

Kälteanlagen im Hotel- und Gastgewerbe

R. Kapferer, A. Greml, W. Kreuzer, M. Braito

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

10/2011

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Kälteanlagen im Hotel- und Gastgewerbe

DI Roland Kapferer, Michael Braito
ENERGIE TIROL

DI Andreas Greml
TB Greml

DI Wolfgang Kreuzer
TB Kreuzer

Innsbruck, 2010

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus der Programmlinie ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT. Sie wurde 2003 vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie im Rahmen des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften als mehrjährige Forschungs- und Technologieinitiative gestartet. Mit der Programmlinie ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT soll durch Forschung und Technologieentwicklung die Gesamteffizienz von zukünftigen Energiesystemen deutlich verbessert und eine Basis zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energieträger geschaffen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements und der großen Kooperationsbereitschaft der beteiligten Forschungseinrichtungen und involvierten Betriebe konnten bereits richtungsweisende und auch international anerkannte Ergebnisse erzielt werden. Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt über den hohen Erwartungen und ist eine gute Grundlage für erfolgreiche Umsetzungsstrategien. Mehrfache Anfragen bezüglich internationaler Kooperationen bestätigen die in ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT verfolgte Strategie.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist, die Projektergebnisse – sei es Grundlagenarbeiten, Konzepte oder Technologieentwicklungen – erfolgreich umzusetzen und zu verbreiten. Dies soll nach Möglichkeit durch konkrete Demonstrationsprojekte unterstützt werden. Deshalb ist es auch ein spezielles Anliegen die aktuellen Ergebnisse der interessierten Fachöffentlichkeit leicht zugänglich zu machen, was durch die Homepage www.ENERGIESYSTEMEderZukunft.at und die Schriftenreihe gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis:

Kurzfassung	9
Abstract	11
1 Einleitung und Vorbemerkungen	13
1.1 Ausgangspunkt des Forschungsprojektes.....	13
1.2 Ziel des Forschungsprojektes	13
1.2.1 Abschätzung des Strombedarfes und der Einsparpotenziale	13
1.2.2 Hilfestellung für die Energieberatung bzw. die Umsetzung.....	14
1.2.3 Abgrenzung:	14
1.3 Übersicht und Ablaufstruktur des Projektes	15
1.3.1 Konkreter Ablauf der Datenerhebung	17
2 Kälteanwendungen im Tourismus	19
2.1 Übersicht Kälteanwendungen:	19
2.2 Lagertemperaturen, relative Feuchte und Luftgeschwindigkeiten	19
2.3 Erläuterung der einzelnen Kälteanwendungen.....	20
2.3.1 Kühlräume, Kühlzellen.....	20
2.3.2 Kühlschränke, Kühlpulte, Kühlthecken	22
2.3.3 Saladetten, Belegstationen	23
2.3.4 Kühlwannen.....	24
2.3.5 Eisbereiter	25
2.3.6 Karbonator.....	26
2.3.7 Bierdurchlaufkühler.....	27
2.3.8 Bierfass-Kühlbox.....	27
2.3.9 Konfiskatkühler (Bio-Abfallkühler).....	28
2.3.10 Glasvitrinen (Obst, Kuchen).....	28
2.3.11 Weinkühler.....	29
2.3.12 Saftkühler	29
2.3.13 Gefrierschränke, Gefriertruhen	30
2.3.14 Kühlschränke	31
2.3.15 Minibar	32
2.3.16 Zusammenfassung der Geräteausstattung.....	33
2.4 Kälteausstattung – Begriffe bei gewerblich konfektionierten Kälteanlagen	34
2.4.1 Einzelanlage	34
2.4.2 Kühlstellenverbund	35

2.4.3	Kältemaschinen-Verbundsatz	36
3	Energieeffizienzklassen für Kälteanwendungen	37
3.1	Energieeffizienzklasse von Standardgeräten	37
3.2	Energieeffizienzklasse individuell konfigurierter Kälteanlagen	39
4	Evaluierung von 30 Tourismusbetrieben	40
4.1	Vorgangsweise.....	40
4.2	Typische Situationen – zwei Beispiele	40
4.2.1	Beispiel 1: Gewachsene Struktur mit Einzelanlagen.....	41
4.2.2	Kälteanlagen.....	42
4.2.2.1	Kühlzellen	44
4.2.2.2	Kühlpulte.....	48
4.2.2.3	Tiefkühlschrank in der Küche	48
4.2.3	Beispiel 2: Verbundanlage	50
4.3	Flächenbedarf für die Kühlung	51
4.3.1.1	Literatur zum Flächenbedarf für die Kühlung.....	51
4.3.1.2	Auswertung der Fragebögen	52
4.4	Standardbetrieb.....	56
4.4.1	Der 4-Sterne-Standardbetrieb - Allgemeine Kriterien	56
4.4.2	Standardbetrieb - Kälteausstattung	56
4.4.3	Allgemeine Daten aus den Fragebögen	59
4.5	Installierte elektrische Leistungen und Stromverbräuche	64
4.5.1	Elektrische Leistungen und elektrische Energieverbräuche für den 4*-Standardbetrieb.....	65
4.5.2	Anteil der Kälteanlagen am Gesamtstrombedarf der Tourismusbetriebe	66
4.5.3	Elektrische Leistungen und elektrische Energieverbräuche für den 4-Sterne-Standardbetrieb	67
4.6	Abschätzung der Überdimensionierung	68
4.7	Die häufigsten Fehler	70
5	Optimierungsbereiche – Excel-Kälte-Beratungstool.....	72
5.1	Kühllogistik	79
5.1.1	Kühllogistik - Allgemeine Erläuterungen	79
5.1.2	Kühllogistik im Excel-Kälte-Beratungstool	80
5.2	Wärmedämmung der Kühlräume:	81
5.2.1	Dämmung – allgemeine Erläuterungen	81
5.2.2	Dämmung im Excel-Kälte-Beratungstool	85

5.3	Rahmenbedingungen für die Kälteanlage	87
5.3.1	Rahmenbedingungen – allgemeine Erläuterungen.....	87
5.3.1.1	Umgebungstemperatur Kühleinheit/Zelle/Pult	87
5.3.1.2	Vorkühlraum	87
5.3.1.3	Wärmequelle direkt beim Kühlbereich	88
5.3.1.4	Direkte Sonnenstrahlung auf das Kühlgerät/Kühlraum.....	88
5.3.1.5	Umgebungstemperatur Verflüssiger	89
5.3.1.6	Direkte Sonnenstrahlung auf den Verflüssiger	90
5.3.2	Rahmenbedingungen im Excel-Kälte-Beratungstool	91
5.4	Anlagentechnik.....	93
5.4.1	Kältetechnik – allgemeine Erläuterungen	93
5.4.1.1	Optimales Kältemittel.....	93
5.4.1.2	Temperaturdifferenz Verdampfung – Lufteintritt DT1	94
5.4.1.3	Temperaturdifferenz Verflüssigung - Kühlmedium.....	96
5.4.1.4	Druckdifferenz in Saug- und Druckleitung	97
5.4.1.5	Überdimensionierung des Verdichters.....	98
5.4.1.6	Alter des Verdichters	98
5.4.1.7	Leistungsgeregelter Verdichter	99
5.4.1.8	Elektronische Expansionsventile	99
5.4.1.9	Abtauung	100
5.4.1.10	Innerer Wärmeübertrager.....	101
5.4.1.11	Nebenaggregate	101
5.4.1.12	Anlagengröße - Verdichtergröße.....	102
5.4.1.13	Verbundsatz.....	102
5.4.2	Kältetechnik im Excel-Kälte-Beratungstool	103
5.5	Nutzerverhalten	105
5.5.1	Nutzerverhalten – Allgemeine Erläuterungen	105
5.5.1.1	Solltemperatur im Kühlraum	105
5.5.1.2	Verschmutzter oder/und vereister Verdampfer	107
5.5.1.3	Verschmutzter Verflüssiger.....	107
5.5.1.4	Schlechte Dichtungen.....	108
5.5.1.5	Häufig offene Türen.....	108
5.5.1.6	Befüllen mit warmen Speisen und Getränken.....	109
5.5.1.7	Einfrieren frischer Lebensmittel	109
5.5.1.8	Beleuchtung dauernd eingeschaltet	110

5.5.2	Nutzerverhalten im Excel-Kälte-Beratungstool	110
5.6	Wärmerückgewinnung.....	111
5.6.1	Wärmerückgewinnung – Allgemeine Erläuterungen	111
5.6.2	Wärmerückgewinnung im Excel-Kälte-Beratungstool	112
5.7	Nebenaggregate.....	114
5.7.1	Nebenaggregate im Excel-Kälte-Beratungstool	114
5.8	Sonstiger Strombedarf	115
5.8.1	Sonstiger Strombedarf im Excel-Kälte-Beratungstool.....	116
5.9	Berechnung des Strombedarfes, des Einsparpotenzials und der jährlichen Betriebskosten	117
5.9.1	Berechnung des Strombedarfes im Excel-Kälte-Beratungstool	117
5.9.2	Berechnung des elektrischen Einsparpotenzials im Excel-Kälte-Beratungstool	119
5.9.3	Berechnung der jährlichen Betriebskosten im Excel-Kälte-Beratungstool 120	
6	Energiebedarf und Einsparpotenzial bei Kälteanlagen im Tourismus	121
6.1	Tourismus in Zahlen – Statistische Zahlen.....	121
6.1.1	Betriebsstatistik in Tirol und Österreich	121
6.1.2	Nächtigungen - Wirtschaftsdaten.....	124
6.1.3	Hotelkategorie und Bettenanzahl.....	126
6.2	Kältemarkt in Tirol	127
6.3	Hochrechnungen Strombedarf für Kälteanlagen im Tourismus (Tirol).....	128
6.3.1	Hochrechnung mit Übernachtungen	128
6.3.2	Hochrechnung mit dem mittleren Energiebedarf für Kälte je Betrieb ...	129
6.3.3	Hochrechnung mit dem mittleren Energiebedarf für Kälte je Fläche bzw. Länge der Einrichtung	129
6.3.4	Mittelwertbildung aus den drei Hochrechnungen	130
6.4	Einsparpotenzial bei Kälteanlagen im Tourismus (Tirol)	131
6.4.1	Elektrisches Einsparpotenzial.....	131
6.4.2	Thermisches Einsparpotenzial.....	132
6.5	Hochrechnungen Österreich	134
6.5.1	Hochrechnung Österreich.....	134
7	Einsparmöglichkeiten und einfache Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen..	135
7.1	Allgemeines zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	135
7.2	Verbesserungen Nutzungseinflüsse.....	136
7.3	Adaptierung und Sanierung des Bestandes	138
7.3.1	Verbesserung der Wärmedämmung	138

7.3.2	Verbesserung der Rahmenbedingungen	139
7.3.3	Verbesserung der Kältetechnik.....	140
7.3.4	Wärmerückgewinnung bei Sanierung	141
7.3.5	Nebenaggregate	141
7.4	Neuerrichtung von Teilen oder kompletter Neubau der kältetechnischen Einrichtung	142
7.4.1	Neue Kühlzellen mit entsprechender Wärmedämmung.....	142
7.4.2	Neubau Kälteanlage mit Wärmerückgewinnung	144
8	Bestellkriterien	149
8.1	Bestellkriterien Pluskühler	150
8.2	Bestellkriterien Tiefkühler	155
8.3	Erläuterungen zu den Bestellkriterien.....	159
8.3.1.1	Wärmedämmung, Kühlzelle, Kühlpult.....	159
8.3.1.2	Rahmenbedingungen	160
8.3.1.3	Sonstiges.....	161
8.3.1.4	Kältekreis.....	162
8.3.1.5	Verdampfer.....	163
8.3.1.6	Wärmerückgewinnung.....	163
8.3.1.7	Verflüssiger.....	164
8.3.1.8	Verdichter	164
8.3.1.9	Elektrotechnik	164
8.3.1.10	Allgemein	165
9	Leitfaden für Energieberatung	166
9.1	Gesetze, Verordnungen, Normen.....	167
9.1.1	Kälteanlagenverordnung BGBl. Nr. 305/1969.....	167
9.1.2	Gesetzeslage zu Kältemitteln	169
9.1.3	Ökologische Eigenschaften von Kältemitteln.....	170
9.2	Handhabung der neuen Hilfsmittel für die Beratung.....	171
9.2.1	Handhabung - Anlagenaufnahmebogen und Schnellbewertung.....	172
9.2.2	Handhabung - Excel-Kälte-Beratungstool.....	175
9.2.3	Handhabung – Kältecheck für Kleingeräte	182
9.2.4	Handhabung Bestellkriterien.....	182
10	Verbreitung	183
10.1	Kälteanlagenbauer, Tourismusbetriebe, Energieberater	183
10.2	Homepage.....	183
11	Forschungsbedarf - Entwicklungsbedarf	184

12	Abbildungsverzeichnis	186
13	Tabellenverzeichnis	191
14	Literaturverzeichnis	193
15	Anhang	196
15.1	Anhang zu Kapitel 1: Datenerhebung - Fragebogenaktion.....	196
15.1.1	Organigramm Prozess – Datenerhebung	196
15.1.2	Anschreiben für Fragebögen	197
15.1.3	Standard-Fragebogen.....	198
15.1.4	Fragebogen Wellness-Veranstaltung.....	202
15.1.5	Erhebung Kälteanlagenbauer	203
15.1.6	Übersicht ausgewertete Hotels und ähnliche Betriebe	204
15.1.7	Ecofacility Benchmark-Tool von klima:aktiv	205
15.1.8	Benchmark online	206
15.2	Anhang zu Kapitel 2: Ergänzung Studie Minibar Schweiz.....	207
15.3	Anhang zu Kapitel 5: Recherche Forschungsberichte zum Thema.....	210
15.4	Anhang zu Kapitel 6: Bestehende Klassifizierung der Hotels in D-A-CH..	212
15.4.1	Begriffsdefinitionen	212
15.4.2	Stand bis Dezember 2009	212
15.4.3	Stand ab Jänner 2010	215
15.4.4	Unterlagen der Recherche.....	216
15.5	Anhang zu Kapitel 9: Für die Kälteanlagentechnik relevante Normen, Gesetze, Richtlinien und Verordnungen in Österreich	217
15.5.1	Vorwort	217
15.5.2	ArbeitnehmerInnenschutz.....	217
15.5.3	Ausbildung, Sachkunde und Zertifizierung	218
15.5.4	Planung und Ausführung	219
15.5.5	Betrieb und Wartung.....	220
15.5.6	Abkürzungsverzeichnis.....	220
15.5.7	Unterlagen der Recherche.....	221
15.5.8	Software zur Berechnung des Kältebedarfs und von Kältekomponenten 222	
15.5.8.1	Software zur Berechnung des Kältebedarfs.....	222
15.5.8.2	Software zur Berechnung des Kühlmittelkreislaufs	224
15.5.8.3	Selektions-Software diverser Hersteller (Auszug).....	225

Kurzfassung

Den zahlreichen Anwendungen von gewerblichen, individuell konfektionierten Kälteanlagen in Hotellerie und Gastgewerbe wurde hinsichtlich der Energieeffizienz bisher nur wenig Beachtung geschenkt.

Projektziel: Das Ziel des Projektes war die Ermittlung von Art und Umfang des elektrischen Energiebedarfes von Kälteanwendungen in Hotellerie und Gastgewerbe, sowie das Aufzeigen der Einsparpotenziale und der konkreten Optimierungsmöglichkeiten. Zusätzliches Ziel war die Umsetzung der aufgezeigten Potenziale durch einen Beratungsleitfaden zu unterstützen.

Vorgangsweise: Aufbauend auf einer Evaluierung der Kälteanlagen in 30 Tiroler Betrieben wurden die elektrischen Energieverbräuche und Einsparpotenziale sowie die Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung ermittelt, sowie entsprechende Hilfsmittel für Energieberater entwickelt.

Ergebnisse:

1. Energiebedarf und Einsparpotenzial: Der elektrische Energiebedarf in einem typischen 3- bzw. 4-Sterne-Hotel beträgt für alle Kälteanwendungen 2,8 kWh pro Übernachtung bzw. 18 % des Gesamtstrombedarfes von 15,3 kWh pro Übernachtung. Dabei entfallen von den 2,8 kWh pro Übernachtung 1,0 kWh auf steckerfertige Standardgeräte (Eiscrusher, Karbonator, Weinkühler, Minibars, ..) und 1,8 kWh auf gewerbliche, individuell gefertigte Kälteanlagen.

Hochgerechnet auf Tirol ergibt dies bei ca. 27,5 Mio Übernachtungen in Hotels und ähnlichen Betrieben im Jahr 2009 einen Strombedarf von 77 GWh pro Jahr für den gesamten Kältebereich. Dies entspricht einer Energie von 22.000 Haushalten oder etwa knapp weniger als die Hälfte der Regeljahreserzeugung des Innkraftwerkes Langkampfen. Davon entfallen 50 GWh auf individuell errichtete Kälteanlagen.

Das ermittelte theoretische elektrische Einsparpotenzial der individuell errichteten Anlagen beträgt bei Adaptierung und Sanierung 8 %, bei einer Neuerrichtung der Kältetechnik (drehzahlgeregelte Verbundanlage) in Kombination mit standardmäßig gedämmten Kühlräumen 33 % und in Kombination mit sehr hochwertig gedämmten Kühlräumen sogar 50 %. Das Wärmerückgewinnungspotenzial der sanierten Anlagen beträgt für Tirol 55 GWh pro Jahr bei Neubau mit normal gedämmten Kühlräumen und 41 GWh pro Jahr bei Neubau mit sehr hochwertig gedämmten Kühlräumen.

2. Unterstützung der Umsetzung bzw. Energieberatung: Hier wurden über das definierte Projektziel eines Beratungsleitfadens hinaus drei teils EDV-gestützte Hilfsmittel geschaffen sowie ein neues Bewertungssystem entwickelt.

