

Vorlage Nr. 15/690

öffentlich

Datum: 11.11.2021
Dienststelle: Fachbereich 31
Bearbeitung: Herr Trosdorff

Bau- und Vergabeausschuss	22.11.2021	Kenntnis
Umweltausschuss	24.11.2021	Kenntnis

Tagesordnungspunkt:

**Prozesswärme für Kältemaschinen
hier: Sachstandsbericht**

Kenntnisnahme:

Der Bericht der Verwaltung zum Thema Prozesswärme für Kältemaschinen wird gem. Vorlage Nr. 15/690 zur Kenntnis genommen.

UN-Behindertenrechtskonvention (BRK):

Diese Vorlage berührt eine oder mehrere Zielrichtungen des LVR-Aktionsplans zur Umsetzung der BRK.

nein

Gleichstellung/Gender Mainstreaming:

Diese Vorlage berücksichtigt Vorgaben des LVR-Gleichstellungsplans 2020. nein

Finanzielle Auswirkungen auf den Haushalt (Ihd. Jahr):

Produktgruppe:

Erträge:

Veranschlagt im (Teil-)Ergebnisplan

Aufwendungen:

/Wirtschaftsplan

Einzahlungen:

Veranschlagt im (Teil-)Finanzplan

Bei Investitionen: Gesamtkosten der Maßnahme:

Auszahlungen:

/Wirtschaftsplan

Jährliche ergebniswirksame Folgekosten:

Die gebildeten Budgets werden unter Beachtung der Ziele eingehalten

In Vertretung

A l t h o f f

Zusammenfassung

Mit dem in der Landschaftsversammlung am 19.12.2012 beschlossenen Antrag 13/235 wurde die Verwaltung um Prüfung gebeten, inwieweit es möglich und wirtschaftlich darstellbar ist, die in Gebäuden betriebenen Kältemaschinen nicht durch Strom, sondern durch Prozesswärme zu betreiben. Mit der Vorlage 13/2991 hat die Verwaltung am 10.10.2013 einen Zwischenbericht dazu gegeben. Im Zwischenbericht wurden auch die verschiedenen Varianten der Kälteerzeugungen erläutert.

Die Verwaltung hat darüber hinaus Pilotprojekte in vier seinerzeit noch in der Planungsphase befindliche Neubauprojekte an vier verschiedenen Klinikstandorten (Neubauten aus dem sog. Gesamtfinanzierungsprogramm) integriert und die erstellten Konzepte und Studien somit in die Praxis umgesetzt. Nach Fertigstellung der Neubauten konnten die Anlagen in Betrieb genommen und erste Erkenntnisse gesammelt werden. Da der Betrieb der Anlagen nach Projektende und Nutzungsübergabe den ausgewählten LVR-Kliniken obliegt, erfolgt das zukünftige Monitoring am jeweiligen Klinikstandort.

Da die Inbetriebnahmen der Anlagen erst vor relativ kurzer Zeit erfolgt ist, liegen belastbare Betriebserfahrungen noch nicht umfassend vor. Um den Nutzen solcher Anlagen gleichwohl nachzuweisen, wird dies exemplarisch anhand der Energiedaten des LVR-Klinikums Düsseldorf dargestellt.

Auf Basis dieser Daten kann festgestellt werden:

1. Die Absorptionskältemaschinen inkl. der zugehörigen weiteren technischen Anlagen haben trotz der noch andauernden Einregulierungsphase eine Kälteenergie von 145,50 MWh „produziert“ und damit die Häuser 26 und 23 versorgt;
2. Hierfür sind rd. 217 MWh Prozesswärme aus den BHKW-Anlagen benötigt worden;
3. Bedingt durch die Kälteerzeugung konnte die BHKW-Anlage im Klinikum um rd. 327 Stunden mehr Laufzeit generieren;
4. Hierdurch konnten 45,78 MWh elektrische Energie als Eigenstrom zusätzlich erzeugt werden;
5. Für die „produzierte“ Kälteenergie wären mit konventionellen Kältemaschinen rund 19.500 kg CO₂ freigesetzt worden.

Im Ergebnis ist der Einsatz von Prozesswärme zur Kälteversorgung in den LVR-Kliniken ökonomisch und ökologisch sinnvoll, da diese bereits die hierfür notwendige Infrastruktur besitzen und auch einen dauerhaften „schwankungsarmen“ Energiebezug (Wärme- bzw. Kälteenergie gepaart mit der eigenen Stromerzeugung) benötigen.

