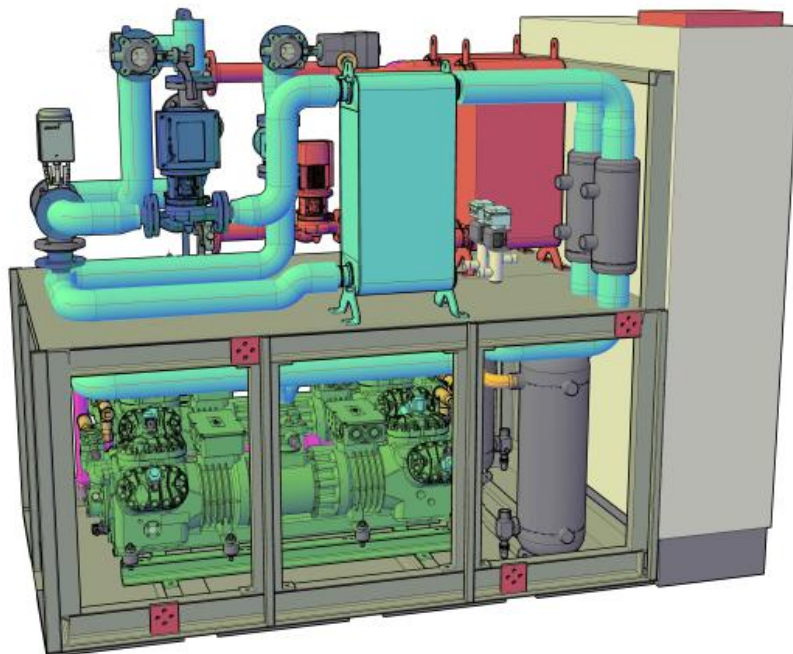


Projekt 2019-15

Hochtemperatur-Wärmepumpe zur Nutzung industrieller Abwärme auf niedrigem Temperaturniveau

Abschlussbericht



Anmerkungen zur Berichtsvorlage:

Die Vorlage zum Abschlussbericht dient der Übersicht wesentlicher Berichtsbestandteile und stellt eine mögliche unverbindliche Struktur vor. Gerne können Sie Teile übernehmen oder eine ihrem Projekt passendere Struktur wählen.

Unabhängig der Ausgestaltung des Abschlussberichts bitten wir Sie die Anlage „Projekterkenntnisse“ (letzte Seite) Ihrem Abschlussbericht beizulegen.

Inhalt

1	<i>Projektüberblick</i>	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Wissenschaftliche und technische Ziele	4
1.3	Herausforderungen // Chancen und Risiken des Vorhabens	4
2	<i>Projektbeschreibung</i>	5
2.1	Projekttablauf	5
2.1.1	Projektidee	5
2.1.2	Terminplan	8
2.1.3	Budgetplanung und Förderung	8
2.2	Projektplanung	9
2.2.1	Energiekonzept und Studien	9
2.2.2	Ausführungsplanung	9
2.2.3	Betriebsweise der Wärmepumpe/Regelungskonzept	10
2.3	Technische Umsetzung	10
2.3.1	Technische Daten	10
2.3.2	Anlagenbau	11
2.3.2	Schemata und Pläne	12
2.4	Anlagenbetrieb	13
2.4.1	Betriebsergebnisse	13
2.5	Ökologischer Nutzen	13
2.5.1	Einsparung an Primärenergie	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.5.2	Reduktion der CO ₂ -Emission	13
2.6	Betrachtung der Wirtschaftlichkeit	13
2.6.1	Investitionskosten	13
3	<i>Wirkung der Umsetzung</i>	14
3.1	Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb	14
3.2	Übertragbarkeit der Projektergebnisse	14
4	<i>Öffentlichkeitsarbeit</i>	14
4.1	Führungen und Vorträge	14
5	<i>Zusammenfassung/Fazit</i>	15
6	<i>Ausblick</i>	15
7	<i>Anlage: Projekterkenntnisse</i>	16

1 Projektüberblick

1.1 Ausgangslage

Im Industriegebiet Nord in Freiburg hat sich die Cerdia Produktions GmbH dazu entschlossen Abwärme aus ihrem Produktionsprozess auszukoppeln (sog. Lutterwasser) und als Fernwärme zur Verfügung zu stellen. Das Lutterwasser ist ursprünglich auf dem Grundstück der Cerdia gefördertes Grundwasser, dass zur Kühlung der Acetonrückgewinnung benötigt wird. Die Wärme wird mit 48°C aus der Rhodia ausgekoppelt und mit einer Rücklauftemperatur von 35°C wieder zurückgeführt.

