

*Berliner Blumengroßhändler profitieren von einer energieeffizienten kältetechnischen Lösung*

## Kälte-Contracting auf einem Blumengroßmarkt

*Lars Kreuschner und Mechthild Zumbusch, Berlin*

Die Ausgangslage: Der Blumen-großmarkt in Berlin-Kreuzberg ist durch seine zentrale Lage in der Mitte Berlins die herausragende Anlaufstation für Blumenhändler aus dem gesamten Stadtgebiet. Die Blumengroßmarkthalle wurde von 1962 bis 1965 durch die Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen errichtet. Seitdem sind bis zur Neugestaltung des Blumengroßmarktes 1998 keine Neubau- oder Renovierungsmaßnahmen durchgeführt worden.



Ein Eindruck von der Hallenbelegung. Marktzeit ist an Werktagen morgens von 4 bis 10 Uhr



*Berlins Regierender Bürgermeister Eberhard Diepgen nahm am 31. Oktober 1998 persönlich die Einweihung des neu gestalteten Blumengroßmarktes vor*



Betreiber der Großmarkthalle ist die Blumengroßmarkt Berlin e. G., ein genossenschaftlicher Zusammenschluß von 44 rechtlich und wirtschaftlich eigenständigen Unternehmen aus den Unterbranchen Importgroßhandel, Gartenbau und Bedarfsartikelgroßhandel.

Vor der Modernisierung des Marktes erfolgte die Geschäftstätigkeit der einzelnen Standinhaber in Verkaufsböden. Diese Böden stammten ebenfalls aus den 60er Jahren, waren überholt und wenig kundengerecht. Die Markthalle wirkte dadurch sehr unübersichtlich. Die Lagerung von Schnittblumen erfolgte in veralteten Kühlzellen mit unregelmäßigen Einzelaggregaten auf dem Außengelände oder im Keller des Marktes. Vor und nach der Verkaufszeit mußten die Blumen umständlich mit Rollregalen zwischen Markthalle und Kühlzellen hin- und hertransportiert werden, dabei standen zwischen Keller und Erdgeschoß nur zwei Aufzüge zur Verfügung.



Grundriß des Blumengroßmarktes in Berlin-Kreuzberg mit Standort der Kühlräume, der Kältezentrale und Standaufteilung. Insgesamt 1200 m<sup>2</sup> Fläche

Zu Beginn des Vorhabens stellten sich somit die Anforderungen, neben einer produktgerechten, qualitätsschonenden Kühlung der Blumen eine deutliche Verbesserung der Warenpräsentation und Logistik auf dem Blumengroßmarkt Berlin herbeizuführen. Als Vorgaben für die Planung sind daher folgende zentrale Gewerke aufgenommen worden:

- Errichtung von dreizehn integrierten Verkaufs- und Lagerkühlzellen,
- Errichtung einer zentralen Kälteanlage zur Versorgung der 13 Kühlstellen,

- Installation einer zentralen, repräsentativen und lichtstarken Beleuchtung in der Halle und in den Kühlzellen,
- Sanierung des Hallenbodens auf ein einheitliches Niveau mit entsprechender Isolierung unter den Kühlzellen.

und Betrieb (Überwachung, Reparatur und Verwaltung) beinhalten.

Für den Contracting-Nehmer ergibt sich der Vorteil, daß er das große techni-

#### zu den Autoren

**Dipl.-Ing. Lars Kreuzsner,**  
Geschäftsführer  
der ISAD Gesellschaft für  
ingenieurtechnisches Management mbH,  
Berlin



**Dipl.-Ing. Mechthild Zumbusch,**  
Projektleiterin in  
der Firma ISAD GmbH, Berlin



#### Contracting

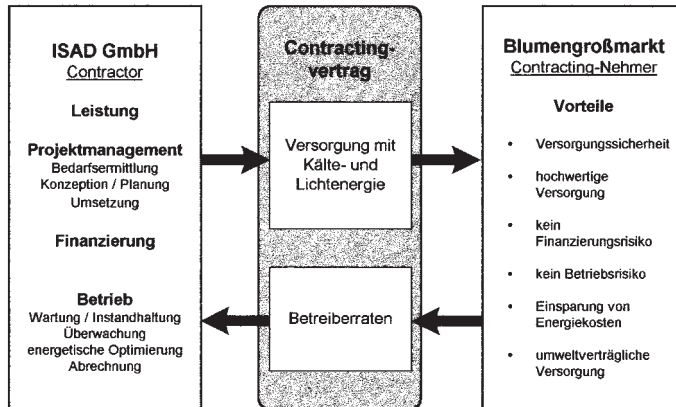
Das gesamte Projekt ist in Form eines Anlagen-Contracting zwischen der ISAD Gesellschaft für ingenieurtechnisches Management mbH als Contractor und der Blumengroßmarkt Berlin e. G. als Contracting-Nehmer konzipiert.

