



# Tiefkühlagerung von Thunfisch mittels NH<sub>3</sub>-/CO<sub>2</sub>-Kaskade

In einem neuen, energieeffizienten Tiefkühlager wird Thunfisch mit einer modernen NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>-Kaskadenanlage tiefgekühlt und gelagert. Täglich können etwa 2.250 metrische Tonnen/2.480 amerikanische Tonnen an Tunfisch und Thunfischfilets in den TK-Lagerräumen eingelagert werden. Güntner hat die Logistiklager mit CO<sub>2</sub>-Verdampfern – dem kubischen CPGHN und dem beidseitig ausblasenden CPDHN – ausgestattet, die im Pumpenbetrieb laufen. Zudem wird die überschüssige Wärme des NH<sub>3</sub>-Kältekreislaufs über Güntner ECOSS Verdunstungsverflüssiger abgeführt.



Echter Bonito, Gelbflossenthun, Großaugenthun – in den neuen TK-Lagerräumen in General Santos, auch bekannt als Thunfisch-Hauptstadt der Philippinen, werden große Salzwasserfische gelagert. Die neue Anlage erfüllt die vier Hauptanforderungen des Betreibers hinsichtlich Kapazität, Energieeffizienz, Sicherheit und Anlagentechnik:

1) In jedem der neun TK-Lagerräume können pro Tag 250 metrische Tonnen/275,5 amerikanische Tonnen an Thunfisch und Thunfischfilets tiefgefroren werden. Die Pro-

## Übersicht

Geschäftsfeld:	Industriekälte
Anwendung:	Logistik / Fischkühlung
Land/Ort:	Philippines / General Santos
Fluid:	NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub> , Wasser/Glykol-Gemisch
Produkt:	Güntner Verdunstungsverflüssiger ECOSS 850 Güntner Luftkühler CUBIC Vario, Typ CPGH Güntner Luftkühler CUBIC Vario, Typ CPDH

Güntner GmbH & Co. KG  
Hans-Güntner-Straße 2 – 6  
82256 FÜRSTENFELDBRUCK  
GERMANY  
[www.guentner.de](http://www.guentner.de)



▲ NH<sub>3</sub>- und CO<sub>2</sub>-Kompressoren im Maschinenraum



▲ Schaltschrank zur Steuerung der Kompressoren im Maschinenraum



▲ Zwei Güntner ECOSS Verdunstungsverflüssiger geben die überschüssige Wärme der NH<sub>3</sub>-Kompressoren an die Umgebung ab.

Güntner GmbH & Co. KG  
Hans-Güntner-Straße 2 – 6  
82256 FÜRSTENFELDBRUCK  
GERMANY  
www.guentner.de

Member of Güntner Group 

dukte werden zur Lagerung mit einer Temperatur von -10 °C/14 °F angeliefert. Zwingend notwendig ist dann, dass der Fisch innerhalb von 24 Stunden auf eine Kerntemperatur von -18 °C/-0,4 °F gekühlt wird.

2) Eine energieeffiziente Lösung war unerlässlich – daher waren die umweltfreundlichen Kältemittel NH<sub>3</sub> und CO<sub>2</sub> die erste Wahl des Betreibers.

3) In und über den TK-Lagern, Vorräumen und dem Verarbeitungsraum wurden wegen der Gefahr der Verunreinigung weder Ammoniak-Verdampfer noch Rohrleitungen installiert – eine Vorsichtsmaßnahme für den Fall, dass Ammoniak austritt. Die Ammoniak-Füllmenge ist gering; das Gas wird lediglich im Maschinenraum und für die Verflüssiger in den Außenbereichen verwendet.

4) Die Kälte wird über eine zentralisierte Hochleistungs-Kälteanlage erzeugt, die mit vollautomatisierter Leittechnik ausgestattet ist.

Die Thunfisch-Anlage wurde vom Anlagenbauer Omnico Engineering ausgelegt und mit der Kälteanlage ausgestattet.