Ob und inwieweit sich die regulatorischen Bedingungen (steuer- und förderrechtlich) für den Einsatz von Prozesswärme aus BHKW-Anlagen verschlechtern oder verbessern, ist maßgeblich für den möglichen Einsatz in weiteren „kleineren“ LVR- Liegenschaften wie Schulen, Verwaltungen und Museen.

Diese Entwicklung wird die Verwaltung fortlaufend beobachten.

Begründung der Vorlage Nr. 15/690:

Prozesswärme für Kältemaschinen, Sachstandsbericht

Mit dem in der Landschaftsversammlung am 19.12.2012 beschlossenen Antrag 13/235 wurde die Verwaltung um Prüfung gebeten, inwieweit es möglich und wirtschaftlich darstellbar ist, die in Gebäuden betriebenen Kältemaschinen nicht durch Strom, sondern durch Prozesswärme zu betreiben. Mit der Vorlage 13/2991 hat die Verwaltung am 10.10.2013 einen Zwischenbericht dazu gegeben. Im Zwischenbericht wurden auch die verschiedenen Varianten der Kälteerzeugungen erläutert.

Wie in der Vorlage 13/2991 beschrieben, wurden marktgängige Systeme von der Verwaltung präferiert, insbesondere die der Absorptionskältemaschine, welche mit Abwärme aus thermischen Prozessen betrieben wird.

Die Absorptionskältemaschine (AKM) wird auch als thermischer Verdichter bezeichnet. Bei herkömmlichen Kompressionskältemaschine erfolgt der Verdichtungsprozess durch einen elektrisch angetriebenen Kompressor, bei einer AKM wird anstatt elektrischer Energie, thermische Energie (Wärme) zur Verdichtung des Kältemittels (hier Lösungsmittel genannt) eingesetzt.

Der Aufbau einer AKM setzt sich aus zwei voneinander getrennten Systemkreisläufen zusammen. Einerseits der Lösungsmittelkreislauf (Primärkreislauf) welcher für den Anwendungsfall der Gebäudetechnik mit einem Lösungsmittel (Kältemittel) aus H₂O-Lithiumbromid gefüllt ist. In diesem Kreislauf wird durch Verdampfen (mittels zugeführter Wärmeenergie -Prozesswärme-) und Kondensieren des Lösungsmittels Energie „produziert“, welche in dem zweiten Kreislauf, dem Kältekreislauf (Sekundärkreislauf) dann zur Kühlung des eigentlichen Kaltwassers genutzt wird. Beide Kreisläufe, Lösungsmittelkreislauf und Kältekreislauf, laufen innerhalb der Absorptionskältemaschine ab.

Das Kaltwasser welches sich im Kälteverbraucher (z.B. Klimaanlage) erwärmt hat, wird dann in der AKM herunter gekühlt und kann anschließend wieder zu den jeweiligen Kälteverbrauchern, über das hierfür installierte Rohrnetz im Gebäude, verteilt werden (Klimaanlagen, Bauteiltemperierung, etc.).

Die Vorteile der Absorptionskältemaschine, neben der CO₂-Vermeidung durch die Primärenergiereduktion, liegen in folgenden Punkten:

- Absorptionskälteaggregate sind nahezu wartungsfrei, da kaum mechanisch bewegte Teile verbaut sind.
- Die Lebensdauer von Absorptionskälteanlagen ist mind. 20 Jahre, kann aber auch deutlich höher sein. So ist z.B. in den USA eine Anlage seit 70 Jahren in Betrieb.
- Absorptionskältemaschinen benötigen beinahe keine elektrische Antriebsenergie.

- Absorptionskältemaschinen verwenden umweltfreundliche, natürliche „Kältemittel“ (Lösungsmittel)

In der Anlage ist der beschriebene Ablauf innerhalb einer AKM nochmals schematisch dargestellt.