1. Aufnahmebogen für Kälteanlagen (Berater)
2. Excel-Kälte-Beratungstool (Berater, Kälteanlagenbauer)
3. Excel-Bestellkriterien mit eindeutigen Qualitätsanforderungen (Berater und Hotelier)

Mit dieser sehr einfachen Methodik können nun erstmals die Einsparmöglichkeiten bei Kälteanlagen abgeschätzt werden. Im Auswertungstool bzw. den Bestellkriterien wurde zudem ein neues Bewertungssystem mit den Klassen A++, A+ und A geschaffen, da ein solches System für gewerbliche, individuell konfigurierte Kälteanlagen bisher nicht verfügbar war.

Resümee: Die Ergebnisse zeigen ein großes Potenzial, das in der Erneuerung gewerblicher Kälteanlagen steckt. Energetisch und wirtschaftlich sind vor allem komplette Neuinvestitionen mit Verbundanlagen interessant, da hier durch eine optimale Möglichkeit der Wärmerückgewinnung ein doppelter Nutzen entsteht. Sanierungen von Einzelanlagen verhindern später oft sinnvolle Gesamtlösungen. Ungenügend ist die derzeitige Förderstruktur in Tirol bzw. Österreich. Es wird nur die Wärmerückgewinnung, nicht aber der Neubau von besser gedämmten Kühlräumen und eine stromsparende Anlagentechnik gefördert. Genauso wie bei einem Gebäude müssten aber die Wärmedämmung und die effiziente Kälteerzeugung ebenso gefördert werden.

Das Projektteam: DI Roland Kapferer – Energie Tirol (PL), DI Andreas Greml – TB Greml, DI Wolfgang Kreuzer – TB Kreuzer, Michael Braitto – Energie Tirol.

Projekthomepage: www.effizientekälte.at

Abstract

Until now, little regard has been paid to the numerous appliances of cooling devices in the hotel and hospitality sector regarding their energy efficiency.

Objective of the project: The objective of the project was appraising the extent and description of the electric power requirement of cooling devices in the hotel and hospitality sector as well as identifying energy-saving potential and concrete possibilities of optimisation. In addition, the implementation of said potentials is assisted by a consulting manual.

Approach: Based on the evaluation of cooling devices in 30 Tyrolean businesses, their electric power requirements and energy-saving potentials as well as possibilities of heat recovery were investigated. Accordingly, manuals for energy consultants were developed.

Results:

1. Power requirements and possibilities of optimisation: The electric power requirements in a typical 3 – to 4- star hotel for cooling devices amounts to 2,8 kWh per guest-night and accordingly 18 % of the overall power requirement of 15,3kWh per guest-night. Of these 2, 8 kWh per guest-night 1 kWh is used by plug-in devices such as ice-crushers, carbonators, wine coolers, mini bars etc; while 1, 8 kWh are used for industrial, individually manufactured cooling devices.

Projecting this figure on the Tyrol, this means an energy demand of 77 GWh per year for cooling devices, taking into account ca. 27, 5 million overnight stays in hotels and guest houses in 2009. This corresponds to the energy demand of 22.000 households or approximately just less than half of the annual output of the Inn power station in Langkampfen.

Of these, 50 GWh are used in individually built cooling devices. The theoretical electric energy-saving potential of individually built cooling devices amounts to 8 % in case of adaptation and refurbishment; in the case of reconstruction of the refrigeration system (RPM-regulated multi compressor refrigeration system) in combination with standard insulated cold rooms 33 %, and in combination with first-class insulated cold rooms even 50 %. The potential for heat recovery of refurbished refrigeration systems in the Tyrol amounts to 55 GWh per year in case of reconstruction with standard insulated cold rooms and 41 GWh per year in case of reconstruction with high quality insulated cold rooms.

2. Support of implementation and, accordingly, energy counselling: In addition to the counselling manual as defined by the project goal, three partly computer-based tools and a new system of assessment were developed.

- 1) Checklist for cooling devices (Consultants)
- 2) Excel Refrigeration Counselling Tool
- 3) Excel ordering criteria with explicit quality requirements (consultant and hotel owner)

With this very simple method, the energy saving potential of cooling devices can be assessed for the first time. In the evaluation tool and the ordering criteria a new assessment system with the categories A++, A+ and A was developed, since such a system was not available for industrial, individually configured cooling devices so far.

Summary: The results show a huge potential in the modernisation of industrial refrigeration systems. Completely new investments with multi compressor refrigeration systems are particularly interesting from an energetic and economic view-point, since it generates two-fold benefit due to an optimal potential of heat recovery.

The reconstruction of individual systems often prevents sensible package solutions later on. The current subsidy grant structure in the Tyrol and Austria is inadequate. Subsidies are granted for heat recovery but not the new construction of better insulated cold rooms or low-current installations. As in building, thermal insulation and efficient cooling should be subsidised.

Project Team: DI Roland Kapferer – Energie Tirol (PL), DI Andreas Greml – TB Greml, DI Wolfgang Kreuzer – TB Kreuzer, Michael Braitto – Energie Tirol.

Project homepage: www.effizientekälte.at

1 Einleitung und Vorbemerkungen

1.1 Ausgangspunkt des Forschungsprojektes

Den zahlreichen Anwendungen von Kälteanlagen in Hotellerie und Gastgewerbe wurde hinsichtlich der Energieeffizienz bisher nur wenig Beachtung geschenkt. Zu unterscheiden ist im Tourismus zwischen steckerfertigen Standardgeräten (Minibars, Kühlvitrinen, Weinkühler ...) und individuellen, gewerblich gefertigten Kühlanlagen (Kühlzellen, Tiefkühlzellen, Schankkühlungen, ...). Das Ziel des Projektes war die Ermittlung von Art und Umfang des elektrischen Energiebedarfes der Kälteanwendungen in Hotellerie und Gastgewerbe, sowie das Aufzeigen der Einsparpotenziale sowie der konkreten Optimierungsmöglichkeiten. Die Optimierungsmöglichkeiten im Bereich steckerfertiger Standardgeräte sind weitestgehend auf den Geräte austausch beschränkt (Unterstützung z.B. durch www.topprodukte.at schon vorhanden) und werden nicht vertieft behandelt. Bei der Optimierung der individuellen Kühlanlagen geht es einerseits um die Senkung des Strombedarfes und andererseits um die Nutzung der Abwärme.

1.2 Ziel des Forschungsprojektes

Das Forschungsprojekt bzw. Forschungsziel gliedert sich in 2 große Teilziele auf:

1. Abschätzung des Strombedarfes und der Einsparpotenziale für die Kälteanwendungen im Hotellerie und Gastgewerbe
2. Hilfestellung für Energieberater bzw. die Umsetzung der Einsparpotenziale

1.2.1 Abschätzung des Strombedarfes und der Einsparpotenziale

Bisher fehlten sowohl eine fundierte Abschätzung über die in Hotellerie und Gastgewerbe in Tirol eingesetzten Kälteanlagen und Geräte und als auch konkrete Verbrauchsabschätzungen und Berechnungen über die Einsparpotenziale. Diese Lücken kann das Forschungsprojekt zum größten Teil schließen.

Dieser Projektteil dient einerseits der Verbesserung der strategischen Ansätze für die Energiestrategie 2050 Tirols (das bisherige Strategiepapier zeigt dieses Informationsdefizit deutlich auf) und konkretisiert andererseits die Zieldefinition im Bereich Kälteanlagen im Tourismus und mögliche Lösungsansätze zur Verbrauchsreduktion (für Beratungsschwerpunkte, Förderschwerpunkte,...).

Teilziele:

1. Auflistung aller versch. Kälteanwendungen in Hotellerie und Gastgewerbe
2. Abschätzung des Energiebedarfes für den Kältebereich in Tiroler Hotellerie und Gastgewerbe
3. Abschätzung des Einsparpotenziales für Tirol

1.2.2 Hilfestellung für die Energieberatung bzw. die Umsetzung

Basierend auf einer Evaluierung von 30 Betrieben dienen die folgenden Teilziele vor allem der Hilfestellung für die Energieberatung, um das teilweise noch unzureichende Know-how auf der Beraterseite zum Thema „Optimierung von Kälteanlagen“ zu verbessern.

Teilziele:

1. Aufzeigen von typischen Situationen in Hotellerie- und Gastgewerbebetrieben
2. Lösungsvorschläge für typische Situationen
3. Wirtschaftliche Betrachtung einzelner Lösungen
4. Leitfaden „Optimierung von Kälteanlagen im Hotellerie und Gastgewerbebereich“

Der Leitfaden für die Optimierung von Kälteanlagen im Hotellerie und Gastgewerbe soll es auch den „Nicht-Spezialisten“ unter den Energieberatern zum Thema Kälteanlagen im Tourismus ermöglichen eine konkrete Aussage über die Optimierungsmöglichkeiten zu treffen.

Ergänzend zum Projektantrag wurden zur konkreten Unterstützung von BeraterInnen, KälteanlagenbauerInnen und Hoteliers bei der Umsetzung der Optimierungspotenziale drei teils EDV-gestützte Hilfsmittel geschaffen, sowie ein neues Bewertungssystem entwickelt:

1. Aufnahmebogen für Kälteanlagen (Berater)
2. Excel-Kälte-Beratungstool (Berater, Kälteanlagenbauer)
3. Excel-Bestellkriterien mit eindeutigen Qualitätsanforderungen (Berater und Hotelier)

Im Auswertungstool bzw. den Bestellkriterien wurde zudem ein neues Bewertungssystem mit den Klassen A++, A+ und A geschaffen, da ein solches System für individuell konfigurierte Anlagen bisher nicht verfügbar war.

1.2.3 Abgrenzung:

Nicht in diesem Forschungsprojekt enthalten ist die Kühlanwendung für die Luftkonditionierung in Lüftungs- und Klimaanlageanlagen. Dieser Aspekt ist weitestgehend dem Bereich Energie in Gebäuden und nicht dem Bereich Effizienzsteigerung im Gewerbe zuzuordnen. Die Untersuchung beschränkt sich auf gewerbliche individuell konzipierte Kälteanlagen. Steckerfertige Kältelösungen (z.B. Minibars, Weinkühler) waren nicht Teil des Projektes.

1.3 Übersicht und Ablaufstruktur des Projektes

Das Projekt bzw. der Projektbericht gliedert sich in folgende 9 Hauptkapitel:

1. Kälteanwendungen im Tourismus
2. Effizienzklassen für Kühlanwendungen
3. Evaluierung von 30 Betrieben
4. Optimierungsbereiche – Excel-Kälte Beratungstool
5. Berechnung des Energiebedarfes bzw. des Einsparpotenziales
6. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
7. Bestellkriterien
8. Leitfaden für die Energieberatung
9. Verbreitung

Das Ablaufschema für die Arbeitspakete 1 bis 3 mit den Zwischenworkshops ist in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich. Das Arbeitspaket 4 – Verbreitung erfolgt nach der Approbation des Endberichtes

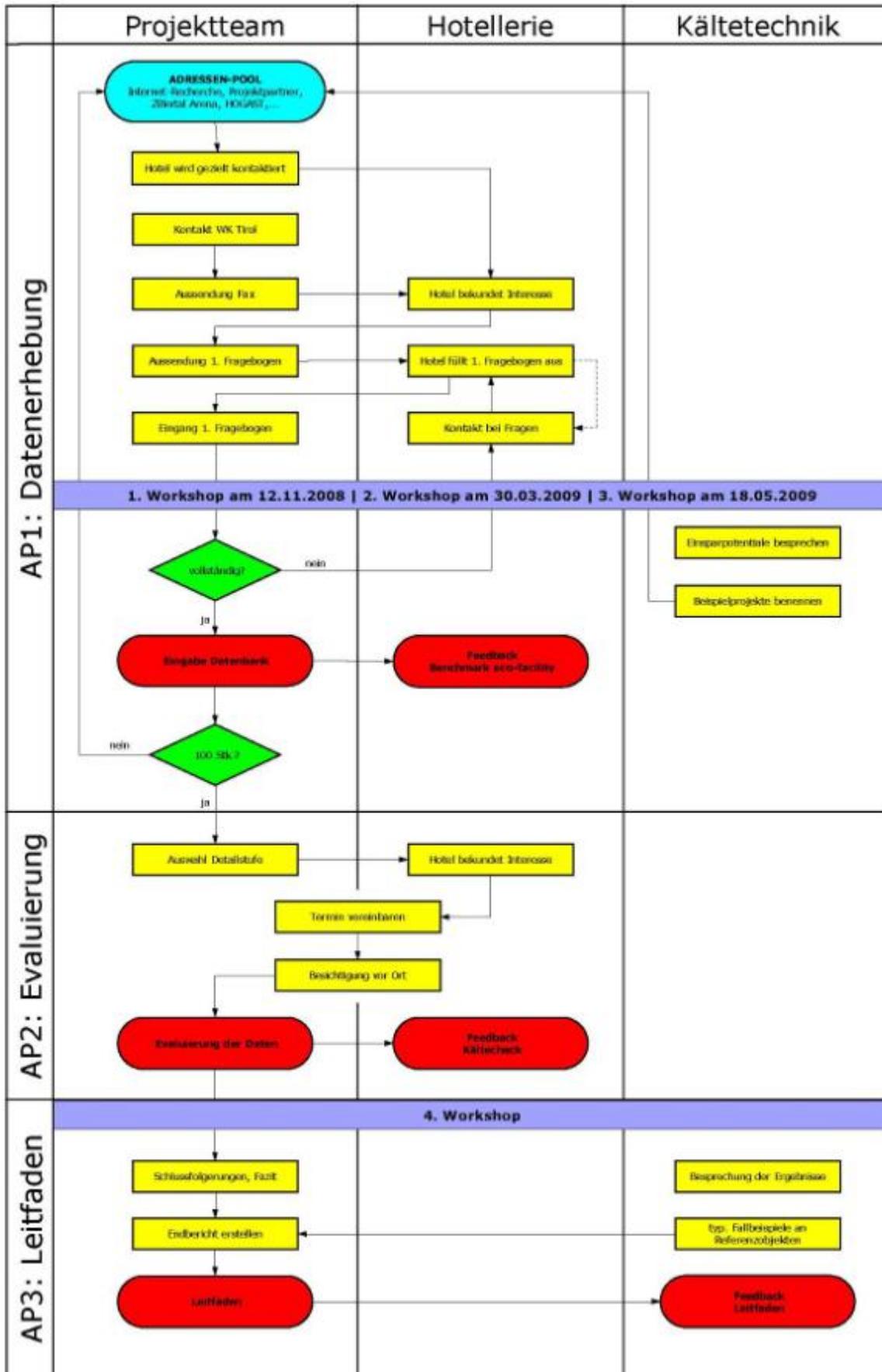


Abbildung 1.1: Ablaufschema

1.3.1 Konkreter Ablauf der Datenerhebung

Die Datenerhebung diente der Erfassung der typischen Kälteausstattung eines Betriebes und der Auswahl der Evaluierungsobjekte. Die Datenerhebung erfolgte mittels eines ein bzw. vierseitigen Erhebungsbogens. Neben den reinen Daten zu den Kälteanlagen wurden auch allgemeine Objektdaten, die Ausstattung und Energiedaten abgefragt. So konnte neben der besseren Zuordnung der Kältetechnik den Betrieben als Zusatznutzen auch ein kostenloses Benchmark mit Hilfe der ecofacility-Datenbank angeboten werden. Die Fragebögen bzw. die textliche Gestaltung der einzelnen Aktionen finden sie im Anhang.

Bei der Datenerhebung wurden folgende Verbreitungswege genutzt:

September 2008: Einschaltung im „Tourismusfax“ – Dieses wird in regelmäßigen Abständen von der Wirtschaftskammer Tirol an alle Mitglieder versendet. Interessierte Betriebe konnten sich per E-Mail oder Telefon melden und woraufhin Ihnen der Fragebogen zugesandt wurde.

Potenzial: ca. 1.600 Betriebe der Kategorie „Hotels und ähnliche Betriebe“
Kontakt: blind und der Betrieb musste selbst aktiv werden
Feedback: 13 Betriebe

November 2008: Beim 1. Workshop am 12.11.2008 waren Kälteanlagenbauer aus Tirol, Vorarlberg und Salzburg anwesend. Diese wurden unter anderem gebeten, Referenzanlagen zu nennen und die jeweiligen Betriebe zu kontaktieren.

Potenzial: nicht bestimmbar
Kontakt: gezielt über Dritte, Betrieb wurde konkret auf das Projekt hingewiesen
Feedback: 0 Betriebe

Dezember 2008: 300 Betriebe wurden über Mail und Telefon von Mitarbeitern von Energie Tirol direkt kontaktiert. Da keine Hotel-Datenbank direkt genutzt werden konnte, mussten unter Verwendung von online-Such-Portalen sämtliche Kontaktdaten manuell ermittelt werden.

Potenzial: 300 Betriebe der Kategorie „Hotels und ähnliche Betriebe“
Kontakt: 50 Betriebe telefonisch gezielt, bei Interesse Unterlagen per Mail
250 Betriebe gezielt, Unterlagen direkt per Mail gesendet
Feedback: 5 Betriebe

März 2009: Die Firma hogast (Einkaufsgesellschaft für das Hotel- und Gastgewerbe) und deren Tochtergesellschaft HGP (Hotel Gastro Pool) bieten ihre Hilfe an und versenden den Fragebogen direkt an all Ihre Kunden.

Potenzial: ca. 680 Betriebe der Kategorie „Hotels und ähnliche Betriebe“
Kontakt: gezielt, Betriebe wurde konkret auf das Projekt hingewiesen und die Unterlagen wurden verschickt
Feedback: 15 Betriebe

September 2009 – Juli 2010: Aussendung über die Energieberater von Energie Tirol und Zusammenarbeit mit den TIZ-Beratern (Technologie und Innovation der Wirtschaftskammer Tirol).

Potenzial: nicht bestimmbar
Kontakt: gezielt, Betriebe wurden direkt zusätzlich befragt
Feedback: 20 Betriebe

Februar 2010: Die Erhebung wird mit Hilfe des Energieinstituts Vorarlberg über die Wirtschaftskammer Vorarlberg auf Betriebe in Vorarlberg ausgedehnt.