### Neun TK-Räume

Der gesamte Logistik-Bereich umfasst eine Fläche von 84 x 66 x 8 m/276 x 217 x 26,2 ft und ist in 6 große Tiefkühlager (je 324 m<sup>2</sup>/3.488 ft<sup>2</sup> mit einer Kapazität von je 500 metrischen Tonnen/551 amerikanischen Tonnen) und 3 kleine TK-Lager (je 648 m<sup>2</sup>/6.975 ft<sup>2</sup> mit einer Kapazität von je 1.000 metrischen Tonnen/1.102 amerikanischen Tonnen) unterteilt. Die Produkte werden entweder als Ganzfisch in Fischbehältern oder als vakuumverpackte Thunfischfilets „konservierfertig“ angeliefert und können mit automatisierten Anlagen zur Haltbarmachung in den Exportmärkten direkt in Dosen konserviert werden. Da die Produkte für Exportmärkte bestimmt sind, ist die hochmoderne Einrichtung von mehreren internationalen Institutionen und Staaten akkreditiert: USFDA, OU, CFIA, Earth Island Institute Dolphin Safe, HACCP, BRC, IFS, EU und IDC.

Sämtliche TK-Lager werden auf die konstante Temperatur von -25 °C/-13 °F gekühlt. Der separate Verarbeitungsraum zur Größensortierung des Fisches und die vier Transportgänge im Lager werden auf einer Temperatur von +10 °C/50 °F gehalten.

### Zweistufige NH<sub>3</sub>-/CO<sub>2</sub>-Kaskade

Die installierte NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>-Kaskadenkälteanlage eignet sich bestens für eine Vielzahl an Anwendungen im Tief- und Normalkältebereich, bei denen eine hohe Energieeffizienz verlangt wird und Ammoniak in der Nähe der Produkte und Produktionsmitarbeiter unerwünscht ist.

Zwei NH<sub>3</sub>-Kompressoren (T<sub>0</sub> -4,8 °C/22,8 °F and T<sub>c</sub> +36 °C/96,8 °F) stellen die Kälte bereit, die für das Kondensieren von CO<sub>2</sub> auf der Niedrigtemperatur-Seite erforderlich ist, sowie die Abkühlleistung, die für die Vorräume und den Fischverarbeitungsraum benötigt wird. Ein NH<sub>3</sub>-Kompressor wird als „fixer“ Kompressor betrieben, der die Grundlast bei einer konstanten Geschwindigkeit von 1.170 U/min bereitstellt. Ein weiterer Kompressor ist frequenzgesteuert (750 – 1.500 U/min) und passt sich den Lastschwankungen an. Bei beiden Kompressoren beträgt der COP bei Vollast 4,39.

Im Teillastbetrieb des frequenzgesteuerten Kompressors ist die Leistungszahl jedoch höher, besonders im Leistungsbereich von 20 – 60 %, in dem der Kompressor überwiegend betrieben wird. Die gleiche Kompressor-Auslegung wird für den CO<sub>2</sub>-Kreislauf angewendet, bei dem zwei Kompressoren (T<sub>0</sub> -32 °C/-25,6 °F und T<sub>c</sub> -1 °C/30,2 °F) die Kälte für die TK-Räume bereitstellen.

Zwei Güntner Verdunstungsverflüssiger ECOSS 850 sorgen für die Wärmeabfuhr von den NH<sub>3</sub>-Kompressoren an die Umgebungsluft. Über ein Regelventil werden zudem auch die Zylinderkopfdichtungen gekühlt. Zudem ermöglicht die variable Ausführung des Güntner Verdunstungsverflüssigers die Unterbringung einer Kreislaufunterteilung für den geschlossenen Wasserkühlkreislauf der NH<sub>3</sub>-Kompressoren.



▲ Guntner DUAL Vario Luftkühler, Typ CPDHN, liefern die benötigte Kälte für die Vorräume.



▲ Ein TK-Raum für 1.000 metrische Tonnen/1.102 amerikanische Tonnen wird von zwei Guntner CUBIC Vario CPGHN Verdampfern gekühlt, die an beiden Enden des Raums einander gegenüber angebracht sind.

Der Guntner Verdunstungsverflüssiger ECOSS 850 ist komplett aus Edelstahl gefertigt. Diese Konstruktion bietet eine extrem hohe Beständigkeit gegen Korrosion und eine lange Lebensdauer, sodass das Gerät geradezu prädestiniert ist für den Projektstandort nahe der Küste. Außerdem spielten die Einsparungen bei der chemischen Wasseraufbereitung sowie beim Energie- und Wasserverbrauch und die einfache Aufstellung des Guntner ECOSS eine wichtige Rolle dafür, dass man sich für die Guntner Edelstahl-Verflüssiger entschied und nicht für herkömmliche, Stahl verzinkte Verflüssiger.

