

Opt

for better

A system integrator's
experience with
A2L class refrigerants

By Ralph Rinck,
Master Refrigeration Engineer,
Horst Zimmermann GmbH,
Nuremberg



Opteon™



Medical Products Cooled with A2L Refrigerant

This article was first published in German
in *Kälte Klima Aktuell* 4/2021.

Baxter is a manufacturer of high quality medical products. At their Höchststadt an der Aisch site, the refrigeration system supplying two low temperature (LT) cold stores (-26°C) was getting on in years and needed to be replaced. The refrigeration specialist Horst Zimmermann GmbH, Nuremberg, installed a new refrigeration system with the A2L refrigerant R-454C under the most stringent requirements for the operational safety of these cold stores.

As Baxter writes on its homepage, “For over 85 years we’ve been committed to saving and sustaining lives – gaining significant insights that have helped develop innovative technologies and new approaches to healthcare worldwide.” At the company’s Höchststadt an der Aisch site, the refrigeration systems for the two LT cold stores had reached the limits of economic efficiency and reliability after over 20 years’ service. Since the stored goods are high-value medical products, operational reliability was the top priority. Spie is responsible for facility management at the site, and its staff are thoroughly familiar with all operational processes. Spie was only willing to consider a regionally based specialist contractor with the necessary know-how to be able to respond quickly in the event of a malfunction. Horst Zimmermann GmbH from Nuremberg was selected to replace the refrigeration technology, having as it does sufficient experience, including with A2L refrigerants, and highly trained personnel.

Transitioning to A2L Refrigerants

A joint planning process by the specialist contractor’s staff, the facilities management service provider and on-site users clearly identified the refrigerant R-454C as the best long-term solution.

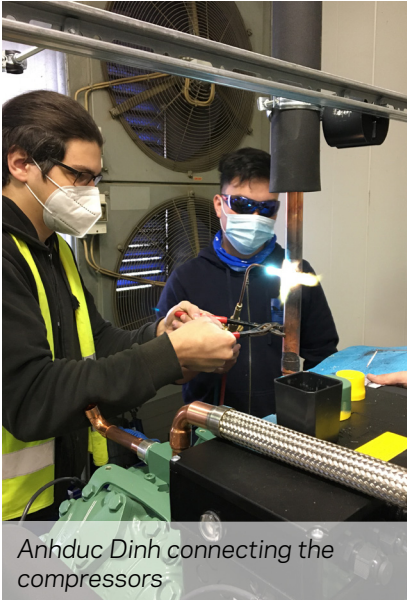


Handover of the completed refrigeration system in the plant room (refrigeration system in the background), from the left, Christopher Popp, Armin Klein, Ralph Rinck, Rene Lämmermann

However, its A2L classification may cause concern when its flammability is mentioned. When this happens, two options are open to us as a system constructor. Either we can opt for a refrigerant with a high GWP within the framework of what is (currently still) legally permissible or we can assess the possible risk related to lower-GWP, mildly flammable refrigerants and develop the technical feasibility together with the client, which is what happened with Baxter. Even if it may initially seem a little more complex, our entire refrigeration/air conditioning industry will not be able to avoid the application and further development of system technology with low-GWP refrigerants. At Horst Zimmermann GmbH we have been dealing with “alternative refrigerants” for some years now. Interestingly, there have long been theoretical presentations on new refrigerants with lots of facts, figures and data. A number of seminars in Maintal or Karlsruhe or presentations at various events have always provided useful information and new ideas, it’s just putting them into practice that has previously been the problem. While some projects might indeed have been suitable for an initial “field trial” and our clients were open to this approach, we were unfortunately thwarted time and again – it has after all taken a very long time for the necessary components to become available. Flammability certainly played a large part in this. Component testing and approvals took some time and effort. This is understandable – safety is justifiably a very high priority, as is thoroughness over speed. Components for alternative (mildly flammable) refrigerants have progressively become available and the manufacturers’ corresponding Component Selection Softwares also permit the required calculations.