Potenzial: ca. 300 Betriebe der Kategorie „Hotels und ähnliche Betriebe“
Kontakt: blind, Fragebogen wurde direkt per Post verschickt
Feedback: 2 Betriebe

März 2010: Energie Tirol organisiert die Veranstaltung „Energiefresser Wellness-Anlagen in Hotels“, in diesem Rahmen werden bewusst kurz gehaltene Fragebögen (ohne Ausstattung und Energiedaten) aufgelegt.

Potenzial: ca. 150 Betriebe der Kategorie „Hotels und ähnliche Betriebe“
Kontakt: blind, Betriebe füllen den Kurz-Fragebogen vor Ort aus
Feedback: 15 Betriebe

Berücksichtigt man, dass sich aufgrund verschiedenen Maßnahmen teilweise Mehrfach-Kontakte der gleichen Betriebe ergeben haben, bleiben ca. 2.000 Betriebe, von denen letztendlich 72 geantwortet haben. Die Rücklaufquote beläuft sich damit auf bescheidene rd. 3,5 %. Diese mit viel Aufwand erreichte Rücklaufquote verdeutlicht, dass im Tourismus Energieeffizienz im Allgemeinen (angebotenes kostenloses Benchmark) und das Thema Energieeffizienz bei Kälteanlagen im Speziellen immer noch einen sehr geringen Stellenwert hat.

2 Kälteanwendungen im Tourismus

Die Kälteanwendungen im Tourismus sind sehr vielfältig. Sie lassen sich grob in den gewerblichen Kältebereich (vom Kälteanlagenbauer individuell konfektionierte Anlagen) und in steckerfertige Kälteanwendungen unterteilen. Bei einigen Kühlanwendungen sind sowohl gewerblich konfektionierte als auch steckerfertige Lösungen für ein und dieselbe Anwendung anzutreffen.

2.1 Übersicht Kälteanwendungen:

Insgesamt ergeben sich im Tourismus 15 unterschiedliche Kälteanwendungen:

Meist frei konfiguriert:

1. Kühlräume (Tiefkühlung, Normalkühlung, Pluskühlung)

Sowohl frei konfiguriert als auch als steckerfertige Anwendung:

2. Kühlpulte
3. Saladetten, Belegstationen
4. Kühlwannen
5. Bierfasskühler
6. Konfiskatkühler (Biomüll)

Meist steckerfertige Anwendung:

7. Bierdurchlaufkühler
8. Eisbereiter (Eiswürfler)
9. Karbonator
10. Glasvitrinen (z.B. für Kuchen)
11. Weinkühler
12. Saftkühler (z.B. für Fruchtsäfte)
13. Kühlschränke
14. Tiefkühlschränke
15. Minibar

2.2 Lagertemperaturen, relative Feuchte und Luftgeschwindigkeiten

Die Einteilung der Kühlraumtemperaturen erfolgt aufgrund der unterschiedlich notwendigen Technik (Kälteausstattung, Abtauung, u. a.) in drei Temperaturbereiche. Im Tourismus lassen sich die Temperaturbereiche aufgrund der Anwendungen etwas eingrenzen:

	Allgemein	Typische Bandbreite im Tourismus
Pluskühlung	+2°C bis +10°C	+4°C bis +8°C
Normalkühlung	-5°C bis +5°C	0°C bis +4°C
Tiefkühlung	-25°C bis -15°C	-20°C bis -18°C

Die Luftfeuchte ist nur bei Normalkühlern und Pluskühlern relevant. Je nach zu lagernden Waren werden folgende Feuchtigkeiten empfohlen:

- Äpfel, Birnen 92 – 95 %
- Gemüse und Obst 90 – 95 %
- Fleisch 85 – 95 %

Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Qualität der Produkte¹: Obst und Gemüse werden in lebendem Zustand geerntet, die Stoffwechselprozesse laufen auch nach der Ernte weiter, wobei die Nähr- und Wirkstoffe einem ständigen Um- und Abbau unterliegen und Wasser- und Gewichtsverluste auftreten. Einfluss auf die „Atmung“ der Produkte haben Temperatur und Feuchtigkeit. Bei der Kühlung von Fleisch sind zur Vermeidung einer zu starken oberflächlichen Austrocknung (Gewichtsverluste, Dunkelfärbung der Oberfläche), relativ hohe Luftfeuchten erforderlich.

Während Obst und Gemüse zur Vermeidung von Fäulnisprozessen gut belüftet werden muss, soll bei offenem Fleisch zur Vermeidung der Austrocknung eine niedrige Luftgeschwindigkeit eingehalten werden.

2.3 Erläuterung der einzelnen Kälteanwendungen

Im Folgenden werden die einzelnen typischen Kühlanwendungen im Tourismus kurz erläutert. Es werden auch über den Projektumfang hinaus die steckerfertigen Geräte erläutert, obwohl sie nicht Untersuchungsgegenstand des Projektes sind, da hier die Optimierung über die Industrie bzw. verbesserte Geräte und gezieltem Einkauf erfolgt. Angaben zu technischen Daten stellen lediglich Beispielwerte dar, ohne konkrete Daten von Herstellern wiederzugeben oder Mittelwerte darzustellen.

2.3.1 Kühlräume, Kühlzellen

Kühlzellen¹ und Kühlräume sind die logistische Verbindung zwischen den Kühlhäusern des Großhandels und der Verbrauchsstelle. Der Begriff Kühlzelle beschreibt einen Raum, der üblicherweise aus Sandwich-Paneelen mit innenliegender Wärmedämmung aus PU errichtet wird. Diese Räume werden in Nebenräume der Hotels im Bereich der Anlieferung und den Verbrauchsstellen (z. B. Küchen Kühlraum) eingebaut. Nicht jeder Kühlraum wird aus wärmegeprägten Paneelen hergestellt. Derzeit sind immer noch einige Räume in Betrieb, die gemauert und innen mit Fliesen ausgekleidet sind. Diese Räume weisen naturgemäß einen sehr hohen Wärmeverlust auf.

¹ Cube/Steimle/Lotz/Kunis (Hrsg.), Lehrbuch der Kältetechnik, Band 2, 4. Auflage, Kälteanwendungen



Abbildung 2.1: Kühlzelle²

In die Kühlzellen werden die Luftkühler eingebaut, zur Abfuhr von Tauwasser, das bei der Abtauung des Eisansatzes am Luftkühler anfällt, wird ein Abflussrohr an die Abwasserleitung angeschlossen. Zur Innenausrüstung gehören auch das Raumthermostat und die Temperaturüberwachung. Ein Druckausgleichsventil verhindert mechanische Belastungen, eine Türrahmenheizung das Einfrieren der Tür bei Temperaturen unter 0°C.

Kühlzellen werden im Rastermaß angeboten und die Elemente als Fertigelemente geliefert. Ein Qualitätskriterium ist die Verbindung der einzelnen Elemente in Nut – Feder. Die Fußböden werden für die erforderliche Belastung ausgelegt.

Kombizellen (z.B. hinten Tiefkühler, vorne Normal- bzw. Pluskühler) bieten die Möglichkeit, Energieverluste durch einen Pufferraum zu vermeiden bzw. die Transmissionsverluste zu reduzieren.

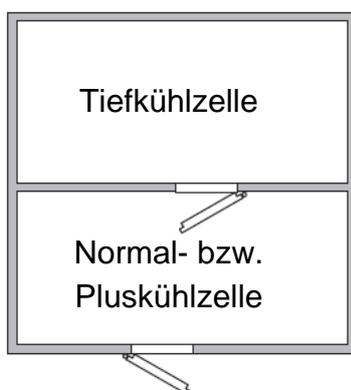


Abbildung 2.2: Kombizelle³

² Narr Isoliersysteme, Narr vario-cell.pdf, 50/75/100/150 2002, Kombizelle 100/150

³ Viessmann Technische Beschreibung Datenblatt 00570009-10 D, Blatt Nr. 00044213-10 D

2.3.2 Kühlschubladen, Kühlpulte, Kühltheken

Kühlpulte, Kühlschubladen, Kühltheken sind Elemente, die im Wesentlichen in 2 Bereichen eingesetzt werden:

- Küche: für die Zwischenlagerung häufig benötigter Lebensmittel und Zutaten, auf die man rasch zugreifen muss
- Schank, Barbereich: Lagerung von Getränkeflaschen und Zutaten für Getränke

Der Korpus wird aus Edelstahl mit Wärmedämmung gefertigt. Hinter den senkrechten seitlichen Stegen der Schubladenteilungen werden stille Verdampfer oder Verdampfer mit Ventilator positioniert, die unten Luft ansaugen und oben je nach erforderlicher Ausblasrichtung ausblasen. Sie werden als Insellösung mit einem in der Theke eingebauten oder mit einem über eine Kälteleitung verbundenen Kälteaggregat ausgeführt.



Abbildung 2.3: Kühltheke⁴

⁴ IDEAL Kältetechnik, Schörihub 28, 4810 Gmunden, Kühlmöbelkatalog 2006, Theke 4.jpg

2.3.3 Saladetten, Belegstationen

Saladetten sind gekühlte Salattheken, je nach Ausführung auch als Belegstation bezeichnet. In die Saladetten werden Gastro(Norm)behälter eingesetzt. Angeboten werden meist steckerfertige Geräte, in denen das Kühlgerät eingebaut ist. Dabei wird die Abwärme des Kältegerätes in den Aufstellraum abgegeben. Die Verdampfer werden in den Kühlbereich eingebaut. Sie blasen die kalte Luft ein- oder zweiseitig aus.



Abbildung 2.4: Saladette⁵

Tabelle 2.1: Beispielwerte für eine Saladette mit 270 Liter Bruttoinhalt

Elektrischer Anschlusswert	85	W/100Liter
Kälteleistung	105	W/100Liter
Elektrischer Energiebedarf	1,3	kWh/(100l.24h)

Die Komponenten werden auch ohne Korpus angeboten. In diesem Fall wird die „Einbau“-Saladette in ein Möbel eingebaut. Verdampfer und Kälteaggregat können komplett mitgeliefert werden.

Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, Saladetten nur mit Verdampfer auszurüsten und das Kälteaggregat extern zu positionieren. Dabei bietet sich der Vorteil, das Gerät in einen Kühlstellenverbund zu integrieren, mit dem Nachteil des größeren Verrohrungsaufwandes und der größeren Kältemittelfüllmenge.

Bei Abtauerungserfordernis werden elektrische und Heißgas-Abtauerung angeboten, teilweise mit Tauwasserverdunstung.

⁵ NordCap GmbH, Thalenhorststr. 15, 28307 Bremen, Saladette SL1-BLG
<http://www.nordcap.de/trade/index.php?&dbc=9fa62f35853cab8d3e3c36051511195c>, 5.3.2010

2.3.4 Kühlwannen

Kühlwannen dienen der Aufnahme und Kühlung von Getränken und Waren in Gastronormbehältern o. ä. Sie werden steckerfertig oder mit externem Kälteaggregat zum Einbau in Möbel angeboten. Die Kühlung erfolgt als stille Kühlung oder mit Ventilatoren als Umluftkühler.



Abbildung 2.5: Kühlwanne für Flaschenkühlung⁶



Abbildung 2.6: Kühlwanne⁷

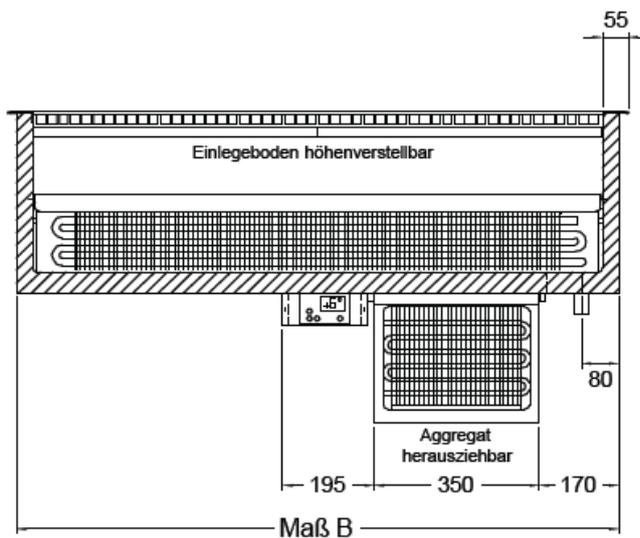


Abbildung 2.7: Umluft-Kühlwanne⁸

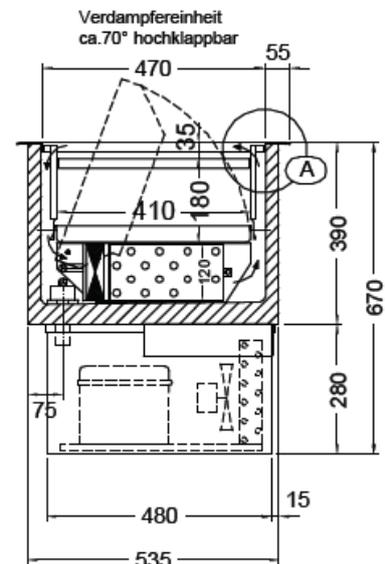


Tabelle 2.2: Beispielwerte für eine Umluftkühlwanne mit ca. 140 Liter Nettoinhalt

Elektrischer Anschlusswert	214	W/100Liter
Kälteleistung	243	W/100Liter
Elektrischer Energiebedarf	3,3	kWh/(100l.24h)

⁶ IDEAL Kältetechnik, Schörihub 28, 4810 Gmunden, <http://www.ideal-online.com/produkte/produktgruppe.php?id=36>, 5.3.2010

⁷ IDEAL Kältetechnik, Schörihub 28, 4810 Gmunden, IDEAL Kühlmöbelkatalog 2006, Ideal Kältetechnik Gmunden, 05_Kühlwanne.pdf, Seite 5/17

⁸ IDEAL Kältetechnik, Schörihub 28, 4810 Gmunden, IDEAL Kühlmöbelkatalog 2006, Ideal Kältetechnik Gmunden, 05_Kühlwanne.pdf, Seite 5/10

2.3.5 Eisbereiter

Eisbereiter stellen Eiswürfel, Eiskegel o. ä Formen her. Die Geräte haben einen Wasseranschluss oder einen Wasservorratsbehälter. Das meist integrierte Kälteaggregat ist luft- oder wassergekühlt.



Abbildung 2.8: Eisbereiter⁹

Tabelle 2.3: Beispielwert für einen Eisbereiter mit 30 kg / 24 h

Elektrischer Anschlusswert	350	Watt
-----------------------------------	-----	------

⁹ Scotsman® Ice Systems, Enodis Deutschland GmbH, Auf der Weih 11, 35745 Herborn, Seite 6

2.3.6 Karbonator

Karbonatoren gibt es als Premix- bzw. Postmixanlagen. In Premixanlagen wird das in Behälter abgefüllte Getränk durch ein druckbeaufschlagtes Gas (CO_2) zur Kühlung und zum Zapfhahn gefördert. Bei Postmixanlagen wird das Getränke-Konzentrat (Sirup) mit einem Treibgas (CO_2 , N_2) durch die Kühlung zum Zapfhahn gefördert. Das für die Mischung erforderliche Trinkwasser wird vorgekühlt und bei Bedarf in einem Karbonator mit Kohlensäure versetzt. Die beiden Medien werden im Zapfhahn gemischt. Bei der Verwendung von Getränken in Beuteln wird ein Vakuumsystem eingesetzt.

Der Karbonator hat die erforderlichen Anschlüsse für Sirup und Wasser, eine Kälteanlage baut eine Eisbank als Kältepuffer auf.



Abbildung 2.9: Zirkulationskarbonator¹⁰

Tabelle 2.4: Beispielwert für einen Karbonator mit 45 Liter / Stunde Dauer-Zapfleistung

Elektrischer Anschlusswert	600	Watt
-----------------------------------	-----	------

Der Karbonator wird auch teilweise mit einem externen Kälteaggregat versorgt oder an die Verbundanlage angeschlossen.

¹⁰ WEB Zirkulationskarbonator 2/3PS, W.E. Blaschitz GmbH, Herrgottwiesgasse 149, 8055 Graz, <http://www.schankanlagenhandel.eu/kuehler-karbonatoren-heissgetraenke/karboniersysteme/karboniersysteme/web-zirkulationskarbonator-23-ps-c250-mms-acc.html>

2.3.7 Bierdurchlaufkühler

Als Bierkühler werden Durchlaufkühler verwendet, die einen Wassertank und eine Eisbank als Kältespeicher besitzen. Sie werden als Unterthecken- oder Oberthecken-geräte angeboten.



Abbildung 2.10: Durchlaufkühler¹¹

Tabelle 2.5: Beispielwert für einen Bier-Durchlaufkühler mit 42 Liter/Stunde Dauerleistung und 75 Liter/Stunde Spitzenleistung:

Elektrischer Anschlusswert	300	Watt
-----------------------------------	-----	------

2.3.8 Bierfass-Kühlbox

Bierfässer können in Fasskühlboxen gekühlt werden. Die Boxen können mit einem eigenen Kühlgerät ausgestattet oder an eine externe Kältemaschine angeschlossen werden. Der Temperaturbereich liegt zwischen +2°C bis +8°C.



Abbildung 2.11: Fasskühler¹²

Tabelle 2.6: Beispielwert für eine Kühlbox mit Umluftkühlung und Isoliertür (6 Fässer)

¹¹ Symbolfoto, W.E. Blaschitz GmbH, Herrgottwiesgasse 149, 8055 Graz, <http://www.schankanlagenhandel.eu/kuehler-karbonatoren-heissgetraenke/kuehler/untertheckenkuehler/web-hc-13-6ltg-ut-kuehler-pumpe.html>

¹² NordCap GmbH, Thalenhorststr. 15, 28307 Bremen, Nordcap Fasskühler FK6-XL, <http://www.nordcap.de/trade/index.php?&dbc=8028a7553fa0757a3b24e55e16c0bdb2>, 5.3.2010

Elektrischer Anschlusswert	430	Watt
-----------------------------------	-----	------

2.3.9 Konfiskatkühler (Bio-Abfallkühler)

Küchenabfall wird hygienisch in gekühlter Umgebung gelagert. Dazu werden Konfiskatkühler oder Abfallkühler angeboten. Die steckerfertigen Geräte nehmen die Mülltonnen auf und sind mit einem eigenen Kälteaggregat ausgestattet. In größerem Umfang werden Konfiskaträume als Kühlzellen ausgebildet, mit einem Innenraumverdampfer und externem Kälteaggregat. Temperaturen ca. 2 – 15°C mit Abtauung und Tauwasserverdunstung.



