

## *Frisch und knackig - Möhrenlager Greengrow, Polen*



Die neue Lagerhalle von Greengrow in Wikrowo, Gronowo Elblaskie, Polen

<b>Geschäftsfeld:</b>	Industrie
<b>Anwendung:</b>	Obst- und Gemüse Kühlung
<b>Land / Ort:</b>	Polen, Gronowo Elblaskie
<b>Kältemittel:</b>	R404A, Glykol
<b>Produkt:</b>	Deckenluftkühler DGN, Luftkühler GGHN, Verflüssiger GVH

Jeder mag frisches Obst und Gemüse, aber kaum jemand macht sich Gedanken darüber, wie es möglich ist, dass man diese Lebensmittel selbst im Winter frisch kaufen kann. Die Lagerung von Obst und Gemüse erfordert sehr viel Fachkenntnis und Erfahrung. Aber welche Informationen müssen überhaupt vorliegen, um für eine bestimmte Lagersituation das richtige Anlagenkonzept zu finden und die richtigen Luftkühler auszulegen?

Für die Auslegung und optimale Auswahl der Luftkühler eines neuen Obst- und Gemüselagers wandte sich das Unternehmen Greengrow, Polen, an Güntner, weil man einen zuverlässigen Partner suchte, der mit der Lagerung sensibler Produkte Erfahrung hat. Schließlich sollte das frische Obst und Gemüse auch am

Ende der Lagerzeit die optimale Qualität aufweisen. Die höchste Qualität wird erst dann erreicht, wenn neben einem optimalen Wachstum und dem richtigen Erntezeitpunkt die richtige Lagertechnologie angewendet wird. Als ausführenden Anlagenbauer wählte man die Firma P.P.H. Cool, die ebenfalls als zuverlässiger Partner in diesem Bereich bekannt ist.

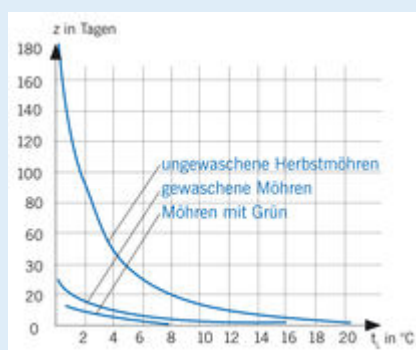
### Auswahl der Luftkühler

Das Lager ist in fünf Räume unterteilt und so konzipiert, dass unterschiedliche Obst- und Gemüsesorten gelagert werden können. Hauptsächlich werden Möhren gelagert, daher erfolgten die Auslegung der Anlage und die Optimierung der Luftkühler für dieses Gemüse. Bei der Projektierung wurde der gesamte Komplex an Anforderungen betrachtet: Produkthanforderungen, Lagertechnologie (speziell die Stapeltechnologie), Anforderungen an die Kälteanlage, und insbesondere die Ausführung der Luftkühler. Eine weitere Herausforderung ist die Umsetzung des Regelverhaltens, da die Anforderungen während der Einlagerungs- und der Lagerphase unterschiedlich sind.

wärme erheblich und damit verringern sich die Lagerzeit und der Zyklus für die Frischehaltung. Aus diesem Grund sollte für die Langzeitlagerung der Restanteil an Blättern möglichst gering sein (Stengelreste  $\leq 20$  mm).



Möhren (ungewaschen) bis unter die Decke gestapelt



Lagerzeit (z) von Möhren mit und ohne Grün in Abhängigkeit von der Lagertemperatur

### Lagereigenschaften von Möhren

Möhren zählen zu den Produkten mit geringer Atmungsintensität und sind deshalb für eine Lagerung über mehrere Monate geeignet. Die Atmung reagiert sehr empfindlich auf Schwankungen der Temperatur, wenn diese in kürzeren Zeitabständen auftreten. Das führt zur Qualitätsminderung durch zusätzlich auftretende Atmungswärme. Werden die Möhren mit Blättern eingelagert, steigert das die Atmungs-