A2L Refrigerant Flammability is Manageable

As experienced refrigeration plant (or mechatronics) engineers, it is now also up to all of us to use our expertise to educate users and managers. In particular for the A2L class, we are talking about a burning velocity ≤ 10 cm/sec. R-454C has a



Anhdudc Dinh connecting the compressors



Precision work is required when transporting the control cabinet, Finn Karlein (top)



Still some "cable spaghetti", which Peter Volland will soon sort out.

burning velocity of 1.6 cm/sec., vs. 46 cm/sec. for R-290. The required minimum ignition energy (MIE) and the required mixing ratio (LFL) would also have to be present for flammability even to be achievable. Especially in the latter case, the risk hazard can often be mitigated by technical measures. Installing as many system components as possible outdoors or in large (machine) rooms would be a first step. DIN EN 378 provides good guidance to execute a safe installation. As practitioners, we may occasionally lack the desire to deal with such specifications, which is understandable in principle, but once you have familiarized yourself with them, you have a good idea of what can be implemented under which conditions. From our point of view, it was pretty much a logical step to plan the conversion of the new freezer systems with R-454C together with Mr. Lämmermann, from Spie. With a GWP of 148 (according to IPCC IV, AR 4), this refrigerant is currently my first choice in this field of work.

Planning

The LT cell room height of 7 m and the resulting relatively high maximum possible refrigerant charge made the decision much easier. To further increase energy efficiency, a Heat Recovery system was also installed. During the heating cycles, the waste heat generated is transferred directly to a large warehouse, significantly

improving system efficiency. Additional solenoid or switching valves in the discharge line were deliberately omitted in order to simplify the system architecture and to avoid possible causes of malfunction.

The planned room temperature was -26°C. It was helpful to work together with Mr. Riedel from Frigotechnik during the planning phase in order to discuss details, find practicable solutions and, if necessary, critically question them. Functionality such as defrost on demand, EEV and network capability were discussed in detail and finally implemented with "AK-CC55" controllers from Danfoss and a Bluetooth control unit. Cool-Concept planned a ModBus connection. IQ modules are built into the conventional "Bitzer Green" compressors to provide the greatest possible protection. Great importance was attached right from the planning stage to ensuring a clear arrangement and easy operability and accessibility of all (control) components for future maintenance work.

Installation

In an interview, the plant manager Mr. Czapka describes the decision-making criteria: "From Baxter's point of view, important criteria were sustainability (reduction of CO₂ emissions), redundancy, emergency management and the availability of system components. Coupled with the expertise of the specialist company

used." As is usual with the conversion and replacement of most refrigeration systems, the affected storage rooms could not simply be shut down. Precise advance planning, preparation and implementation were required to avoid unnecessary downtime. For us as system constructors, this meant that all system components (except the evaporators) were installed and pipes were laid to the planned feed-through into the LT cells and pressure tested. Even the control cabinet was completely connected up, and controllers and network access were already set up on site. The free space above the two LT cells was helpful, as there was enough room to lay all the cables and pipes. Getting over existing lines and beams was difficult enough as it was.

One of the most difficult points, however, was arranging the control cabinet and the three compressors to allow easy access for servicing. Which machine room has enough space for additional equipment without having to dismantle what's there already? The condensers could be mounted directly on the outer wall of the machine room, secured by a rail structure inside the room. Installation sometimes meant wriggling arms and spanners almost acrobatically around existing system components.