Abbildung 2.12: Konfiskatkühler – Bio-Abfallkühler¹³

Tabelle 2.7: Beispielwerte für Mülltonne 240 Liter, Bruttoinhalt 520 Liter

Elektrischer Anschlusswert	61	Watt/100Liter
Elektrischer Energiebedarf	0,90	kWh/(100l.24h)

2.3.10 Glasvitrinen (Obst, Kuchen)

Obst und Kuchen werden in Glasvitrinen präsentiert, die im Gästebereich aufgestellt werden. Die Anlagen sind steckerfertig.



Abbildung 2.13: Kuchenvitrine

¹³NordCap GmbH, Thalenhorststr. 15, 28307 Bremen, Abfallkühler AFK 240-1
<http://www.nordcap.de/trade/index.php?&dbc=8028a7553fa0757a3b24e55e16c0bdb2>, 6.3.2010

2.3.11 Weinkühler

Im Bereich der Weinlagerung kommen Weintemperierschränke für kurze Lagerzeiten und Vorratshaltung oder Weinklimaschränke für langfristige Lagerung zum Einsatz. In Weintemperatierschränken können verschiedene Weine in Schichten eingelagert werden, womit die entsprechende Lagertemperatur sichergestellt wird. Die Einsatzbereiche (Umgebungstemperaturen) werden nach Klimaklassen angegeben.



Abbildung 2.14: Weintemperierschrank mit 6 Lagerzonen¹⁴

Tabelle 2.8: Beispielwert für einen Weintemperierschrank mit Bruttoinhalt ca. 400 Liter

Elektrischer Energiebedarf	0,18	kWh/(100l.24h)
-----------------------------------	------	----------------

Die Schränke werden bei bestimmten Prüfbedingungen geprüft, die jedoch nicht den tatsächlichen Anforderungen entsprechen. Deswegen ist auf die dargestellten Werte ein entsprechender Aufschlag zu machen.

2.3.12 Saftkühler



Zur Entnahme von gekühlten Säften werden Einzelgeräte im Selbstbedienungsbereich der Gäste aufgestellt. Die Geräte haben einen Behälter, dessen Inhalt mit einem Kühlgerät gekühlt wird.

Abbildung 2.15: Saftkanne gekühlt¹⁵

Tabelle 2.9: Beispielwert für einen Saftkühler mit 5 Liter Inhalt

¹⁴ Liebherr-International Deutschland GmbH, Hans Liebherr Strasse 45, D-88400 Biberach an der Riss, Liebherr WT4177, http://www.liebherr.com/hgg/products_hgg.asp?menuID=101957!412470-0_15930-0, 5.3.2010

¹⁵ InterGastro GmbH & Co. KG, Dorstelmannstraße 8,44137 Dortmund, Saftkanne Aktiv, <http://www.intergastro.de/artikelnnummer/302750/pgruppe/11746/auswahl/0/rp/-1>, 12.07.2010

Elektrischer Anschlusswert	65	Watt
-----------------------------------	----	------

2.3.13 Gefrierschränke, Gefriertruhen

Die Gefrierschränke dienen ähnlich den Kühlschränken zur Zwischenlagerung als Alternative zur Tiefkühlzelle. Die Aufstellung erfolgt im Küchenbereich oder in angrenzenden Räumen zur Küche.



Abbildung 2.16: Gefriergerät mit statischer Kühlung¹⁶

Tabelle 2.10: Beispielwerte für einen Gefrierschrank mit statischer Kühlung mit Bruttoinhalt ca. 500 Liter:

Elektrischer Energiebedarf	0,22	kWh/(100l.24h)
-----------------------------------	------	----------------

Tabelle 2.11: Beispielwert für einen Gefrierschrank mit Umluftkühlung und Isoliertür mit Bruttoinhalt ca. 600 Liter

Energieverbrauch	0,75	kWh/(100l.24h)
-------------------------	------	----------------

Gefrierlagertruhen:



Abbildung 2.17: Verkaufstruhe mit geschäumten Isolierdeckel¹⁷

Tabelle 2.12: Beispielwert für einen Gefriertruhe mit Bruttoinhalt ca. 300 Liter

¹⁶ Liebherr-International Deutschland GmbH, Hans Liebherr Strasse 45, D-88400 Biberach an der Riss, Liebherr, Liebherr, Gastro-Gefriergerät GG 4310-20C, http://www.liebherr.com/hgg/products_hgg.asp?menuID=101957!412465-0_8192-0, 5.3.2010

¹⁷ Liebherr-International Deutschland GmbH, Hans Liebherr Strasse 45, D-88400 Biberach an der Riss, Liebherr, Liebherr, Verkaufstruhe GTE 3000-14, http://www.liebherr.com/hgg/products_hgg.asp?menuID=101957!412468-0_16421-7, 5.3.2010

Elektrischer Energiebedarf (Katalogwert)	0,60	kWh/(100l.24h)
---	------	----------------

2.3.14 Kühlschränke

Für die Lagerung von Waren im Bereich der Küchen werden anstatt kleinerer Kühlzellen auch Kühlschränke verwendet. Die Geräte werden mit statischer oder Umluftkühlung geliefert. Die Verdampfung des Tauwassers beim Abtauvorgang wird durch eine Heizung in der Auffangwanne oder durch die Abwärme des Verdichters sichergestellt.



Abbildung 2.18: Gewerbekühlschrank mit statischer Kühlung¹⁸



Abbildung 2.19: Kühlschrank mit Umluftkühlung¹⁹

Tabelle 2.13: Beispielwert für einen Kühlschrank mit statischer Kühlung, Bruttoinhalt ca. 580 Liter

Elektrischer Energiebedarf	0,21	kWh/(100l.24h)
-----------------------------------	------	----------------

Tabelle 2.14: Beispielwert für einen Kühlschrank mit Umluftkühlung und Isoliertür, Bruttoinhalt ca. 1400 Liter:

Elektrischer Energiebedarf	0,16	kWh/(100l.24h)
-----------------------------------	------	----------------

¹⁸ Liebherr-International Deutschland GmbH, Hans Liebherr Strasse 45, D-88400 Biberach an der Riss, Liebherr, Kühlgerät FKS5000, http://www.liebherr.com/hgg/products_hgg.asp?menuID=101957!412458-0_423-1, 5.3.2010

¹⁹ Liebherr-International Deutschland GmbH, Hans Liebherr Strasse 45, D-88400 Biberach an der Riss, Liebherr, Kühlgerät GKPv1420 ProfiLine, http://www.liebherr.com/hgg/products_hgg.asp?menuID=101957!412455-0_6509-2®ister=6509_344, 5.3.2010

2.3.15 Minibar²⁰

Die Hotel-Minibar – Minibar ist eigentlich ein Firmenname - dient der Kühlung und Bereitstellung gekühlter Getränke in den Hotelzimmern. Da die Geräte weitgehend geräuschlos funktionieren müssen, werden hauptsächlich Absorptionsgeräte eingesetzt.



Abbildung 2.20: Kleinkühlschrank, Minibar²¹

Tabelle 2.15: Beispielwerte für einen Kleinkühlschrank, Nettoinhalt ca. 50 Liter

Elektrischer Energiebedarf	1,0	kWh/(100l.24h)
-----------------------------------	-----	----------------

Der Energiebedarf der Geräte liegt bei 1 bis 1,5 kWh/Tag. Bei einem Durchschnittswert von 1,2 kWh/Tag ergibt sich ein Energiebedarf von 440 kWh/Jahr. Für die Schweiz werden 55.000 Geräte in den Hotels geschätzt, was dort einen Energiebedarf von 24 GWh/Jahr ergibt. Die Zusammenfassung einer Schweizer Studie zum Thema Energieeffizienz ist im Anhang enthalten.

²⁰ Energieeffiziente Hotel-Minibar, Nipkow, Bush, u.a., Schlussbericht 2004, DIS-Projekt Nr.100394, Programm Elektrizität, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Schweiz

²¹ Minibar Enterprises AG, Blegistrasse 9, CH – 6340 Baar. Smartfridge, http://www.minibar.ch/standard.cfm?ID_n=202&unter=202&haupt=137&language=15, 5.3.2010

2.3.16 Zusammenfassung der Geräteausstattung

Aus den typischen Gerätegrößen werden folgende Energiewerte pro Jahr als Durchschnittswerte ermittelt:

Tabelle 2.16: Ausstattungsgeräte mit typischen jährlichen Energieverbrauchswerten

Ausstattungsgerät		
Bierfasskühlung	2.600	kWh/a
Karbonator	2.200	kWh/a
Kühlwanne	1.800	kWh/a
Saladette	1.400	kWh/a
TK-Schrank	1.300	kWh/a
Eiswürfler	1.300	kWh/a
Bier-Durchlaufkühler	900	kWh/a
Weinkühler	600	kWh/a
Kühlschrank	600	kWh/a
Minibar	440	kWh/a
Saftkühler	200	kWh/a

Die dargestellten Werte stellen keine Messwerte dar, sondern wurden aus typischen Anwendungen abgeleitet und hängen sehr stark von der Nutzung ab. Es ist daher mit großen Abweichungen von diesen Zahlen zu rechnen.

2.4 Kälteausstattung – Begriffe bei gewerblich konfektionierten Kälteanlagen

Bei den gewerblichen, individuell konfektionierten Kälteanlagen wird insbesondere zwischen folgenden Anlagentypen unterschieden.

1. Einzelanlagen
2. Kühlstellenverbund
3. Kältemaschinen-Verbund

Die sprachliche Trennung von Verbundanlagen mit Kühlstellenverbund und Verbundanlagen mit Kältemaschinenverbund oder Anlagen mit Kühlstellenverbund und Kältemaschinenverbund ist vielfach nicht gegeben. Meist wird einfach von einer „Verbundanlage“ gesprochen.

2.4.1 Einzelanlage

Bei Einzelanlagen ist jeder Kühlstelle mit dem Verdampfer ein Verdichter und Verflüssiger zugeordnet. Der im betrachteten Umfeld vielfach eingesetzte Verflüssigungssatz besteht aus Verdichter, Sammler und luftgekühltem Verflüssiger.



Abbildung 2.21a und b: Einzelanlage – Einem Kühlraum ist ein (luftgekühlter) Verflüssigungssatz zugeordnet.



Abbildung 2.22 a und b: Einzelanlage – Einem Kühlraum ist ein (wassergekühlter) Verflüssigungssatz zugeordnet.

Erfahrungen aus der Evaluierung: Einzelanlagen mit Luftkühlung sind derzeit die typische Kühlanlagenstruktur vieler Tourismusbetriebe. Insbesondere wenn die Betriebe laufend gewachsen sind. Die Anlagen laufen vielfach suboptimal, weil die Temperaturen im Verflüssigerbereich meist deutlich überhöht sind. Frischwasserkühlungen sind aufgrund der Wasserkosten (Frischwasserkosten, Kanalgebühren) nur noch in Ausnahmefällen anzutreffen. Eine Drehzahlreglung bzw. Wärmerückgewinnung ist meist nicht vorhanden.

2.4.2 Kühlstellenverbund

Kühlstellen mit ähnlichen Temperaturen werden zusammen gefasst und von einer Kältezentrale versorgt. Idealerweise werden Normalkühl (NK)-Bereiche und Pluskühl (PK)-Bereiche als getrennte Kühlstellenverbünde ausgeführt. Damit würde gewährleistet, dass die Energie bei idealer Verdampfungstemperatur entzogen wird und die Anlage effizient arbeitet.



Abbildung 2.23: Kühlstellenverbund, Leitungen: Sammler und Verteiler

Erfahrungen aus der Evaluierung: Diese Art der Anlagen findet sich vor allem in neuen Betrieben oder in Betrieben, in der die Kälteanlage einer Generalsanierung unterzogen wurde. Meist beschränkt sich der Kühlstellenverbund aber auf den Plus- und Normalkühlbereich. Eine Trennung dieser beiden Temperaturbereiche ist normalerweise jedoch nicht gegeben. Für die Tiefkühlung wird generell sehr selten ein Kühlstellenverbund ausgeführt.

2.4.3 Kältemaschinen-Verbundsatz

Wenn die Kältebereitstellung für eine Kühlstelle oder für einen Kühlstellenverbund durch mehrere Verdichter erfolgt, spricht man von einem Kältemaschinen-Verbundsatz. Die Verdichter arbeiten im Wechselbetrieb und werden je nach Last zu- oder abgeschaltet. Dadurch ist automatisch eine Leistungsregelung in Stufen gegeben. Wird zumindest einer der Verdichter mit einer Drehzahlregelung versehen, kann auch eine kontinuierliche Leistungsanpassung erreicht werden. Da der Verflüssiger immer auf die maximale Leistung ausgelegt sein muss, ergibt sich beim Kältemaschinen-Verbundsatz im Teillastbereich der zusätzliche Vorteil niedriger Verflüssigungs- bzw. Unterkühlungstemperaturen.



Abbildung 2.24: Kältemaschinen-Verbundsatz (nur die ersten drei Verdichter)

Erfahrungen aus der Evaluierung: Nur bei Kühlstellenverbänden werden auch Kältemaschinen-Verbundsätze eingesetzt. Meist jedoch nur für den Pluskühlbereich bzw. Normalkühlbereich und erst bei Anlagen in höheren Leistungsbereichen. Eine Drehzahlregelung ist eher die Ausnahme. Bei Kältemaschinenverbundansätzen ist meist eine Wärmerückgewinnung integriert.

3 Energieeffizienzklassen für Kälteanwendungen

Bei den Effizienzklassen muss zwischen gewerblichen, individuell konfigurierten Kälteanlagen, für die es bisher keine Effizienzklassen gibt, und Standardgeräten (Kühlschränke, Tiefkühltruhen und -schränke, Weinkühler,...), für die gemäß EU-Richtlinie 2003/66/EG Effizienzklassen vorhanden sind, unterschieden werden.

3.1 Energieeffizienzklasse von Standardgeräten²²

Für Standardgeräte (Kühlschränke, Tiefkühltruhen und -schränke, Weinkühler,...) gibt es verbindliche Effizienzklassen.

Energieeffizienzklasse

Die EU definiert für jede Geräteklasse eine Klasseneinteilung von A++ (beste) bis G (schlechteste Geräte). A++-Geräte sind die stromsparendsten Kühlgeräte auf dem Markt. Alle topprodukte-Geräte gehören zu den Klassen A++, A+ oder A. A-Geräte verbrauchen im Vergleich zu einem Durchschnittsgerät (Klasse D) rund die Hälfte weniger Strom. Die Klassifizierung muss in den Prospekten und im Handel am Gerät angegeben sein. Beispiel Kühlschrank – Label am Gerät:

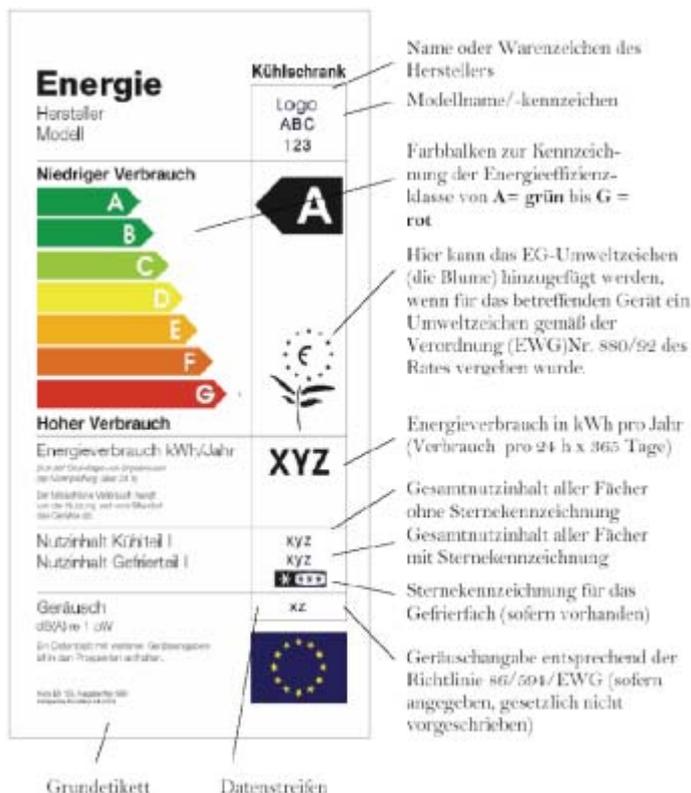


Abbildung 3.1: Energielabel für Kühlschränke (Quelle: EU-Richtlinie 2003/66/EG)

²² www.topprodukte.at, 14.9.09

Die Klasseneinteilung für den Energieeffizienzindex A bis G für Kühl- und Gefriergeräte erfolgt gemäß EU-Richtlinie 2003/66/EG nach folgenden Prozentsätzen:

Abbildung 3.2: Klasseneinteilung gemäß EU-Richtlinie 2003/66/EG

Klasse A++	unter 30 %
Klasse A+	30 % bis 42 %
Klasse A	43 % bis 55 %
Klasse B	55 % bis 75 %
Klasse C	75 % bis 90 %
Klasse D	90 % bis 100 %
Klasse E	100 % bis 110 %
Klasse F	110 % bis 125 %
Klasse G	über 125 %

100 % = Standard-Energieverbrauch

Bei der Aufstellung von Standardgeräten sind die Klimaklassen zu beachten. Sie sind auf dem Typenschild und in der Warendeklaration ersichtlich.

