

Kühlen mit Freien Heizflächen

Ein Beitrag zur Optimierung von Bestandsheizungsanlagen in Wohngebäuden über den ganzjährigen Betrachtungszeitraum

Manuel Kornmacher¹, André Kremonke²

Kurzfassung: Im Beitrag wird die Umsetzung einer Systemlösung zur Realisierung eines CO₂-neutralen Wohngebäudebestandes sowie zur Vermeidung der sommerlichen Überhitzung von Bestandswohngebäuden am Beispiel eines Mehrfamilienhauses mit 36 Wohneinheiten aufgezeigt.

Keywords: Wärmepumpe, Kühlung, Simulation, Monitoring, Wohngebäude, Gebäudebestand

1. Motivation

In Bezug auf den deutschen Gebäudebestand sehen die Autoren aktuell zwei große Herausforderungen. Zum einen ist es das Absenken der, durch die Gebäudenutzung resultierenden, Treibhausgas-Emissionen und zum anderen die Vermeidung der Überhitzung von Wohnräumen während sommerlicher Hitzeperioden.

Wie in Abb. 1 dargestellt, trägt der Gebäudebestand in Deutschland zu etwa 27 % am Endenergieverbrauch und zu ca. 18 % an den CO₂e-Emissionen bei.

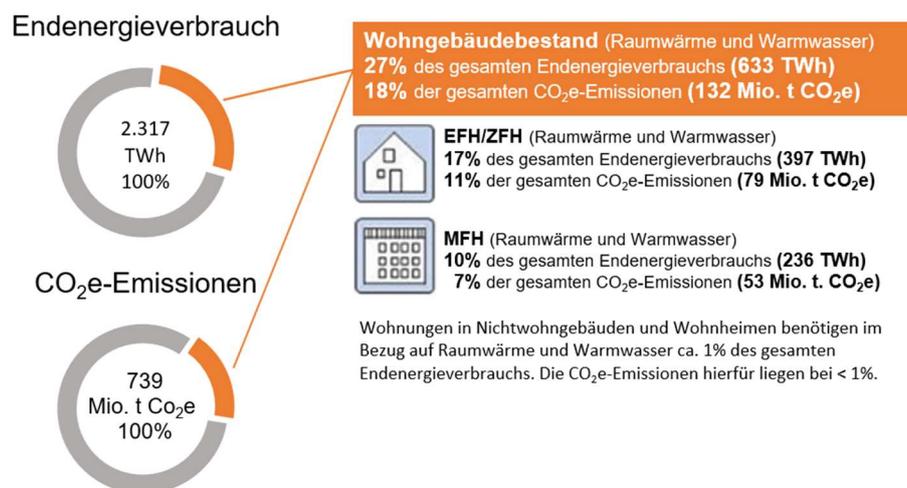


Abbildung 1: Endenergieverbrauch sowie CO₂e-Emissionen des dt. Gebäudebestandes [1]

Für den Gebäudesektor wird ein CO₂e-Reduktionsziel von 68 % gegenüber 1990, also eine Reduzierung von 193 Millionen Tonnen auf 62 Millionen Tonnen, angestrebt.[2]

Eine Klimaneutralität des Gebäudebestandes soll bis 2045 erreicht werden.[3]

Das größte Potenzial zur Senkung von Treibhausgas-Emissionen liegt, nach der Auffassung der Autoren, dabei zum einen in der energetischen Sanierung der Bestandswohngebäude jedoch verstärkt in der Ausstattung mit effizienter Anlagentechnik.

Eine weitere Herausforderung für den Gebäudebestand ist der Klimawandel und der damit verbundene Anstieg der Temperaturen, inklusive sommerlicher Hitzeperioden.

Die klimatischen Veränderungen wirken sich auf vielfältige Art auf die Gebäude sowie die Nutzung der Gebäude aus.

¹ DZH-Schepitz GmbH, ext. Doktorand TU Dresden, +49-351-3365654, mko@dzh.de, www.dzh.de

² TU Dresden, +49-351-463-35345, andre.kremonke@tu-dresden.de, www.tu-dresden.de/mw/kueha

Die höheren Temperaturen führen bei den, in den Gebäuden lebenden und arbeitenden, Menschen zu einer Zunahme von Hitzestress. Dieser ist wiederum der Auslöser für gesundheitliche Symptome wie Kreislaufprobleme, Erschöpfung und Leistungsminderung. Zudem erhöht sich auch die Gesamtmortalität durch Hitzschlag, Dehydrierung sowie Herz- und Kreislauferkrankungen [4]. Dieser Effekt wird noch verstärkt, da sich die Abkühlphase über Nacht verkürzt und die Gebäude nicht genügend abkühlen können [3].

In urbanen Gebieten wird die Wirkung der Hitze nochmals verstärkt, da durch die enge Bebauung und den hohen Anteil von versiegelten Flächen Wärme zusätzlich gespeichert wird [3]. Es entsteht das in Abb. 2 dargestellte Phänomen der Hitze- bzw. Wärmeinseln.

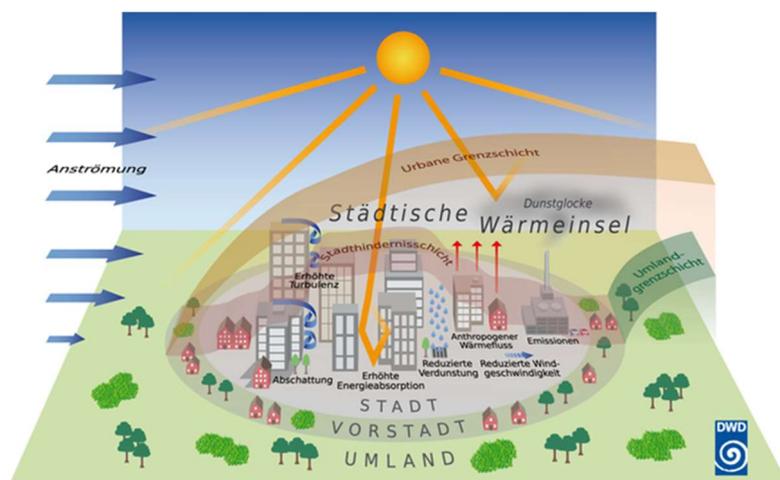


Abbildung 2: Städtische Wärmeinseln [6]

Die klimatischen Veränderungen bewirken also, dass der Bedarf an Heizenergie geringer wird und der Bedarf an Kühlenergie sich vergrößert [3]. Dies verdeutlicht auch noch einmal die nachfolgende Abb. 3 am Beispiel der Stadt Leipzig. In dieser Abbildung ist der Mittelwert der Jahrestemperatur vom Beginn der Messwertaufzeichnungen im Jahr 1851 bis in das Jahr 2023 aufgetragen. Es ist ein deutlicher Anstieg der Mitteltemperatur erkennbar. Im Jahr 2023 betrug diese 11,4 °C.