Die badenova wärmeplus GmbH & Co.KG nimmt diese Wärme ab und speist damit ein neu errichtetes Wärmenetz im „Green-Industry Park“ (Industriegebiet nord). An diesem Wärmenetz sind neben dem neuen SC-Freiburg Stadion, mehrere Verwaltungs- und Forschungsgebäude und die Freiburger Messehallen der FWTM angeschlossen.

1.2 Wissenschaftliche und technische Ziele

Mit Hilfe dieses Projekts soll gezeigt werden, wie ansonsten wenig bis gar nicht nutzbare Niedertemperaturabwärme zur Beheizung von Bestandsgewerbeimmobilien über Lüftungsanlagen, die auf deutlich höherer Vorlauftemperaturen ausgelegt sind, genutzt werden kann.

Des Weiteren soll ein Lastmanagement, welches die maximale Bezugsleistung eines Kunden überwacht und ggf. proaktiv eingreift entwickelt und getestet werden.

1.3 Herausforderungen // Chancen und Risiken des Vorhabens

Alle Kunden im Wärmenetz sind Neubauten, welche sich schon frühzeitig mit der Wahl des richtigen Heizmediums (z.B. Fußbodenheizung) auf die niedrigen Vorlauftemperaturen einstellen konnten. Der Anschluss der Freiburger Messe an das Niedertemperaturwärmenetz der badenova Wärmeplus, gestaltet sich besonders schwer, da die notwendigen Umbauarbeiten in den Heizregistern und Heizkörpern der Bestandstechnik der Messe erstens sehr teuer sind und zweitens auf die erste Ausschreibung der FWTM nur ein stark überhöhtes Angebot abgegeben wurde.

Der Einsatz einer Wärmepumpe kann hier zur Entschärfung des Problems führen, indem die Fernwärmetemperatur für zuvor hydraulisch abgetrennte Bereiche der Messehalle auf den tatsächlichen Bedarf angehoben wird.

Eine Übertragung der Erkenntnisse auf ähnliche stark Lüftungs-lastige Bestandsgebäude ist möglich und wird angestrebt.

2 Projektbeschreibung

2.1 Projekttaufbau

2.1.1 Projektidee

Im Industriegebiet Nord in Freiburg hat sich die Cerdia Produktions GmbH dazu entschlossen Abwärme aus ihrem Produktionsprozess auszukoppeln (sog. Lutterwasser) und als Fernwärme zur Verfügung zu stellen. Das Lutterwasser ist ursprünglich auf dem Grundstück der Cerdia gefördertes Grundwasser, dass zur Kühlung der Acetonrückgewinnung benötigt wird. Dieses Wasser muss nach dem durchlaufenen Kühlprozess in einen Bach geleitet werden. Dabei muss jahreszeitlich schwankend eine genaue Temperatur eingehalten werden um das Ökosystem nicht zu gefährden. Dazu wird bisher das Wasser bei der Cerdia in Rückkühlwerken rückgekühlt (siehe Abbildung 1). Durch die Nutzung des Lutterwassers in einem Wärmenetz wird die Energie die zur Rückkühlung des Lutterwassers aufgewendet wird drastisch verringert.



Abb. 1 „Systemerläuterung Abwärme Quelle bei der Cerdia“

Aufgrund der durchgehenden Produktion fällt diese Wärme dauerhaft 365 Tage an. Die Wärme bietet aufgrund der geringen Vorlauftemperatur einige technische Herausforderungen. Jedoch ist das große Plus, dass diese Wärme, da Abwärme, CO₂ neutral ist und daher einen Primärenergiefaktor nahe null hat. Im Vorfeld des Projekts wurden mögliche Kunden eruiert und diese auch über die geplante Maßnahme informiert. Nur durch die Errungenschaft die wesentlich beteiligten Akteure als potenzielle Abnehmer sowie die Cerdia als Lieferanten gewonnen zu haben, war es möglich mit hohen finanziellen Mitteln ein Wärmenetz zu errichten das klimaneutrale Abwärme an die Kunden liefert und so einen großen Beitrag an der Wärmewende und den Klimazielen beiträgt.

Die Cerdia Produktions GmbH hat einen Wärmelieferungsvertrag mit der badenova wärmeplus geschlossen, die die Wärme über ein neu zu bauendes Netz im „Green-Industry Park“ (Industriegebiet nord) vertreibt. Als treibende Kraft hat sich unter anderen die Stadt Freiburg dann dafür eingesetzt mögliche Abnehmer zu finden. Folgende Abnehmer konnten mittlerweile gefunden und teilweise auch schon angeschlossen werden.