Klimaklasse SN: Umgebungstemperaturen von +10°C bis +32°C

Klimaklasse N: Umgebungstemperaturen von +16°C bis +32°C

Klimaklasse ST: Umgebungstemperaturen von +18°C bis +38°C

Klimaklasse T: Umgebungstemperaturen von +18°C bis +43°C

3.2 Energieeffizienzklasse individuell konfigurierter Kälteanlagen

Für gewerbliche, individuell konfigurierte Kälteanlagen gibt es derzeit keine Effizienzklassen. Aufgrund der Vielfalt der Anlagen und der unterschiedlichen Gegebenheiten und Rahmenbedingungen ist ein System wie bei Standardgeräten abhängig vom „Standard-Energieverbrauch“ nur schwer denkbar. Im Rahmen der Bestellkriterien wurde daher über den eigentlichen Projektinhalt hinaus versucht ein System zu schaffen, das ohne den Bezug auf einen „Standard-Energieverbrauch“ eines durchschnittlichen Gerätes eine Einordnung aufgrund der Qualität der einzelnen Anlagenteile ermöglicht. Es werden dabei die Klassen A++, A+, A und B unterschieden. In das Beurteilungsschema gehen folgende drei Bereiche ein:

- Wärmedämmung
- Anlagentechnik
- Wärmerückgewinnung

Beurteilungsschema Gesamtanlage:								
Wärmedämmung	<input type="checkbox"/>	A++	<input type="checkbox"/>	A+	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	A
Anlagentechnik	<input type="checkbox"/>	A++	<input type="checkbox"/>	A+	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	A
Wärmerückgewinnung	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
Summe	<input type="checkbox"/>	A++	<input type="checkbox"/>	A+	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	B
Gesamtqualität A++								
Anlagen, die in beiden Bereichen A++ erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.								
Gesamtqualität A+								
Anlagen, die in beiden Bereichen zumindest A+ erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.								
Gesamtqualität A								
Anlagen, die in beiden Bereichen zumindest A erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.								
Gesamtqualität B								
Anlagen, die in beiden Bereichen zumindest A erreichen, aber über keine Wärmerückgewinnung verfügen.								

Abbildung 3.3: Beurteilungsschema aus den Bestellkriterien

Das Beurteilungsschema ist ein wesentlicher Teil der Bestellkriterien und soll dem Hotelier die bewusste Wahl einer konkreten Qualität erleichtern.

4 Evaluierung von 30 Tourismusbetrieben

4.1 Vorgangsweise

Aus den insgesamt 72 Rückmeldungen der Tourismusbetriebe aus der Fragebogenaktion wurden 30 Betriebe für die Evaluierung ausgewählt. Sie wurden, soweit es möglich war, derart ausgewählt, dass alle Kategorien und Größen an Tourismusbetrieben in der Evaluierung enthalten sind. Bei den Betrieben wurden anschließend die einzelnen Kälteanlagen hinsichtlich Wärmedämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik und Nutzerverhalten untersucht. Der nun vorliegende Aufnahmebogen für eine Kälteanlage und das Excel-Beratungstool der Einsparpotenziale wurde, ausgehend von einem Erstentwurf, laufend um die gewonnenen Erkenntnisse verbessert und steht nun als „Excel-Kälte-Beratungstool“ zur Verfügung.

Ziel der Evaluierung war es vor allem Erkenntnisse über folgende Bereiche zu bekommen:

1. Typische Kühlsituationen und Kälte-Ausstattungsgrad im Tourismus
2. Ermittlung der bestehenden Anlagenqualität
3. Abschätzung der Optimierungsbereiche und Optimierungspotenziale

Im Rahmen der Evaluierung wurden keine Anlagen über längere Zeiträume bzw. im Detail vermessen. D.h. das Ziel der Evaluierung war nicht vertiefte, spezifische Erkenntnisse über einzelne Anlagen, sondern eine Übersicht über die Gesamtsituation des Kältebereiches und die Anlagenqualität im Tourismus zu erhalten. Diese Übersicht und die gewonnenen Erfahrungen waren die Basis für den Statistikbereich bzw. das Excel-Kälte-Beratungstool.

4.2 Typische Situationen – zwei Beispiele

Die typischen Situationen im Kältebereich lassen sich in zwei Gruppen unterteilen:

- Langjährig gewachsene Strukturen mit vielen Einzelanlagen, meist ohne Wärmerückgewinnung.
- Betriebe, die schon beim Neubau ein umfassendes, zentrales Kältekonzept (Verbundanlage) meist mit Wärmerückgewinnung bekommen haben, oder diese zentrale Struktur im Zuge einer Generalsanierung des Kältebereiches umgesetzt haben.

Hotels mit einer zentralen Verbundanlage stellen die Ausnahme dar. Von allen Betrieben, von denen wir eine Rückmeldung erhalten haben, sind nur 25 % mit einer Verbundanlage ausgestattet. Hierbei ist natürlich auch zu berücksichtigen, dass eventuell die Betriebe mit einer Verbundanlage nicht an der Befragung bzw. dem kostenlosen Kältecheck teilgenommen haben, da sie ihren Kältebereich bereits als optimal versorgt ansehen.

Aber auch die Einschätzung der Tiroler Kälteanlagenbetriebe geht davon aus, dass nur rd. 25 % der Tourismusbetriebe über eine Verbundanlage verfügen.

4.2.1 Beispiel 1: Gewachsene Struktur mit Einzelanlagen

Das folgende Beispiel zeigt ein typisches 4-Sterne-Hotel mit 15 Kühlgeräten. Auffallend ist, dass die an sich lt. Kälteanlagenverordnung geforderten Angaben bei den Kälteanlagen meist nicht vorhanden sind. Es konnte daher, wie bei vielen Anlagen, auch in diesem Fall von einigen Kälteanlagen weder das Baujahr, das Kühlmittel noch die elektrische Leistungsaufnahme ermittelt werden. Diese Situation ist natürlich äußerst unbefriedigend und stellt in vielen Betrieben eine große Hürde für eine effiziente Beratung der Verbesserungsmöglichkeiten dar. Viele Daten sind nur in den Köpfen der Kälteanlagenbauer vorhanden und gehen bei einem Firmen- oder Mitarbeiterwechsel vollständig verloren.

Tabelle 4.1: Übersicht Kühlanwendungen (Beispielhotel)

	Verwendung	Kühlleistung [W]	Elektrische Leistungsaufnahme [W]	Baujahr	Kühlmittel
1	Fleischvorkühlraum	1710	550 Kompressor 200 Ventilator	unbekannt	R12
2	Getränkekühlzelle Bier/Limo	1710	550 Kompressor 200 Ventilator	unbekannt	R12
3	Getränkekühlzelle Weißwein/Sekt	1710	550 Kompressor 200 Ventilator	unbekannt	R12
4	Getränkekühlzelle Reserve	1500	650	unbekannt	unbekannt
5	TK-Zelle alt	1080	800	1990	R502
6	Kühlzelle neu 1		Gerade bestellt	2009	R134a
7	Kühlzelle neu 2		Gerade bestellt	2009	R134a
8	Schankpult	500	unbekannt	unbekannt	R12
9	Küchenschubladen	320	460	1980	R134a
10	Bar (Hotel)	700	400	unbekannt	unbekannt
11	Bioabfallkühlung	950	500	unbekannt	unbekannt
12	Kühlschrank Küche	680	unbekannt	1990	R22
13	TK Küche	576	760	1995	R404a
14	Bar (Keller)	620	350	unbekannt	R134a
15	Bar (Saal)	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt

Neben diesen Kälteanlagen verfügt das Hotel noch über einen Weinkühler und 16 Minibars (nur in einem Teil der Zimmer)

- Typ 1: 72 W (8 Stück; insgesamt 576 W)
- Typ 2: 85 W (8 Stück; insgesamt 680 W)

4.2.2 Kälteanlagen

Die Kälteanlagen sind bei diesem Beispiel, bis auf einzelne Ausnahmen, im ersten Untergeschoß des Hotels untergebracht. Diese örtliche Nähe der Anlagen zueinander ist eher untypisch und würde gute Voraussetzungen für eine Umrüstung auf eine Verbundanlage bieten. In den meisten Hotels sind die Anlagen deutlich weiter verstreut. Ein Teil der Kühlaggregate sind in einem abgetrennten Raum der Tiefgarage installiert, der Rest befindet sich jeweils in der Nähe des zu kühlenden Möbels im Tiefgaragenbereich.

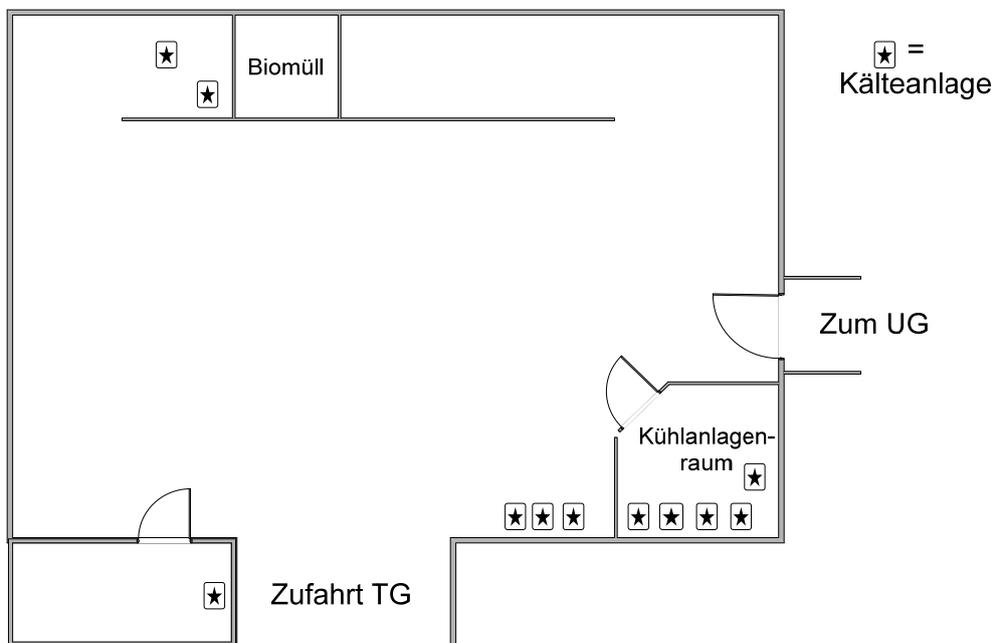


Abbildung 4.1: Grundrisssskizze Tiefgarage



Wie in der folgenden Abbildung erkennbar ist, verfügt der Raum mit den Kälteanlagen zwar über einen Abluftventilator, der jedoch auch nicht verhindern kann, dass die Lufttemperatur in diesem Raum meist deutlich über 40°C beträgt. Der über der Tür angebrachte Lüfter läuft nach Angabe des Haustechnikers fast den ganzen Tag. Wesentliches Manko sind hier die zu geringen Nachströmöffnungen. Daher ergibt sich in diesem Technikraum ein Wärmestau, der die Jahresarbeitszahl der Kälteanlagen deutlich herabsetzt.

Abbildung 4.2: Tiefgarage Kälteanlagenraum mit Ventilator zur Entlüftung des Raumes



Abbildung 4.3: Kälteanlagen: Getränkekühlzellen, Fleischvorkühlraum und alte Tiefkühlzelle (in Kühlanlagenraum)

Verschiedene Verflüssigungssätze außerhalb des Technikraumes



Abbildung 4.4 a- c: Verflüssigungssätze außerhalb des Technikraumes



In Kühlanwendung (Bar) integrierte Kühlanlage

Abbildung 4.5: Kälteanlage in Bar

4.2.2.1 Kühlzellen

Die Kühlzellen befinden sich allesamt relativ zentral im Untergeschoß des Hotels und bestehen zum Teil aus gemauerten Räumen, welche nachträglich isoliert wurden und zum Teil aus Standard-Kühlzellen in Modulbauweise.

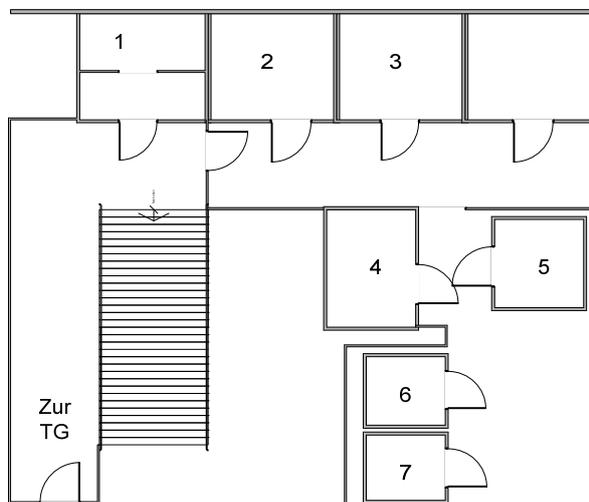


Abbildung 4.6: Grundriss-Skizze Untergeschoß

Legende:

1	Fleischvorkühlraum
2	Getränkekühlzelle Bier/Limo
3	Getränkekühlzelle Weißwein/Sekt
4	Getränkekühlzelle Reserve

5	TK-Zelle alt
6	Kühlzelle neu 1
7	Kühlzelle neu 2

Fleisch-Gemüse



Der Fleisch-Gemüse Kühlbereich besteht aus zwei hinter einander liegenden Räumen. Im hinteren Bereich werden Fleisch und Fleischprodukte gelagert, im vorderen Bereich Südfrüchte, Obst, Gemüse und Milchprodukte. Der Raum ist bis zur Decke gefliest.

Abbildung 4.7: Verdampfer Fleisch-Vorkühlraum

Getränke



Auch hierbei handelt es sich um alte Kellerräumlichkeiten die zur Getränkekühlung nachgerüstet worden sind. Es wurden lediglich Regale in die Räume eingebracht und die Türen gegen stärkere Holztüren ersetzt. Bis auf die Türen fehlt die Dämmung komplett.

Abbildung 4.8: Getränkekühlzellen 1 +2 außen



Abbildung 4.9: Getränkeköhlzellen 3 innen

Tiefkühlzelle

Hierbei handelt es sich um eine Kühlzelle in Fertigmodulbauweise mit 80 mm Dämmung. Deutlich ist die Vereisung im Deckenbereich zu sehen.



Abbildung 4.10 a und b: Tiefkühler außen und innen

4.2.2.2 Kühlpulte



Abbildung 4.11 a bis d: 4 Kühlpulte

4.2.2.3 Tiefkühlschrank in der Küche



Abbildung 4.12: Tiefkühler Küche

Typisches Resümee: Die Kühlräume sind teilweise umfunktionierte Kellerbereiche mit sehr geringer bzw. keiner Dämmung. Die Kühltechnik zeichnet sich durch eine gewachsene Struktur aus. Die Erweiterungen wurden nicht im Rahmen eines Gesamtkonzeptes adaptiert, sondern immer nur als Einzelmaßnahmen durchgeführt. Teilweise werden noch Geräte mit R12 bzw. R22 betrieben. Die Gesamtanlage ist in

ihrem Aufbau sehr unübersichtlich. Die deutlich erhöhten Temperaturen im Technikraum (über 40°C) tragen ebenfalls zur Verschlechterung der Anlageneffizienz bei. Der Fokus des Betreibers lag in der Vergangenheit auf der kostengünstigen Installation der Erweiterungen. Die Betriebskosten wurden nicht kalkuliert. Die Wartung der Anlagen erfolgte überwiegend nur bei Defekten. Das Nutzerverhalten kann als durchschnittlich eingestuft werden.

Typische Verbesserungsmöglichkeiten: Die Wärmedämmung, insbesondere der adaptierten Kellerräume könnte deutlich verbessert werden. Durch die örtlich relativ nahe beisammen liegende Kühltechnik wäre die Installation einer Verbundanlage mit einer Abwärmenutzung für den Warmwasserbereich möglich. Die Rahmenbedingungen (Belüftung) im Technikraum sollten deutlich verbessert werden, wobei durch die Wärmerückgewinnung über das Warmwasser nur mehr ein geringer Teil der Wärme über die Luft abgeführt werden müsste.

4.2.3 Beispiel 2: Verbundanlage

Das folgende Beispiel zeigt den eher untypischen Fall, dass ein 4-Sterne-Hotel schon vor über 15 Jahren eine Verbundanlage mit Wärmerückgewinnung für den gesamten Plus- und Normalkühlbereich erhielt.



Abbildung 4.13 a bis d: Verbundanlage mit Kompressor, Wärmerückgewinnung, Verteilung, Schaltschrank

Für den Tiefkühlbereich sind Einzelanlagen installiert. Auf eine detaillierte Darstellung der Tiefkühler und der einzelnen Kühlstellen der Verbundanlage wurde aufgrund des geringen Informationsgrades verzichtet.

Typisches Resümee: Die Vorteile der Verbundanlage liegen neben den geringeren Stromkosten, der wirtschaftlichen Möglichkeit der Wärmerückgewinnung vor allem bei den deutlich geringeren Wartungskosten.

Typische Verbesserungsmöglichkeiten: Meist nur im Verdampferbereich

4.3 Flächenbedarf für die Kühlung

Als Bezugswerte können im Hotelbereich grundsätzlich folgende Größen herangezogen werden:

- Bruttogrundflächen oder Nettonutzflächen
- Kategorie
- Bewirtschaftungsflächen, Restaurantgrößen
- Anzahl der Sitzplätze im Restaurantbereich

Die Güte der Speisen und des Service sind ebenfalls mitbestimmend. Da die meisten Kälteanwendungen direkt mit dem Restaurantbetrieb zusammenhängen, erscheinen die vorhandenen Sitzplätze im Restaurantbereich als beste Bezugsgröße.