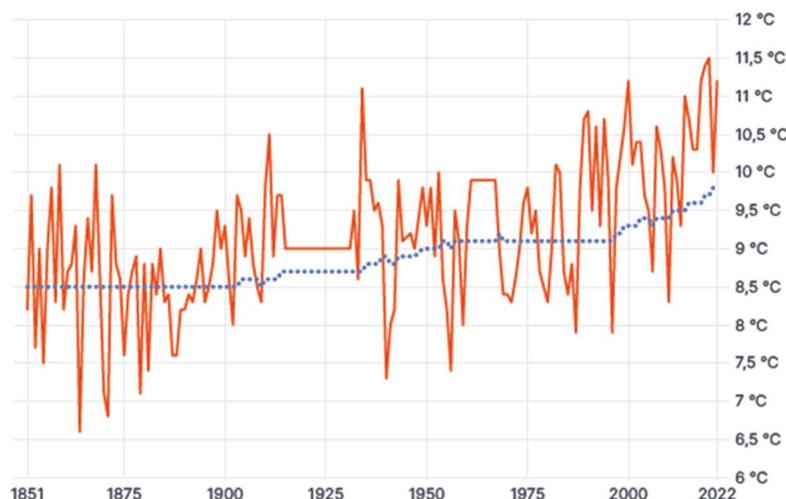


Abbildung 3: Mittelwert der Jahrestemperatur in Leipzig von 1851 bis 2022 [7]

Dem entgegen ist jedoch der größte Teil der Bestandsgebäude in Deutschland nicht mit Möglichkeiten zur sommerlichen Raumkühlung ausgestattet. Für diese Bestandsgebäude bedeutet dies, dass Lösungen benötigt werden, die eine Raumkühlung ermöglichen, ohne dass die angestrebten Klimaziele gefährdet werden [3]. Eine Nachrüstung mit beispielsweise Kompressions-Kältemaschinen bedeutet, dass die Kühlung von Räumen zur Erzeugung von mehr CO₂e-Emissionen führt. Kälteanlagen im Bereich der Gebäudeklimatisierung sind bereits heute für ca. 1 % der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland verantwortlich. Dahingehend werden neue Ansätze zum Kühlen von Gebäuden benötigt.

An der TU Dresden wurden im Rahmen des erfolgreich abgeschlossenen Projektes KUEHA³ [8], die Voraussetzungen für die Umsetzung einer Systemlösung für beide Problemstellungen entwickelt. Diese Lösung wird im Rahmen des Projektes KUEHASystem⁴ einer Praxiserprobung unterzogen. Bei dieser Lösung setzen die Autoren vorzugsweise auf den Einsatz von Wärmepumpentechnologien, da diese zur Wärme- und Kältebereitstellung genutzt werden können. Besonders effizient ist die Kältebereitstellung beim Einsatz von Sole-Wasser-Wärmepumpen, da der Sole-Kreislauf auch ohne Wärmepumpenbetrieb im Sommer als Wärmesenke genutzt werden kann. Die Autoren gehen davon aus, dass sich darüber eine deutlich bessere Regeneration des Erdreichs für den Winterbetrieb erreichen lässt.

Alternativ kann dies zu einer Einsparung von Investitionskosten durch Reduzierung der Sondenmeter führen oder die Möglichkeit eröffnen die geothermische Anlage, statt mit einem Frostschutz-Wasser-Gemisch, lediglich mit Wasser zu betreiben. Für die Übergabe der Kühlenergie an den Raum werden Freie Heizflächen genutzt.

2. Ausgangssituation

Die Systemlösung wurde erstmalig in einem signifikanten Maßstab von der Wohnungsgenossenschaft Transport eG in einem Bestandswohngebäude (siehe Abb. 4 und 5) umgesetzt.



Abbildung 4: Gebäudeansicht Ost



Abbildung 5: Gebäudeansicht West

Das Feldtestobjekt, im weiteren MFH-Wogetra-2 genannt, befindet sich im Leipziger Norden und wie in Abb. 6 dargestellt, in einem dicht bebauten Mischgebiet aus Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie mehrerer Kleingartenanlagen.

³ EnOB: KUEHA – Erprobung und Demonstration einer neuartigen Systemlösung zur sommerlichen Raumkühlung unter besonderer Berücksichtigung von Energieeffizienz und Praxistauglichkeit.

⁴ KUEHASystem – Ganzjährige Gesamtsystemoptimierung zur Reduzierung der CO₂-Emissionen von Bestandheizungsanlagen – Demonstration einer Systemlösung für Heizen und Kühlen



Abbildung 6: Geografische Lage des Objektes sowie Einordnung im Stadtgebiet

Das Gebäude wurde im Jahre 1962 erbaut und entspricht dem, zu der Zeit typischen, Baustandard der Wohnungsbauserie L4 IW/58.

Das Objekt, welches 1992 saniert wurde, umfasst 36 Wohneinheiten. Diese teilen sich auf 4 Aufgänge, 4 Regelgeschosse sowie auf das im Jahr 2006 erschlossene Dachgeschoss auf. Die Gesamtwohnfläche beträgt ca. 2.450 m².

Im Rahmen der Sanierung wurde u.a. der Wärmeschutz verbessert und die Ofenheizung durch eine Zentralheizungsanlage abgelöst.

Die Bestandsanlage, welche bis zum Jahr 2023 in Betrieb war, bestand aus zwei 70 kW Ölkesseln sowie einem 500 l Warmwasserspeicher. Verdeutlicht wird dies in der Heizraumansicht gemäß Abb. 7 sowie dem hydraulischen Fließbild der Bestandsanlage nach Abb. 8.



Abbildung 7: Heizraumansicht der Bestandsanlage

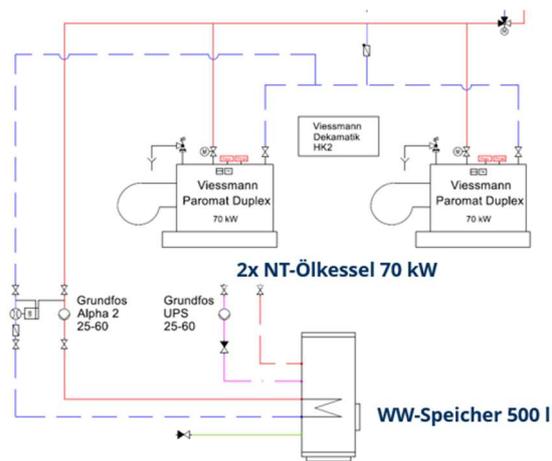


Abbildung 8: Anlagenschema der Bestandsanlage

Der Gebäudetyp repräsentiert, einschließlich der Sanierungsmaßnahme und der Bestandsheizungsanlage, einen großen Anteil der Bestandswohngebäude in Ostdeutschland, sodass die Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben sehr gut skaliert werden können. Weiterhin ist eine Übertragbarkeit auf andere Gebäudetypen ebenfalls gegeben.

