

## 2 Einführung

Der niederländische Fachverband der Kühl- und Gefrierhäuser, Nekovri, hatte 1996/1997 mit der niederländischen Regierung ein Übereinkommen geschlossen, mit dem umfangreiche Untersuchungen zu den möglichen Verbesserungen im Kühl- und Gefrierhausbau eingeleitet wurden.

Nachforschungen bei den Nekovri-Mitgliedern förderten die Stärken und Schwächen beim Bau und Betrieb von Kühl- und Gefrierhäusern zu Tage. Den allgemeinen Zustand der Gebäude konnte man damals sicher nicht als rosig bezeichnen.

Die bauphysikalischen Aspekte der Kühl- und Gefrierhäuser fanden erst zusätzliche Beachtung, als die Energierechnungen unabhängig von Preissteigerungen auf dem Gas-, Wasser- und Strommarkt immer weiter anstiegen.

Nach umfangreichen Untersuchungen, der Erforschung neuer Technologien und Techniken für Kälte- und Gefrieranlagen, der Prüfung vieler Materialien auf ihre Anwendbarkeit im Kühl- und Gefrierhausbau, viel Kreativität bei den Entwürfen und viel Rechenarbeit ist man zu dem Schluss gekommen, dass viele Verbesserungen möglich sind.

Die Ergebnisse zeigen Energieeinsparungen bis zu 50 % und mehr gegenüber den heutigen Kühl- und Gefrierhäusern und -anlagen sowie minimale Investitionskosten und kurze Amortisationszeiten.

Auch die Einschränkungen bei den heutigen Produktionsmethoden der Dämmplatten waren ein Anlass, die Grenzen der tatsächlichen Möglichkeiten zu erforschen.

Warum hat man die Eiskeller (mit einer dicken Schicht Erde) damals schon vor Witterungseinflüssen geschützt?

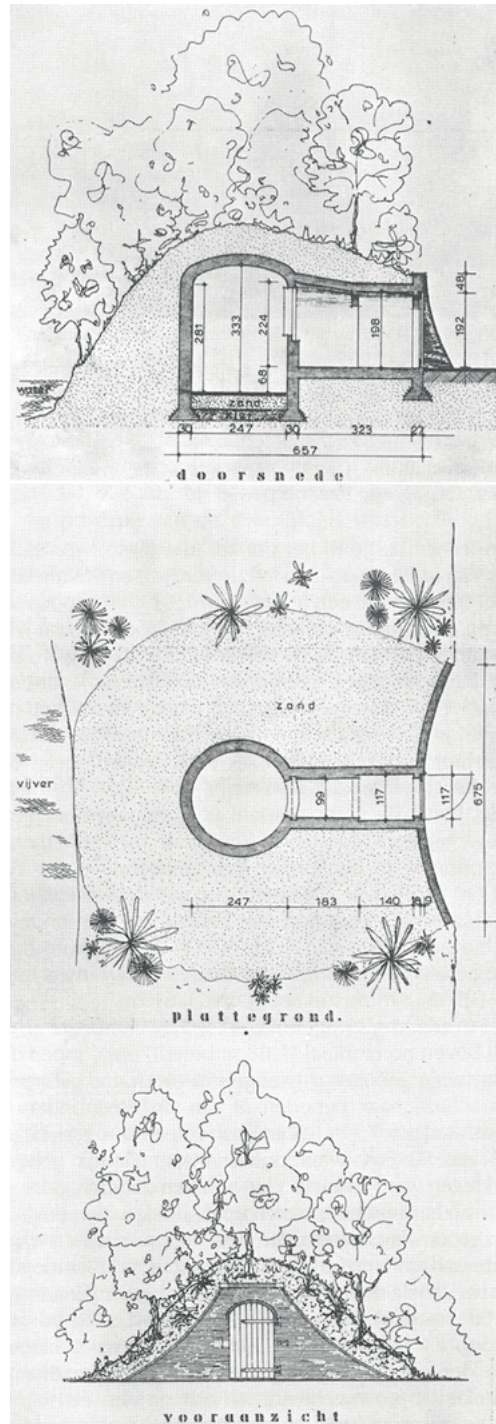


Abbildung 3 Eiskeller

### 2.1 Die heutige Situation

Die Notwendigkeit für die Untersuchung von Dämmung und Dämmmöglichkeiten im Kühl- und Gefrierhausbau hat sich aus einer früheren Untersuchung von mehr als 100 Kühl- und Gefrierhäusern im Rahmen des bereits genannten Energieübereinkommens mit der niederländischen Regierung ergeben.