4.3.1.1 Literatur zum Flächenbedarf für die Kühlung

Zur Bestimmung des Flächenbedarfes für Kälteanlagen finden sich in der Literatur folgende Angaben:

Für die Flächenbestimmung²³ zur Bewirtung, Restaurants, Bars für interne und externe Gäste wird ein Flächenanteil von 4 – 8 % angesetzt. Im Bereich der Gaststätten kann als Grundflächenbedarf für den Gastraum in m²/Sitzplatz²⁴ im gehobenen Restaurant ein Wertebereich von 1,8 – 2,0, für ein normales Restaurant, Gaststätten und Pensionen ein Wert von 1,6 - 1,8 angegeben werden. Auf die Sitzplätze bezogen werden folgende Werte in Restaurantküchen für die Kühlflächen angegeben:

Tabelle 4.2: Kühlflächen²⁵

Sitzplätze	80	120	200
Gekühlte Warenlagerung in Kühlräumen für Fleisch, Obst, Gemüse, Molkereiprodukte, Kalte Küche, Getränke	0,1 – 0,15 m ² /Sitzplatz	0,133 – 0,183 m ² /Sitzplatz	0,18 – 0,24 m ² /Sitzplatz
Tiefkühlraum in m ² /Sitzplatz	0,05 – 0,075	0,05 – 0,067	0,06 – 0,08
Gekühlte Warenlagerung gesamt	0,15 – 0,225	0,183 – 0,25	0,24 – 0,32

Für den Bedarf an Kühlpulten sowie Kühlmöbel zur Präsentation und Belegung von Speisen wie Salate, konnten keine allgemeinen Planungsgrundlagen eruiert werden.

²³ Neufert, Bauentwurfslehre, 38. Auflage, Verlag Vieweg, 2005, Seite 172

²⁴ Neufert, Bauentwurfslehre, 38. Auflage, Verlag Vieweg, 2005, Seite 176

²⁵ Neufert, Bauentwurfslehre, 38. Auflage, Verlag Vieweg, 2005, Seite 180, Werte errechnet aus Angabe für die Summe abzüglich TK

4.3.1.2 Auswertung der Fragebögen

Die nachfolgenden Auswertungen basieren auf den 72 retournierten Fragebögen der Tourismusbetriebe. Die Angaben in den einzelnen Fragebögen sind jedoch teilweise unvollständig, da bei 12 Fragebögen die Anzahl, und bei 30 Fragebögen die Fläche/Länge der Kühleinrichtungen nicht oder unzureichend angegeben war. In einigen Bereichen zeigen sich nicht erklärbare Abweichungen wie z. B. die Pultkühlung im 5-Sterne-Hotel, die auf die geringe Anzahl der Fragebögen dieser Kategorie und speziellen Eigenheiten der Teilnehmer zurückzuführen sind.

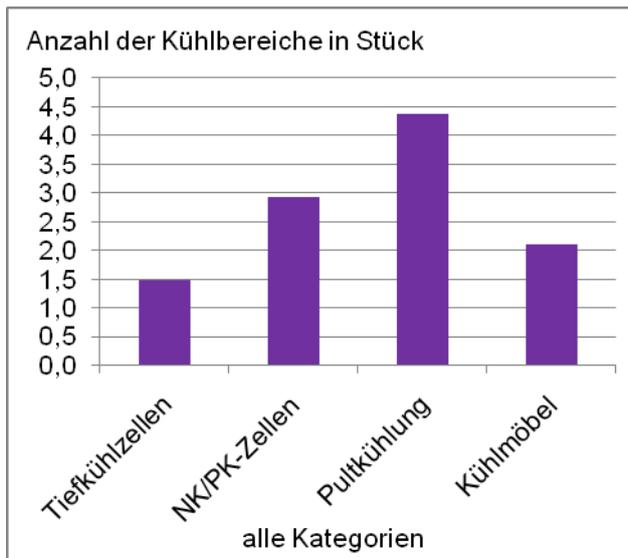


Abbildung 4.14: durchschnittliche Anzahl der Kühlbereiche aller Kategorien

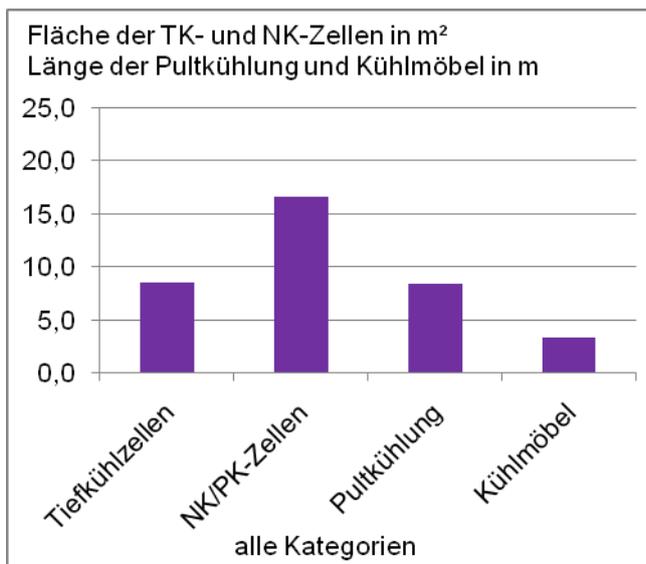


Abbildung 4.15: durchschnittliche Fläche der TK- und NK/PK-Zellen sowie Länge der Pultkühlung und Kühlmöbel aller Kategorien

Wenn die einzelnen Kategorien verglichen werden, ergibt sich ein abweichendes Ergebnis zwischen den Kategorien. In den Fragebogenauswertungen wurden Gasthöfe als eigene Kategorie gewertet.

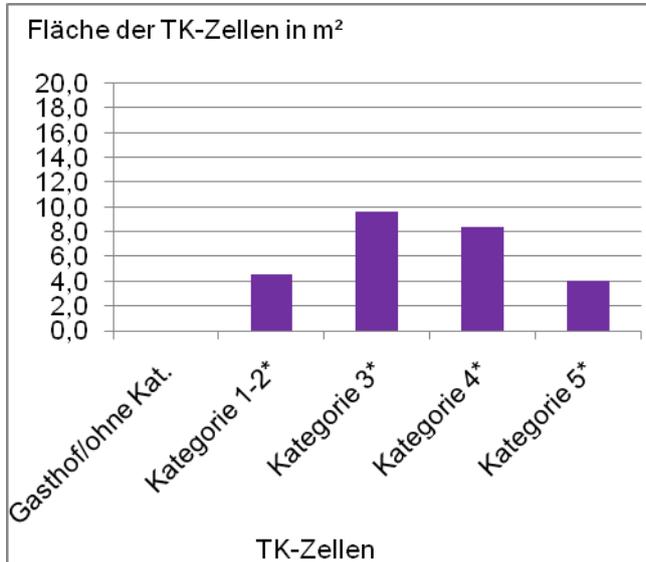


Abbildung 4.16: durchschnittliche Flächen für TK-Zellen verschiedener Kategorien

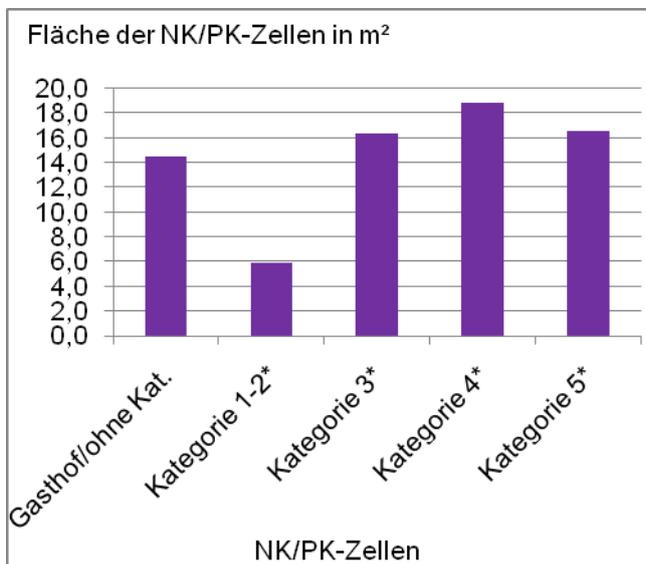


Abbildung 4.17: durchschnittliche Flächen für Normal- und Pluskühlzellen verschiedener Kategorien

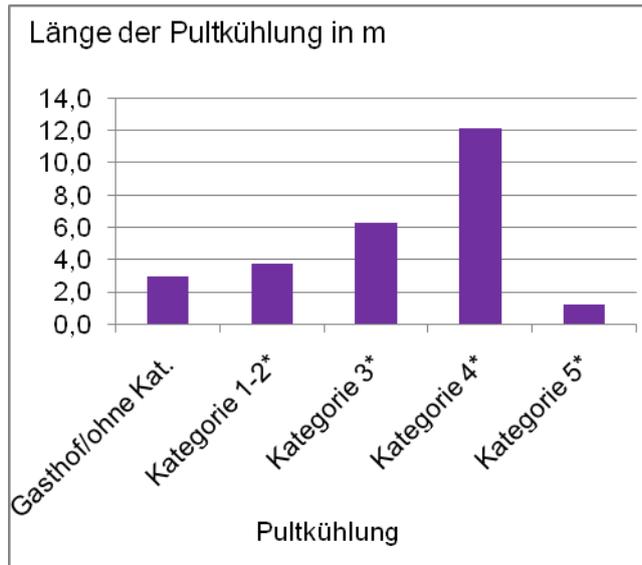


Abbildung 4.18: durchschnittliche Länge gekühlter Pulte verschiedener Kategorien

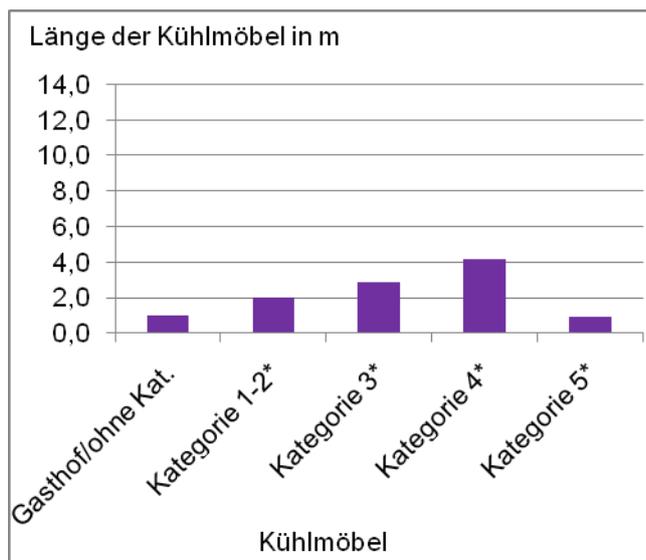


Abbildung 4.19: durchschnittliche Länge von Kühlmöbeln verschiedener Kategorien

Die Unterschiede zeigen sich vor allem im Tiefkühlbereich. In den Gasthöfen werden statt Tiefkühlzellen eher Tiefkühlschränke verwendet.

Großen Einfluss auf die Kühlflächen hat auch die Einkaufspolitik der Betriebe. Hotels mit längerfristigem Planungshorizont haben größere Flächen für die Warenlagerung.

Aus den Daten der Fragebögen wurden rechnerisch die Sitzplätze ermittelt, während die Flächen und Anzahl der Mahlzeiten in den Fragebögen der untersuchten Hotels angegeben wurden. Damit zeigen sich folgende Zusammenhänge über den Flächenbedarf, als Beispiel ausgewertet für 4 Betriebe der 3*-Kategorie und für 5 Betriebe der 4*-Kategorie:

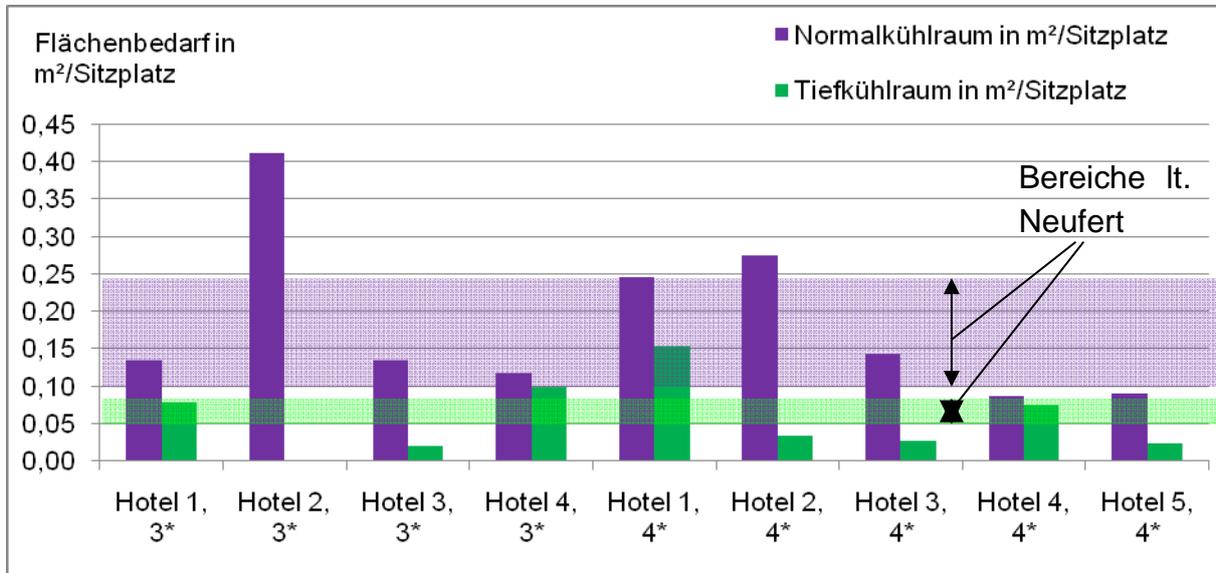


Abbildung 4.20: Beispiele für tatsächliche Kühlraumflächen in 3* und 4*-Hotels bezogen auf die Sitzfläche

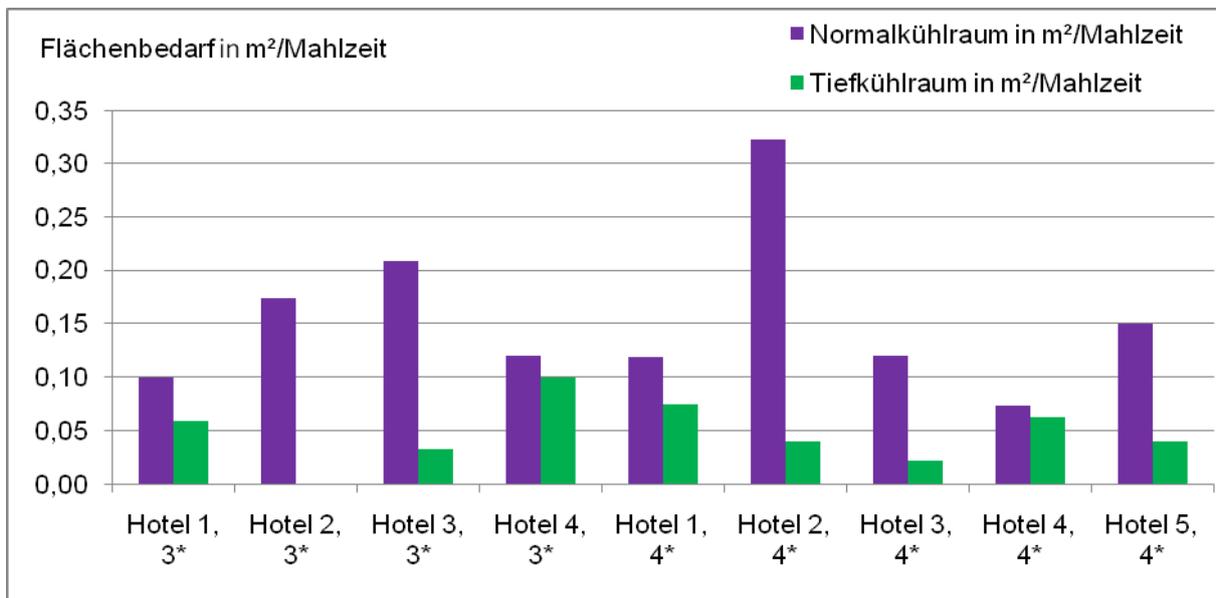


Abbildung 4.21: Beispiele für tatsächliche Kühlraumflächen in 3* und 4*-Hotels bezogen auf die Hauptmahlzeit

4.4 Standardbetrieb

Nachfolgend wird ein fiktives Hotel beschrieben, dessen Daten aus den Fragebögen und den evaluierten Hotels abgeleitet wurden und das von der Ausstattung her als heutiger Standard gilt.

4.4.1 Der 4-Sterne-Standardbetrieb - Allgemeine Kriterien

Das „Standardhotel“ verfügt über folgende Merkmale:

- Kategorie 4 Sterne
- 10 Betriebsmonate
- Bettenanzahl 110
- Übernachtungen pro Jahr 19.000
- 100 Sitzplätze
- Mahlzeiten pro Tag 160, Hausgäste und öffentliches Restaurant
- Wellnessbereich 215 m²
- Hallenbad
- kein Freibad
- eigene Wäscherei

Die Entstehung und Entwicklung der Hotels kann in vielen Fällen als „gewachsene Struktur“ beschrieben werden. Dies bedeutet, dass der ursprüngliche Kern des Gebäudes den Beginn der betrieblichen Tätigkeit darstellt und davon ausgehend das Gebäude in der Zeit weiter entwickelt und ausgebaut wurde. Dieses Merkmal setzt sich auch in der Anlagentechnik fort, wo ein Ursprungskern mit teils sehr alter Technik durch neuere Anlagen in ebensolchen Gebäudeteilen sukzessive erweitert wurde.

4.4.2 Standardbetrieb - Kälteausstattung

Die Kühlzellen, Pulte und die dazugehörigen Kältemaschinen sind nicht in Zentraleinheiten zusammen gefasst, sondern überwiegend als Einzelanlagen montiert. Darüber hinaus gibt es meist auch keine zentralen Aufstellplätze, sondern im Gebäude verteilte Anlagen.

Der Bezug zu den allgemeinen Daten aus den Fragebögen wird nachfolgend kursiv dargestellt.

Der überwiegende Teil der Kälteanlagen aus den Fragebogenauswertungen besteht aus Einzelanlagen, bei denen ein Kühlbereich (Zelle, Pult) jeweils einem Verdichter/Verflüssiger oder einer Verflüssigungseinheit zugeordnet ist.