3. Voruntersuchung

Vor der Umsetzung der Systemlösung erfolgten umfangreiche Untersuchungen hinsichtlich der Umsetzbarkeit. Zunächst wurde aus den Bestandsunterlagen und Vor-Ort-Begehungen ein Gebäudemodell abgeleitet, welches in Abb. 9 dargestellt ist.



Abbildung 9: Modell des Feldtestgebäudes MFH-Wogetra-2

Anhand dieses Gebäudemodells wurden unter anderem die Lastberechnungen nach DIN EN 12831 (Gebäudeheizlast = 85 kW) sowie nach VDI 2078 (Kühllast am CDD = 114 kW) durchgeführt. Weiterhin wurde anhand einer gekoppelten Gebäude- und Anlagensimulationsrechnung die Energieflüsse für die Bereitstellung der Nutzenergie für die Raumheizung sowie für die Warmwasserbereitung ermittelt. Dargestellt sind diese im nachfolgenden Sankey-Diagramm (Abb. 10).

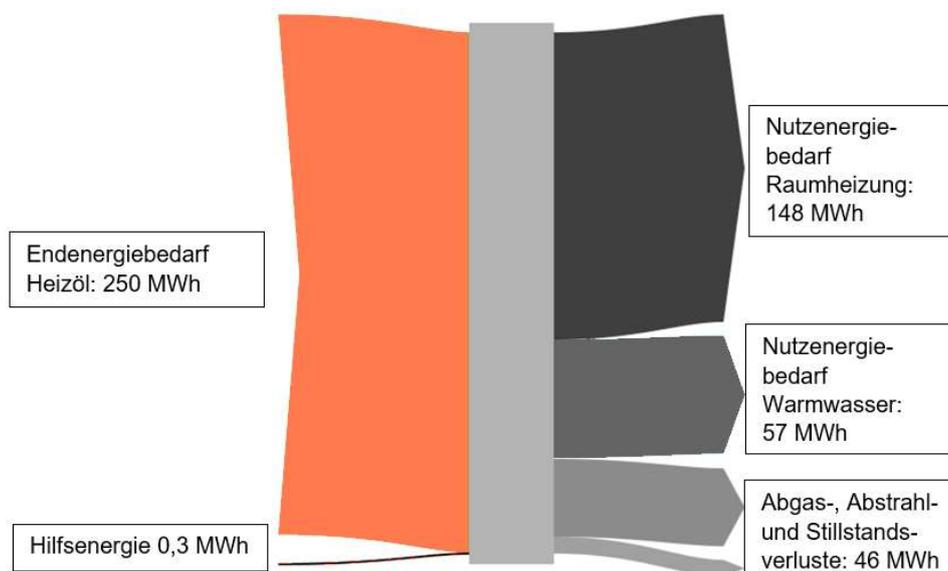


Abbildung 10: Energieflüsse der Bestandsanlage

Der Endenergiebedarf von 250 MWh zur Bereitstellung von 148 MWh Heizenergie zur Raumbeheizung und 57 MWh für die Warmwasserbereitung entspricht einem Endenergieverbrauch von 102 kWh/(m²a) und CO₂e-Emissionen von 32 kg/(m²a), bezogen auf die Wohnfläche des Gebäudes.

Im Vergleich dazu beträgt der Endenergieverbrauch im deutschen Wohngebäudebestand 167 kWh/(m²a) und die CO₂e-Emissionen 34,7 kg/(m²a).

Bezogen auf den Mehrfamilienhausbestand reduziert sich der Endenergieverbrauch auf 155,6 kWh/(m²a). Der Wert der CO₂e-Emissionen bleibt konstant.

Neben der energetischen Bewertung des Gebäudes erfolgte zudem eine Potenzialabschätzung hinsichtlich des Kühlpotenzials bei einer Kühlung über Freie Heizflächen. Untersucht wurde das Absenkpotenzial der Übertemperaturgradstunden bei Kühlung über freie Heizflächen gegenüber dem ungekühlten Vergleichsfall.

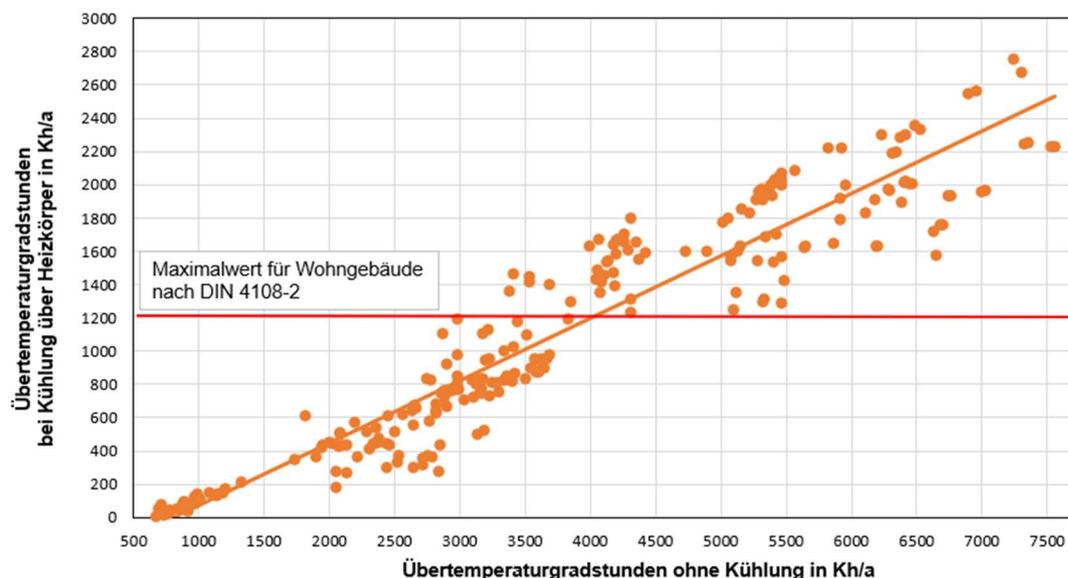


Abbildung 11: Übertemperaturgradstunden ohne Kühlung im Vergleich zur Kühlung über Freie Heizflächen

Die vorstehende Abb. 11 zeigt dabei ein deutliches Absenkpotenzial. Die extremen Übertemperaturgradstunden zwischen 6.000 und 7.600 Kh/a werden ausschließlich in den nachträglich ausgebauten Dachgeschosswohnungen erreicht, was wiederum auf einen schlechten Ausbauzustand zurückzuführen ist. Der Nachweis dieser hohen Werte konnte auch mittels Raumtemperaturmessungen in einer Dachgeschosswohnung während des letzten Sommers nachgewiesen werden. Die Raumtemperaturen lagen über signifikante Zeiträume hinweg bei über 34 °C. Die nachfolgende Abb. 12 zeigt exemplarisch den Verlauf über eine Woche aus dem Sommer 2022.