Abb. 2 „Ausdehnung Fernwärmenetz aus der Cerdia “

Um die Kunden an das Netz anzuschließen muss schon früh ein Dialog erfolgen, damit das Abwärme Potential auch genutzt werden kann. Die Wärme wird mit 48°C aus der Cerdia ausgekoppelt und mit einer Rücklauftemperatur von min. 35°C wieder zurückgeführt. Daraus ergeben sich mehrere spezifische Herausforderungen, z.B. sind dies große Massenströme (damit auch große Rohrdurchmesser und hohe Leitungskosten) die sich aus dem geringen Temperaturunterschied ergeben. Die niedrige Vorlauftemperatur eignet sich sehr gut neue Gebäude, wie z.B. das Autohaus Martin, FWTM, das SC-Freiburg Stadion und das Fraunhofer IPM mit Wärme zu versorgen, dagegen müssen in Bestandgebäuden, wie z.B. der Messe größere Anstrengungen unternommen werden.

In der Messehalle erfolgt die wesentliche Beheizung über große Lüftungsgeräte. Ebenso sind einige Fassadenheizungen und Luftschleieranlagen eingebaut.

Dabei spielt konventionell die Vergrößerung der Wärmetauscherflächen in den Lüftungsgeräten die Hauptrolle, was jedoch in einigen Fällen nur mit großem investivem bzw. handwerklichem Aufwand machbar ist.

Als innovative Lösung bietet sich der Einsatz einer Wärmepumpe an, um die Niedertemperaturwärme von 48°C auf die erforderlichen 70°C anzuheben. Allerdings sind nur sehr wenige Wärmepumpen auf dem Markt, die mit derart hohen Eingangstemperaturen arbeiten können, Dabei handelt es sich meist auch um (teure) Industrierärmepumpen, Langfristerfahrungen mit kostengünstigeren Serienprodukten liegen zudem nur sehr wenige vor.

Hieraus ergeben sich folgende innovative Aspekte:

- Einsatz einer innovativen Technologie, die in dieser Kombination so noch nicht realisiert wurde.
- Der Verbraucher wird zum Reallabor wieviel Effizienzpotenziale in bestehenden Bestandsgebäuden steckt und dient so als Basis zur Skalierung des Lösungsansatzes in die Bestandsgebäude hinein. Daraus lässt sich ein Lösungsansatz für die Probleme der Systemträchtigkeit der Wärmewende entwickeln.
- Die Wirtschaftlichkeit solcher Projekte wird oft nur rein theoretisch betrachtet und bezieht sich auf viele Annahmen. Durch Einsatz und Umsetzung kann ein großer Mehrwert für die zukünftige Betrachtung und Skalierung erreicht werden.
- Das Zusammenfinden der betreffenden Akteure und der allseitige Wille eine innovative Lösung zu schaffen die im Anschluss auf zahlreiche andere Objekte übertragbar sein wird.

Ziel des Projekts

Aufgrund der vorgenannten Gegebenheiten wurde ein System entwickelt, das die schwierigen Umstände aufnimmt und zu einer zukunftsfähigen und innovativen Lösung vereint. Zudem bietet sich die Chance eine Skalierbarkeit am Markt zu erreichen.

Die badenovaWärmeplus möchte der FWTM ein Angebot machen, hier eine Hochtemperatur Wärmepumpe einzusetzen.

Dabei sollen zuerst möglichst viele Bereiche der Messe durch einfache Umstellung bzw. gezielte Erweiterung der Heizregister zum Anschluss an die Niedertemperaturwärme umgestellt werden, nach ersten Erkenntnissen können hier etwa 1.960 kW der gesamten Heizlast abgedeckt werden.

Offen bleiben daher 420 kW Hochtemperaturwärme, die nur durch eine entsprechende Wärmepumpe versorgt werden können. Die so gezielt auch aus ökologischer Sicht gestaffelten Maßnahmen führen zu einer möglichst sinnvollen Integration und Nutzung der bereitgestellten Abwärme (siehe Abbildung 3)

Technische Merkmale dieser Wärmepumpe sind:

- Wärmeleistung 450 kW
- Eingangstemperatur-Bereich: 48°C bis 54°C
- Ausgangstemperatur 75 °C
- COP bei den o.g. Auslegungstemperaturen 4,5