Die ISAD GmbH zeichnet sich in diesem Modell für die Konzeption, Planung, Finanzierung, Errichtung und Betrieb der Licht- und Kältetechnik verantwortlich. Im Rahmen eines festen Vertragszeitraumes von 10 Jahren übernimmt der Contractor die Licht- und Kälteversorgung des Blumengroßmarktes und trägt dabei alle technischen und kaufmännischen Risiken. Die Bezahlung der Lieferung erfolgt in festen Raten, die neben Planung und Errichtung auch die Folgekosten für Zinsleistungen, vorsorgliche Wartung



*Gibt es etwas  
Schöneres, als  
ein Meer von  
Blumen?*

Funktionen des Licht- und Kältecontractings



des Herstellers Alfa Laval sowie einem Latentspeicher der Firma BMS. Die installierte Kälteleistung der Anlage beträgt 140 kW, die maximale elektrische Anschlußleistung insgesamt 69 kW.

Der Verflüssiger des Fabrikates Küba befindet sich auf dem Dach des oberen Containers. Die Ventilatoren des ausgewählten Verflüssigers sind geräuscharm ausgelegt mit einem Schalldruckpegel kleiner 40 dB(A). Zusätzlich sind die Container mit einer Geräuschisolierung ausgestattet. Diese Maßnahmen sind notwendig, da sich in unmittelbarer Nähe des Großmarktes Wohngebäude befinden.

Die Kühlräume werden auf eine Raumtemperatur (Lagertemperatur) zwischen 5 °C und 8 °C gekühlt. Die Solevorlauftemperatur beträgt -2 °C bis 0 °C. Die jeweilige Kühltemperatur ist von den angestrebten Lagerbedingungen der Ware abhängig. Während der Anlieferungs- und Verkaufszeit (ca. 4 Uhr bis 10 Uhr) wird die Kühlung durch Öffnung der Sektionaltore, die mit einem Kontaktschalter ausgestattet sind, ausgeschaltet. Nach Ende der Verkaufszeit wird mit Schließung der Tore die

sche und wirtschaftliche Know-how des Contractors schnell und direkt nutzen und dabei seine eigene Liquiditätsspielräume weitgehend schonen kann.

Im Vordergrund steht beim Contracting-Modell der ISAD GmbH, daß über ein umfassendes Dienstleistungskonzept

- deutliche Effizienzverbesserungen in der Energieumwandlung und -nutzung realisiert werden,
- die hohe Qualität der Ware während Verkauf und Lagerung erhalten bleibt,
- die Produkte bedarfsgerecht und vorteilhaft angeboten werden und
- ein ganzheitlich umweltverträgliches Anlagenkonzept umgesetzt wird.

Die ISAD GmbH kooperierte bei der Umsetzung der einzelnen Phasen des Contracting mit kompetenten Unternehmen. Für die Planung und Bauüberwachung des Vorhabens wurde das Ingenieurkontor Klages aus Hannover hinzugezogen.