Die AKM werden in der Gebäudetechnik in der Regel mit sogenannten KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplung) kombiniert. Im LVR werden als KWK-Anlagen erdgasbetriebene Blockheizkraftwerke (BHKW) eingesetzt, die neben (Prozess-) Wärme auch elektrische Energie (Strom) erzeugen. Vereinfacht erläutert handelt es sich bei den BHKW um Kraftfahrzeugmotoren (wie in jedem Kfz), die jedoch mit Erdgas anstatt mit Benzin- bzw. Dieselmotoren betrieben werden.

Die Blockheizkraftwerke werden so „doppelt“ genutzt, einerseits als Wärmequelle für die Beheizung bzw. Warmwasserbereitung, wie auch zur Stromerzeugung.

In den Zeiten in denen kein Wärmebedarf (Sommerfall) besteht, würden sich die BHKW abschalten bzw. die ungenutzte Wärme einfach über Rückkühlwerke in die Umwelt ableiten. Hier kommen die AKM als zusätzliche „Wärmeverbraucher“ zum Einsatz, da sie diese Wärmeleistung ausnutzen, um daraus Kälteleistung für Klimaanlage oder Kühlflächen zu erzeugen. Dadurch wird die Laufleistung des BHKW signifikant erhöht und deren Betrieb damit wirtschaftlicher.

Insgesamt wurden vier Neubauprojekte im Klinikbereich untersucht, in denen eine Nutzung der BHKW-Abwärme zur Erzeugung von Kälteenergie sinnvoll erschien.

Hierzu wurden von Seiten der einzelnen LVR-Kliniken Studien beauftragt, welche das Potential und die technische Machbarkeit aufzeigen sollten.

So waren die Neubauvorhaben (Bettenhäuser) in den LVR-Kliniken Bedburg-Hau, Düren, Langenfeld und im LVR-Klinikum Düsseldorf (Diagnose-, Therapie- und Forschungszentrum- kurz DTFZ- i.V. mit dem Neubau der KJPP) als Pilotprojekte zum Aufbau einer Nahkälteversorgung in Verbindung mit einer Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) innerhalb der Liegenschaften vorgesehen (siehe Punkt 5.2 d. Vorlage 13/2991).

Im **LVR-Klinikum Düsseldorf** wurde in enger Abstimmung zwischen Klinikum und dem Dezernat 3 die in der Konzeptstudie angedachten technische Lösung zur Prozesswärmenutzung in den Projekten

- Neubau eines Diagnose-, Therapie- und Forschungszentrums (zukünftig Haus 26)
- Erneuerung und Optimierung der hygienischen und energetischen Infrastruktur (u.a. Nahkälteversorgung Haus 26 und Haus 23)
- Erneuerung der Blockheizkraftwerke (Haus 4),
- Anbindung Neubau Kinder- und Jugendpsychiatrie (Haus 23)

umgesetzt.

Im Kesselhaus (Haus 4) des **LVR-Klinikum Düsseldorf** sind zwei Absorptionskältemaschinen (der Fa. Yazaki) mit je rd. 176 KW Kälteleistung und einer dafür benötigten Wärmezufuhr von je 251 KW zur Versorgung der Häuser 26 und 23 installiert worden. An elektrischer Hilfsenergie für Förderpumpen werden nur noch 560 Watt (0,56 KW) je Maschine benötigt. Die Maschinen wurden im November 2019 aufgestellt, in 2021 an die Nahkälteversorgung angeschlossen und in Betrieb genommen. Bei Bedarf ist eine Platzreserve für eine dritte Absorptionskältemaschine gleicher Größe bereits vorgerüstet worden, um weitere Neubauten oder auch sanierte Bestandsgebäude auf dem Gelände des LVR-Klinikums Düsseldorf mit Kälte versorgen zu können.

In der **LVR- Klinik Bedburg-Hau** wurde im „Neubau für Allgemein Psychiatrie I – II und Gerontopsychiatrische Tagesklinik“ (Haus 56) eine Absorptionskältemaschine mit direkter Anbindung an die Heizzentrale installiert, in der sich die Blockheizkraftwerke befinden. Die AKM wurde mit einer Kälteleistung von 176 KW bei einem Wärmebedarf von 251 KW dimensioniert. Da es sich um eine baugleiche Kältemaschine (der Fa. Yazaki) wie im LVR-Klinikum Düsseldorf handelt, wird auch hier eine elektrische Hilfsenergie für die Lösungsmittelpumpen von rd. 0,56 KW benötigt.