Die **Lagertemperatur** hat großen Einfluss auf die physiologischen Prozesse der Lagermöhren. Vor allen Dingen sind Frostschäden unterhalb der Gefrieretemperatur (bei Möhren  $-2,2$  bis  $-1,2$  °C) unbedingt zu vermeiden. Häufige Temperaturschwankungen wirken sich negativ auf die Lagerfähigkeit aus; die Temperaturschwankungen sollten  $\pm 0,25$  K nicht überschreiten. Bei einer Lagertemperatur von  $\pm 0$  bis  $+ 1$ °C sollte die **relative Luftfeuchtigkeit**  $\geq 95$  % betragen. Wird nur eine Lagertemperatur von  $+ 4$ °C erreicht, muss die relative Luftfeuchtigkeit auf  $\leq 95$  % gesenkt werden, um Kondenswasserbildung zu vermeiden. Die **Luftgeschwindigkeit** ist für die Frischhaltung ebenfalls eine wichtige Einflussgröße. Je größer die Luftgeschwindigkeit am Produkt ist, desto näher wird die Kaltluft mit dem geringen Wasserdampfdruck an die Gemüseoberfläche geführt. Wenn die Luft nur gering bewegt wird, bildet sich um das Lagerprodukt eine Grenzschicht, die eine höhere Luftfeuchtigkeit aufweist. Wenn diese gesättigte Luftschicht nicht zu häufig durch den Abkühlvorgang zerstört wird, ist der Wasserverlust geringer.

## Welche Lagerformen gibt es?

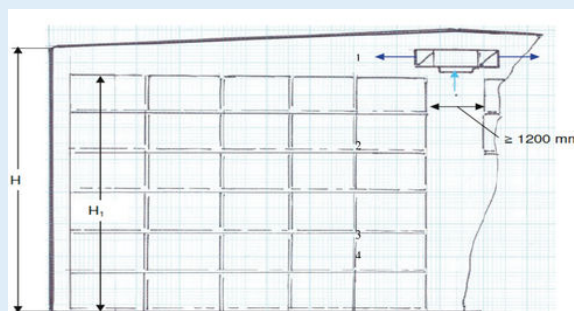
Es gibt zwei Lagerformen für die langfristige Möhrenlagerung:

**Die Schütt- und Haufenlagerung:** Bei dieser Lagerung ist aufgrund der Beschädigungsempfindlichkeit eine maximale Stapelhöhe von 2,5 m zulässig. Durch eine Zwangsbelüftung, die von unten durch den Möhrenstapel geführt wird, wird die zugeführte Luft gut verteilt. Eine externe Pressung von ca. 150 Pa ist zu berücksichtigen. Bei dieser Lagerform können statt der Möhrenstapel auch Kisten von unten mit der kalten Luft angeblasen werden.

**Die Behältnis- oder Kistenlagerung:** Diese Lagerung ist für die meisten Gemüsesorten geeignet. Das Kühlgut ist in den Kisten gut vor Beschädigungen geschützt; die Größe der Kisten kann nach der Empfindlichkeit des Lagerproduktes und der Grundfläche des Lagers angepasst werden. Die Lagerung in Kisten erfordert eine hohe Anforderung an die Luftführung. Es muss gesichert sein, dass alle Kisten gleichmäßig mit Luft umspült werden.

## Anordnung der Lagerkisten

Natürlich sind auch Art und Größe der Kiste von Bedeutung. Zur Ermittlung der Stapelanordnung müssen bei der Projektbetrachtung die Kistenabmessungen bekannt sein. Unter Berücksichtigung der Lagerhallenmaße muss die Stapelung so vorgenommen werden, dass die Luftführung den Qualitätserhalt sichert und eine optimale Lagerauslastung erreicht wird.



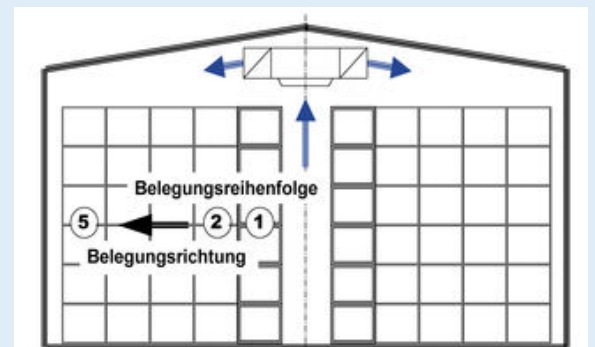
Vorderansicht der Lagerhalle mit Stapelanordnung; Lichte Lagerhöhe:  $H = 8200$  mm; Stapelhöhe:  $H_1 = 7500$  mm; Kistenanzahl in der Höhe: 6

Bei der Berechnung der Luftströmungen zwischen den Kisten und durch die Kisten sind die Kistenabstände in Luftrichtung und quer zur Luftrichtung zu ermitteln. Grundlage hierzu ist die notwendige Luftwechselzahl (Luftvolumenstrom zum Rauminhalt ohne Beladung).



