

Das eisfreie Tiefkühlager

Von Beat Schmutz* und Peter Laternser

Tiefkühlager sind planungsintensiv und verursachen hohe Betriebskosten. In den letzten Jahren sind jedoch Fortschritte gemacht worden, welche die Wirtschaftlichkeit verbessern. Clevere Lösungen führen darüber hinaus zu einer Verbesserung der Arbeitsbedingungen.

Tiefkühlprodukte sind immer noch im Trend. Die Umsätze von Tiefkühlprodukten wie Gemüse oder Fleisch stagnieren zwar im Detailhandel, doch Halbfertigprodukte für die Gastronomie und das Gewerbe legen noch immer zu. Es erstaunt deshalb nicht, dass ein ganz neues Tiefkühlager von Romer's Hausbäckerei in Benken SG gebaut wird. In wenigen Wochen wird es mit Tiefkühl-Back- und Konditoreiwaren gefüllt sein.

Das Konzept

Nach einer Systemstudie mit verschiedenen Varianten (CO₂, NH₃, R404A) wurde eine R404A-Anlage mit vier Blitzter Economizer Schraubenverdichtern von je 100 kW Leistung geplant und realisiert.

Das Tiefkühlager besteht aus zwei – nur durch eine Brandmauer getrennte – funktionalen Bereichen. Im so genannten «Vorratslager» von 27 500 m³ werden die Paletten vollautomatisch mit Regalbediengeräten transportiert und ein- und ausgelagert. In diesem Bereich arbeiten keine Personen.

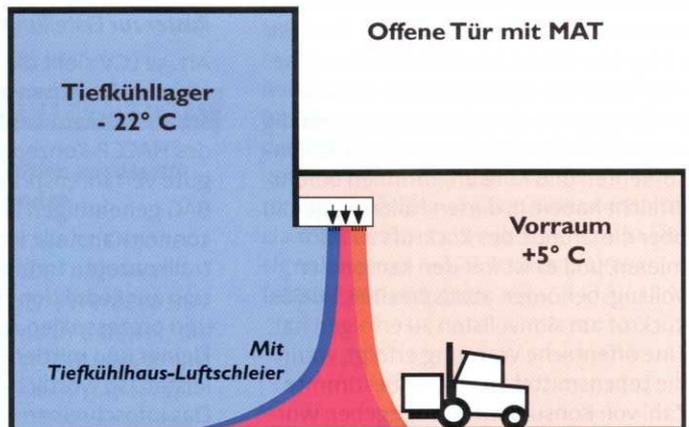
Im «Kommissionierlager» von 23 500 m³ wird jedoch auf vier Ebenen Ware von Hand kommissioniert und für den Verlad bereitgestellt.

Der Lufteinführung und -verteilung musste hier grosse Beachtung geschenkt werden,

damit trotz der tiefen Arbeitstemperatur optimale Bedingungen für das Personal erreicht werden können. Die Luftverteilung erfolgt in jeweils vier Luftkanälen, welche optimal in die Regalständer integriert werden konnten.

Für die Kühlung im TKL sind vier Gehäusekühler mit einer Kälteleistung von 100 kW eingebaut worden, welche 61 000 m³/h Luft umwälzen können. Diese Gehäusekühler sind für Wartungsarbeiten von ausserhalb des TKL über das Dach zugänglich. Während den Abtauphasen wird die Verbindung zum TKL luftseitig geschlossen, damit kein Dampf in das TKL dringen kann.

Tiefkühlager können zu enormen Energiefressern werden, wenn sie nicht sorgfältig geplant und bewirtschaftet werden. Deshalb lohnt sich hier der Planungsaufwand. Das Hauptproblem liegt beim Ein- und Auslagern der gefrorenen Produkte. Nicht nur in Bezug auf die Kosten, sondern auch in Bezug auf die Qualität der Produkte. Daher wurde bei diesem Projekt darauf geachtet, dass die frisch tiefgefrorenen Produkte direkt vom Schockfroster ins Tiefkühlager gelangen. Möglich wird das durch ein Förderband, das die gefrorenen Packungen über einen gekühlten und isolierten Transporttunnel direkt ins TK-Lager transportiert.



Die MAT-Türe.

Dass die Isolation des Lagers von zentraler Bedeutung ist, dürfte klar sein. Es lohnt sich denn auch, das Gebäude sehr gut zu isolieren. In diesem Beispiel wurden Alu-Isolier-Sand-

wich-Paneele von 22 cm Dicke eingesetzt. Die Verarbeitung von Paneelen erlaubt Montagezeit zu sparen und verhindert Montagefehler, die auftreten können, wenn die Isola-

tionen auf dem Bau verklebt werden. Darüber hinaus sind die Oberflächen sauber und stabil.

Die gesamte Statik des TK-Lagers ist im Innern gelöst. Das heisst, die Dachlasten werden von den Lagergestellen übernommen.

Das Eisproblem

Ältere Tiefkühlager leiden praktisch immer unter Eisproblemen. Gelangt warme Luft beim Ein- und Auslagern in das Lager, kondensiert die Luftfeuchtigkeit und fällt als «Schnee» aus oder kondensiert an Gestellen und Wänden als Eisschicht. Das kostet unnötig Energie, ist unhygienisch, erhöht die Sturzgefahr und behindert damit generell die Arbeit im Lager.

