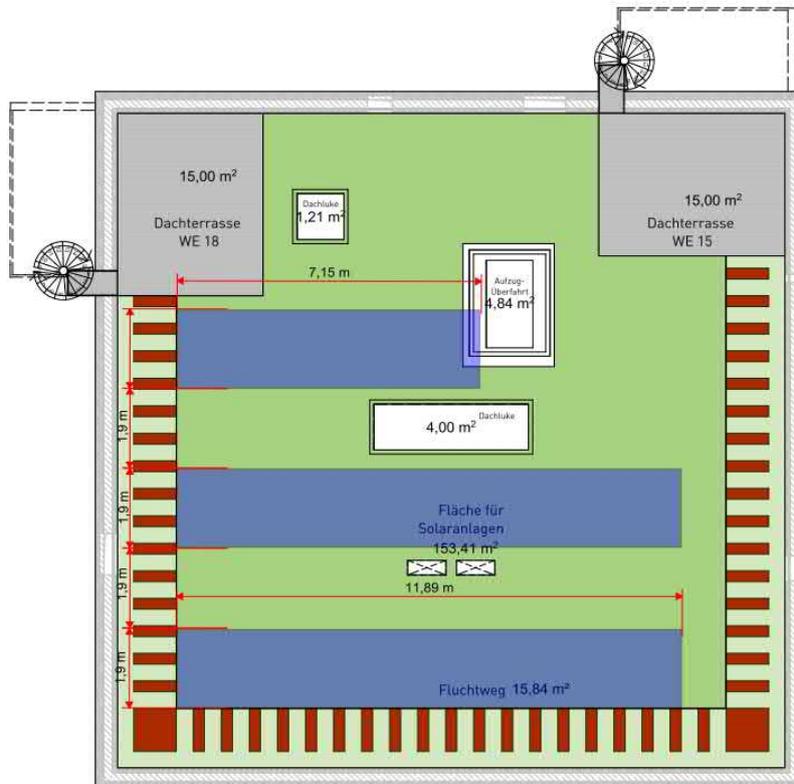


Abbildung 19: Dachaufsicht eines 6-geschossigen Gebäudes mit Kollektorfeld (Vorplanung)

Im weiteren Planungsverlauf wurde jedoch eine größere, zusammenhängende Dachterrasse auf der Südseite gewünscht. Die Kollektoren wurden daher auf der verbleibenden Dachfläche in jetzt sieben Kollektorreihen angeordnet (siehe Abbildung 20).

Durch die größere Zahl an Kollektorreihen entsteht ein erheblicher Mehraufwand für:

- Zusätzliche Verrohrung zwischen den Kollektorreihen
- Zusätzliche Armaturen für Entlüftung, Absperrung, hydraulischen Abgleich
- Inbetriebnahme (separates Spülen und Entlüften jeder einzelnen Kollektorreihe)