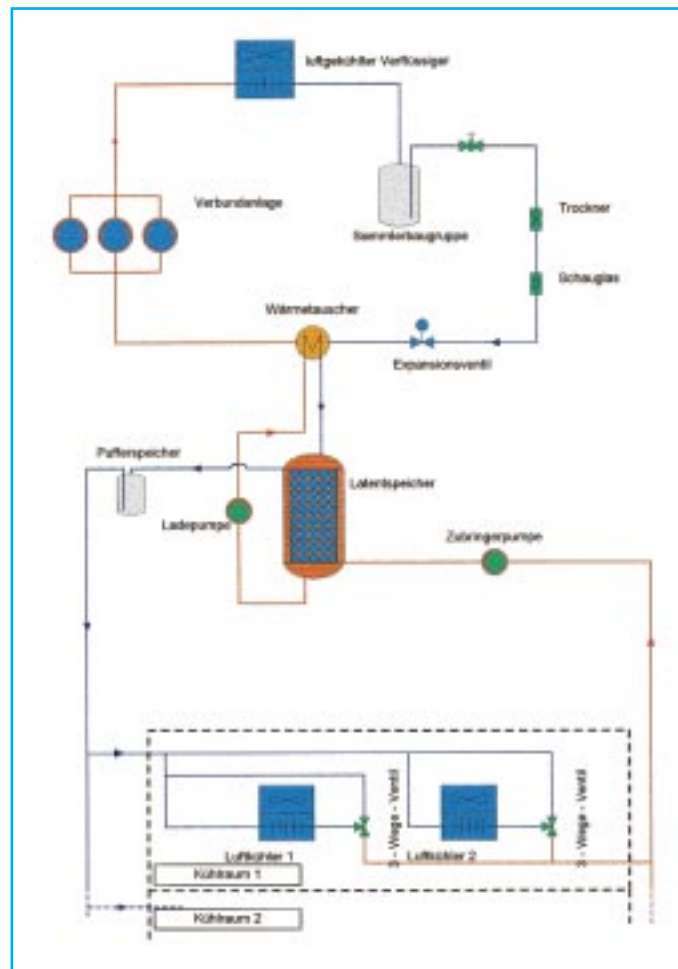
Nachfolgend wird an den einzelnen technischen Komponenten im Detail dargestellt, wie diesem weitgefächerten System an Zielsetzungen entsprochen wird.

### Kältetechnik

In der Großmarkthalle wurden auf einer Fläche von ca. 1200 m<sup>2</sup> insgesamt 13 neue Kühlräume errichtet, in denen Schnittblumen und Schnittgrün gelagert und zum Verkauf angeboten werden. Die ISAD GmbH beauftragte das Kälteanlagenbauer-Unternehmen Arctica GmbH (Kälte-Klima-Anlagenbau) aus Bünde in Westfalen (Niederlassung auch in Berlin) mit der Umsetzung der Anlage.

### Anlagenkonzept

Die Kühlräume werden über ein indirektes System mit Kälte versorgt. Die Kältezentrale befindet sich in zwei übereinandergestellten Containern, die außerhalb der Markthalle an der Nordostseite aufgestellt sind. Im unteren Container befindet sich der dauerhaft geschlossene Kältesatz mit drei Hubkolbenverdichtern des Fabrikates Bitzer, einem Plattenwärmetauscher



Indirektes Kälteversorgungssystem für 13 neue Verkaufskühlräume. Vereinfachte Systemdarstellung