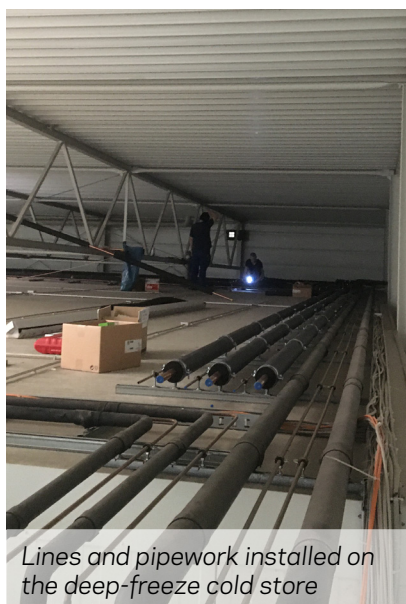
Commissioning

Once all the preparatory work was complete, it was time for the "hot phase" of shutting down the first of the existing equipment, from which point onwards it was a matter of going full speed ahead to dismantle the old system, install and connect new evaporators and put the new system into operation. Since the new evaporators are equipped with an intake hood and SHUT-UP (defrost sleeve), good use had to be made of the space here too in order permit good air distribution. The dimensions are distinctly larger than those of the preceding model. Here too, a generous layout plays a decisive role in terms of energy efficiency.

Thanks to the thorough preparatory work, the first trial run could be carried out earlier than scheduled. After conversion of the existing emergency power supply and trouble-free test operation for several days, the LT store could be released for use. After further few more trouble-free days, the other LT cell was shut down and converted in the same way. As the set temperatures in the cold stores must be respected in any circumstances, additional evaporators, each controlled by its own Danfoss "AK-CC55" controller, was installed in every room.



Installing the intake hoods



Lines and pipework installed on the deep-freeze cold store



The new refrigeration system taking shape.



Condensers could be mounted directly on the outer wall of the machine room

As soon as the “normal” LT cold store reports a fault in a room, this redundant controller is given the go-ahead for cooling. The two evaporators are supplied via a common additional compressor as a separate redundant refrigeration system.

Technical data

Refrigerant:	R-454C
Cooling capacity:	7.3 kW
Evaporation:	-34°C
Room setpoint temperature:	-26°C

Positive Conclusion

Retrospectively, the entire conversion project was easier to implement than initially thought. Unexpectedly, putting the control cabinet in place and setting it up turned out to be one of the most difficult tasks. The justified attention to the flammability of the refrigerant R-454C makes sense and should not be underestimated, but following current standards greatly simplifies the procedure. The advantage of A2L refrigerants is the well-known technology involved, which has long been familiar to experienced refrigeration system or mechatronics engineers. The time has now come to use them not only for individual prestige projects, but also for medium and small applications in our industry without waiting for the next stage of phase-down.

For more information on the Opteon™ family of low GWP products, visit opteon.com



The information set forth herein is furnished free of charge and based on technical data that Chemours believes to be reliable. It is intended for use by persons having technical skill, at their own risk. Because conditions of use are outside our control, Chemours makes no warranties, expressed or implied, and assumes no liability in connection with any use of this information. Nothing herein is to be taken as a license to operate under, or a recommendation to infringe, any patents or patent applications.

Title picture: gettyimages | Stígur Már Karlsson /Heimsmyndir

© 2021 The Chemours Company FC, LLC. Opteon™ and any associated logos are trademarks or copyrights of The Chemours Company FC, LLC. Chemours™ and the Chemours Logo are trademarks of The Chemours Company.

Medizin-Produkte mit A2L-Kältemittel gekühlt

Erfahrungen eines Fachbetriebs mit brennbaren Kältemitteln

Ralph Rinck,
Kälteanlagenbauer-Meister,
Horst Zimmermann GmbH, Nürnberg

Die Firma Baxter ist ein Hersteller hochwertiger Medizin-Produkte. Am Standort in Höchststadt a. d. Aisch war die Kälteanlage zur Versorgung von zwei TK-Lagern (-25 °C) in die Jahre gekommen und musste ersetzt werden. Der Kältefachbetrieb installierte unter höchsten Anforderungen an die Betriebssicherheit der TK-Lager ein neues Kältesystem mit dem A2L-Kältemittel R454C.

„Seit mehr als 85 Jahren arbeiten wir daran, Leben zu retten und zu erhalten – dabei erhielten wir bedeutende Einblicke, die zur Entwicklung innovativer Technologien und neuer Ansätze im Gesundheitswesen weltweit beigetragen haben.“ So schreibt es die Firma Baxter auf ihrer Homepage. Am Standort der Firma in Höchststadt a. d. Aisch waren die Kälteanlagen der beiden TK-Lager nach über 20 Jahren an die Grenze der Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit gekommen. Da es sich bei den eingelagerten Waren um hochwertige Medizinprodukte handelt, hatte die Betriebssicherheit höchsten Stellenwert.