Bei dieser Untersuchung stellte sich heraus, dass der allgemeine Zustand der Kühl- und Gefrierhäuser, und insbesondere deren Dämmung, ganz einfach schlecht waren. Bei den Böden, Wänden und Dächern traten laut Untersuchung jeweils andere Probleme auf:

- Böden können gefrieren und rissig werden;
- Wände können aufgrund der äußeren Witterungseinflüsse undicht werden. Bei Dächern können Lecks und Wärmeverluste entstehen;
- auch durch Türen entstehen Verluste;
- Kälte- und Gefrieranlagen sind schlecht geregelt;
- die Kälteanlagen sind zu groß oder zu klein bemessen;
- Kondensatoren und Verdampfer funktionieren nicht optimal.

Dies rechtfertigte weitere Untersuchungen nach Dämmarten, Anwendungs- und Verarbeitungsmöglichkeiten und der momentanen Bauweise (siehe Kapitel 4).



**Abbildung 4** Durch Frost gerissener Boden und eingesunkenes Dach

### 2.2 Energetische Betrachtungen

Sämtliche Materie, alle Körper, jede Form, jedes Lebewesen besteht aus Energie. Somit können alle unsere Aktivitäten – Transport, Kommunikation, Beziehungen, Konflikte, Gedanken und Gefühle – auf Energie reduziert werden.

Energie ist eine große Errungenschaft. Seitdem die Menschheit über Elektrizität, fossile Brennstoffe und Solar-, Wind- und Wasserenergie verfügt, können wir die unterschiedlichsten Dinge herstellen und bauen.

Immer lauter wird der Ruf nach einem bewussteren, verantwortungsvolleren und effizienteren Umgang mit den Grundstoffen der Energie. Die Preise zwingen uns dazu – aber auch das Ver-

antwortungsgefühl für unsere Umwelt spielt dabei eine wichtige Rolle. Nehmen die Umweltprobleme weiter zu, wird dies immer wichtiger. Auch hier müssen wir die Herausforderung annehmen. Daher sind Solar- und Windenergie, Wasserkraft, Kraft-Wärme-Kopplung, Absorptionsmaschinen, Stirlingmotoren, magnetische Kühlung, Elektrolyse und Wasserstoffgas, Vakuumtechniken, saisonale Energiespeicherung (Kälte-/Wärmespeicherung im Boden), Pufferspeicher, Dämmung und Bauphysik wichtige Themen.

Wir benötigen diese Techniken, um die richtige Menge Energie liefern oder einsparen zu können, um unsere Kühl- und Gefrierhäuser in der richtigen Zeit auf die richtige Temperatur zu bringen und zu halten. Ausschlaggebend dabei ist, die vorhandenen Technologien richtig zu kombinieren, um einen hocheffizienten, funktionierenden Komplex zu planen.

### 2.3 Ziele (Qualität in Raum und Zeit)

Neue Entwicklungen und Erkenntnisse müssen zu Innovationen im Bau von Kühl- und Gefrierhäusern und deren Betrieb führen. Ziel dieser Neuerungen muss sein, nachhaltige, wirtschaftliche und kostengünstige Gebäude mit einer hohen bis sehr hohen Nutzungsdauer bezüglich ihrer Konstruktion (Gebäudequalität) und Dämmung (gleichbleibender Dämmwert und mehrjähriger Energieverbrauch) zu entwerfen.