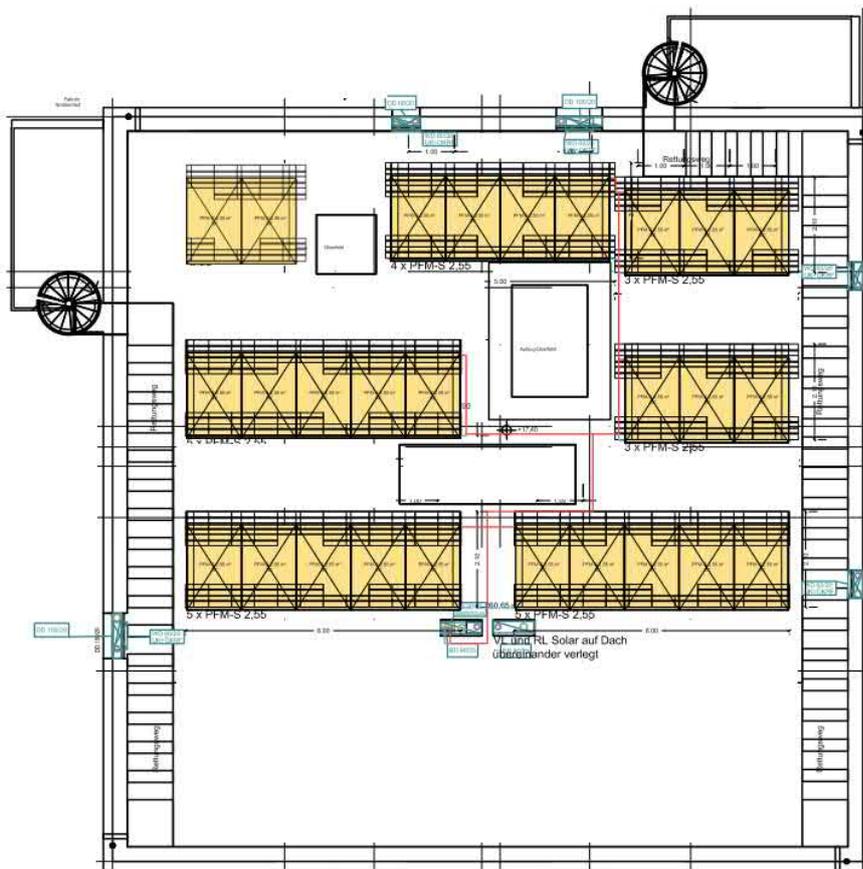


Abbildung 20: Dachaufsicht eines 6-geschossigen Gebäudes (Ausführungsplanung): Flachkollektoren in sieben Kollektorfeldern + Dachterrasse (Kollektorfläche 63 m², Aufstellwinkel 30°, Reihenabstand = projizierte Kollektorlänge)

5.1.2 Vakuum-Röhrenkollektoren

Bei zwei 6-geschossigen Gebäuden, auf denen größere Flächen für Dachterrassen gewünscht sind, wurden horizontal liegende Vakuum-Röhrenkollektoren installiert.

Bei diesem Kollektortyp können die Kollektorfelder ohne Reihenabstand direkt hinter und nebeneinander montiert werden. Die in Ost-West-Richtung liegenden Röhren können so gedreht werden, dass der Absorber verschattungsfrei um 30° nach Süden geneigt ist.

Somit kann einerseits die notwendige Kollektorfläche auch auf der begrenzten Dachfläche untergebracht werden und es bleibt noch etwas Platz für mögliche andere Nutzungen (z.B. Dachterrasse).

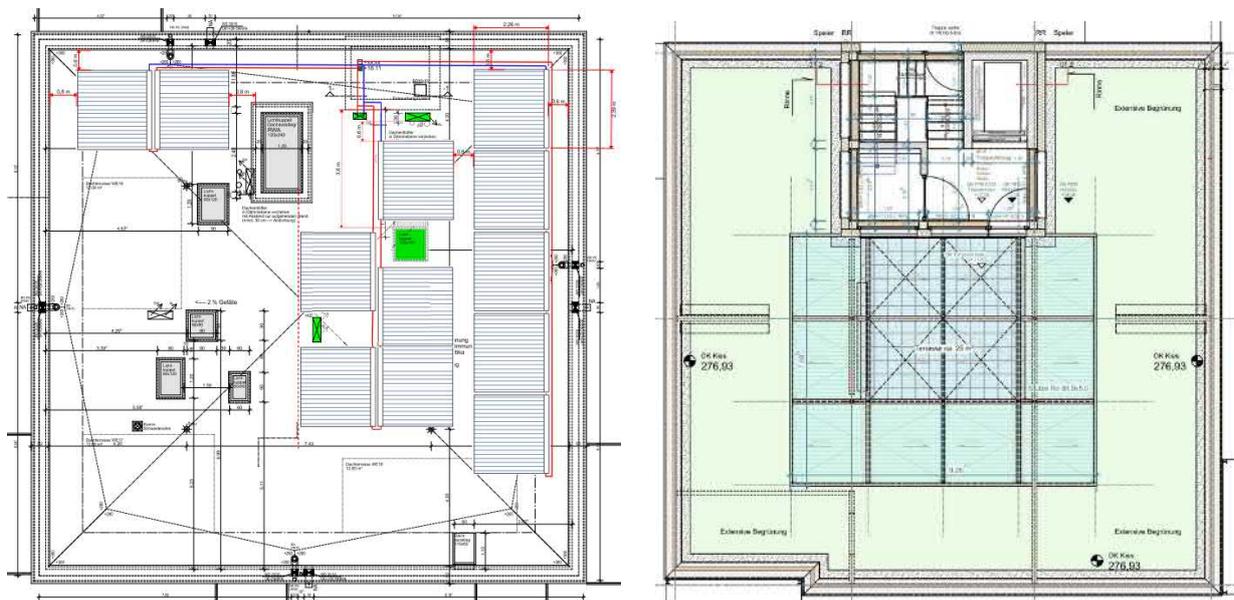


Abbildung 21: Dachaufsichten der Gebäude mit Vakuum-Röhrenkollektoren



Abbildung 22: Vakuump-Röhrenkollektor-Anlage „Solaris“: Gesamtansicht während der Montage



Abbildung 23: Vakuump-Röhrenkollektor-Anlage „Solaris“ (Detail): Die Röhren mit den Absorberstreifen sind um 30° in Richtung Süden (rechts) gedreht.