Die Guntner Geräte erreichen eine Verflüssigungsleistung von insgesamt 1.214 kW/4.142.168 BTU/h bei einer Verflüssigungstemperatur von 36 °C/96,8 °F und einer Feuchtkugeltemperatur von 28 °C/82,4 °F. Diese Feuchtkugeltemperatur entspricht auch dem Höchstwert der umgebenden Atmosphäre am Aufstellort.

Ein robuster Wärmeübertrager verbindet den Niederdruck-NH<sub>3</sub>-Kreislauf mit dem Hochdruck-CO<sub>2</sub>-Kreislauf. Dieser Wärmetauscher erfüllt zwei Funktionen: Er dient als Verflüssiger für den CO<sub>2</sub>-Kreislauf und als überfluteter Verdampfer für den NH<sub>3</sub>-Kreislauf.

### Guntner CO<sub>2</sub>-Verdampfer im Pumpenbetrieb

Zwei Guntner Luftkühler CUBIC Vario (Typ CPGHN 065.2I/210-BHL/18P.E mit jeweils 44 kW/150.128 BTU/h) stellen die für die drei großen TK-Lagerräume benötigte Kälte bereit, und jeweils ein Guntner Luftkühler CUBIC Vario (Typ CPGHN 065.2I/310-BHL/18P.E aus Edelstahl mit einer Leistung von 66 kW/225.192 BTU/h) ist in den sechs TK-Zellen installiert. Die Ventilatoren der Luftkühler sind aus Aluminium gefertigt. Die Verdampfungstemperatur des CO<sub>2</sub>-Kältemittels beträgt -31 °C/-23,8 °F.

Das Kältemittel für die zwölf Guntner CO<sub>2</sub>-Luftkühler, die in den -25 °C/-13 °F kalten Räumen mit einer Verdampfungstemperatur von -31 °C/-23,8 °F installiert sind, wird im überfluteten Betrieb bereitgestellt. Die Pumpspeichereinheit befindet sich im Maschinenraum.

Die Guntner CPGHN CUBIC Luftkühler sind mit einer Ventilatorringheizung, einer thermisch entkoppelten Wanne sowie einer isolierten Stauhaube ausgestattet, damit die Abtauwärme gespeichert wird. Dies wiederum optimiert die Abtaueffizienz und minimiert die Wärmeübertragung von der Kühlraumfläche während des Abtauvorgangs. Das Design dieser Kühler ermöglicht eine hervorragende Luftverteilung und einen gleichmäßigen Temperaturverlauf über sämtliche TK-Lagerräume bei minimalem Energieverbrauch.

Damit die Arbeiter in den Vorräumen und dem Verarbeitungsraum ein angenehmes Arbeitsklima vorfinden, fiel die Wahl auf Guntner Luftkühler DUAL CPDHN mit einem niedrigen Geräuschpegel, geringerem Luftzug und kondensationsminderndem Design. Die Guntner Luftkühler mit vier verschiedenen Leistungsstufen (21,7 kW/74.040 BTU/h, 31,7 kW/108.160 BTU/h, 43,2 kW/147.398 BTU/h, 52,8 kW/180.154 BTU/h) hängen unter der Decke. Die Fischsortier-Räume sowie Vorräume werden durch das geförderte, flüssige CO<sub>2</sub> mit einer Verdampfungstemperatur von 0 °C/32 °F auf einer Temperatur von +10 °C/50 °F gehalten. Dieses flüssige CO<sub>2</sub> wird vom CO<sub>2</sub>-Flüssigkeitsbehälter auf der Hochdruckseite des CO<sub>2</sub>-Kreislaufs über eine separate Umwälzpumpe entnommen. Der Rücklauf dieser Verdampfer ist mit der Gasseite des Flüssigkeitsbehälters verbunden. Im Vergleich zu Verfahren mit gängigen Solen (z. B. Propylenglykol), bei denen kein Phasenwechsel stattfindet, verbessert diese Verrohrung für CO<sub>2</sub> die Energieeffizienz.

