

# Die zerstörende Kraft des Eises ...

... und ihre Blockade mit einer Art Sicherheits-Betonkernheizung

Mit Abwärme der Kälteerzeuger die Kälte bekämpfen – nach solch vermeintlich paradoxem Verfahren funktioniert eine Unterfrierschutz-Variante für Kühlhäuser. Der Unterfrierschutz soll bekanntlich unterhalb eines Kühl-/Tiefkühlraums eine Vereisung des Erdreichs und damit dessen Aufquellen mit Rissen im Gebäude als Folge verhindern. Die Abwärme-Variante erweiterte ein Flächenheizungsanbieter jetzt zur Sicherheitsvariante.

Frischhaltezellen und Kühlräume mit Temperaturen bis  $-20^{\circ}\text{C}$ , Kühlhäuser und Tiefkühlzellen, in denen ständig Temperaturen von  $-20$  bis  $-30^{\circ}\text{C}$  und mehr herrschen, geben trotz bester Dämmung Kälte an die Umgebung ab. Das, was an Minustemperaturen von Wänden und Dach in die Umgebungsluft fließt, bleibt ohne Rückwirkung auf die Bauteile. Anders dagegen sieht es mit den Verlusten an das Erdreich aus. Die Wasseranteile im Boden nahe der erdberührten Bauteile – also die Fundamente und die Sohlplatte – gefrieren in jenem Kältestrom, der selbst durch eine dicke Isolierung irgendwann in den Untergrund gelangt. Folge: Mit der Vereisung quillt das Erdreich auf. Damit drohen erhebliche Schäden durch Verwerfungen.

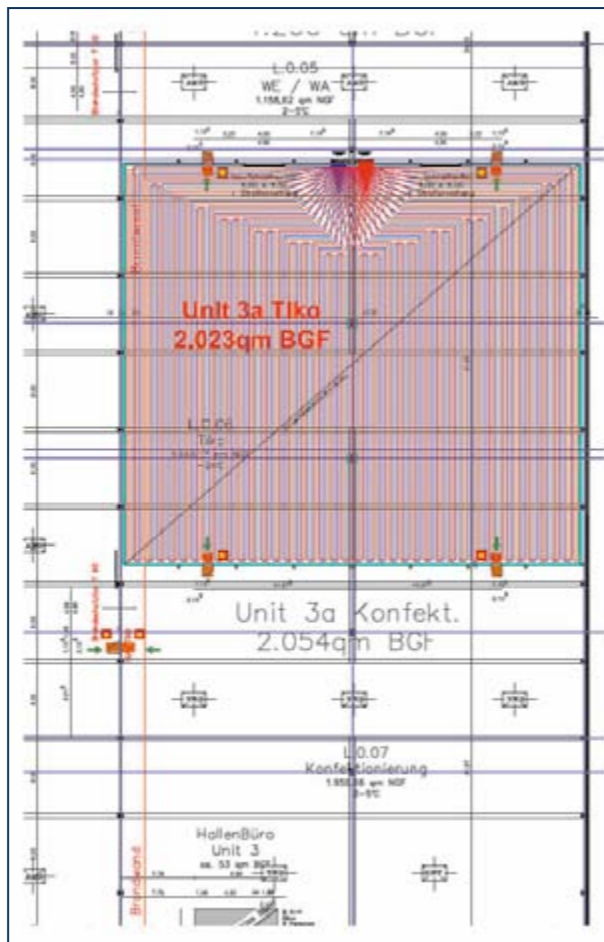
## Leider Heizung für Spinat und Blumenkohl

Nebenbei bemerkt: Der konkrete physikalische oder thermodynamische Vorgang sieht natürlich nicht so aus, dass Kälte in den Untergrund kriecht. Vielmehr wandert die Wärme vom höhertemperaturigen Erdreich in das niedertemperaturige Tiefkühlager. In diese Richtung findet der Energieaustausch statt. Die Kammer kühlt nicht den Boden, der Boden beheizt die Kammer – bis er selbst seinen Überschuss gegenüber dem Lager verloren und quasi dieselbe eisige Temperatur angenommen hat wie der tiefgefrorene Spinat und Blumenkohl in den Regalen.



Neubau einer Lagerhalle für Tiefkühlkost in Großkugel (bei Halle an der Saale) mit Kreilac-Unterfrierschutz

Die Auskühlung unter der Sohlplatte be-  
seitigt ein Unterfrierschutz. Er hält Pla-



Das Tiefkühlcenter in der ca. 20 000 m<sup>2</sup> großen Logistikhalle Großkugel belegt die Teilfläche von 2 023 m<sup>2</sup>

num und/oder Ausgleichsschichten, auf denen die Fundamentplatte des Kühlraums ruht, durch Wärme frostfrei. Als Beheizungssystem bieten sich elektrische Heizmatten und Heizelemente sowie Warmwasser-(Fuß) Bodenheizungen an. Der Unterfrierschutz muss unterhalb des gedämmten Kühlkammerbodens verlegt werden, oberhalb würde er der Kälteerzeugung für den Kühlraum entgegenwirken.