In der **LVR-Klinik Langenfeld** wurde die Erneuerung der BHKW durch die technische Abteilung der LVR-Klinik Langenfeld in eigener Zuständigkeit umgesetzt. Die notwendige Absorptionskältemaschine (der Fa. JCI) mit einer Kälteleistung von rd. 160 KW und einem Wärmebedarf von rd. 250 KW, wurde im Rahmen des Neubauvorhabens Bettenhaus (Haus 60) durch den LVR-FB 31 umgesetzt. Das Gebäude befindet sich seit November 2019 in der Nutzung.

In der **LVR-Klinik Düren** wurde von Seiten der Klinik auf Grund des geothermischen Potentials im Erdreich der Einsatz einer Absorptionskältemaschine für den ersten Bauteil des Neubaus Bettenhaus 11 zurückgestellt. Hierfür wurde eine bivalente Wärmepumpenanlage (Heizen und Kühlen mit einer Wärmepumpe möglich) mit zwei Wärmepumpen (WP) welche je WP 120 KW thermische Leistung zur Verfügung stellen, installiert. Im zweiten Bauabschnitt hätte auf Grund des naheliegenden Braunkohletagebaus und der damit verbundenen Grundwasserhaltung nur max. 50 m tiefgebohrt werden können, welches ein großflächiges Sondenfeld zur Folge gehabt hätte, das aber in der Örtlichkeit flächenmäßig nicht mehr zur Verfügung stand. Daher wurde hier auf die im Konzept untersuchte Möglichkeit zum Einsatz einer Absorptionskältemaschine zurückgegriffen und eine Kältemaschine mit 90 KW Kühlleistung und einem Wärmebedarf von rd. 128,5 KW (der Fa. Carrier) installiert. Das Gebäude des zweiten Bauabschnittes befindet sich seit 2018 in Betrieb. Die ersten Erfahrungen von Seiten der techn. Abteilung der LVR-Klinik Düren fallen derart positiv aus, dass man überlegt, weitere Absorptionskältemaschinen in Bestandsgebäuden, so denn die Randbedingungen dies zulassen, einzusetzen.

Fazit

Die Verwaltung hat auf Basis des Antrags 13/235 Pilotprojekte in vier seinerzeit noch in der Planungsphase befindliche Neubauprojekte an vier verschiedenen Klinikstandorten (Neubauten aus dem sog. Gesamtfinanzierungsprogramm) integriert und die erstellten Konzepte und Studien somit in die Praxis umgesetzt. Nach Fertigstellung der Neubauten konnten die Anlagen in Betrieb genommen und erste Erkenntnisse gesammelt werden.

Da der Betrieb der Anlagen nach Projektende und Nutzungsübergabe den ausgewählten LVR-Kliniken obliegt, erfolgt das zukünftige Monitoring am jeweiligen Klinikstandort.

Wie schon aufgezeigt, liegen die Inbetriebnahmen der Anlagen erst relativ kurz zurück, so dass belastbare Betriebserfahrungen noch nicht umfassend vorliegen.

Um jedoch den Nutzen solcher Anlagen nachzuweisen, wird dies exemplarisch anhand der Energiedaten des LVR-Klinikums Düsseldorf dargestellt.

Seit Inbetriebnahme im Dezember 2019 wurden insgesamt 145,50 MWh (Stand 28.08.2021) über die Absorptionskältemaschinen an Kühlleistung produziert. Während der diesjährigen ersten „echten“ Betriebsphase – da das Haus 26 erst im Juni 2021 vom LVR-Klinikum genutzt wurde - musste festgestellt werden, dass noch Anpassungsbedarf an den eingestellten Parametern bestand. Dies ist aber bei den ersten Betriebsjahren die Regel, so dass hier von einem verminderten Anlagenwirkungsgrad gegenüber dem späteren optimierten Anlagenbetrieb auszugehen ist.

Mit den nun vorliegenden Daten kann festgestellt werden:

1. Die Absorptionskältemaschinen inkl. der zugehörigen weiteren technischen Anlagen haben trotz der noch andauernden Einregulierungsphase eine Kälteenergie von 145,50 MWh „produziert“ und damit die Häuser 26 und 23 versorgt;
2. Hierfür sind rd. 217 MWh Prozesswärme aus den BHKW-Anlagen benötigt worden;
3. Bedingt durch die Kälteerzeugung konnte die BHKW-Anlage im Klinikum um rd. 327 Stunden mehr Laufzeit generieren;
4. Hierdurch konnten 45,78 MWh elektrische Energie als Eigenstrom zusätzlich erzeugt werden;
5. Für die „produzierte“ Kälteenergie wären mit konventionellen Kältemaschinen rund 19.500 kg CO₂ freigesetzt worden.