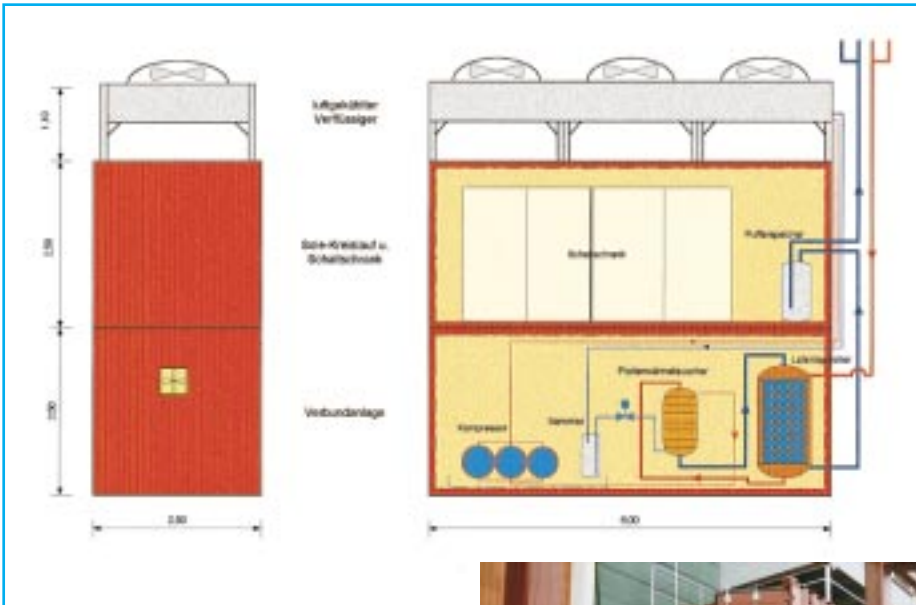
*Kältemittel*

Eine Besonderheit der umgesetzten Anlage bildet das eingesetzte Kältemittel. Unter der Prämisse des Einsatzes umweltverträglicher und klimaschonender Stoffe wurde das Kältemittel Propan (R 290) ausgewählt. Die ISAD GmbH betreibt bereits mehrere Anlagen mit R 290, das im Vergleich zu den üblicherweise eingesetzten HFCKW/FKW-Kältemitteln weitgehend keine negativen klimarelevanten Eigenschaften aufweist. R 290 verfügt über gute thermodynamische Eigenschaften, es hat kein Ozonabbaupotential und das direkte Treibhauspotential ist vernachlässigbar gering. Des Weiteren ist es nicht toxisch und nicht wassergefährdend (Wassergefährdungsklasse 0).

R 290 wird bisher nur selten als Kältemittel in der Gewerbekälte eingesetzt. Häufigste Argumente gegen die Verwendung gegen R 290 sind seine Brennbarkeit und die Explosionsfähigkeit des Kältemittel/Luftgemisches. Wichtigste Voraussetzung bei dem Einsatz von R 290 ist die Erkennung dieses Gefahrenpotentials und damit die Vermeidung von Sicherheitsrisiken. Unter Einsatz der im folgenden genannten Sicherheitsmaßnahmen ist die Verwendung von R 290 als Kältemittel aus heutiger Sicht unbedenklich.

*Anlagensicherheit*

Insgesamt enthält die Kälteanlage eine Kältemittelfüllmenge von 40 kg R 290. Bei der Planung, Umsetzung und bei dem Betrieb der Kälteanlage ist die Anlagensicherheit in besonderem Maße berücksichtigt worden. Dazu gehört die Beachtung aller für die Anwendung von brennbaren Kältemitteln relevanten Normen und Gesetze einschließlich der im Gelbdruck vorliegenden DIN 7003. Die getroffenen Maßnahmen zur Anlagensicherheit sind im Folgenden erläutert.



*Systemdarstellung und Außenansicht der Kältezentrale, die in zwei übereinander angeordneten Containern an einer Außenwand des Blumen Großmarktes untergebracht ist*

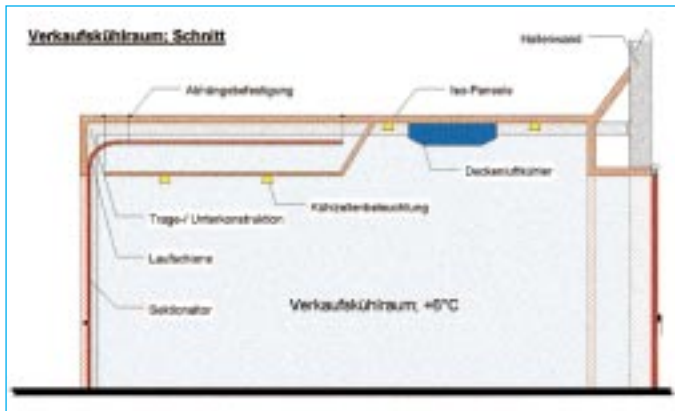


Kühlung aktiviert. Dabei ist von besonderem Interesse, daß die Kühlung der Pflanzen langsam und somit qualitätsschonend erfolgt. In einem Zeitraum von zwei bis drei Stunden wird die Lagerzieltemperatur von 5–8 °C (je nach gewünschter Endtemperatur) erreicht.

*Einer von 13 Verkaufskühlräumen. Die Kühlung wird mit einem Kontaktschalter ausgeschaltet, sobald während der Verkaufszeit die Rolltore geöffnet werden*



Systemschnitt durch einen Verkaufs-Kühlraum



- die kontinuierliche Überwachung der Anlagenparameter im Zuge der on-line-Überwachung,
- die regelmäßige Wartung der Anlage,
- die Installation von Gaswarngeräten,
- die gefahrlose Abführung beim Austritt von R 290 ins Freie über eine Entlüftung.

Als sekundären Explosionsschutz werden externe Zündquellen ausgeschlossen durch

- explosionsgeschützte Betriebsmittel,
- Hinweis- und Warntafeln auf Feuer, offenes Licht und Rauchverbot am Container.

**Organisatorische Maßnahmen:** Die Planung und Ausführung der Anlage wurde durch die Arctica GmbH, einen erfahrenen Kälteanlagenbauer-Fachbetrieb durchgeführt. Die Anlage ist nur für ausgebildetes Betriebspersonal zugänglich.