Stichwort Kühlraum: Fertig-Kühlzellen bedürfen ebenfalls einer Bodenbeheizung, wenn sie nicht auf speziellen Füßen oder Ringen stehen, die eine Luftzirkulation unter dem Gehäuse (Kälteabfuhr) zulassen. Mehrheitlich empfehlen jedoch die Hersteller anstelle solch einer Aufständerung auch hier die elektrische oder Warmwasserheizung. Bei grö-

ßeren Modulen mit einer Grundfläche ab 5x5 oder 6x6 m genügt ohnehin nicht der Naturzug im Spalt zwischen Zellenboden und Beton. Hier muss für eine Zwangsbelüftung via Ventilator gesorgt werden – mit Hilfe einer Kanalbildung, indem man zwei gegenüber liegende Seiten verschließt.

## Korrosion und Risse im Gebäude

Doch selbst diese Vorbeugung schützt erfahrungsgemäß nicht unbedingt vor Korrosion durch aggressives Kondensat am Edelstahl des Zellenbodens. Das sei trotz einer Ventilatorbelüftung nicht auszuschließen, heißt es bei der Viessmann Kältetechnik AG. Es sei zu bedenken: „Vielfach stehen die Module in einer verfliesten oder Betonmulde, um ebenerdig befahren und beladen werden zu können. In solch einer Senke bereitet die Kältebeseitigung immer Schwierigkeiten. Das Risiko reicht bis zum Aufschwimmen der Zelle im Schwitzwasser“. Besser als die Belüftung sei deshalb ein aktiver Unterfrierschutz.

Überhaupt sorgen sich die Anbieter gleichermaßen um Korrosionsschäden an ihren Einheiten wie um Gebäudeschäden durch Eisbildung im Erdreich. Auch aus diesem Grund favorisieren sie, wie gesagt, mehrheitlich die Installation eines Unterfrierschutzes (nebst einer soliden Dampfsperre, damit das Fundament nicht permanent Feuchtigkeit aufsaugt). Nicht einmal bei der kleinsten Kammer oder Fertizelle seien entsprechende Schutzmaßnahmen entbehrlich, das Korrosionsrisiko bliebe nun mal. „Und im Boden bildet sich dann eben erst im vierten, fünften oder sechsten Betriebsjahr eine Eislinse und hebt das Haus an“ (Viessmann Kältetechnik AG).

Bewährt hat sich die Verlegung von Flächenheizungen direkt im Unterbeton (Magerbeton) der Bodenkonstruktion des Tiefkühlagers beziehungsweise in einer Ausgleichsschicht oberhalb der Dampfsperre, da dort die Heizleiter sofort mit den Dämmstoffschichten abgedeckt werden können. Auf dem Hartschaum vergießen die Bauleute anschließend den

Tragbeton (Bild „Aufbau Kreilac-Unterfrierschutz“).

## Einfache Berechnung

Der Kälteverlust nach unten – und damit die Heizleistung P des Unterfrierschutzes – hängt vom k-Wert der Fußbodenkonstruktion ab (Beton, Dämmung, eventuell weitere Schichten wie Fliesen), der Temperatur des Erdreichs und schließlich der Kühlraum-Innentemperatur. Es gilt:

$$P \text{ (Watt)} = t \times k$$

t = Temperaturdifferenz zwischen Erdreich und Kühlraumtemperatur  
k = Wärmedurchgangskoeffizient des Fußbodens in W/m<sup>2</sup>K

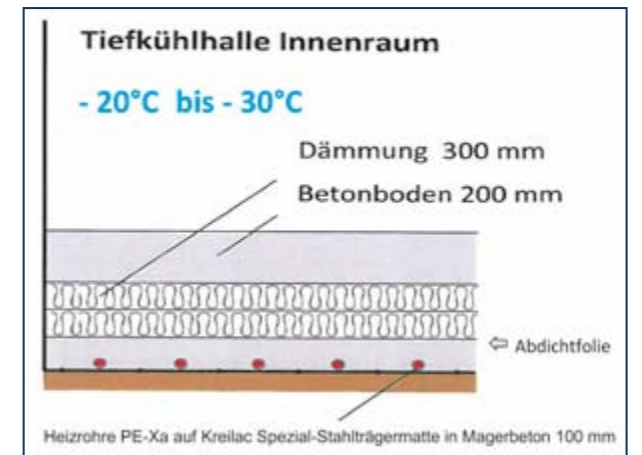
### Beispiel:

Kühlrauminnentemperatur:  $-18^{\circ}\text{C}$   
Temperatur des Erdreiches:  $+5^{\circ}\text{C}$   
k-Wert der Fußbodenkonstruktion: 0,4 W/m<sup>2</sup>K

$$P = 25 \times 0,4 = \text{ca. } 9 \text{ W/m}^2$$

Um den Boden garantiert frostfrei zu halten, sind im Beispiel also 9 W Heizleistung je 1 m<sup>2</sup> Fußbodenfläche erforderlich. Im Bereich von Fundamenten oder Pfeilern muss es mehr sein, da durch die Beton- oder Stahlkonstruktion ein erhöhter Kälteabfluss in das Erdreich (Wärmeaustausch mit der Kühlkammer) zu erwarten ist.

Die beispielhaften 9 W müsste genau genommen nicht ausschließlich eine künstliche Wärmequelle liefern. Der Untergrund selbst schiebt je nach Größe der Kühlfläche im Verhältnis zur Nachströmfläche und je nach

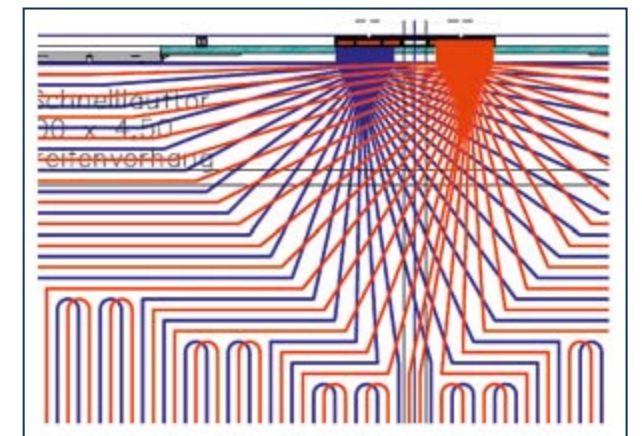


Aufbau Kreilac-Unterfrierschutz

örtlicher Geologie ebenfalls Wärme nach. In der Praxis vernachlässigt man aber diese potenzielle Entzugsleistung, beziehungsweise nimmt sie als Sicherheitszuschlag.

## Die Sicherheits-Heizung

Elektrische Widerstandsheizungen in unterschiedlicher Form wie Heizmatten oder Heizrohre (Heizelemente in verzinkten Stahlrohren) dominierten in der Vergangenheit. Mit Blick auf niedrigen Stromverbrauch und niedrige Stromkosten derartiger Systeme empfehlen Kältespezialisten für Neubauten einen k-Wert der Bodenkonstruktion – siehe Formel für die Wärmeleistung oben – respektive eine Isolierung, die im Prinzip auf die doppelte Dicke gegenüber einer Wasser durchflossenen Flächenheizung hinaus läuft. Die verringerte Stromaufnahme gleicht zwar



Jeder der beiden Verteiler versorgt die gesamte Sohlplatte mit Wärme, Rohrabstand 60 cm. Durch die doppelte Verlegung verkürzt sich der Abstand auf 30 cm. Der Unterfrierschutz kann so mit relativ niedriger Vorlauftemperatur sichergestellt werden. Fällt ein Heizkreis aus, müsste man vorübergehend mit etwas höherer Temperatur gegen die Kondensationsgefahr angehen



**Befahrbare Tiefkühlzelle.** Eine ausreichende Luftzirkulation unter dem Bodenblech ist nur schwer zu realisieren. Der sichere Unterfrierschutz ist auch hier die Flächenheizung im Unterbeton (Bilder: Kreilac)

die Mehrkosten für den Zuschlag von bis 20 cm auf den Polystyrol-Hartschaum auf total rund 40 cm aus, nicht aber die Mehrkosten für die notwendige Verstärkung der Stahlbewehrung. Denn wegen der dickeren Dämmung (höhere Elastizität) wächst die Biegebelastung im Tragbeton. Allein dieser Aufschlag kann 2 Euro je Quadratmeter ausmachen.