Zudem bildet sich im Eingangsbereich Nebel, welcher die Sicht stark behindert.

Nur zwei Temperaturzonen

Durch den Einsatz von Dreifach-Spezialluftschleibern kann der Luftaustausch in das TK-Lager wirksam unterbunden werden. Auch hier ist eine sorgfältige Planung der Öffnungen unumgänglich, damit keine Durchzugserscheinungen auftreten können. Die Schleier werden automatisch beim Öffnen der Türe in Betrieb gesetzt.

Es gibt damit zwei kontrollierbare Temperaturzonen: $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Speditionsbereich und $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Innern des TK-Lagers. Mittels eines Deckenkühlers wird zugfrei ein «Kaltluftsee» mit einer Tiefe von etwa 2 bis 3 Metern erzeugt, der für das Personal angenehmer ist, als eine konventionelle Klimatisierung, die immer wieder Durchzug erzeugt.

Die Luft wird mit textilen Quellauslässen zugarm ausgeblasen. Die Luftmenge ist über Frequenzumformer stufenlos regelbar. Damit wird



Die Lagergestelle im Rohbau.

wesentlich Energie gespart, denn nur bei hoher Kältelast wird nun die volle Luftmenge gefördert.

Schleusen / Kühlzone Verlad

Alle Andockstationen für Camions und Lieferwagen sind als thermisch isolierte Schleusen konzipiert: Der Transporter fährt rückwärts satt an das geschlossene Tor. Ein optischer Sensor detektiert das Fahrzeug und nach einer Minute wird automatisch der Gummibal aufgeblasen, der sich dann im Abstand von einem halben Meter vor dem Tor eng an die Wand der Kühlfahrzeuge anlegt. Erst dann kann das Gebäudetor geöffnet werden und in der Folge die rückwärtige Türe des Camions. Der Camion hat nun eine Verbindung zum Schleusenvorraum. Und zwar ohne dass Aussenluft in nennenswerter Menge in diesen Vorraum gelangen kann.

Bevor die innere Türe zum TK-Lager geöffnet wird, wird mit einem Klimatelement über der Türe ein dreizoniger Luftschleier aufgebaut, der einen Kälteverlust weitgehend verhindert.

In der Aussenzone wird Vorraum-Luft von $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ von oben nach unten geblasen, in der inneren Zone Luft von $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$

aus dem TK-Lager. Die – trockene, weil sehr kalte – Luft für den mittleren Luftstrahl wird auch im TK-Lager angesaugt, erwärmt und zwischen die beiden andern Luftschleier geblasen. Mit dieser Technik kann verhindert werden, dass die relativ feuchte $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -Luft mit der kalten $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -Luft in direkten Kontakt kommt. Und damit kann die Nebelbildung verhindert werden.

Mit diesem Luftschleiersystem kann nicht nur Kälteenergie gespart werden, es kann auch weitgehend verhindert werden, dass bei der Beschickung oder Entleerung des Lagers Feuchtigkeit in den TK-Raum gelangt. Die Abtaupintervalle an den Tiefkühlverdampfern können damit entscheidend verlängert werden, was nochmals zur Senkung der Energiekosten beiträgt.

Abwärme

Die Abwärme wird an ein Rückkühlwerk auf dem Dach abgegeben, die Ölkühlerleistung und die Kondensationsabwärme werden zurückerwonnen und zu Heizzwecken verwendet.

Brandschutz

Tiefkühlager werden heute sehr leicht gebaut. Die Strukturen sind selbsttragend und

bestehen aus mit Isolationspaneelen bestückten Stahlkonstruktionen. Die Lagergestelle bestehen aus Leichtstahl-Element-Strukturen. Gegenüber einem Bürogebäude sind nur kleine Massen verbaut. Dadurch gibt es in einem Brandfall eigentlich nichts anderes zu schützen als Menschenleben. Das Gebäude wird im Brandfall sehr schnell irreparabel zerstört, und das Lagergut wird innert Minuten durch Wärme und Rauch verdorben.

Ein Löschangriff mit Wasser kann gravierende Auswirkungen auf die Gebäudehülle und die Statik haben, da das Wasser sofort gefriert. Wenn im Sommer Rauchabzugsöffnungen geöffnet werden, führt die einströmende Warmluft zu blitzartiger Nebelbildung und Eisbeschlag an Boden und Installationen. Eine Brandbekämpfung in einem Tiefkühlhaus muss mit den Einsatzkräften der Feuerwehr genau besprochen und die speziellen Bedingungen müssen erläutert und geschult werden.

Damit rechnen sich aus Ingenieursicht nur Massnahmen, die dem unmittelbaren Personenschutz dienen. Und natürlich dem Verhindern des Übergreifens des Brandes auf andere Gebäude. Alles andere ist Luxus, der allenfalls auf Druck der Behörden installiert werden muss. In diesem Projekt hat man sich mit den Behörden des Kantons St. Gallen darauf geeinigt, dass manuell zu bedienende Rauchabzüge eingebaut werden, die im Brandfall kurzfristig die Sichtweite im TKL verbessern können. Zudem ist das Lager mit einer Rauchabzugs-Meldeanlage ausgerüstet, welche eine Rauchentwicklung im TK-Lager erkennen kann. Ω

* Der Autor ist Geschäftsführer der Schmutz, Starkl und Partner AG, Oesingen (www.kaelteleplaner.ch)