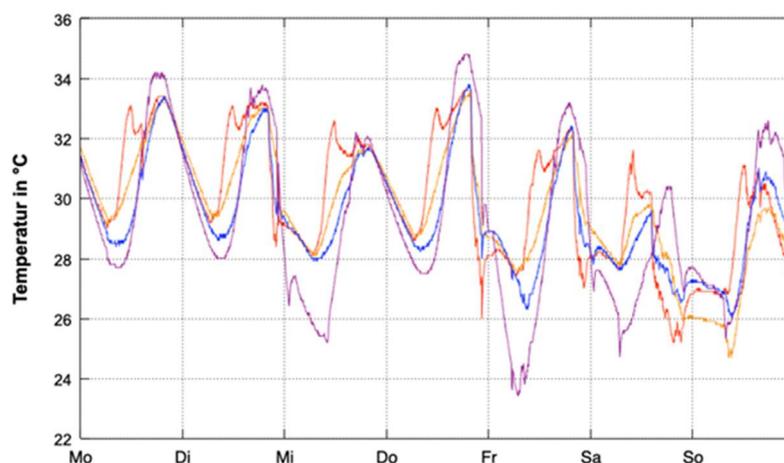


Abbildung 12: Verlauf der Raumtemperaturen einer Dachgeschosswohnung während anhaltend hoher äußerer Wärmebelastungen

Im Rahmen der Vorplanung erfolgte hinsichtlich der Wärme- und Kältebereitstellung weiterhin eine Vergleichsbetrachtung zwischen 7 verschiedenen Konzepten zur Wärme- und Kältebereitstellung. Diese wurden hinsichtlich der Investitions- und Betriebskosten, der Umsetzungsmöglichkeiten, vor allem aber auch hinsichtlich der ökologischen Wirkung bewertet.

Untersucht wurden nachfolgende Varianten:

Variante 1:

Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Freier Kühlung und elektrischer Nachheizung

Variante 2:

Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Freier Kühlung in Kombination mit einem Gas-Brennwertkessel

Variante 3:

Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Freier Kühlung in Kombination mit einem BHKW

Variante 4:

Fernwärmenutzung in Kombination mit einer Kompressionskältemaschine

Variante 5:

Luft-Wasser-Wärmepumpe umschaltbar auf Kühlbetrieb mit elektrischer Nachheizung

Variante 6:

Luft-Wasser-Wärmepumpe umschaltbar auf Kühlbetrieb in Kombination mit einem Gas-Brennwertkessel

Variante 7:

Öl-Brennwertkessel in Kombination mit einer Kompressionskältemaschine

Variante 7 wurde dabei nur als Benchmark und nicht mit Hinblick auf eine eventuelle Umsetzung betrachtet. Hinsichtlich der Umsetzbarkeit haben die Sole-Wasser-Wärmepumpenanwendungen den großen Vorteil, dass die Wärmequelle überbaut werden kann und somit kein Platzbedarf beansprucht wird und auch keine Geräuschemissionen mit der Nutzung der Wärmequelle verbunden sind. Angesichts der aktuellen Verwerfungen auf dem Energiemarkt war eine ökonomische Bewertung mit einer hinreichenden Genauigkeit schwierig. Unter Berücksichtigung verschiedenster Szenarien zeichnete sich jedoch **Variante 2**, trotz hoher Investitionskosten, als Vorzugsvariante gegenüber den Alternativen ab. Zusammengefasst bietet Variante 2 nachfolgende Vorteile:

- deutliche CO₂e-Einsparung gegenüber der Bestandsanlage,
- wirtschaftlichste Variante (inkl. Förderung),
- hohe Resilienz aufgrund des bivalenten Versorgungsprinzips sowie zwei Energieträger (Strom und Gas),
- kein Platzbedarf für und Geräuschemission durch den Verdampfer,
- hohe Leistungszahl der Wärmepumpe durch Geothermie-Nutzung,
- bessere Regeneration der Quellenanlage durch den Kühlbetrieb und
- marginale Kosten für die Kältebereitstellung (nur Kosten für den Antrieb der Umwälzpumpen).

Da die Realisierung einer effizienten Wärmepumpenlösung eine Absenkung der Vorlauftemperatur erfordert, wurde diesbezüglich der Austauschbedarf an Heizflächen zur Gewährleistung einer ausreichenden Beheizung ermittelt. Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt das Ergebnis der Untersuchung. Da beim betrachteten Gebäudetyp der Dachgeschossausbau ungewöhnlich ist wird zur besseren Einordnung das Ergebnis mit und ohne Berücksichtigung des Dachgeschosses ausgewiesen.

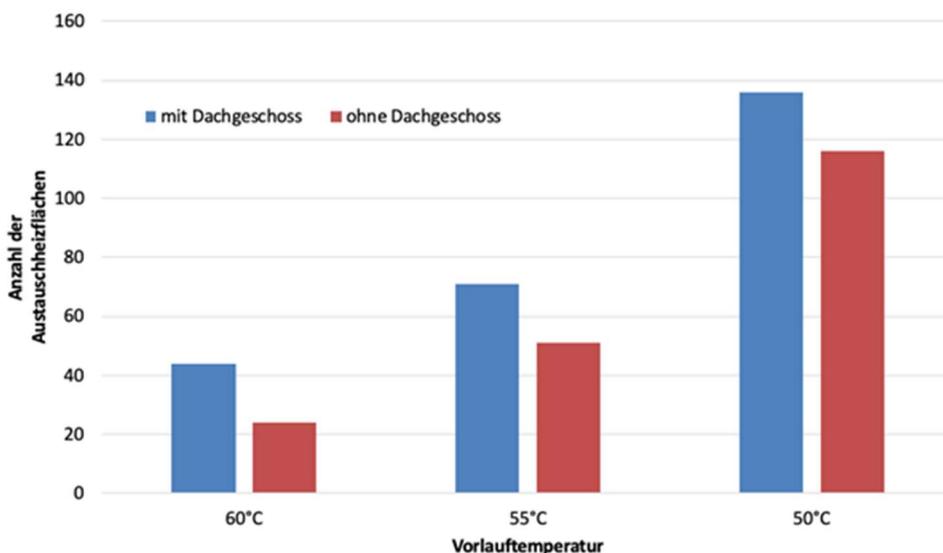


Abbildung 13: Bedarf an Austauschheizflächen größerer Leistung zur Kompensation der Absenkung des Vorlauftemperaturniveau