Die Kreilac GmbH, Mönchengladbach, einer der führenden europäischen Anbieter von Flächenheizungen für Industrie- und Lagerhallen, hat jetzt die Unterfrierschutz-Heizung mit einer Sicherheits-Variante erweitert. Die Wasser/Glycol durchflossene Flächenheizung auf Basis von bewährten Kunststoffrohren des Typs PEX-a bedient sich über Wärmetauscher der Abwärme der Kühlmaschinen – eine für den Betreiber kostenlose Energie. Die Sicherheitsphilosophie besteht darin:

#### Weitere Informationen bei:

Kreilac GmbH  
 Bozener Str. 67, 41063 Mönchengladbach  
 Tel.: 021 61 – 247 70 90, Fax: 247 70 99  
 E-Mail: [info@kreilac.de](mailto:info@kreilac.de)  
 Homepage: [www.kreilac.de](http://www.kreilac.de)

Kreilac montiert unterhalb der Halle die Unterfrierschutzrohre in zwei voneinander unabhängigen Regelkreisen:

Zuerst wird ein Heizkreis in einem errechneten Rohrabstand im gesamten Raum verlegt (zum Beispiel 60 cm) und an einen separaten Verteiler nebst Regelstation mit eigener Umwälzpumpe angeschlossen.

Den zweiten Heizkreis verziehen die Monteure mittig zwischen der ersten Rohrschlinge, sodass in Summe ein Heizrohrabstand von 30 cm, als Beispiel, entsteht. Diese zweite Zirkulation arbeitet völlig autark von der ersten, mit einer eigenen Peripherie inklusive Bodentemperaturfühler. Jede separat geregelte Heizkreisgruppe garantiert mithin alleine schon den Frostschutz (dann

mit etwas höherer Temperatur), noch wichtiger aber den Korrosionsschutz etwa in einer Halle mit Tiefkühlzellen. Wichtiger als die Vereisungsgefahr deshalb, weil die Vereisung im Störfall auf sich warten lässt beziehungsweise es innerhalb des gewöhnlichen Reparaturzeitraums gar nicht dazu kommt. Dieser Punkt ist mithin nicht gravierend. Das aggressive Kondenswasser dagegen schwitzt relativ spontan aus und greift relativ spontan den Edelstahlboden der Fertigeinheit an.

#### Störungsalarm besser um zwei Grad höher

Sollte also durch eine Havarie (defekte Umwälzpumpe oder Regelung) ein Heizkreis ausfallen, erfüllt der verbliebene Heizkreis zumindest bis zur Reparatur alle Sicherheiten. Damit realisiert Kreilac beim Wasser/Glycol-Unterfrierschutz eine Forderung der Kältetechnik, die sie bisher vornehmlich nur in Verbindung mit elektrischen Heizkabeln stellte: „Da die verlegten Heizkreise im Falle eines Defektes nicht mehr zugänglich sind, das heißt eine Reparatur unmöglich ist, sollte grundsätzlich zu jedem Kreis ein Reservekreis verlegt werden“, steht in einschlägigen Unterlagen (Danfoss).

Per Sensorik ist die Bodentemperatur zu überwachen. Die Grenztemperatur für den Alarmgeber richtet sich nach dem zu erwartenden Taupunkt. Beispiel Tiefkühlzelle: Bei einer Lufttemperatur von +3 °C im Spalt zwischen Beton und aufgeständerter Einheit sowie einer relativen Luftfeuchte von 80 % **liegt der Taupunkt bereits geringfügig unter °C**: Direkt am Edelstahl des Untergehäuses der Zelle wird Wasser auskondensieren und gefrieren.

Deshalb lieber zwei Grad früher den Beton beziehungsweise das Erdreich nachheizen: Mit ca. 4 bis 5 °C im Erdreich unterhalb des Kühlhausbodens liegt man in der Regel auf der sicheren Seite. Dies bedingt den Einbau eines entsprechenden NTC-Fühlers in der Heizebene und zwar zwischen zwei Heizleitungen. Damit der Fühler im Fehlerfall problemlos ausgetauscht werden kann, sollte er in einem verschlossenen Schutzrohr stecken. Die Kreilac GmbH hat für den Heizungsbauer die notwendigen Komponenten bereits mit im Paket verschnürt.

#### Beteiligte

##### Objekt:

Logistikhalle Großkugel bei Halle an der Saale mit Tiefkühlcenter

##### Bauherr/Investor:

Helios Investment, London

##### Nutzer:

Kraftverkehr Nagel  
[www.kv-nagel.com](http://www.kv-nagel.com)

##### Generalunternehmer/Planung:

Bremer AG, Paderborn  
[www.bremerbau.de](http://www.bremerbau.de)

##### Heizungsbauer:

Becker GmbH, Leipzig  
[www.becker-bws.de](http://www.becker-bws.de)

##### Gefrierschutzsystem:

Kreilac GmbH, Mönchengladbach  
[www.kreilac.de](http://www.kreilac.de)