**Bauliche Maßnahmen:** Der Kälteantrieb befindet sich außerhalb der Großmarkthalle in einem als Maschinenraum

ausgestatteten, abgeschlossenen Container. Der Schaltschrank und die Schaltung für die Beleuchtung sind in einem zweiten separaten Container installiert. Alle elektrischen Betriebsmittel im Maschinenraum sind explosionsgeschützt ausgeführt. Da R 290 schwerer als Luft ist, wurde bei dem Aufbau der Kältezentrale darauf geachtet, daß es zu keiner Ansammlung von R 290, z. B. durch Gruben oder Kanäle, in Bodennähe kommen kann.

**Konstruktive Maßnahmen:** Durch die Ausführung der Anlage als indirektes Kälteversorgungssystem wurde die Kältemittelfüllmenge minimiert und im Maschinenraum konzentriert.

**Sicherheitsvorkehrungen:** Die Anlage ist so konzipiert, daß im Fall einer Leckage eine Kältemittelkonzentration außerhalb der Explosionsgrenze gewährleistet wird (primärer Explosionsschutz) durch



An allen neuralgischen Punkten des Kältemaschinenraumes sind Gaswarngeräte installiert. Ein Warngerät zum Beispiel direkt hinter den Verdichtern (siehe Fingerzeig von Arctica Geschäftsführer Bernd Ruffer), ein weiteres steuert die gefahrlose Abführung beim Austritt von R 290 ins Freie über die Entlüftung



Entsprechend Gelbdruck DIN 7003 ist die Kältezentrale mit 40 kg Kältemittel R 290 Kältemittelfüllvolumen explosionsgeschützt gestaltet





Alle Verkaufskühlräume sind mit für Sole-durchfluß geeigneten Deckenluftkühlern des Fabrikates Küba ausgestattet. Diese sind zug-, entfeuchtungs- und geräuscharm

### Kälteverteilung

Die Verteilung der Kälte auf die einzelnen Kühlräume erfolgt über einen Kälte-trägerkreislauf, in dem ein Wasser-Alkoholgemisch zirkuliert. Hierfür wurden in der Großmarkthalle 1000 m Kupferrohr verlegt und isoliert. Zur Stromversorgung der einzelnen Luftkühler wurden 10 000 m PVC-freies Kabel verlegt.

Zum Einsatz von PVC-freiem Kabel kam es aufgrund einer entsprechenden Verordnung der Senatsverwaltung für

Bauen und Wohnen in Berlin. Danach ist der Einsatz von PVC-Kabeln untersagt, da diese nicht dem Kriterium einer hohen Gesundheits- und Umweltverträglichkeit genügen.

### Kühlstelleneinrichtung

Insgesamt sind in den 13 Kühlräumen 32 für den Einsatz von Sole geeignete Luftkühler des Fabrikates Küba eingebaut. Je nach Kühlraumgröße handelt es sich um Luftkühler verschiedener Größe. Bis auf einen Kühlraum, bei dem aufgrund einer niedrigeren Raumhöhe Wandluftkühler zum Einsatz kommen, handelt es sich dabei um Deckenluftkühler. Die eingesetzten Luftkühler sind zug-, entfeuchtungs- und geräuscharm. Sie verfügen über einen Lamellenabstand von 4,5 mm, eine Blasweite von 6 m bzw. 8 m sowie über einen Volumenstrom von 1930 m<sup>3</sup>/h bzw. 2700 m<sup>3</sup>/h.

### Datenfernübertragung und Wartung

Die Kälteanlage wird regelmäßig gewartet und ist mit einer Fernüberwachung ausgestattet.



Die Fernüberwachung erfolgt über das Wurm-Regelungssystem Frigodata

Die Fernüberwachung erfolgt über das Wurm-Regelungssystem Frigodata. Alle relevanten Parameter der Kälteanlage von Solevor- und -rücklauf über Verfässiger-temperatur, Kühlstellentemperatur und Verdichterschaltung werden kontinuierlich geregelt. Zudem wird der Energieverbrauch der gesamten Kälteanlage erfaßt.

Die Datenerfassung erfolgt in Minutenabständen, die Protokollierung erfolgt in Stundenmittelwerten.