Da in dem Gebäude insgesamt 212 Heizflächen verbaut sind, ist der Austauschbedarf bei einer Vorlauftemperatur oberhalb von 50°C gering. Es erfolgte die Festlegung auf ein künftiges Vorlauftemperatur-Niveau von 55°C. Dementsprechend müssen im Gebäude nur 51 respektive 71 Heizflächen (alle 20 Heizflächen im Dachgeschoss) ausgetauscht werden. Mit dem Heizflächen austausch und der damit einhergehenden Vergrößerung der Heizflächen wird zudem die Kühlleistung erhöht. Dies führt zu einer Verbesserung des thermischen Komforts in den Sommermonaten und unterstützt ebenso die, dem Vorhaben zugrundeliegende These zur Realisierung einer kostengünstigen Kühlfunktion.

Auf der Basis aller Voruntersuchungen wurde für die Vorzugsvariante 2 ein, mit dem Gebäudemodell, gekoppeltes Anlagenmodell entworfen, um die bestmögliche Anlagenkonfiguration zu ermitteln. Die nachfolgende Abb. 14 zeigt dieses Polysun⁵-Modell.

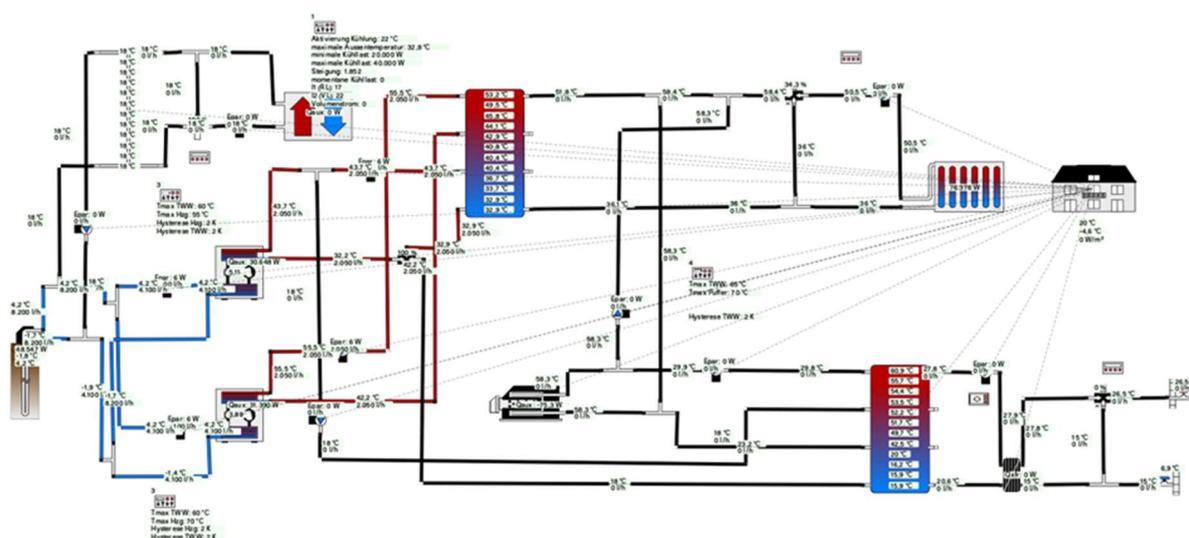


Abbildung 14: Polysun-Modell der Anlagenkonfiguration gemäß Vorzugsvariante 2

Ermittelt wurde eine Anlagenkonfiguration aus einer zweistufigen Wärmepumpenanlage mit einer jeweiligen Leistung von ca. 29 kW_{therm.}, welche von einer Quellenanlage aus 16 Erdsonden zu je 100 m Bohrtiefe gespeist wird.

⁵ Anlagensimulationssoftware Polysun by Vela Solaris

Zur Absicherung der Gesamtversorgung sowie vorrangig zur Warmwasserbereitung, wurde die Anlage um eine Gasbrennwertherme mit einer Leistung von 99 kW_{therm} ergänzt.

Die Warmwasserbereitung erfolgt künftig im Durchlaufprinzip über ein Frischwassersystem mit 350 kW Leistung, welches aus einem 750 l Heizwasser-Pufferspeicher gespeist wird. Die hohe Leistungsfähigkeit des Frischwasser-Systems resultiert dabei aus der Vorhaltung der Wärmeenergie im Pufferspeicher.

Energetisch und im Vergleich zur Altanlage bedeutet dies eine Reduzierung des Endenergieverbrauches um 70 % auf 31 kWh/(m²a) sowie eine Reduktion der CO₂e-Emissionen um 53 % auf 15 kg/(m²a), jeweils bezogen auf die Wohnfläche.

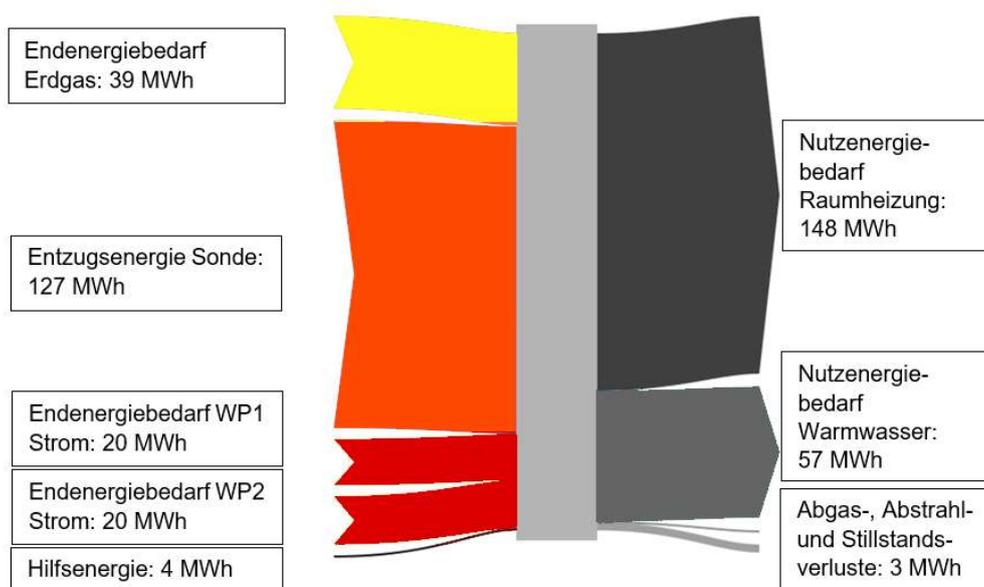


Abbildung 15: Energieflüsse der Vorzugsvariante

Abb. 15 zeigt dabei die geplanten Energieflüsse der Vorzugsvariante 2 für die Bereitstellung der Nutzenergie für Heizung und Warmwasser. Auffallend gegenüber der Bestandsanlage ist neben der starken Reduktion der Abgas-, Abstrahl- und Stillstandsverluste aufgrund der effizienten Anlagentechnik, auch die Zunahme der Hilfsenergie. Dies ist vorrangig auf die Zunahme der benötigten Pumpenenergie im Solekreis zurückzuführen.