Der Einsatz von Prozesswärme zur Kälteversorgung ist in den LVR-Kliniken ökonomisch und ökologisch sinnvoll, da diese bereits die hierfür notwendige Infrastruktur besitzen und auch einen dauerhaften „schwankungsarmen“ Energiebezug (Wärme- bzw. Kälteenergie in Verbindung mit dem eigenen Strombedarf) benötigen.

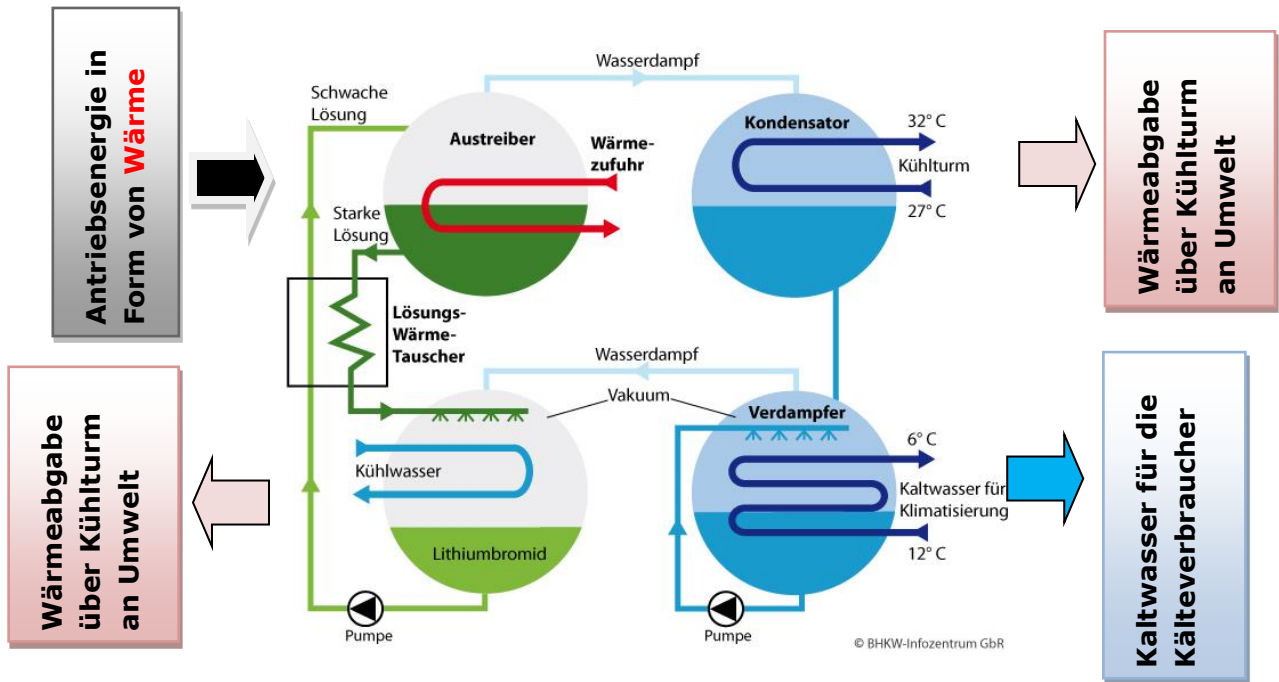
Ob und inwieweit sich die regulatorischen Bedingungen (steuer- und förderrechtlich) für den Einsatz von Prozesswärme aus BHKW-Anlagen verschlechtern oder verbessern, ist maßgeblich für den möglichen Einsatz in weiteren „kleineren“ LVR- Liegenschaften wie Schulen, Verwaltungen und Museen.

Diese Entwicklung wird die Verwaltung fortlaufend beobachten.

Im Auftrag

Stöltzing

Prozessschema einer Absorptionskältemaschine:



vereinfachtes Fließschema einer Absorptionskältemaschine