Der Wärmeeintrag in die Fischsortier-Räume und den Kommissionier- und Verlade-raum ist vergleichsweise hoch, da es sich hier um arbeitsintensive Bereiche handelt und nicht vollständig verhindert werden kann, dass die warme Außenluft über die Ein- und Ausgänge ins Rauminnere gelangt. Die Kühlleistung der Luftkühler ist hier daher im Vergleich zu den anderen Vorräumen um den Faktor 2,5 erhöht.

## Warmsolekreis zur Abtauung

Eine Glykol-Lösung (50 % Propylenglykol) mit einer Temperatur von +30 °C/86 °F taut die pumpenbetriebenen Güntner CO<sub>2</sub>-Verdampfer CUBIC Vario, die in jedem der neun TK-Räume installiert sind, ab. Die Glykol-Abtauung erfolgt dabei in einem separaten Kreislauf, sodass zusätzlich zur Rohrleitung für das Kältemittel auch eine Abtau-Rohrleitung im Wärmeübertragerblock integriert ist. Die Abtauleitung wird zudem durch das Tropfblech geführt. Jeder Kreislauf wird über ein Motorventil mit Federrückstellung geregelt. Für den Abtauprozess öffnet das Glykolkreislauf-Ventil zum Tropfblech zuerst, damit die Wanne vorgeheizt wird. Erst danach wird der Block durchströmt.

Mit diesem Aufbau können gleichzeitig zwei Geräte im Lager abgetaut werden. Das Heißgas der NH<sub>3</sub>-Kompressoren dient als Wärmequelle zur Erwärmung der Warmsole; die Wärme der Kompressoren wird dabei durch Plattenwärmeübertrager auf die Sole übertragen. Die 21,2 °C/70,2 °F warme Kühlsole erwärmt sich bei diesem Vorgang auf bis zu 30 °C/86 °F, während das warme Heißgas des Kältemittelkreislaufs gleichzeitig im Plattenwärmeübertrager kondensiert und über ein Hochdruck-Schwimmerventil zum NH<sub>3</sub>-Sammler gefördert wird, der wiederum die CO<sub>2</sub>-Verflüssiger versorgt.

## Automatische und manuelle Anlagensteuerung

Die Anlage kann automatisch sowie manuell betrieben werden. Die vier Schaltschränke zur Steuerung der Kompressoren und die Mess- und Regeltechnik der Anlage wie Druck- und Temperaturtransmitter, Flüssigkeitsstand-Transmitter und Schwimmerschalter sind mit dem Master-Schaltschrank verbunden. Temperatursollwerte können für jeden Raum individuell angepasst werden, und die Abtauung kann entweder manuell oder nach Vorgabewerten erfolgen. Die Überwachung und Erfassung des Energieverbrauchs ist ebenso serienmäßig.

Omnico hat darüber hinaus noch eine Computer-Schnittstelle mit passwortgeschütztem Internetzugang zur Fernüberwachung und Steuerung geliefert. Damit kann sich der Anlagenbetreiber von überall aus über das Internet in das System einloggen und so den Anlagenbetrieb in Echtzeit oder basierend auf den aufgezeichneten Daten prüfen. Omnico Engineering selbst kann sich ebenso einloggen, um gegebenenfalls Fehler zu beheben und um Betreiber vor Ort einzuweisen.

## Praxisnahe Mitarbeiterschulung

Um den reibungslosen Betrieb von Anfang an zu gewährleisten, wurden die Techniker des Kaltlagerraums während der Inbetriebnahme der Anlage drei Wochen lang intensiv durch Omnico geschult. Darüber hinaus gab es eine ganztägige Präsenzschiulung für mehr als 20 Mitarbeiter des Betreibers. Der Anlagenbauer Omnico möchte absolut sichergehen, dass das Betreiberpersonal die Anlage selbstständig bedienen sowie regelmäßige Wartungsarbeiten durchführen kann. Dies und ein erstklassiges System mit hochwertigem Equipment ist sehr wichtig in Bereichen, in denen die Betreiber die benötigten Kenntnisse nicht in vollem Umfang mitbringen“, erklärte Bjarne Waldstrom, Geschäftsleiter von Omnico Engineering.

Die Einrichtung wird von der aktuellen Lagerkapazität von 6.000 metrischen Tonnen/6.612 amerikanischen Tonnen auf künftig 10.000/11.020 erweitert. Die Kälteanlage und das Rohrleitungssystem können dann ohne Unterbrechung der Produktion ausgebaut werden.