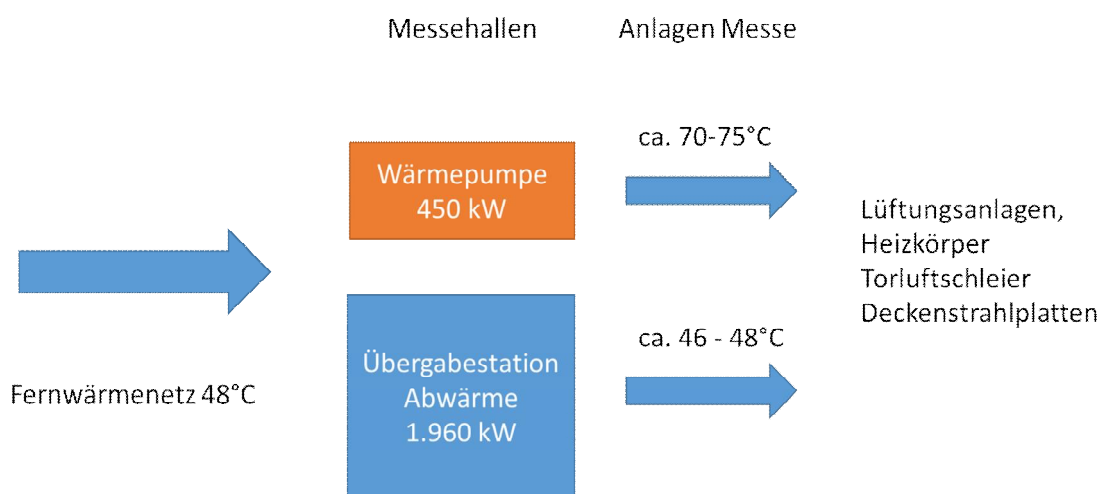


Abb. 3 Systemgrafik Wärmeversorgung Messe

Die im Einsatz der Hochtemperaturwärmepumpe gewonnenen Betriebsparameter werden genutzt, um zum einen ein optimales Lastmanagement zwischen Niedertemperaturbereichen und Hochtemperaturbereichen in der Messe zu verwirklichen, zum anderen um das notwendige Lastmanagement der Messeversorgung mit der Versorgung anderer Kunden, wie z.B. der Rasenheizung des neuen SC-Stadions so abzugleichen, dass nur in extremen Ausnahmefällen (fossile) Spitzenkessel zugeschaltet werden müssen und somit der CO₂-Ausstoß quasi bei „null“ bleiben kann.

Das System Hochtemperatur-Wärmepumpe zur Nutzung industrieller Abwärme auf niedrigem Temperaturniveau incl. der daraus resultierenden Betriebserfahrungen dient als Vorlage für die Erschließung weiterer großer Bestandskunden an Abwärmeversorgung.

2.1.2 Terminplan

Das Projekt den Einbau der Wärmepumpe und die Umrüstung der Messe Technik war für den Zeitraum 2019 bis 2020 geplant. Aufgrund der verschiedenen wechselnden Veranstaltungen entfiel ein großer Aufwand die Arbeiten zeitlich um den Veranstaltungskalender herum zu terminieren. Aufgrund der Corona Pandemie konnte durch den Entfall vieler Veranstaltungen freier gearbeitet werden. Allerdings erschwerte die Einrichtung des Impfzentrums in den Messehallen die Arbeiten wieder, sodass die Fertigstellung des Projekts erst im Jahr 2021 erreicht wurde.

2.1.3 Budgetplanung und Förderung

Folgende Zahlen lagen der Planung zugrunde:

	Gesamtbetrag	Förderbeitrag
Gesamtbaukosten	488.000 €	126.987 €
Planungskosten	83.000 €	23.013 €
Gesamtausgaben	571.000 €	150.000 €

2.2 Projektplanung

2.2.1 Energiekonzept und Studien

Optionen durch die „Wärmeplatrate“

Da durch die kontinuierliche Produktion der Cerdia theoretisch immer genügend Energie (nämlich Abwärme) vorhanden ist und „nur die Leistung begrenzt ist (aktuell 6 MW) wurden mit den Kunden Verträge mit einer „Wärmeplatrate“ vereinbart. Um das Verständnis der Kunden für diese Wärmeplatrate zu schärfen wurde mit den Kunden im Gespräch eine möglichst geringe Anschlussleistung fixiert, damit die Erkenntnis greift, dass es besser sein kann, die Niedertemperaturheizung dauerhaft zu betreiben, statt u.U. die Temperatur nachts abzusenken oder sonstige Schaltzeiten die normalerweise zur Energieeinsparung notwendig sind zu fixieren. Hier kann bzw. muss sogar mit den Erfahrungen des Betriebs der Wärmepumpe und den verschiedenen Lasten auf unterschiedlichen Temperaturniveaus ein komplett neues Betriebskonzept entwickelt werden.