Vor Ort zuständig für das Facility Management ist die Fa. Spie, deren Mitarbeiter alle betrieblichen Abläufe genau kennen. Als ausführender Fachbetrieb kam für Spie nur ein regional ansässiges Unternehmen mit dem nötigen Know-how in Frage, um im Störfall schnell reagieren zu können. Mit dem Austausch der Kältetechnik beauftragt wurde die Horst Zimmermann GmbH aus Nürnberg, die genügend Erfahrung und geschulte Mitarbeiter, auch im Umgang mit A2L-Kältemitteln, vorweisen konnte.

Wachsende Bedeutung von A2L-Kältemitteln

Bei der gemeinsamen Planung aller verantwortlichen Mitarbeiter von Fachbetrieb, FM-Dienstleister und Nutzern vor Ort fiel die Wahl eindeutig auf das Kältemittel R454C als langfristig beste Lösung.

Die Kältemittelklassifizierung A2L sorgt jedoch bei der Erwähnung der Brennbarkeit im Kundengespräch leider immer erst einmal für besorgte Gesichter, bis hin zur Ablehnung. An diesem Punkt gibt es für



Fotos: Zimmermann Kälte

Abnahme der fertigen Kälteanlage im Maschinenraum (Anlage im Hintergrund), von links, Christopher Popp, Armin Klein, Ralph Rinck, Rene Lämmerrmann

uns als Anlagenbauer zwei Möglichkeiten. Entweder man weicht auf ein Kältemittel mit hohem GWP im Rahmen der (derzeit noch) gesetzlichen Möglichkeiten aus, oder man beurteilt die mögliche Gefährdung und erarbeitet gemeinsam mit dem Kunden die technische Umsetzbarkeit – so wie im Fall der Firma Baxter.

Auch wenn es im ersten Moment vielleicht etwas aufwendiger erscheint, wird unsere gesamte Kälte-/Klima-Branche nicht um die Anwendung und Weiterentwicklung der Anlagentechnik mit Low-GWP-Kältemitteln herumkommen. Schon seit einigen Jahren beschäftigen wir uns bei der Horst Zimmermann GmbH mit dem Thema „alternative Kältemittel“. Interessanterweise gibt es schon lange theoretische Vorträge über neue Kältemittel mit vielen Zahlen, Daten, Fakten. Auf mehreren Seminaren in Maintal, Karlsruhe oder bei Vorträgen diverser Veranstaltungen gibt es immer wieder Wissenswertes und neue Impulse. Einzig die Umsetzung war bisher schwierig.

Es wären zwar einige Projekte für einen ersten „Feldversuch“ geeignet gewesen; auch Kunden zeigten sich offen für diesen Weg der Umsetzung. Leider wurden wir immer wieder ausgebremst – hatte doch die Verfügbarkeit der erforderlichen Komponenten sehr lange auf sich warten lassen. Daran hatte die mögliche Brennbarkeit sicherlich einen großen Anteil. Bauteilprüfungen o. ä. Genehmigungen sind wahrscheinlich entsprechend aufwendig und langwierig. Soweit ist das auch verständlich – Sicherheit hat berechtigterweise einen sehr hohen Stellenwert, ebenso geht Gründlichkeit vor Schnelligkeit. In letzter Zeit sind endlich einige Komponenten für alternative (brennbare) Kältemittel erhältlich und auch die entsprechenden Auslegungsprogramme der Hersteller lassen die benötigten Berechnungen zu.

Brennbarkeit von A2L-Kältemitteln ist beherrschbar

Als erfahrene Anlagenbauer (bzw. Mechatroniker) liegt es jetzt auch an uns allen, Nutzer und Führungskräfte mit unserem Fachwissen aufzuklären. Besonders in der A2L-Klasse reden wir von einer max. Brenngeschwindigkeit von 10 cm/s! Die benötigte Mindest-Zündenergie und das benötigte Mischungsverhältnis müssten zusätzlich vorhanden sein, um überhaupt eine Brennbarkeit zu erreichen. Vor allem bei Letzterem kann durch technische Maßnahmen die Gefährdung oft vermieden werden. Möglichst viele Anlagenteile im Freien oder großen (Maschinen-) Räumen zu installieren, wäre ein erster Schritt.