### 2.4 Neue Technologien

Das Neue an diesem Entwurf ist, dass alle gedämmten Kühl- und Gefrierräume durch ein Gründach, das bis auf den Boden reicht, vor Witterungseinflüssen geschützt sind. Die Pfeiler der Palettenregale reichen bis zur Decke und sind mit Fuß- und Deckenblechen ausgestattet. Die herkömmliche Stahlkonstruktion mit großen Spannweiten im Inneren fällt weg. An ihre Stelle tritt eine äußerst leichte Dachkonstruktion, die nur die Wind-, Regen- und Schneelast tragen muss.

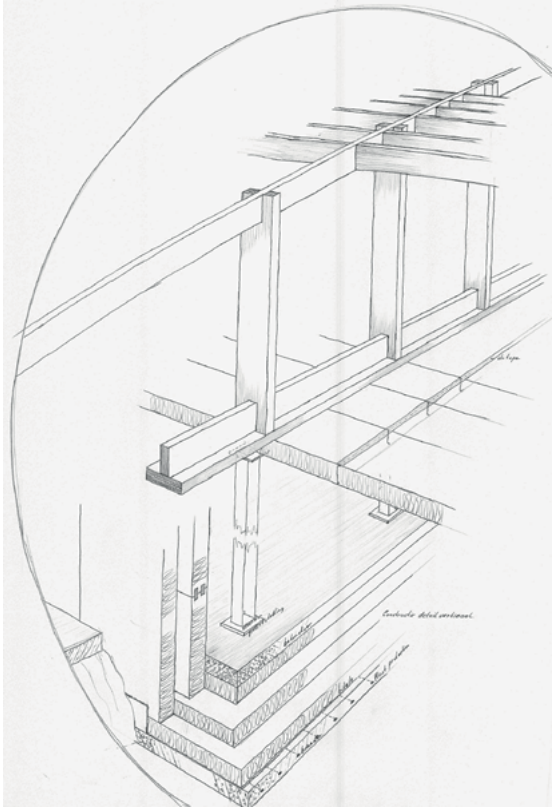
Die vollständige Dampfdichte aller Gefrierzellen garantiert einen Energieverlust über die Wände, der 50 Jahre lang konstant bleibt. Die äußere Hülle der Kühl- bzw. Gefrierräume wird absolut dampfdicht ausgeführt. Alle äußeren Verbindungsnahte von Wänden und Decken werden nach der Fertigstellung an der Außenseite mit Aluminiumtape abgedichtet.

Unter dem gedämmten Boden wird immer eine dampfdichte Bitumen-Aluminium-Bitumen-Schicht sowie im Unterboden ein Frostschutz eingebracht.

Die kompakte Anordnung der Kühl- und Gefrierräume wird durch eine Kreisform erreicht. Dadurch werden große Einsparungen beim Verlegen von Kabeln und Leitungen erzielt. Aus Sicht der Logistik werden kurze Wege realisiert.

Durch diese Anordnung ergibt sich die Möglichkeit von vier getrennten Eingängen, die hohe Flexibilität bei der logistischen Abwicklung sicherstellen.

Alle Verdampfer der Gefrierräume werden zur einfacheren Wartung, schnelleren Abtaugung und für einen optimalen Luftstrom durch den Gefrierraum außerhalb der Räume errichtet.



**Abbildung 5** Detail der vertikalen Dachkonstruktion

führt. Diese wassergekühlten Kondensatoren fungieren als Nachkühler und halten die Anlage auf einer gleichbleibenden Kondensationstemperatur von 25 °C.

Das gekühlte Wasser für den Nachkühler wird aus einem geschlossenen System aus Bodenwärmeübertragern und Speichern gewonnen, die eine konstante Temperatur von 12 °C gewährleisten.

Für jeden Gefrierraum sind zwei Kühleinheiten mit jeweils zwei Kompressoren vorgesehen. Jede Einheit ist kompakt gebaut und verfügt über einen eigenen luftgekühlten Kondensator.

Die verwendeten Kühlsysteme bestehen zum einen aus kompakten dezentralen Einheiten und zum anderen aus einer zentralen Einheit.

Als Kältemittel werden Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) verwendet. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass die dezentralen Einheiten mit dem Kältemittel R433A oder einem anderen zugelassenen Kältemittel mit einem niedrigen GWP-Wert (*global warming potential*) arbeiten.