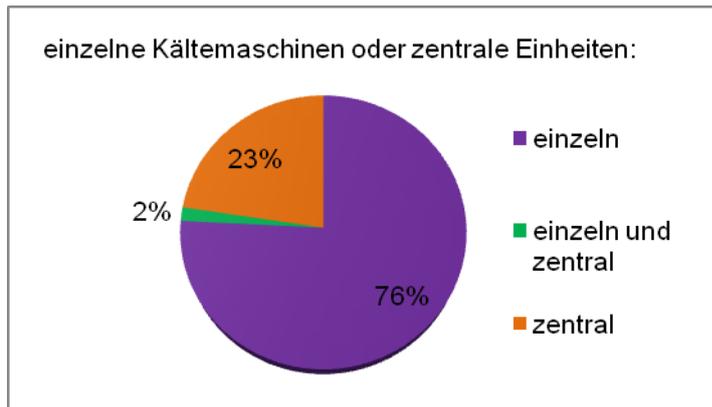


Abbildung 4.22: Anteil der Einzelmaschinen

Meist ist es in den Betrieben unmöglich, einen zentralen Technikraum zu finden, in dem die Installationen zusammengeführt werden können. Dies zeigt auch der Anteil der dezentral aufgestellten Anlagen in den untersuchten Betrieben.



Abbildung 4.23: Aufteilung zentrale und dezentrale Technikräume



Abbildung 4.24: Dezentraler luftgekühlter Verflüssigungssatz in einem Kellergang

Die Größe der Kühlzellen ergab folgendes Ergebnis:

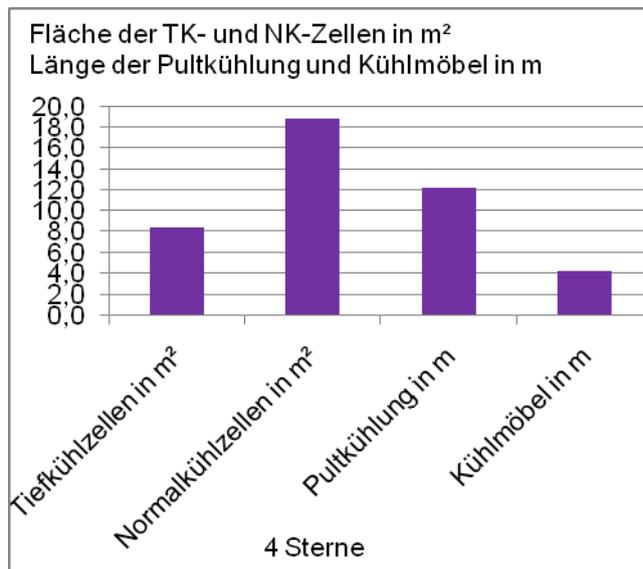


Abbildung 4.25: Kühlbereiche in einem 4*-Hotel aus den Fragebögen abgeleitet

Die Aufteilung der Flächen in 10 beispielhafte Gewerbekälteanlagen, zusammengestellt aus den Erfahrungen der Evaluierung, kann folgendermaßen erfolgen:

- 1 Tiefkühlraum 8 m²
- 2 Normalkühlräume gesamt 10 m²
- 1 Fasskühlraum 9 m²
- 3 Kühlpulte gesamt 6 m
- 1 Barkühlung gesamt 6 m
- 2 Kühlmöbel (Saladetten, Desertthecken, u. ä.) gesamt 4 m

Neben den Kühlzellen, gekühlten Pulten/Schubladen gibt es eine Reihe von weiteren Geräten. Die Häufigkeit wurde aus den Fragebögen ermittelt²⁶:

²⁶ Die in den Fragebögen angegebene Anzahl der Fasskühlung konnte in den tatsächlichen evaluierten Betrieben nicht festgestellt werden. Dies beruht offensichtlich auf einem Missverständnis im Begriff, wo auch Kühlzellen für die Fasskühlung im Fragebogen angegeben wurden. Es erfolgte eine Korrektur nach der beobachteten Häufigkeit.

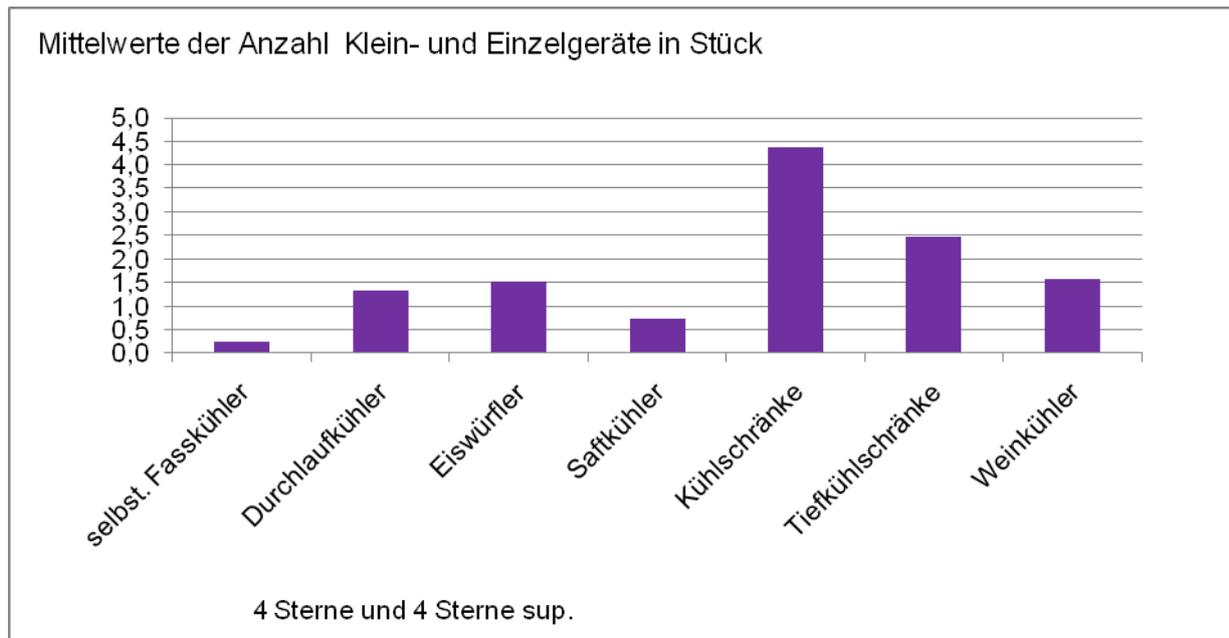


Abbildung 4.26: Einzel- und Kleingeräte in der Kategorie 4 Sterne und 4 Stern sup.

6 steckerfertige Geräte

- 1 Durchlaufkühler/Karbonatoren
- 1 Eiswürfler
- 1 Saftkühler
- 4 Kühlshränke
- 2 Tiefkühlshränke
- 2 Weinkühler
- Minibars: 49 % der Betriebe haben keine Minibars

4.4.3 Allgemeine Daten aus den Fragebögen

Weitere Daten aus den Fragebögen der Tourismusbetriebe liefern folgende Ergebnisse (Der Wert Null ist gleichbedeutend mit keiner Angabe im Fragebogen): Ergänzt werden die Auswertungen der Fragebögen durch die Einschätzung von 5 Kälteanlagenfirmen im Rahmen eines Erfahrungsaustausches.

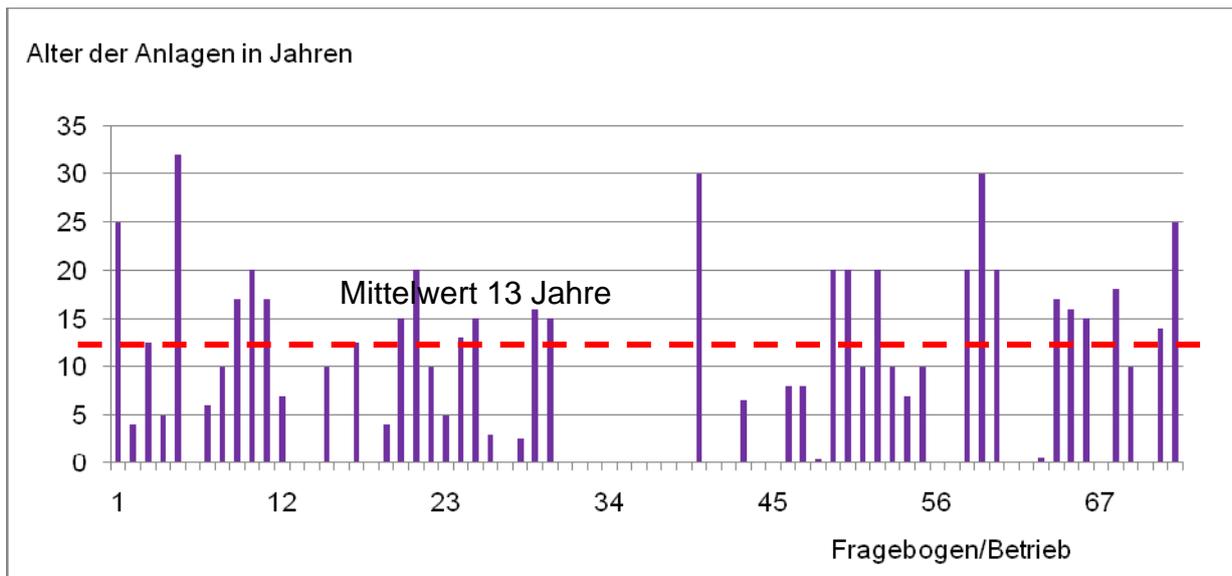


Abbildung 4.27: Alter der Anlagen

Das mittlere Alter der Anlagen liegt bei 13 Jahren. Die Einschätzung der Kälteanlagenfirmen ergab ein Durchschnittsalter von 18 Jahren.

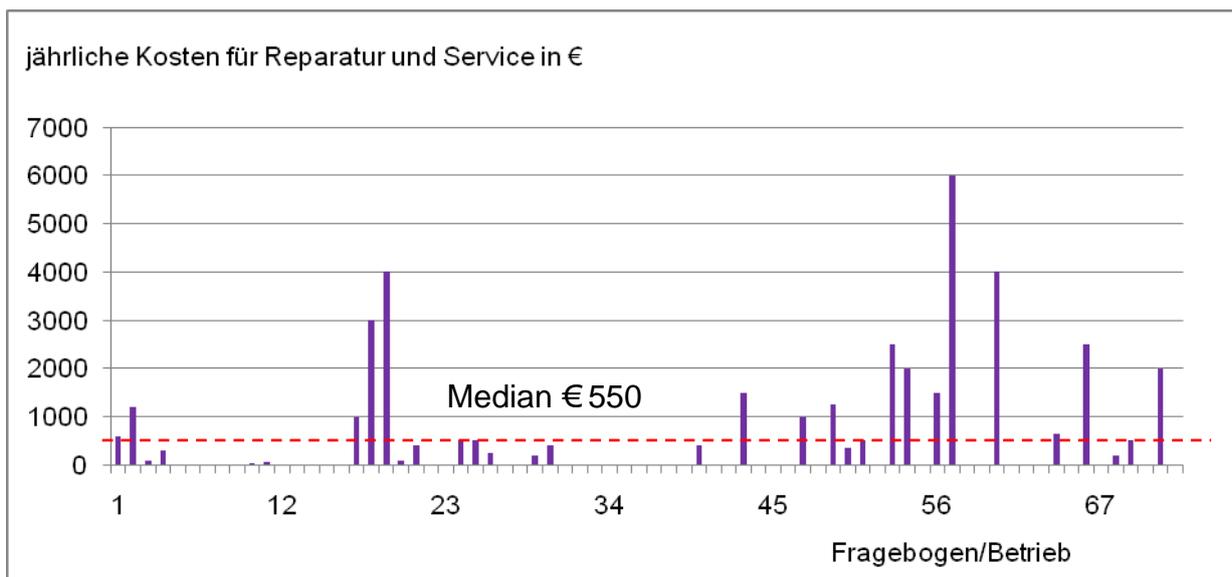
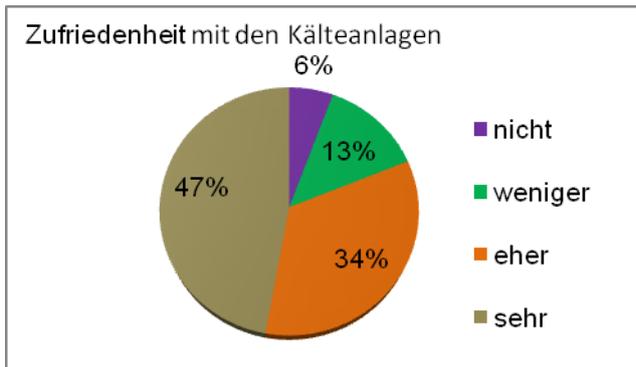


Abbildung 4.28: jährliche Kosten für Reparatur und Service

Die mittleren Kosten für Reparatur und Service liegen bei 1.240 €/Jahr (Median 550 €/Jahr). Daraus lässt sich ableiten, dass in einigen Betrieben wegen sehr ungünstiger Betriebsbedingungen und geringer Anlagengüte (hohe Temperaturen, hohe Schaltfrequenz, häufige Lecks) auch enorm hohe jährliche Kosten entstehen.



Weitere Abfragen betreffen Technikraum und Zufriedenheit:

Abbildung 4.29: Zufriedenheit mit den installierten Anlagen

Ein großer Teil der Betriebe ist mit den installierten Anlagen eher bzw. sehr zufrieden.



Abbildung 4.30: Anteil der Wärmerückgewinnung in den Betrieben (nicht Einzelanlagen)

Eine deutliche Mehrheit der Betriebe hat bei keiner Anlage eine Wärmerückgewinnung installiert. Nach Einschätzung der Kälteanlagenfirmen haben ca. 25 % der Kälteanlagen eine Wärmerückgewinnung. Bei Verbundanlagen wurde dieser Anteil von den Kälteanlagenfirmen auf 67 % geschätzt.

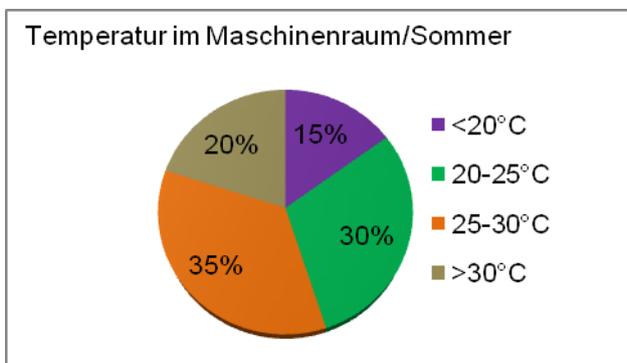


Abbildung 4.31: Temperatur im Maschinenraum/Sommer

Mittelfristig (2 Jahre) ist in den meisten Betrieben weder ein Umbau noch eine Erweiterung geplant.

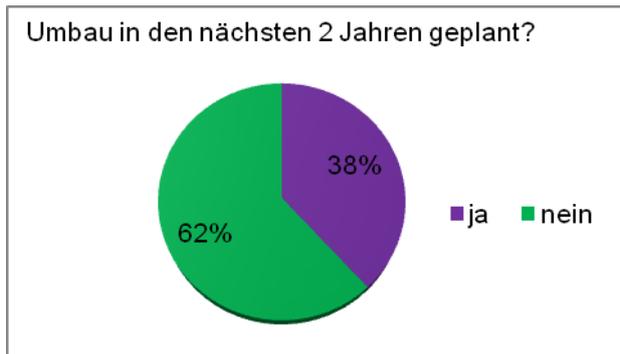


Abbildung 4.32: Anteil der Betriebe, die in den nächsten 2 Jahren einen Umbau planen

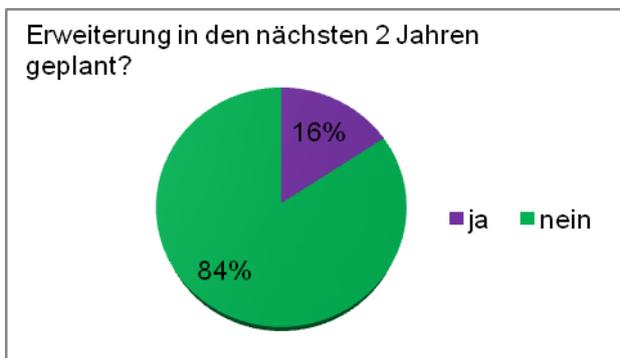


Abbildung 4.33: Anteil der Betriebe, die in den nächsten 2 Jahren eine Erweiterung planen

4.5 Installierte elektrische Leistungen und Stromverbräuche

Aus den evaluierten Betrieben wurden für 18 Betriebe (13 mal 4*-Hotels, 5 mal 3*-Hotels) genaue Auswertungen durchgeführt. Bei den anderen 12 Betrieben war eine sinnvolle, vertiefende Auswertung nicht möglich. Es wurden die spezifischen elektrischen Leistungs- und Energiewerte für Tiefkühlzellen (TK), Normalkühlzellen (NK), sowie für Schubladenkühlung und Pulte (PK) ermittelt. In diesen Leistungswerten sind enthalten: Verdichter, Verdampfer- und Verflüssigerventilator, eventuell Verflüssigerpumpe. Nicht enthalten sind die Leistungswerte und Energie für Rahmenheizung, Abtauung und Beleuchtung.

Tabelle 4.3: spezifische Werte für die installierte elektrische Leistung

spezifische Werte	spezifische el. Leistung
	W/100l
Schubladen/Pulte/Möbel	56
NK	9
TK	14

Der spezifische elektrische Energiebedarf pro 100 Liter und 24 Stunden ergibt sich durch Multiplikation mit der Tageslaufzeit. Die Abschätzung des spezifischen elektrischen Energiebedarfes wurde einmal ohne und einmal mit Berücksichtigung der Überdimensionierung vorgenommen.

Ohne Einrechnung der Überdimensionierung: Kälteanlagen werden normalerweise auf eine Laufzeit bei TK-Anlagen mit 18 Stunden pro Tag und bei den Normal- bzw. Pluskühlern mit 16 Stunden pro Tag vorgenommen. Daraus ergeben sich theoretisch folgende spezifische Energieverbräuche.