Nicht zuletzt wird ein zweijähriges Monitoring der Performance der Anlage wichtige Erkenntnisse für die Weiterentwicklung derartiger Systeme liefern und so einer Verbreitung dieses Ansatzes weitere Türen öffnen, so sollten mit diesem showcase mögliche weitere Anschlussnehmer an das Niedertemperaturnetz der Rhodia gewonnen werden können, wie z.B. die drei großen Möbelhäuser entlang der Herrmann-Mitsch-Straße: XXXL Lutz, Möbel Braun und IKEA. Alle diese großen Wärmeverbraucher werden aktuell über Erdgaskessel und ein ähnliches Lüftungssystem wie auf der Messe Freiburg versorgt. In der Summe ergibt sich hier ein Einsparungspotential von ca. 1.080 MWh Erdgas und damit 263 to. CO₂ pro Jahr.

Ein weiteres Ergebnis des Projekts wird eine Entscheidungsmatrix sein, die möglichen anderen Projekten oder Projektentwicklern zur Verfügung gestellt wird, um ähnliche Projekte zur Nutzung von Niedertemperaturabwärme kostengünstig und effizient angehen und umsetzen zu können, womit dieses Projekt zum Multiplikator für weitere Projekte mit industrieller Abwärme, wie sie im Marktgebiet der badenova und darüber hinaus in großer Zahl vorhanden sind, werden kann

2.2.2 Ausführungsplanung

Im Rahmen der Ausführungsplanung wurden die betreffenden hydraulischen Kreise, die zu aufwendig sind, um diese auf Niedertemperatur Wärme umzurüsten identifiziert. Danach wurde ein hydraulisches Konzept entwickelt wie die einzelnen Kreise sinnvoll verknüpft werden können.

Es hat sich gezeigt, dass in der Errichtung der Messehalle verschiedenen Ansätze in der Planung benutzt wurden. In den Hallen 1-3 die bei der ursprünglichen Errichtung gebaut wurden, sind die Leitungsdimensionen meist ausreichend groß um den höheren Volumenstrom, der aufgrund der geringeren Temperaturdifferenz notwendig ist aufzunehmen. Halle vier die nachträglich angebaut wurde, sind weit weniger Reserven vorhanden weshalb hier die Umrüstung aufwendig und teuer wäre. Die Platzierung der Wärmepumpe im Bereich der Halle 4 macht also Sinn.

In der Technikzentrale der Sick Arena wurde ein Bereich gefunden der als Aufstellort verwendet werden kann. Zuvor musste allerdings die dort befindlichen Wasseraufbereitung demontiert und an einem neuen Aufstellort wieder montiert und in Betrieb genommen werden.

Da die Wärmepumpe in einem separaten Maschinenraum (aufgrund der Kältemittelmenge) errichtet werden erfolgte dann die Planung eines gemauerten Raums innerhalb der Technikzentrale.



Bild Wasseraufbereitung Bestand

2.2.3 Betriebsweise der Wärmepumpe/Regelungskonzept

Da primär, auch in den Kreisen, die nicht umgebaut werden können, Niedertemperaturwärme zur Beheizung verwendet werden soll, war es notwendig die Wärmepumpe so auszurüsten, damit das möglich wird. Damit der Eingriff in die Bestandssteuerung so gering wie möglich bleibt wurde die gesamten Regelungsfunktionen im neuen Schaltschrank der Wärmepumpe integriert.

Die Niedertemperaturwärme strömt im Normalfall an der Wärmepumpe vorbei. Erst wenn seitens der Gebäudeleittechnik ein Signal kommt, dass die Temperatur nicht mehr ausreicht, wird die Wärmepumpe in Betrieb gesetzt. Dabei wird dann einer der vier Verdichter angefahren und das erwärmte Wasser der Niedertemperaturwärme beigemischt, bis der vorgegebene Sollwert erreicht ist. Auf diese Weise wird eine bestmögliche Ausnutzung der Fernwärme erreicht, da insbesondere in der Übergangszeit oftmals noch keine hohe Temperatur benötigt wird.