Kistenanordnung im Möhrenlager Greengrow mit den mittig im Raum montierten Doppelblock-Luftkühlern DGN

Um beim Einlagerungsprozess schon bei der Teilbeladung eine gute Luftströmung um die Kisten zu erhalten, ist die fortschreitende Stapelung vorzunehmen:



Belegungsreihenfolge der fortschreitenden Stapelung

Bei der Stapelung ist es wichtig, die ermittelten Abstände der Kisten annähernd gleichmäßig auszuführen. Nur so kann eine durchgängige Qualität des Lagerprodukts erreicht werden.

## Technische Daten des Lagers

Die Lagerhalle verfügt über fünf Einzellager.

Abmessungen pro Lager: Isolierung:	35 m x 19 m x 8,5 m 120 mm Polyurethan-Paneele
Grundfläche:	ca. 664 m <sup>2</sup>
Rauminhalt:	ca. 5.640 m <sup>3</sup>
Lagerkapazität pro Lager:	ca. 1.470 t
Anzahl der Kisten pro Lager:	2.100
Lagerkapazität der Halle:	ca. 7.350 t
Lagergut:	überwiegend Möhren, aber auch andere Gemüsesorten

## Technische Daten der Kälteanlage

Die Firma P.P.H. Cool versah zwei ihrer Flüssigkeitskühlsätze mit zwei halbhermetischen Schraubenverdichtern von RefComp. Die entzogene Wärme wird mit luftgekühlten Verflüssigern mit Axialventilatoren, Güntner Baureihe GVH, abgeführt. Die Verdichter und die Verflüssiger-Ventilatoren sind stufenlos regelbar, um ihre Leistung an die unterschiedlichen Anforderungen anpassen zu können.

Kälteleistung	950 kW
Kältemittel im Primärkreislauf	R404A
Kälteflüssigkeit im Sekundärkreislauf	Propylenglykol 30 Vol. %
Glykoltemperatur Eintritt/Austritt	-3/-7 °C
Luftkühler in Lagern	5 x 6 Stck. DGN, beidseitig ausblasend
Luftkühler Sortierraum	4 Stck. GGHN
Luftkühler Verpackungsraum	2 Stck. GGHN
Luftkühler Versandlager	2 Stck. DGN, beidseitig ausblasend

Die Abtauung der Luftkühler wird mit Warmsole durchgeführt, die mit Abwärme der Kälteanlage erwärmt wird.

Kältebedarf Einlagerungsphase	ca. 250 kW/Lager
Kältebedarf Lagerphase	≤ 120 kW/Lager

## Gute Lösung

Für die Auswahl der Luftkühlerausführung wurden im Vorfeld unterschiedliche Alternativen untersucht (Verdampfer mit Direktverdampfung, Luftkühler für Kälteflüssigkeit; unterschiedliche Bauarten von Luftkühlern). Nach Besichtigung eines Referenzobjektes entschied sich das polnische Unternehmen Greengrow für den Einsatz von Doppelblockluftkühlern DGN von Güntner.

Pro Lager kommen 6 Luftkühler der Baureihe DGN in drückender Ausführung zum Einsatz. Die Temperaturdifferenz ist  $DT1 \leq 5 \text{ K}$  und sichert damit eine Luftfeuchtigkeit von mindestens 95 % für die Lagerphase. Die Luftkühler hängen in der Mitte des Raums. Der Vorteil dieser Positionierung ist eine gleichmäßige Luftverteilung nach beiden Seiten mit geringen Strömungsgeschwindigkeiten und geringen Druckverlusten in den Lagerstapeln.

Zusätzlich wurden ein Sortierraum mit vier Luftkühlern und ein Verpackungsraum mit zwei Luftkühlern der Baureihe GGHN ausgestattet. Das Möhrenlager wird seit Herbst 2010 genutzt; die konzipierte Anlage hat gezeigt, dass sie allen Anforderungen gewachsen ist.