5.2. 9-geschossiges Gebäude

Sogar beim 9-geschossigen Gebäude reicht die Dachfläche für die notwendige Anzahl von Kollektoren aus. Dies liegt an den günstigen Randbedingungen, denn auf diesem Gebäude sind „nur“ zwei Oberlichter, eine Aufzugsüberfahrt, jedoch keine Dachventilatoren oder Dachterrassen vorhanden.

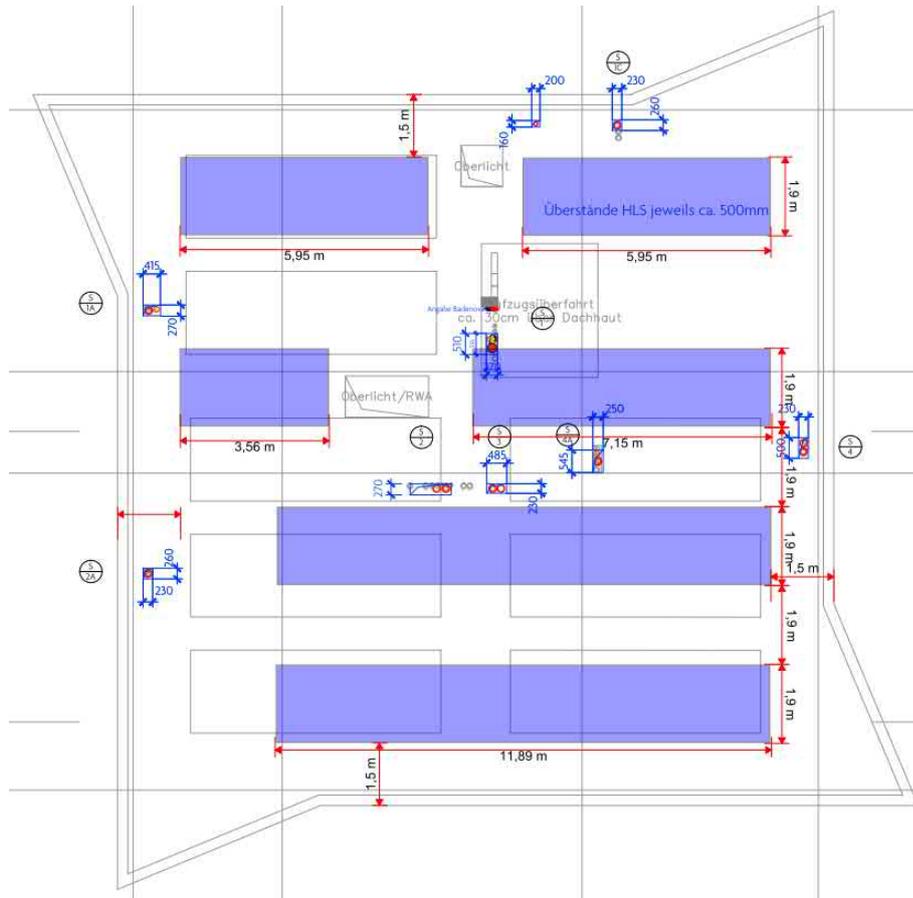


Abbildung 24: Dachaufsicht des 9-geschossigen Gebäudes mit Kollektorfeld

6. Öffentlichkeitsarbeit

6.1. Führungen und Vorträge

6.1.1 Führungen

06.03.2018 badenova Energietour



6.1.2 Vorträge

- 13.06.2018 Symposium Solarthermie, Bad Staffelstein: Technik für die Wärmewende, SOLARTHERMIE UND WÄRMENETZE
- 25.10.2018 LOCAL RENEWABLES 2018, Freiburg: URBAN TRANSFORMATION TO A CIRCULAR ECONOMY: Circular Heating and Cooling, Study Tour to the urban development area "Gutleutmatten"
- 21.04.2021 Berliner-Energietage 2021: Wärmewende im Kontext des integrierten Energiesystems (online)
- 13.07.2021 AGFW/SW.aktiv: »Klimaneutrale Wärme – Konzepte, Erfahrungen und Lessons Learned aus Forschung und Praxis«, Experten-Workshop (online)

7. Anhang

7.1. Förderbedingungen Wohnungsstationen

badenova WÄRMEPLUS fördert besonders effiziente Wohnungsstationen!

Wer wird gefördert?