Die Auskopplung der Kühlenergie erfolgt über das Prinzip der freien Kühlung mittels eines zusätzlichen Wärmeübertragers, welcher das Sondenfeld und den Heiz-/Kühlkreislauf hydraulisch voneinander trennt. Das geothermische Feld wird dabei während der Sommermonate, ohne aktiven Wärmepumpenbetrieb, als Wärmesenke genutzt. Damit wird eine bessere Regeneration des Erdreiches erreicht. Die Autoren gehen davon aus, dass der Kühlbetrieb, welcher nur die Kosten für die Umwälzung der Sole und des Kühlmediums erfordert, einen erheblichen Beitrag zur Regeneration des Sondenfeldes liefern kann. Zur besseren Vergleichbarkeit mit der Bestandsanlage (nach Abb. 10) wurde die Bereitstellung der Kühlenergie, inkl. der dafür benötigten Hilfsenergie, in Abb. 15 nicht berücksichtigt.

4. Umsetzung

Die wesentlichen Schritte der Umsetzung wurden von Juni bis Oktober 2023 realisiert.

Die Arbeiten wurden dabei in drei Teilbereiche untergliedert.

Die Arbeiten im Außenbereich beschränkten sich auf die Einbringung der Erdsonden (siehe dazu Abb. 17) und damit dem Errichten des Sondenfeldes gemäß Abb. 16.

Das Energiefeld wurde auf der Freifläche vor der Ostseite des Gebäudes errichtet. Gemäß einer Mieterbefragung nach Abschluss der Arbeiten wurden die Arbeiten zu einem großen Teil zwar wahrgenommen aber aufgrund der Kürze der Zeit (ca. 3 Wochen) als nicht störend empfunden.



Abbildung 16: Konzeption Sondenfeld Abbildung 17: Einbringung einer Doppel-U-Rohr-Sonde

Der zweite Abschnitt der Umsetzung erfolgte im Kellergeschoss im Bereich der ehemaligen Heizzentrale sowie im Bereich eines ehemaligen Mieterkellers, welcher aufgrund der beengten Platzverhältnisse in der eigentlichen Heizzentrale und aufgrund der Fülle an Technik, zur Pufferspeicheraufstellung zusätzlich erschlossen werden musste. In den beiden Räumlichkeiten wurde das in Abb. 18 dargestellte Anlagenschema, welches auf den vorab durchgeführten Simulationsrechnungen basiert, umgesetzt.

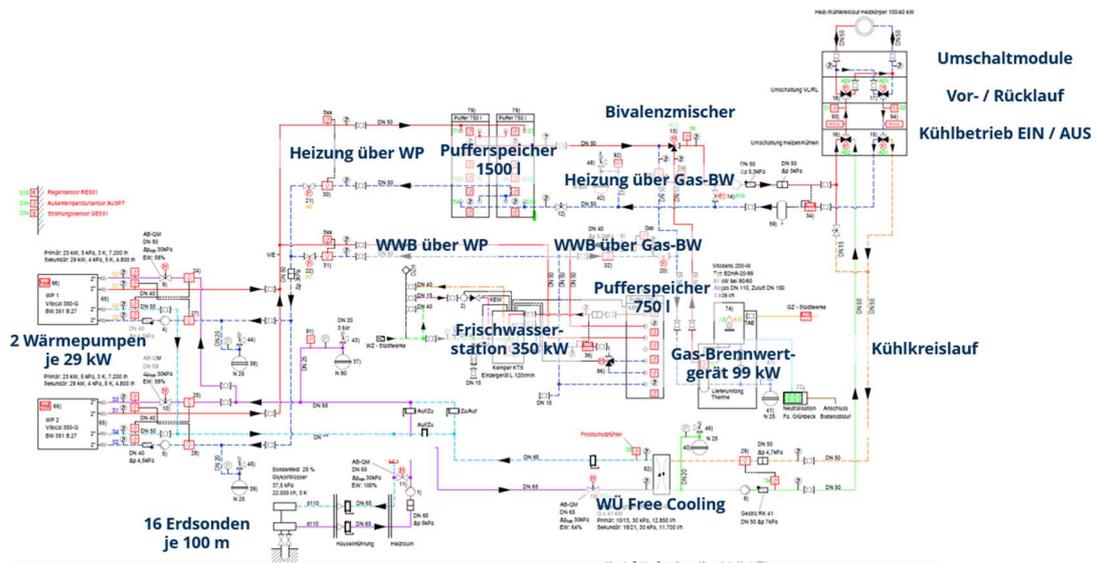


Abbildung 18: Anlagenschema der Wärme- und Kältebereitstellungsanlage

Aufgrund der Komplexität der Anlage und der beengten Platzverhältnisse war eine detaillierte 3D-Planung der Heizzentrale (siehe dazu Abb. 19) im Vorfeld der eigentlichen Umsetzung notwendig.