Mit der Datenfernübertragung ist die Änderung und Anpassung der Anlagenparameter möglich. Per Modem werden die Daten von der Anlage an den Zentralrechner im Schaltschrank und von dort aus an die Basisrechner bei der Arctica GmbH und der ISAD GmbH weitergeleitet.



Kältecontracting. Mit dem hier von Kälteanlagenbauermeister Bernd Ruffer in seiner Funktion erklärten M-BUS-ZE wird der Energieverbrauch der gesamten Kälteanlage erfaßt

Abweichungen vom Normzustand der Anlage, die als Störungen definiert sind, werden ebenfalls weitergeleitet und in einer Störliste protokolliert. Die Störungen sind in Hierarchien unterteilt. Bei einer Störung erster Priorität erfolgt die Weiterleitung auf Mobilfunk mit Anzeige der Art der Störung auf dem Mobiltelefon. Eine Störungsbeseitigung erfolgt im 24-h-Service.

In Kooperation zwischen der ISAD GmbH und die Arctica GmbH werden die auftretenden Störungen ausgewertet und Strategien zur Früherkennung und Ersatzteilbereitstellung entwickelt. Des weiteren werden die Erkenntnisse in die regelmäßige Wartung aufgenommen und entsprechende Arbeiten durchgeführt. Da-

durch können langfristig Störungen vermieden bzw. der Aufwand zur Störungsbehebung minimiert werden. Neben der Erhöhung der Zuverlässigkeit der Anlage werden dadurch Zeit und Wege zur Störungsbeseitigung eingespart.

Der Verbrauch an Kühlleistung wird für jede Kühlstelle mit Hilfe einer Durchflußmessung der Firma Allmess Schlumberger erfaßt. Das Meßsystem wird normalerweise in der Wärme- bzw. Heizungstech-



Zwischen 20 Uhr und 2 Uhr nachts wird ein 1500-Liter-Latentspeicher (Fabrikat BMS) beladen. Die Entladung erfolgt erst ab 10 Uhr, wenn die Markt-Verkaufszeit beendet ist

nik eingesetzt. Daher wurde von der ISAD GmbH eine Anpassung der Auswertung der Werte für eine Sole-Anlage vorgenommen. Dadurch kann eine Zuordnung des Verhältnisses der Einzelenergieverbräuche der Nutzer zum Gesamtenergieverbrauch der Anlage erfolgen.

Neben der Temperatur wird in den Kühlräumen die Luftfeuchte überwacht. Die Werte sind ebenfalls über das Regelungssystem permanent abrufbar. Bei der

Kühlung von Blumen werden besondere Anforderungen an die Luftfeuchte in den Kühlräumen gestellt. Eine hohe Luftfeuchtigkeit jedoch ohne Kondensationserscheinungen an den Blüten und Blumen ist anzustreben. Durch den Einsatz eines indirekten Systems mit einer geringen Temperaturdifferenz zwischen Soleverlauf- und Raumtemperatur sowie einer zugarmen Luftverteilung werden Entfeuchtungserscheinungen verhindert.

### Latentspeicher und Energieeffizienz

In dem Anlagensystem ist ein 1500-Liter-Latentspeicher der Fa. BMS zwischengeschaltet. Der Behälter ist mit Kunststoffkugeln befüllt, die eine Salzlösung enthalten, in der Kälte gespeichert wird. Der Speicher wird in den Stromniedertarifzeiten beladen, wenn von den Kühlstellen keine oder nur geringe Kälteleistungen abgefragt werden (20 Uhr bis 2 Uhr). Während der Spitzenlastzeiten (ab 10 Uhr), wenn alle Händler ihre Tore schließen und die Kühlung der Ware parallel abgefragt wird, erfolgt die vornehmliche Entladung. Dadurch werden Lastspitzen gekappt und Stromkosten eingespart.

Die erzielten Einsparpotentiale durch die Neugestaltung der Kältetechnik betragen im Vergleich zu dem abgeschätzten Energieverbrauch der alten Kälteanlagen unter der Annahme desselben Kühlvolumens mindestens 30 %. Dabei ist berücksichtigt, daß die bisherige Kälteversorgung über Einzelaggregate erfolgte.