Dezentrale Kälteanlagen werden bevorzugt. Diese sollten sich möglichst nah bei den Verdampfern befinden. Das führt zu großen Einsparungen bei Leitungen, Kabeln, Dämmung und vor allem beim Arbeitsaufwand. Es sollte mit der sehr effizienten und energiesparenden Heißgasab-

Diese Einheiten bestehen aus vorgefertigten, sehr kompakten Vorbauten, die mit den Gefrierräumen verbunden werden. Dies führt zu großen Einsparungen beim Abtauen, aber auch bei den teuren Wartungsarbeiten.

Die Abtauung erfolgt mittels heißem Glykol aus einem Boiler. Dabei wird die Abwärme der Kälteanlage genutzt.

Es werden standardmäßige, luftgekühlte Kondensatoren verwendet, die unter dem Dach angebracht sind. In den Sommermonaten übernehmen sie ca. 60–70 % der Kondensatorleistung. Die restlichen 40 % werden über die Grundwasserkühlung, die an einen Speicher als Nachkühler übertragen wird, realisiert. So bleibt die Kondensationstemperatur im Sommer auf einem stabilen Höchstwert von 25 °C. Daher kann eine herkömmliche wassergekühlte Kondensatoreinheit mit Wasserdruckregelung verwendet werden. (Der Anschaffungspreis ist angesichts des Preisleistungs-Verhältnisses relativ niedrig)

Die Kälteanlagen sind als herkömmliche wassergekühlte Einheiten ausge-

taung gearbeitet werden. Dezentrale Einheiten gewährleisten eine hohe Flexibilität, größere Unabhängigkeit bei Überwachung und Kontrolle und mehr Austauschmöglichkeiten.

## 2.5 Neue Methoden

Dieser Entwurf ist durch *Integrale Planung* zustande gekommen. Das heißt, dass alle Gewerke in einem Entwurfsteam unter Leitung eines erfahrenen Projektleiters, Projektkoordinators oder Projektbegleiters, der diese Funktion bis zur Übergabe und Inbetriebnahme erfüllt, vertreten sind.

Der Anforderungskatalog (AK) wurde angepasst und erweitert, um einige Unklarheiten bezüglich des Entwurfs auszuräumen.

Die Wahl der Ingenieure, Architekten und Installateure ist eine schwierige Angelegenheit. Daher sollten über Referenzen umfassende Informationen eingeholt und auch geprüft werden.

Die goldene Regel beim Energiesparen lautet: SENKUNG DES BEDARFS. Grundlage muss also eine wirksame Dämmung der Hülle sein. Eine hochwertige Dämmung kann gegenüber den heutigen Methoden zu Einsparungen von 50 % und mehr führen: von  $R = 13$ ,  $U = 0,08 \text{ Watt}/(\text{m}^2\text{K})$  auf  $R = 20,47 \text{ Watt}/(\text{m}^2\text{K})$  bzw.  $U = 0,049 \text{ Watt}/(\text{m}^2\text{K})$

Produktanforderungen (Pommes frites/Fisch/Gemüse/Fleisch usw., siehe auch *Pohlmann Taschenbuch der Kältetechnik*) werden im Anforderungskatalog festgelegt.

Qualitätssicherung mittels Kontrollen und Garantien. Prüfungen (durch den TÜV) sollten jedes Jahr anhand einer Kontrollliste durchgeführt werden. Jede Prüfung muss gemeldet werden. Für die Kontrolle der Prüfungen ist die Überwachungsbehörde zuständig (das System entspricht dem TÜV bei Autos).

## 2.6 Ein guter Anforderungskatalog

Dieser beispielhafte Anforderungskatalog (AK) soll als Leitfaden bzw. Checkliste dienen, aufgrund dessen der tatsächliche Anforderungskatalog erstellt werden kann. Dieser ist in verschiedene Hauptkategorien mit den entsprechenden Themenbereichen unterteilt.

Erst wird die jeweilige Anforderung benannt, danach wird angegeben, ob es sich um eine Voraussetzung oder einen Wunsch handelt. In der letzten Spalte wird vermerkt, wo die entsprechenden Informationen zu finden oder abrufbar sind.