



Betriebssichere und wirtschaftliche Fußböden für Tiefkühlager

## Dreidimensionaler Schutz

Fußböden von Tiefkühlagern müssen einen sicheren Unterfrierschutz gewährleisten, um die gefährlichen Fußbodenhebungen durch das Eindringen des Frostes in den Untergrund der TK-Lager zu verhüten. Außerdem sollen die Fußböden durch eine wirkungsvolle Fußbodendämmung zu geringen Kälteverlusten der TK-Lager beitragen. tiefkühl-report sprach mit Dr.-Ing. Helmut Oheim von der Firma Oheim Kühlraumbau GmbH Magdeburg über Aspekte einer optimalen Ausführung der TK-Lager-Fußböden.



**Helmut Oheim:** Wenn man sich von der eindimensionalen Betrachtung bei den herkömmlichen TK-Fußböden löst und stattdessen das dreidimensionale System bestehend aus dem Gesamfußboden, dem Untergrund und der angrenzenden Umgebung betrachtet, findet man zu einer sehr effektiven Lösung. Die Prämissen dieser Lösung sind:

- Die Dicke der Schaumpolystyrol-Dämmung wird von 20 cm auf 40 cm und darüber erhöht.
- Die kostenlose Umgebungswärme der TK-Lager wird für den Unterfrierschutz mit genutzt.

Dadurch kann bei kleinen Lagern häufig auf eine Unterfrierschutzheizung völlig verzichtet werden, da der Einfluß der Umgebungswärme allein ausreicht, Unterfrierungen zu verhüten. Bei größeren Lagern werden als Ergänzung zur Umgebungswärme zentrale Wärmequellen dort eingebaut, wo der Einfluß der Umgebungswärme allein nicht ausreicht. In vielen Fällen genügt eine einzige zentrale Wärmequelle im Zusammenwirken mit der Umgebungswärme.

Die Heizelemente der wenigen zentralen Wärmequellen sind auswechselbar.

Durch die Auswechselbarkeit der Heizelemente wird zweifellos die gewünschte hohe Betriebsicherheit der Unterfrierschutzheizung erreicht. Es besteht jedoch die Frage nach der Wirtschaftlichkeit, da die dickere Fußbodendämmung auf jeden Fall höhere Investitionskosten verursacht.

**Helmut Oheim:** Das ist richtig. Aber den Mehrkosten an Investitionen stehen vor allem Einsparungen an Elektroenergiekosten für den Unterfrierschutz und auch für die Kälteerzeugung gegenüber.

Die Energieeinsparungen für den Unterfrierschutz resultieren aus der optimalen Nutzung der Umgebungswärme sowie dem höheren Wärmedämmwert der Fußbodendämmschicht. Die Energieeinsparungen für die Kälteerzeugung ergeben sich, da bei der dickeren Fußbodendämmung weniger Wärme in den TK-Raum eindringt.

Besonders günstig liegen die Relationen bei kleinen und mittelgroßen TK-Lagern. Bei diesen ist der Anteil der für den Unterfrierschutz genutzten kostenlosen Umgebungswärme am größten.

Außerdem sind bei diesen Lagern die Fußbodenbelastungen verhältnismäßig gering, so daß für die dicke Fußbodendämmung preisgünstige Schaumpolystyrolsorten zum Einsatz kommen können und schließlich verringern sich die Herstellungskosten für die Unterfrierschutzheizung (besonders, wenn auf eine Heizung überhaupt verzichtet werden kann). Die Mehrkosten an Investitionen fließen bei diesen Lagern häufig schon in weniger als 2 Jahren in Form der Energiekosteneinsparungen zurück (Raumhöhe bis ca. 6 m). Bei Raumhöhen bis ca. 10 m liegt die Rückflußdauer immerhin noch unter 4 Jahren.

Rein gefühlsmäßig möchte man bei der Dicke der Schaumpolystyrol-Fußbodendämmung von 40

**?** Herkömmlich werden TK-Lagerfußböden meist mit einer 20 cm dicken Fußbodendämmung aus Schaumpolystyrol ausgeführt. Unter der Fußbodendämmung wird ein flächenförmiges System aus elektrischen Heizelementen eingebaut. Wie wir bereits in der vorangegangenen Ausgabe berichtet haben, besteht bei Defekten das Problem, daß die Heizelemente nicht ausgetauscht werden können. Welche Lösungen schlagen Sie auf der Grundlage Ihrer langjährigen Erfahrungen auf dem Gebiet der TK-Lagerfußböden vor?

# Anzeige



cm und darüber Vorbehalte in statischer Hinsicht anmelden.

**Helmut Oheim:** Es hat sich gezeigt, daß die genannten Dämmdicken für den Statiker kein Problem sind. Interessant ist, daß der Tragbeton bei der größeren Dämmdicke die Verkehrslasten auf eine größere Fläche verteilt. Deshalb treten bei der größeren Dämmdicke geringere Druckbeanspruchungen im Schaumpolystyrol auf. Diese Tatsache ruft bei Außenstehenden häufig zunächst Erstaunen und Unglauben hervor, ist aber bei näherer Überlegung logisch.