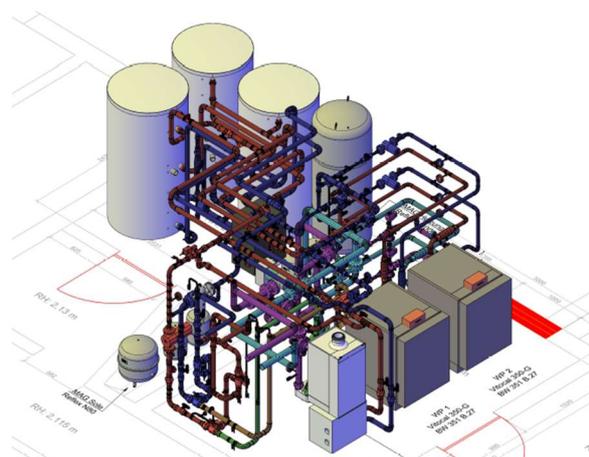


Abbildung 19: 3D-Planung Heizzentrale

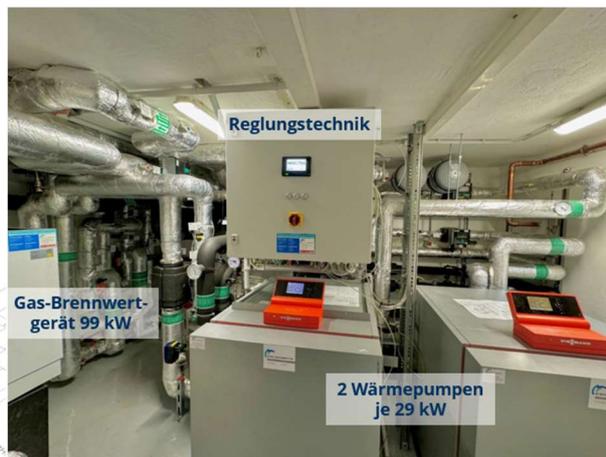


Abbildung 20: Heizraumansicht nach Umsetzung

Abb. 20 zeigt die fertiggestellte Anlage. Auf der Abbildung sind im Vordergrund die beiden Wärmepumpenstufen sowie die Regelungstechnik zu erkennen. Am linken Bildrand der Brennwertkessel. Laut durchgeführter Mieterbefragung wurden die Arbeiten im Bereich der Technikzentrale nur durch die Mietparteien in den unmittelbar angrenzenden Wohnungen wahrgenommen. Auch diese Arbeiten wurden als nicht störend empfunden.

Als letzte Umsetzungsmaßnahme erfolgte bis Oktober 2023 der Heizflächenaustausch in den Wohnungen. Zusätzlich zum thermisch bedingten Heizflächenaustausch mussten an jeder Heizfläche die Thermostatköpfe erneuert werden. Die neuen Thermostatköpfe des Unternehmens ClouSet^{®6} besitzen eine zusätzliche Einstellung „K“⁷ (Kühlen, siehe Abb. 21). In dieser Position wird auch bei ansteigender Raumtemperatur der Durchfluss nicht begrenzt und damit die ausreichende Durchströmung der Heizfläche im Kühlfall gewährleistet.



Abbildung 21: Thermostatkopf mit zusätzlicher Stellung „K“

⁶ ClouSet Flächensysteme GmbH, Steinbeisstraße 27, 70771 Leinfelden-Echterdingen

⁷ In der Einstellung „K“ ist der Thermostat vom Ventil entkoppelt, sodass sich dessen Ausdehnung nicht auf den Ventilhub auswirken kann,

5. Methodik

Für die Untersuchungen werden zwei Monitoringsysteme genutzt.

Der Schwerpunkt des einen Systems liegt in der Echtzeiterfassung und der Darstellung der Systemzustände und ermöglicht auch den Eingriff in die Regelung und Steuerung der zentralen Wärme- und Kältebereitstellung.

Das zweite Monitoringsystem ermöglicht eine echtzeitnahe Visualisierung des zeitlichen Anlagenverhaltens und beinhaltet Möglichkeiten zur Bewertung von Anlagenzuständen durch Datenaggregation. Beide Systeme ergänzen sich dabei gegenseitig und dienen als Basis für die Weiterentwicklung zu einem Gesamtsystem.

Aufgrund der installierten Messtechnik lassen sich im Bereich der Energiebereitstellung mehrere Teilbereiche bilanzieren. Die in Summe 12 Teilbereiche sind in Abb. 22 dargestellt.

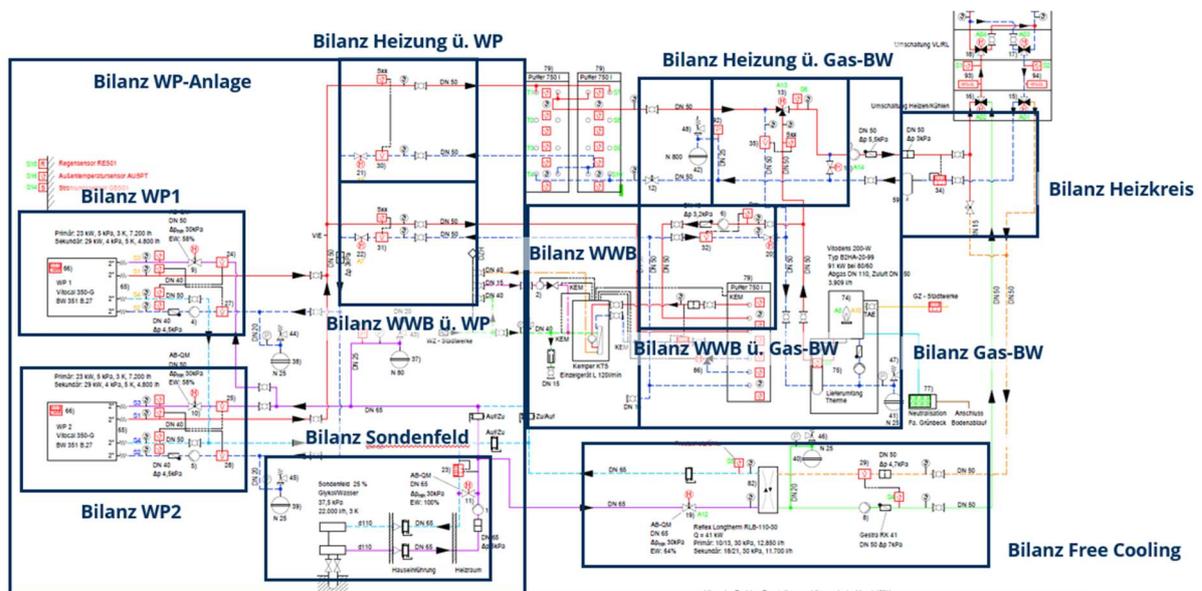


Abbildung 22: Bilanzierungsmöglichkeiten der Energiebereitstellungsanlage

Aufgrund dieser umfangreichen Messwerverfassung können Forschungsfragen detailliert und fundiert beantwortet werden. Unter anderen Fragestellungen hat sich bei der Planung der geothermischen Anlage gezeigt, dass erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der möglichen Entzugsleistungen, vor allem aber hinsichtlich der Regeneration bestehen. Hier leiten die Autoren einen Forschungsauftrag ab.

6. Ausblick

Im weiteren Projektverlauf wird geprüft, ob sich die bestehende Anlagenkonfiguration, wirtschaftlich darstellbar, um die Erweiterung mit PVT-Modulen⁸ eignet. Mit dieser Erweiterung kann nicht nur Strom für die Wärmepumpenanlage und die Peripherie der Anlage bereitgestellt werden, sondern ebenso eine geothermische Regeneration des Erdreichs in den Sommermonaten, zur Steigerung der Wärmepumpeneffizienz, erreicht werden.