### Kühlräume

Die 13 Kühlräume sind ebenfalls nach den Kriterien Kundenattraktivität, Funktionalität und Einsatz umweltverträglicher Materialien entwickelt und umgesetzt. Die Räume dienen sowohl als gekühlte Lagerräume als auch als Verkaufsräume und sind mit Sektionaltoren und mit Außenbeschickungstoren ausgestattet. Die Beschickung der Kühlräume vom Lkw aus ist durch das System mit Außenbeschickungstoren möglich. Durch diese Art der Nutzung kann heute täglich ca. eine Stunde Arbeitszeit eingespart werden, die vorher zur Umlagerung der Blumen notwendig war. Zudem können die Anlieferungszeiten der Ware flexibler gehandhabt werden und Qualitätsverluste durch Umschichtung und Umpackung der Blumen werden vermieden.

Für die Händler ist neben den benannten logistischen Vorteilen die Transparenz der Räume und die vorteilhafte Präsentation frischer Ware von besonderer Bedeutung. Bewußt wird während der Verkaufs-



Einer der Verkaufskühlräume werden durch ein zusätzliches Kühllager ergänzt. Beim Beschicken des Verkaufslagers helfen ISAD-Geschäftsführer Lars Kreuzchner und Projektleiterin Mechthild Zumbusch schon mal aus

zeit die Kühlung abgeschaltet, um eine Verkaufsatmosphäre ohne jegliche Geräuschbelästigung bei kundenverträglichen Temperaturen zu ermöglichen.

Die 13 Kühlräume sind aus 100 mm starken umweltverträglichen, wassergetriebenen Polyurethan-Paneelen aufgebaut. Die Paneele verfügen über die Brandschutzklasse B1 (schwer entflammbar). Im Zuge der Erneuerung des gesamten Hallenbodens ist der Kühlraumboden zur Vermeidung von Kondenswasserbildung im Kellergeschoß gedämmt ausgeführt worden.

Neue Hallen-Beleuchtungstechnik. Volle Ausleuchtung während der Vermarktungszeit, ...



Blumengroßmarktes hat sich das Erscheinungsbild und die Logistik des Marktes erheblich verbessert.

Als wesentliches Element eines erfolgreichen Contracting sieht die ISAD GmbH die intensive, langfristige Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Unternehmen an. Auf dieser Basis können – wie an dem Beispiel Blumengroßmarkt Berlin dargestellt – an umgesetzten Anlagen technische, informationstechnische und logistische Lösungen erreicht werden, die für die beteiligten Unternehmen vorteilhaft sind und als positive Erfahrung in die Umsetzung neuer Vorhaben eingebracht werden können. □

### Hallenbeleuchtung

In der Großmarkthalle wurde die bisherige Hallenbeleuchtung und Individualbeleuchtung der einzelnen Stände durch eine neue einheitliche Beleuchtung, bestehend aus neun Lichtbändern und zwei Teillichtbändern in ca. 4 m Höhe, ersetzt. Die Ausführung erfolgte durch die Firma Elite Elektrotechnik GmbH aus Hamburg.

Die Beleuchtungstechnik ist mit einem Beleuchtungsprogramm und Lichtführern ausgestattet. Damit ist sowohl die nutzungsorientierte Veränderung der Beleuchtung (z. B. volle Ausleuchtung während der Vermarktungszeit, Reduktion der Lichtstärke um 60–80 % außerhalb der Marktzeiten jedoch während der Betriebszeiten) als auch die Anpassung der Beleuchtung an das Tageslicht bzw. an wechselnde Lichtverhältnisse möglich. Des Weiteren sind die Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten ausgestattet, durch deren Einsatz eine Energieeinsparung bis ca. 30 % gegenüber einem Betrieb mit konventionellen Vorschaltgeräten erreicht werden kann.

Im Vergleich zu der Hallen- und Individualbeleuchtung der Stände vor der Modernisierungsmaßnahme konnte der Energieverbrauch für die Hallenbeleuchtung um 70 % gesenkt werden.

Zur Sicherung der Anschlußmöglichkeiten für Telefon, Kassen und Computer wurden Versorgungseinheiten mit Strom-, Telefon- und Faxanschluß in den Lichtbändern integriert.

### Fazit

Die umgesetzten Maßnahmen auf dem Berliner Blumengroßmarkt bedienen in besonderer Weise die nutzungsspezifischen Anforderungen der Blumenhändler. Die Anlagen arbeiten beanstandungsfrei, sind sicher, umweltverträglich und energieeffizient. Mit der Modernisierung des



Anzeige

... um 60–80 % reduzierte Lichtstärke außerhalb der Marktzeiten