Wegen der größeren Lastverteilungsfläche treten im Tragbeton größere Biegekräfte auf, denen jedoch bei geringen Mehrkosten mit einer etwas stärkeren Stahlbewehrung Rechnung getragen wird.

Das Maß der Zusammendrückung ist bei einer 40 cm dicken Dämmung nur etwa 1 - 2 mm größer als bei einer 20 cm dicken Dämmung. Dies ist ohne praktische Bedeutung.

**?** Ist es nicht eine gewagte Entscheidung in bestimmten Fällen auf eine Unterfrierschutzheizung völlig zu verzichten?

**Helmut Oheim:** Grundlage für solche Entscheidungen sind fundierte mehrdimensionale instationäre Temperaturfeldberechnungen im Untergrund der TK-Lager, in welche eine größere Anzahl von Einflußfaktoren einbezogen wird. In diesen Berechnungen werden wie bei technischen Berechnungen üblich auch Sicherheitsfaktoren berücksichtigt. Auf dieser Grundlage ist es zum Teil durchaus möglich, TK-Lager mit einer Breite von über 10 m ohne eine Unterfrierschutzheizung auszuführen. Wichtig ist natürlich, daß die Schaumpolystyrol-Fußbodendämmung fachgerecht und vor allem auf einer wirkungsvollen Wasserdampfsperre eingebaut wird. Wir können durch langjährige Messungen unter Praxisbedingungen sicher belegen, daß dann der Wärmedämmwert im

Laufe der Zeit keine spürbare Minderung erfährt.

**?** Bei den zentralen Wärmequellen der Unterfrierschutzheizung wird die Heizwärme linienförmig in den Untergrund eingeleitet. Demgegenüber erfolgt der Wärmeentzug durch den Kühlhausfußboden flächenförmig. Besteht darin nicht ein Widerspruch?

**Helmut Oheim:** Entscheidend ist der Temperaturverlauf an der Grenze zwischen dem Untergrund und der Fußbodendämmschicht (den Unterbeton und die Kiessauberkeitsschicht einmal vernachlässigt).

Der TK-Lager-Untergrund, in welchem die linienförmigen Wärmequellen eingebettet sind, besitzt im Verhältnis zur Fußbodendämmung ein bedeutend höheres Wärmeleitvermögen. Dadurch breitet sich die Wärme der zentralen Wärmequellen unterhalb der Dämmschicht im Untergrund gut aus.

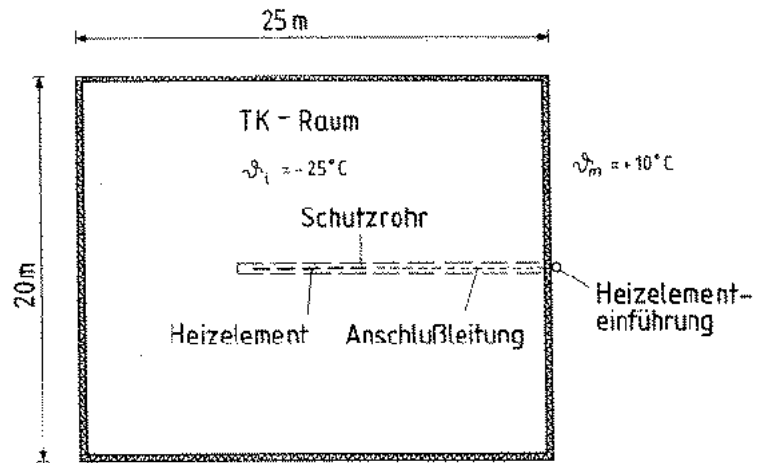
Begünstigt wird dieser Effekt durch den vertikalen Abstand zwischen den horizontal verlaufenden Wärmequellen und der Fußbodendämmschicht. Hierdurch wird bewirkt, daß sich trotz der zentralen Wärmeinleitung wie gewünscht an der Dämmschichtunterseite eine verhältnismäßig gleichmäßige Temperaturverteilung einstellt.

Besonders vorteilhaft ist das Zusammenspiel zwischen der Umgebungswärme und der Wärme der zentralen Wärmequellen. Der Einfluß der Umgebungswärme auf die Temperatur an der Dämmschichtunterseite nimmt vom Rand her ab. Dagegen nimmt der Einfluß der zentralen Wärmequellen in dieser Richtung zu. In der Summe dieser Einflüsse stellt sich eine sehr gleichmäßige Temperaturverteilung an der Dämmschichtunterseite ein.