Die DIN EN 378 bietet hier einen guten Leitfaden zu den Aufstellungsbedingungen. Als Praktiker fehlt vielleicht gelegentlich die



Anschluss der Verdichter durch Anhdudc Dinh



Maßarbeit ist gefragt beim Transport des Schaltschranks, Finn Karlein (oben)



Noch gibt es „Kabelsalat“; den Peter Volland bald beheben wird.

Lust, sich mit solchen Vorgaben zu beschäftigen. Das ist grundsätzlich verständlich, allerdings kann man sich nach einer Einarbeitung gut orientieren, was unter welchen Bedingungen umsetzbar ist. Deshalb war es unsererseits ein fast logischer Schritt mit Herrn Lämmermann, als Vertreter vor Ort, die Umbaumaßnahme der neuen TK-Anlagen mit R454C zu planen. Mit einem GWP von 148 (gemäß IPCC IV: AR 4) ist das Kältemittel für mich die derzeit erste Wahl in diesem Arbeitsbereich.

Die Planung

Die Raumhöhe von 7 m in den TK-Zellen und die dadurch relativ hohe, maximal mögliche Kältemittelfüllmenge haben die Entscheidung deutlich erleichtert. Aus energetischen Gründen wurde auch eine Wärmerückgewinnung mitberücksichtigt. Während der Heizperiode wird die entstehende Abwärme direkt an eine große Lagerhalle abgegeben, was die Effizienz der Anlage deutlich steigert. Auf zusätzliche Magnet- oder Umschaltventile in der HG-Leitung wurde bewusst verzichtet, um mögliche Störungsursachen zu vermeiden.

Die Raumtemperatur wurde bei -26 °C geplant. Hilfreich war die Zusammenarbeit bei der Planung mit Herrn Riedel der Firma Frigotechnik, um Details durchzusprechen, praktikable Lösungen zu finden und auch ggf. kritisch zu hinterfragen. Themen wie Bedarfsabtauung, EEV und die Netzwerkfähigkeit wurden ausführlich besprochen und schließlich mit „AK-CC55“-Reglern von Danfoss und Bluetooth-Bedienteil umgesetzt. Eine ModBus-Anbindung hat die Fa. Cool-Concept geplant. Bei den Kompressoren im klassischen „Bitzer-Grün“ sind IQ-Module integriert, um

einen möglichst hohen Schutz zu realisieren. Die übersichtliche Anordnung und eine einfache Bedienbar- und Zugänglichkeit aller (Regelungs-) Bausteine bei zukünftigen Wartungsarbeiten hatten bereits im Planungsstadium einen großen Stellenwert.

Die Montage

Im Gespräch beschreibt der Betriebsleiter Herr Czapka die Entscheidungskriterien: „Aus Baxter-Sicht waren wichtige Entscheidungskriterien die Nachhaltigkeit (Reduktion der CO₂-Emissionen), Redundanz, Notfallmanagement und die Verfügbarkeit von Anlagenkomponenten. Verbunden mit der Kompetenz der eingesetzten Fachfirma.“ Wie üblich bei Umbau und Austausch der meisten Kälteanlagen konnten die betroffenen Lagerräume nicht einfach abgeschaltet werden. Im Vorfeld waren eine exakte Planung, Vorbereitung und Umsetzung nötig, um unnötigen Stillstand zu vermeiden. Für uns als Anlagenbauer hieß das, alle Anlagenteile (außer den Verdampfern) wurden montiert, Leitungen bis zur geplanten Durchführung in die TK-Zellen verlegt und abgedrückt.