Unter Berücksichtigung der größten Wärmeerträge während der Sommermonate scheint es realistisch, dass neben der geothermischen Regeneration auch die WWB, während dieser Phase, nahezu komplett über die PVT-Module erfolgen kann. Der produzierte Strom könnte wiederum für die Antriebsenergie der Umwälzpumpe(n) im Solekreis sowie im Heiz-/Kühlkreis verwendet werden. Somit wäre die Bereitstellung der Kühlenergie hinsichtlich der laufenden Betriebskosten nahezu kostenfrei. Abb. 23 zeigt dahingehend, schematisch, eine mögliche Anlagenkonfiguration.

⁸ Photovoltaik-Solarthermie-Kollektoren

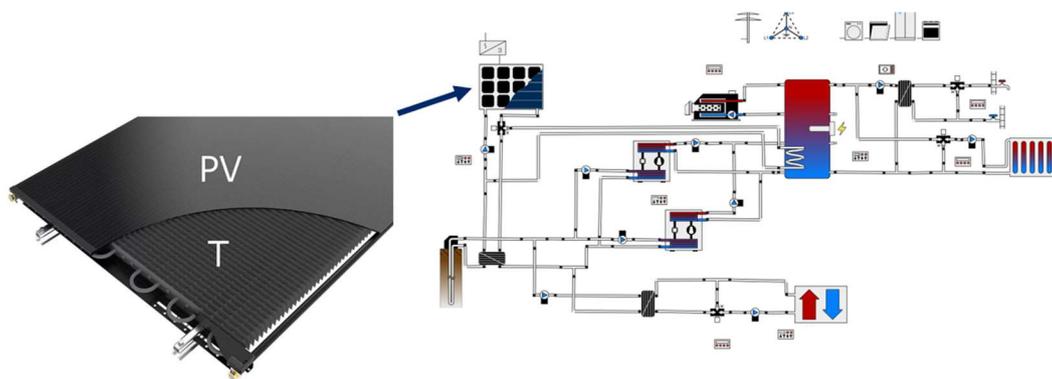


Abbildung 23: Anlagenerweiterung um PVT-Module

Eine Erweiterungsmöglichkeit der Steuerungstechnik sehen die Autoren bei der Installation von einem zentralen Informationsmonitor (9,7“) pro Hauseingang sowie einem Monitor (4,3“) pro Wohnung, welche jeweils mit der Regelung vernetzt sind. Exemplarisch ist diese Konfiguration in Abb. 24 dargestellt.

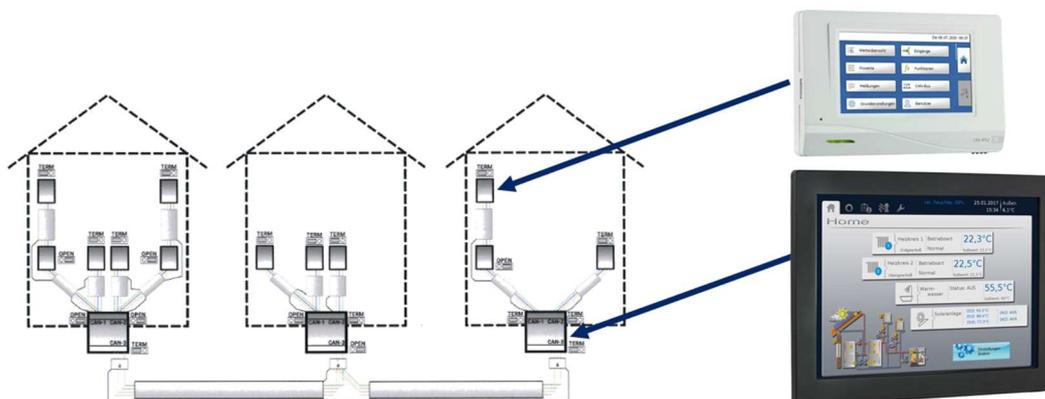


Abbildung 24: Konzept zur Erweiterung der Regelungstechnik

Die im Rahmen der Systemlösung entwickelte Software bietet die Möglichkeit zur Bereitstellung von Informationen über Energieverbräuche sowie über die Effizienz der Anlage, welche über Bildschirme mit den Nutzern kommuniziert werden könnten.

Weiterhin besteht darüber die Möglichkeit die Nutzer über das Heiz- und Kühlverhalten aufzuklären und mögliche „Kühlbefehle“ bzw. Kühlempfehlungen zu adressieren.

Essenziell für die Kühlung und damit die Regeneration des Sondenfeldes ist, dass sobald die Anlage in den Kühlbetrieb geht, die Nutzer ebenso die Thermostatköpfe der Heizflächen in die Stellung „K“ bringen.

7. Quellen

- [1] D. Walberg, T. Gniechwitz, K. Paare, T. Schulze, Wohnungsbau – Die Zukunft des Bestandes, 2022
- [2] C. Greif, S. Gulbis, S. Werner-Klein, S. Milanzi, Erreichbare Treibhausgasminderungen unterschiedlicher Wärmeversorgungsoptionen im Gebäudesektor bis 2030, 2022
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Klimaschutzplan 2050, 2016
- [4] D. Luschkova, A. Ludwig, C. Traidl-Hoffmann, Klimakrise und deren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, 2021
- [5] Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen zum Schutz der menschlichen Gesundheit, 2017
- [6] Deutscher Wetterdienst, Stadtklima - die städtische Wärmeinsel https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimawirk/stadtpl/projekt_warmeinseln/projekt_waermeinseln_node.html, abgerufen am 29.01.2024
- [7] Deutscher Wetterdienst, Leipziger Volkszeitung <https://www.lvz.de/lokales/leipzig/klima-und-wetter-in-leipzig-8-aktuelle-klimadiagramme-5PADSS74BVF2FKNVIBSU3UOQGI.html>, abgerufen am 31.01.2024
- [8] M. Arendt, L. Haupt, A. Kremonke, A. Perschk und C. Felsmann, „EnOB: KUEHA - Erprobung und Demonstration einer neuartigen Syszemplösung zur sommerlichen Raumkühlung unter besonderer Berücksichtigung von Energieeffizienz und Praxistauglichkeit (Schlussbericht),“ Gefördert durch das BMWF (Förderkennzeichen 03ET1461A), TU Dresden, 2021.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



Mein Zuhause

ClouSet® PRO
ENERGIE- UND FLÄCHENSYSTEME



ZENTRALVERBAND
SANITÄR
HEIZUNG KLIMA

ohra energie
Gas und Strom für die Region.