Die Anteile der Beimischung steigen dann bei erhöhtem Sollwert immer weiter an, bis das komplette Wasser über die Wärmepumpe strömt und nicht mehr an ihr vorbei. Derselbe Vorgang wird dann bei der Rückschaltung genutzt, indem die Gebäudeleittechnik einen Sollwert vorgibt der dann und modulieren und später dem Ausschalten der einzelnen Verdichter angesteuert wird.

2.3 Technische Umsetzung

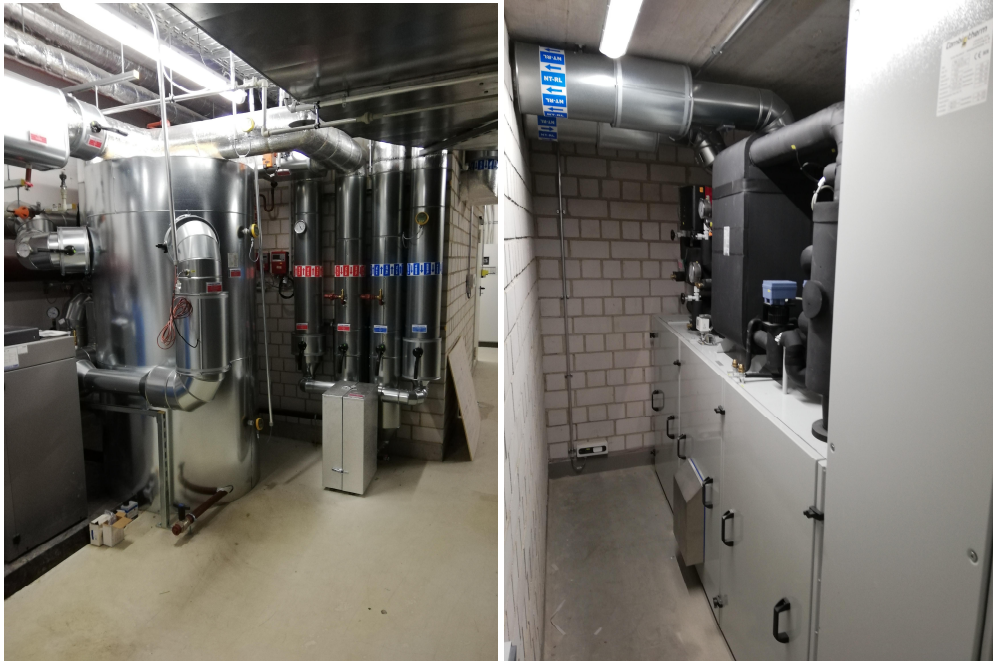
2.3.1 Technische Daten

Nachdem die Kreise die nicht umgebaut werden identifiziert wurde, konnte die Wärmepumpe in ihrer Leistung ausgelegt und fixiert werden. Folgendes wurde eingesetzt:

2.3.2 Anlagenbau

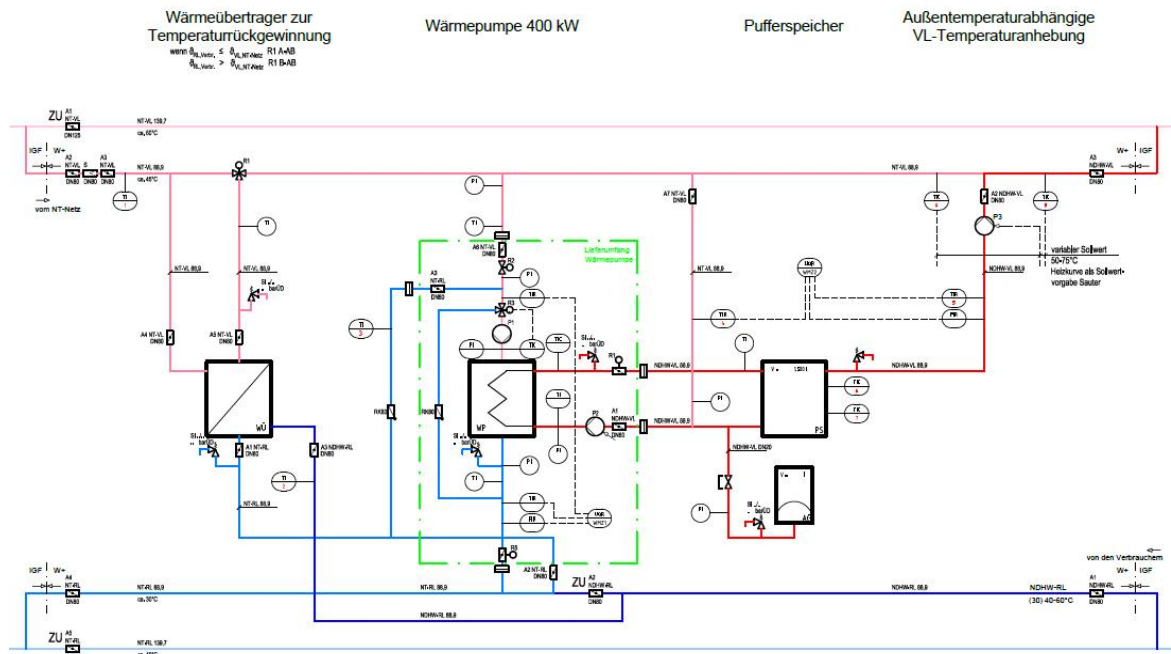
Bevor die Technik eingebaut werden konnte musste zuerst der Maschinenraum errichtet werden. Der Maschinenraum wurde innerhalb der Technikzentrale gemauert. Über eine armierte Ortbetondecke wurde die Last abgefangen. Zur Einbringung wurde die Frontwand noch offengelassen, damit die WP dann in den Raum gestellt werden konnte. Danach wurde die Einbringöffnung zugemauert.