Auch der Schaltschrank wurde komplett abgeschlossen, Regler und Netzwerkzugang vor Ort bereits eingerichtet. Hilfreich war der freie Raum über den beiden TK-Zellen, in dem genug Platz zur Verlegung aller Kabel und Rohrleitungen zur Verfügung stand. Das Springen über bestehende Leitungen und Träger war auch so aufwendig genug. Einer der schwierigsten Punkte zeigte sich allerdings in der Anordnung des Schaltschranks und der drei Kompressoren, um einen servicefreundlichen Zugang zu ermöglichen. In welchem Maschinenraum gibt es

schon genug Platz für zusätzliche Anlagen, ohne vorher Altanlagen zu demontieren? Die Verflüssiger konnten direkt an der Außenwand des Maschinenraums montiert werden, wenn auch mit einer Schienenkonstruktion im Raum gesichert. Zur Montage mussten sich Arme und Schraubenschlüssel teilweise fast akrobatisch um bestehende Anlagenteile herumschlingeln.

Die Inbetriebnahme

Nach Abschluss aller Vorbereitungen kam die „heiße Phase“ der Abschaltung der ersten in die Jahre gekommenen Anlage. Ab jetzt hieß es, mit aller Kraft die alte Anlage demontieren, neue Verdampfer montieren, anschließen und Anlage in Betrieb nehmen. Da die neuen Verdampfer mit Ansaughaube und Shut-up (Abtauschlauch) ausgerüstet sind, musste auch hier der Platz gut ausgenutzt werden, um eine gute Luftverteilung zu ermöglichen. Die Abmessungen sind deutlich angewachsen im Gegensatz zum Vorgängermodell. Auch hier spielt die großzügige Auslegung im Bezug auf die Energieeffizienz eine entscheidende Rolle.

Der erste Probelauf konnte dank der guten Vorbereitung früher als geplant durchgeführt werden. Nach Umbau der vorhandenen Notstromversorgung und störungsfreiem Testbetrieb über mehrere Tage konnte das TK-Lager zur Nutzung freigegeben werden. Nach weiteren Tagen ohne Störungen wurde auch die andere TK-Zelle abgeschaltet und entsprechend umgebaut. Da die Temperaturen in den TK-Lagern keinesfalls überschritten werden dürfen, wurde in jedem Raum noch ein zusätzlicher Verdampfer installiert. Jeder mit einem eigenen „AK-CC55“-Regler von Danfoss an-



Montage der Ansaughauben



Montage von Leitungen und Rohren auf dem TK-Lager



Die neue Kälteanlage nimmt Gestalt an.

gesteuert. Sobald die „normale“ TK-Anlage in dem jeweiligen Raum eine Störung meldet, bekommt dieser Redundanz-Regler die Freigabe zur Kühlung. Versorgt werden die beiden Verdampfer über einen gemeinsamen zusätzlichen Kompressor, als eigene Redundanz-Kälteanlage.

Positives Fazit

Im Nachhinein betrachtet, war die gesamte Umbaumaßnahme einfacher zu realisieren als zunächst gedacht. Unerwartet stellte sich die Einbringung und Aufstellung des Schaltschranks als einer der schwierigsten Arbeitsschritte heraus. Die berechtigte Aufmerksamkeit zur Brennbarkeit des Kältemittels R454C macht Sinn und soll nicht leichtfertig unterschätzt werden. Eine Orientierung an den gängigen Normen macht den Umgang wiederum sehr einfach. Der Vorteil bei den A2L-Kältemitteln ist die bekannte Technik, mit der erfahrene Kälteanlagenbauer, bzw. Mechatroniker seit langem vertraut sind. Es wird Zeit, diese nicht nur bei einzelnen Prestigeprojekten einzusetzen, sondern auch bei mittleren und kleinen Anwendungen in unserer Branche anzuwenden und nicht auf die nächste Stufe des Phase-downs zu warten.

Technische Daten

Kältemittel: R454C
 Kälteleistung: 7,3 kW
 Verdampfung: -34 °C
 Raum-Solltemperatur: -26 °C



Die Verflüssiger konnten direkt an der Außenwand des Maschinenraums montiert werden.