- › Alle Eigentümer, die in Freiburg im Baugebiet Gutleutmatten ein Gebäude errichten und bei Ihrer eingesetzten Anlagentechnik auf höchste Effizienz setzen.
- › Damit stellen Sie sicher, dass Sie eine technisch ausgereifte Wohnungsstation erhalten, welche die Solarwärme optimal ausnutzt und besonders niedrige Rücklauftemperaturen ermöglicht.

Was wird gefördert?

- › Wohnungsstationen, die unsere Anforderungen erfüllen und dies durch die Prüfung eines unabhängigen Prüfinstituts bestätigen können.
- › Folgende Produkte erfüllen die Förderkriterien und werden von badenovaWÄRMEPLUS für den Einbau vorgeschlagen. Die Erfüllung der Anforderungen wurde durch ein unabhängiges Prüfinstitut bestätigt.
 - › Meibes System-Technik GmbH, Logo Comfort 600, Art. Nr. 11104.23
 - › pewo Energietechnik GmbH, pewoTherm T 50 TFS mit Wärmeübertrager WP24-29
 - › YADOS Vertriebs GmbH, YADO|HOME 0D-xH-1DD (55kW)
 - › Oventrop GmbH & Co. KG Regudis W-HTE und Regudis W-HTF
- › Für **technische Informationen** setzen Sie sich bitte direkt mit den zuständigen Technikberatern in Verbindung. Es sind verschiedene Konfigurationen vom Betrieb mit Heizkörpern bis zum Anschluss von Fußbodenheizung möglich.

Für die Förderung sind außerdem folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- › In der Wohnungsstation ist keine Warmwasserzirkulation vorhanden.
- › Das der Wohnungsstation nachgeschaltete Leitungsvolumen darf 3 Liter nicht übersteigen (siehe auch DVGW Arbeitsblatt W 551, Absatz 5.2.1).
- › badenova WÄRMEPLUS garantiert eine Vorlauftemperatur von 55 °C auf der Primärseite der Wohnungsstation. Bei den o.g. Wohnungsstationen bedeutet dies eine Warmwassertemperatur von 45 °C bei einer Zapfmenge von ca. 16 l/min).
- › Es wird maximal eine Wohnungsstation je Wohneinheit gefördert.

Wie wird gefördert?

- › Zur Inbetriebnahme Ihrer Anlage wird vor Ort geprüft, welche Station eingebaut wurde. Wurde ein Produkt eingebaut, welches die Kriterien erfüllt, wird ein Bonusbetrag von 1.050 € je Wohnungsstation vergütet.
- › Ein Rechtsanspruch auf die Förderung besteht nicht.

Ihr Ansprechpartner

- › Alexander Ripka
Tel. 0761 279-2218
alexander.ripka@badenova.de

Gefördert durch den
Innovationsfonds
Klima- und Wasserschutz

badenova
Energie.Tag für Tag

**badenova WÄRMEPLUS**
Intelligente Lösungen. Tag für Tag

Stand 12.09.2019

7.2. Mustervereinbarung Wohnungsstationen

Vereinbarung über die Förderung besonders effizienter Wohnungsstationen im Neubaugebiet Gutleutmatten durch badenovaWÄRMEPLUS

zwischen

badenovaWÄRMEPLUS GmbH & Co. KG, Tullastraße 61, 79108 Freiburg („badenovaWÄRMEPLUS“)

und

Erwerber: _____

vertreten durch:

Name, Vorname: _____

Straße, Nr. _____ PLZ, Ort: _____

Daten zum Objekt

Flurstücknummer: _____ Anzahl der Wohneinheiten: _____

Anzahl förderungsfähiger Wohnungsstationen: _____ Stück

Fabrikat: _____ Typ: _____

Maximaler Förderbetrag: _____ €

Vereinbarung

badenovaWÄRMEPLUS verpflichtet sich, für das o.g. Objekt bei Erfüllung der Förderbedingungen eine Förderung bis zur Höhe des o.g. maximalen Förderbetrags zu gewähren. Diese Zusage ist befristet bis zum _____.

Der Erwerber gestattet im Rahmen des Forschungsprojekts die Erfassung und anonymisierte Auswertung von Messwerten an den Wohnungsstationen (Wärmemenge, Durchfluss, Temperatur) für die Dauer von 6 Jahren ab Bezugsfertigkeit des Gebäudes. Die geltenden Datenschutzbestimmungen sind einzuhalten.

Es gelten die Förderbedingungen vom 11.06.2015 (siehe Anlage).

Freiburg, den _____

badenovaWÄRMEPLUS GmbH & Co. KG

Erwerber