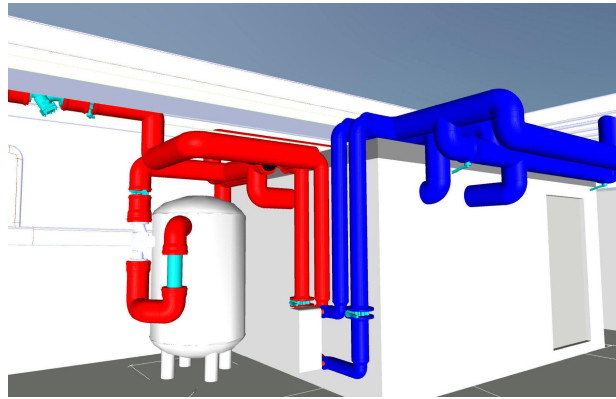
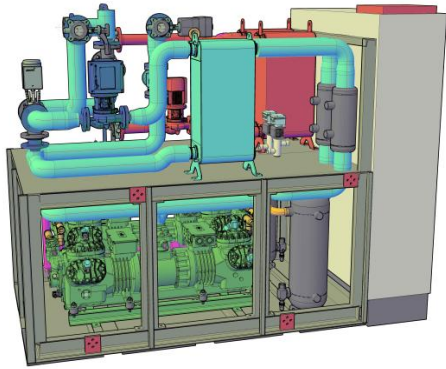




Nachdem die Maschine eingebracht wurde, konnte direkt der hydraulische und elektrische Anschluss beginnen. Aufgrund des separaten Maschinenraums musste dafür auch eine separate Zu- und Abluftführung installiert werden. Die

2.3.2 Schemata und Pläne





Wärmepumpe

2.4 Anlagenbetrieb

2.4.1 Betriebsergebnisse

Nach der Inbetriebnahme der Anlage erfolgte direkt der Probetrieb. Die Temperatur Abnahmesituationen in der neuen Messe vor Ort wurden zum Teil aufgrund der Corona Lage simuliert. In mehreren Terminen danach musste die Sollwertvorgabe die seitens der gebäudeeigenen Gebäudeleittechnik angepasst werden, da zu geringe Sollwerte an die Wärmepumpe geleitet wurden.

Bei der Wärmepumpe selbst musste nach einigen Tests noch ein Dreiwegeventil umgebaut werden, da dies falsch eingebaut wurde.

2.5 Ökologischer Nutzen

2.5.1 Reduktion der Primärenergie und CO₂-Emission

Durch den Anschluss der Messe an die Abwärme Versorgung werden 1.012 MWh Erdgas eingespart, Dadurch ergibt sich ein CO₂ Minderungseffekt von 247 t/a

2.6 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit

2.6.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten setzten sich aus den einzelnen Maßnahmen im Bestand der Messe zusammen:

Zeitraum 2019-2021	
Personalkosten	69.809 EUR
Kommunikation (Öffentlichkeitsarbeit)	748 EUR
Planungskosten	141.533 EUR
Sachkosten	343.130 EUR
Baukosten	21.259 EUR
Summe	576.480 EUR

3 Wirkung der Umsetzung

3.1 Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb

In der ersten Wintersaison wurde die Wärmepumpe anhand der von der Gebäudeleittechnik vorgegebenen Werte betrieben. Es zeigt sich, dass die Temperaturen, die seitens der Wärmepumpe bereitgestellt werden, ausreichend sind, um die Sollwerte in den betreffenden Bereichen zu erreichen und somit zu beheizen.