**?** Der günstige Einfluß der Umgebungswärme eines angrenzenden normal temperierten Produktions- oder Lagerraumes auf die Untergrund-

temperatur ist ohne weiteres nachzuvollziehen. Wie verhält es sich jedoch bei den Seiten des TK-Lagers, die an die freie Umgebung angrenzen und bei denen somit auch winterliche Umgebungstemperaturen zu berücksichtigen sind

Lediglich im unmittelbaren Randbereich des TK-Lagers sind die winterlichen Außen-temperaturen von Bedeutung. Hier ist von Fall zu Fall zu entscheiden, ob und in welchen Abmessungen im unmittelbaren Randbereich eine Schürze



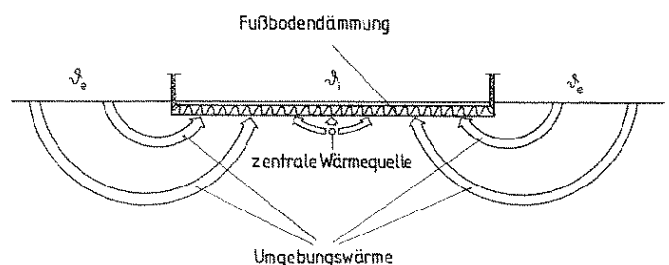
Grundriß eines TK-Lagers mit einer zentralen Wärmequelle

**Helmut Oheim:** Auch diese häufig gestellte Frage läßt sich positiv im Sinne der zentralen Unterfrierschutzheizung beantworten. Die Grundlage dafür bilden instationäre Temperaturfeld-Berechnungen die durch langjährige Temperaturmessungen unter Praxisbedingungen gestützt werden. Es zeigt sich, daß für die Wirkung der Umgebungswärme auf den Unterfrierschutz hauptsächlich die Jahresmitteltemperaturen und weniger die jährlichen Schwankungen um diese Mitteltemperatur von Bedeutung sind, da die Schwankungen infolge des hohen Wärmespeicher-Vermögens des Untergrundes stark gedämpft werden. Für die Jahresmitteltemperatur kann man in Deutschland in der Regel 9 - 10°C ansetzen. Diese Temperatur bringt schon einiges für den Unterfrierschutz der stark gedämmten Fußböden.

aus frostsicherem Kies eingebaut wird (vor allem bei TK-Lagerfußböden auf Rampenhöhe über dem Gelände).

**?** Dann bleibt noch die Frage nach der Praxisanwendung.

**Helmut Oheim:** Die besprochenen Fußböden von TK-Lagern wurden bereits seit Jahren in zahlreichen Vorhaben mit Erfolg ausgeführt. Um die Ergebnisse der Temperaturfeldberechnungen zu untermauern, wurden über viele Jahre hinweg an mehreren TK-Lagern Temperaturmessungen vorgenommen. Die Auswertung der Meßergebnisse ergibt eine ausgezeichnete Übereinstimmung mit den Berechnungsergebnissen. Insbesondere wurde die günstige Ausbreitung der Heizwärme der zentralen Wärmequellen im Untergrund sowie das Zusam-



Schnitt eines TK-Lagers mit einer zentralen Wärmequelle

## Eine Branche stellt sich vor

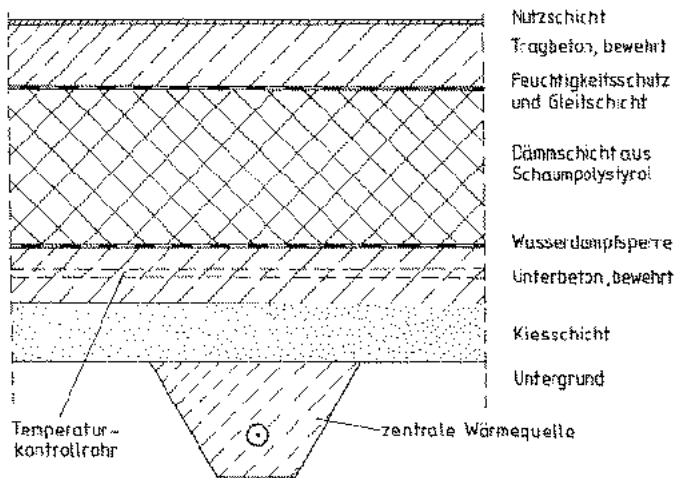
menwirken zwischen der Umgebungswärme und der ergänzenden Heizwärme nachgewiesen. Somit liegt eine ausgereifte Lösung vor.

**?** Die erläuterte Lösung für die TK-Lager-Fußböden ist in erster Linie für den Neubau von TK-Lagern von Bedeutung. Welches Fazit läßt sich für die Investoren ziehen?

**Helmut Oheim:** Das Fazit ist, daß die höheren Investitionskosten für die Dämmdicke der TK-Lager-Fußböden von 40 cm und darüber eine gute Kapitalanlage sind, die sich

sehr schnell bezahlt macht. Außerdem wird durch die Austauschbarkeit der Heizelemente der zentralen Wärmequellen ein Höchstmaß an Betriebssicherheit für den Unterfrierschutz erreicht. In den Lagern, in denen auf eine Unterfrierschutzheizung völlig verzichtet werden kann, ist die Frage der Betriebssicherheit gegenstandslos.

Durch die langjährigen erfolgreichen Praxisanwendungen sowie die Meß- und Berechnungsergebnisse ist die Lösung in wirtschaftlicher, thermischer und statischer Richtung voll abgesichert.



Prinzipialquerschnitt des TK-Lager-Fußbodens