Die maximale Leistungsanforderung, die sich durch die Temperaturanforderung der Gebäudeleittechnik ergibt, die wiederum die Leistungsstufe der Wärmepumpe bestimmt, betrug im Winter 2020/2021 210 kW. Somit wird deutlich, dass die Wärmepumpe bisher zu maximal 50% ausgelastet wurde. Das bedeutet auch wiederum, dass mit der Abwärme noch weitaus länger ausreichend geheizt werden kann als ursprünglich angenommen. Dies macht die Lösung Abwärme noch weitaus wirtschaftlicher.

3.2 Übertragbarkeit der Projektergebnisse

Aus den ersten Erfahrungen aus dem Betrieb der Wärmepumpe in der neuen Messe, wird deutlich, dass selbst heute die aktuellen Berechnungsmethoden zur Berechnung der Heizlast (DIN EN 12831) noch immer unzureichend auf ein Gebäude wie eine Messehalle sind. Durch schnelle Nutzungsänderungen und Belegungen im Gebäude treten viele verschiedene Situationen auf, die planerisch nur schwer abgebildet werden können. Somit konnten wir hier die Erfahrung gewinnen, dass insbesondere bei Gebäuden mit Publikumsverkehr die berechnete Heizlast oft zu hoch ist.

Das bedeutet, dass bei zukünftigen Kunden, die an ein Niedertemperaturnetz angeschlossen werden, nur ein geringer Teil der benötigten Leistung mittels einer Wärmepumpe bereitgestellt werden muss, da der restliche Bedarf gut mit den Temperaturen, die die Abwärme bietet, gedeckt werden kann.

Damit wird auch deutlich, dass viele Bestandsanlagen überdimensioniert sind. In diesem Fall müsste eine thermische Simulation des Messehallenbetriebs erfolgen. Jedoch sind auch für diese die Annahmen, bei wechselnden Veranstaltungen in den verschiedenen Jahreszeiten, nur schwer zu fixieren.

4 Öffentlichkeitsarbeit

4.1 Führungen und Vorträge

Im Rahmen des Green Industry Parks, zu welchem das Abwärmenetz gehört, wurden zahlreiche Vorträge durchgeführt, bei denen umfangreich in verschiedenen Kreisen über die

Möglichkeiten einer Hochtemperatur-Wärmepumpe zur Nutzung industrieller Abwärme auf niedrigem Temperaturniveau informiert.

5 Zusammenfassung/Fazit

Der Einsatz einer Hochtemperaturwärmepumpe zur Anhebung einer niedrigen Abwärme Temperatur ist eine kostengünstige Lösung für Bestands Kunden, die bisher über Heizkessel versorgt wurden, da auf einen aufwendigen Umbau der Bestandsverteilterchnik und der Heizflächen verzichtet werden kann. Dabei wird deutlich, dass den internen Lasten im Gebäude eine zentrale Rolle zukommt. Da das hydraulische Konzept es vorsieht immer zuerst die Niedertemperaturwärme auszunutzen und nur in Spitzenzeiten Hochtemperaturwärme zuzumischen, sind die Betriebskosten einer solchen Lösung sehr gering.

6 Ausblick

Mit den Erfahrungen aus der Installations- und der Betriebsphase kann auf weitere Bestandskunden zugegangen werden um auch hier eine ökologisch sinnvolle Lösung mit energetisch und wirtschaftlich sehr guten Eigenschaften anzubieten.

7 Anlage: Projekterkenntnisse

Darstellung drei wesentlicher Erkenntnisse aus dem Projekt.

(Je Punkt maximal 300 Zeichen.)

1.	Die Nutzung von Niedertemperaturwärme in Bestandsgebäuden auch unter Berücksichtigung von geringinvestiven Maßnahmen möglich. Durch Überdimensionierung des Bestands sich Ändernden äußeren klimatischen Bedingungen und Sanierungen wird in Bestandsgebäuden immer weniger Wärmeleistung benötigt. Die Einsatzfelder von Niedertemperaturwärme werden somit immer größer.
2.	Punktuelle Anhebung von Niedertemperaturwärme in Bereichen in denen höhere Temperaturen wichtig sind ist wirtschaftlich umsetzbar.
3.	Durch eine intelligente Steuerung im Wärmenetz aber auch im Gebäude können große Leistungsspitzen im Wärmebedarf vermieden werden.