Tabelle 4.4: spezifischer elektrischer Energiebedarf (ohne Berücksichtigung der Überdimensionierung)

spezifische Werte	spezifische el. Energie
	kWh/(24h.100l)
Pulte/Möbel	0,90
NK	0,15
TK	0,24

Bei der Überprüfung der installierten Kälteleistungen (Berechnung der theoretischen Kälteleistung) wurde festgestellt, dass die installierten Kälteleistung im Vergleich zur berechneten Kälteleistung bei TK- und NK-Zellen in den meisten Fällen deutlich zu groß ist. Bei den installierten Anlagen sind offensichtlich teilweise zu viele Zuschläge für ungünstige Verhältnisse enthalten. Siehe dazu übernächstes Kapitel. Mit Einrechnung der Überdimensionierung ergeben sich geringere Laufzeiten und spezifische elektrische Energieverbräuche.

Tabelle 4.5: spezifischer elektrischer Energiebedarf (mit Berücksichtigung der Überdimensionierung)

spezifische Werte	spezifische el. Energie
	kWh/(24h.100l)
Pulte/Möbel	0,58
NK	0,10
TK	0,16

4.5.1 Elektrische Leistungen und elektrische Energieverbräuche für den 4*-Standardbetrieb

Für den Standardbetrieb wurde mit dessen Standardausstattung die elektrische Leistung hochgerechnet und der elektrische Energiebedarf ermittelt. Das Standardhotel ist nur 10 Monate in Betrieb. Es wird der Strombedarf in der folgenden Tabelle daher einmal für 365 Tage und einmal für 10 Monate ausgewiesen. Die Überdimensionierung wurde berücksichtigt, ebenso ein 5 % Zuschlag zur Energie für den Nutzungseinfluss.

Tabelle 4.6: elektr. Leistung und elektr. Energiebedarf im 4*-Standardbetrieb (mit Berücksichtigung der Überdimensionierung)

	elektr. Leistung W	elektr. Energie kWh/365d	elektr. Energie kWh/10Mon
Summe Bar, Pulte	3.800	15.000	12.500
Summe Normalkühlung/Pluskühlung	3.300	13.300	11.100
Summe Tiefkühlung	2.200	9.800	8.200
Zwischensumme	9.300	38.100	31.800
zus. Verbraucher	5.600	2.300	1.900
Summe	14.900	40.400	33.700

4.5.2 Anteil der Kälteanlagen am Gesamtstrombedarf der Tourismusbetriebe

Um repräsentative Werte zu erhalten und, da diese Betriebe die Mehrzahl in Tirol bilden, wurden nur die 3-Sterne und 4-Sterne, inkl. 4-Sterne Superior Hotels in diese Berechnung einbezogen. Die Auswertung wurde über drei Teilmengen vorgenommen:

1. Evaluierete Betriebe
2. Rückmeldungen der Fragebogenaktion
3. Vergleich mit Benchmarktool von ecofacility der Austrian Energy Agency

Aus dem erhobenen Gesamtstrombedarf der Tourismusbetriebe und den ermittelten Stromverbräuchen der Kälteanlagen bzw. Kühlgeräte ergeben sich folgende Zahlenwerte:

- Der Anteil der elektrischen Energie für alle Kühlzwecke (gewerbliche Kälteanlagen und Standardgeräte) am Gesamtstrombedarf aus der Evaluierung beträgt im Mittel ca. 16 %
- Pro Übernachtung ergibt sich ein spezifischer Wert von ca. 1,8 kWh für Gewerbekälteanlagen und 1,0 kWh für die Standardgeräte. In diesem Wert sind die Minibars mit ihrer Häufigkeit eingerechnet. Insgesamt liegt der elektrische Strombedarf bei durchschnittlich 17,5 kWh/Übernachtung.

Tabelle 4.7: Detaillierte Auswertung aus einer Teilmenge der evaluierten Betriebe

Vergleichswerte aus der Evaluierung		3-Sterne	4-Sterne	arithmetischer Mittelwert
elektrische Energie pro Übernachtung der evaluierten Betriebe	kWh/Ü			17,5
Gewerbekälte: elektr. Energiebedarf für Kälte pro Übernachtung	kWh/Ü	2,4	1,2	1,8
Standardgeräte: elektr. Energiebedarf für Kälte pro Übernachtung	kWh/Ü	1,4	0,6	1,0
Summe: elektr. Energiebedarf für Kälte pro Übernachtung	kWh/Ü	3,8	1,8	2,8
Anteil Gewerbekälte und Standardgeräte am Gesamtstrom	Prozent	22 %	11 %	16 %

- Verglichen mit den Verbrauchsdaten für die elektrische Energie pro Übernachtung aus den Fragebögen ergeben sich folgende Zusammenhänge:

Tabelle 4.8: Auswertung erweitert mit den Daten für die elektr. Energie/Übernachtung aus dem Fragebogenrücklauf

Vergleichswerte aus der Evaluierung		3-Sterne	4-Sterne	arithmetischer Mittelwert
Vergleichswert elektr. Energie pro Übernachtung nach Fragebögen	kWh/Ü	13,6	18,2	15,9
elektr. Energiebedarf für Kälte pro Übernachtung (Daten aus ev. Betrieben übernommen)	kWh/Ü	3,8	1,8	2,8
Anteil Kälte am Gesamtstrom	Prozent	28 %	10 %	18 %

4.5.3 Elektrische Leistungen und elektrische Energieverbräuche für den 4-Sterne-Standardbetrieb

Der „Standardbetrieb“ wird mit dem Benchmarktool von ecofacility der Austrian Energy Agency ausgewertet. Ein reiner 4-Sterne-Wert ist in dieser Datenbank nicht erhältlich. Als Wert pro Übernachtung wird daher der Mittelwert von 237 eingetragenen 3 Sterne-4 Sterne Betrieben eingesetzt. Betriebe mit sehr hohen und sehr niedrigen Werten wurden ausgeschieden. Damit ergibt sich ein durchschnittlicher elektrischer Energiebedarf von 15,3 kWh/Übernachtung.

Tabelle 4.9: Daten des 4-Sterne-Vergleichshotels, ausgewertet nach dem Benchmarktool der Austrian Energy Agency

Vergleichswerte ecofacility-Benchmarktool		Vergleichshotel
Vergleichswert elektr. Energie, geringfügig angepasster Mittelwert aus ecofacility für 3-Sterne-4-Sterne-Hotels	kWh/Ü	15,3
elektr. Energiebedarf für Kälte pro Übernachtung (Datenübernahme aus der Auswertung des 4-Sterne-Vergleichshotels)	kWh/Ü	1,8
Anteil elektr. Energie für Kälte	Prozent	12 %

4.6 Abschätzung der Überdimensionierung

Diese Abschätzung der Überdimensionierung wurde nur für Kühlräume vorgenommen. Bei den Pult/Schubladenkühlungen kann eine Standardkälteleistungsberechnung nur mit sehr groben Schwankungsbreiten erstellt werden. Die Ursache liegt darin, dass hier die Wareneinlagerung und die Öffnungszyklen sehr stark von der tatsächlichen Nutzung abhängen und so aus einem nicht unbeträchtlichen Anteil an Erfahrungswerten bestehen. Aus diesem Grund wurde für gekühlte Pulte/Schubladen darauf verzichtet, eine genaue Kälteleistung zu berechnen.

Annahmen für die Berechnung (Kühlraum):

- Umgebungstemperatur +25°C
- Verdampfungstemperatur TK= -26°C, NK = -6°C
- Überhitzung am Verdampfer 8 K
- Zusätzliche Überhitzung am Verdichter 10 K.
- Unterkühlung 3 K
- Weitere Annahmen siehe unter Wärmedämmung der Kühlräume, Reduktion der Nutzenergie

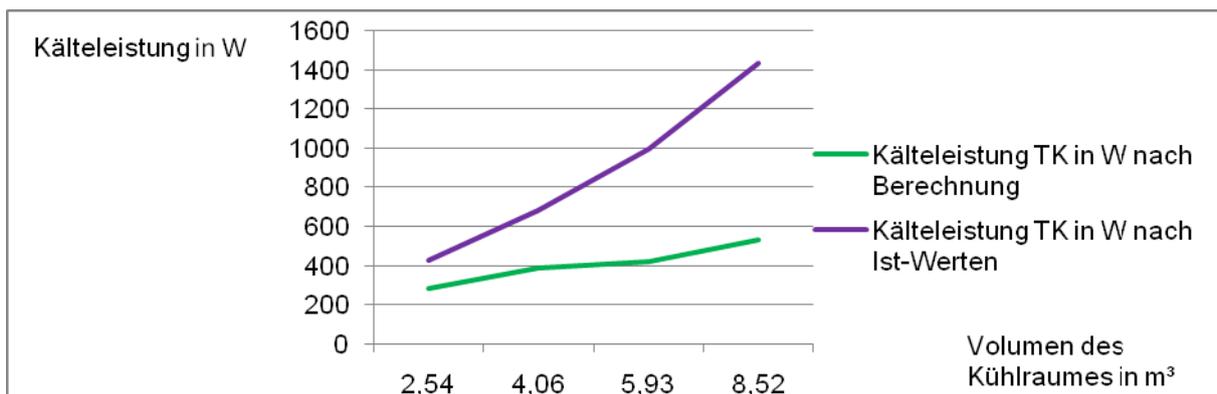


Abbildung 4.34 Abweichung der berechneten und tatsächlich installierten Kälteleistung bei TK-Zellen

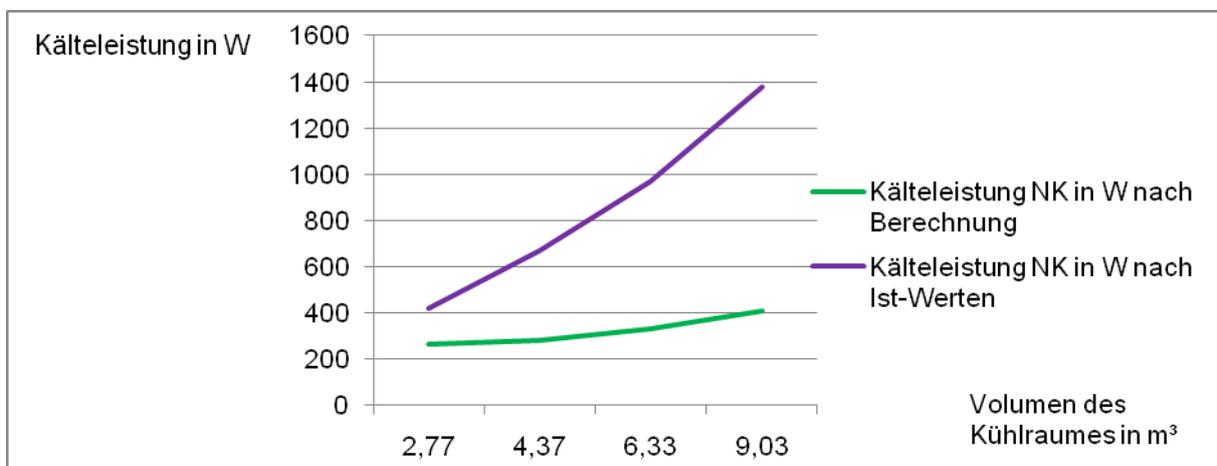


Abbildung 4.35: Abweichung der berechneten und tatsächlich installierten Kälteleistung bei NK-Zellen

Als Prozentwert angegeben würde die Reduzierung der Kälteleistung zum Berechnungsfall bei 50 – 60 % liegen.

Um die praktischen Unwägbarkeiten mit einzubeziehen, ist eine Überdimensionierung für folgende Zusatzkriterien zum Teil gerechtfertigt:

- Vorwegnahme von Leistungsverschlechterungen bis zum nächsten Servicezeitpunkt, bzw. nicht behebbare Verschleißerscheinungen
- Nicht optimierte Betriebsbedingungen wie Verdampfungstemperaturen, Abtauzyklen
- Nicht vorhersehbare Einflüsse, Umgestaltungen, Erweiterungen mit Einfluss auf die Kälteanlage
- Tatsächliche Belegungsdichte und Wareneinlagerung
- Tatsächliche Öffnungszeiten und Bedienung

Von den vorhin dargestellten vorweggenommenen Einflüsse treten in den meisten Betrieben auf: Verschmutzung der Verflüssiger, Vereisung der Verdampfer, Verschleiß, nicht optimierte Betriebsbedingungen. Allerdings sind trotzdem insgesamt deutlich zu hohe Reserven eingebaut.

Die Kälteanlagenfirmen schätzen die durchschnittliche Laufzeit von Tiefkühlern mit 15 Stunden und die Laufzeit von Plus- bzw. Normalkühlern mit 13 Std. Dies würde eine Überdimensionierung von 20 bzw. 15 % ergeben, wenn man als Standardlaufzeit 18 Std. für den Tiefkühler und 16 Std. für den Plus- bzw. Normalkühler ansetzt.

Da die meisten Betreiber mit den Anlagen zufrieden sind, kann daraus abgeleitet werden, dass es kaum zu Schwierigkeiten aufgrund der Überdimensionierung kommt. Der erhöhte Energiebedarf wird dabei aber vernachlässigt. Als Schätzwert für die reduzierbare elektrische installierte Leistung bei den Kälteanlagen wird für die weiteren Berechnungen ein Wert von 35 % angesetzt.

4.7 Die häufigsten Fehler

Für die evaluierten Betriebe wurden die häufigsten Punkte bzw. Fehler, die Einfluss auf den Energiebedarf haben, aufgezeichnet. Die folgende Auswertung bezieht sich auf jede Einzelanlage und nicht auf den Gesamtbetrieb.

Ein wichtiger Punkt der nicht in der folgenden Aufstellung enthalten ist, stellt die mittlere Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Verdampfungstemperatur dar. Diese Differenz kann in punktuellen Einzelüberprüfungen nicht ermittelt werden, weil die Betriebszustände während eines Jahres ausschlaggebend sind. Dennoch kann die Häufigkeit dieses Einflusses geschätzt werden, die bei zumindest 30 % liegen dürfte.

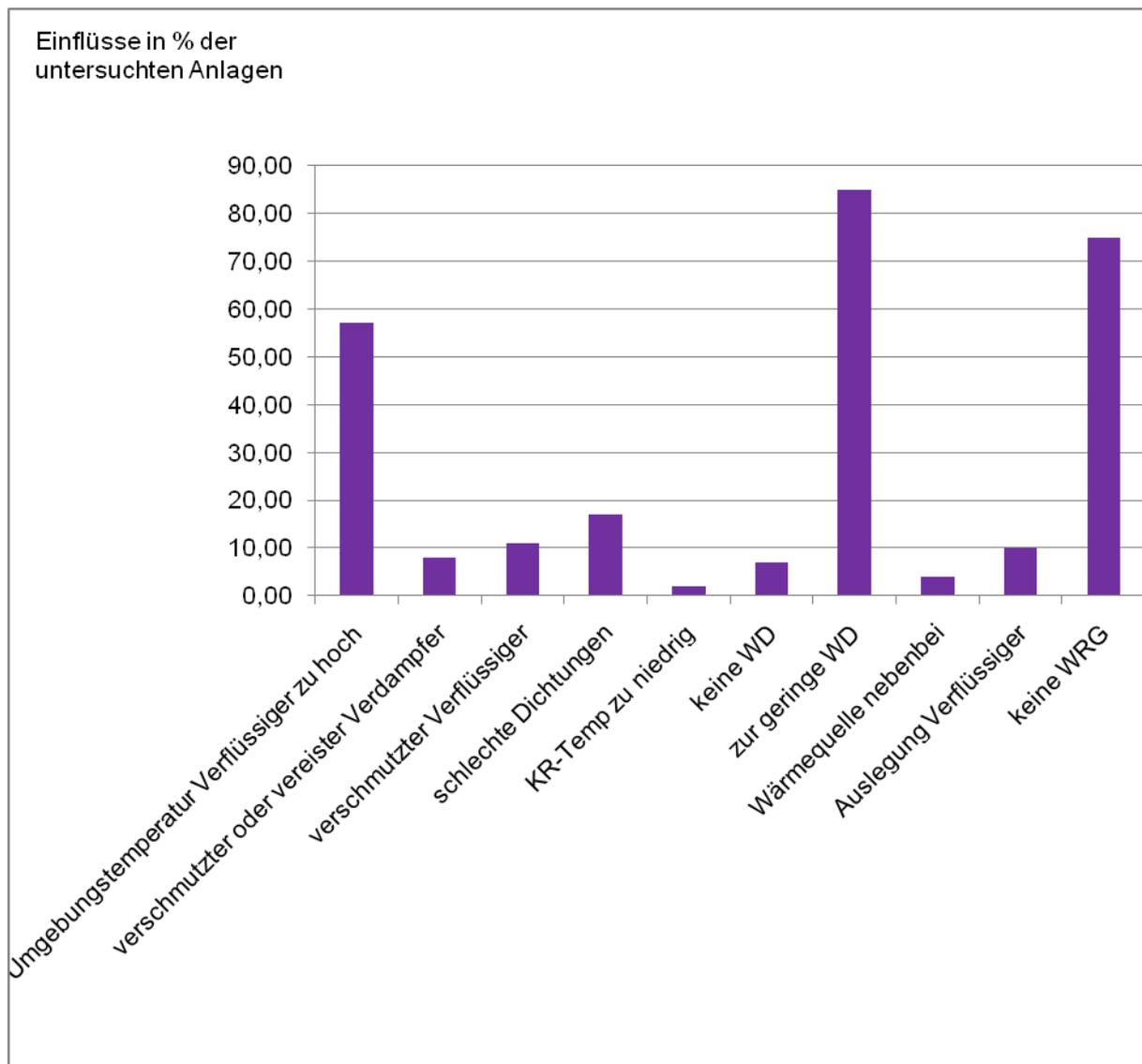


Abbildung 4.36: häufige Fehler von Anlagen der evaluierten Betriebe

Die wichtigsten Punkte für erhöhten Energiebedarf:

- Verdampfungstemperatur zu niedrig
Temperaturdifferenz TD1 (Verdampfung zu Lufteintritt Verdampfer – siehe Kapitel 5.4) über 8K
- Umgebungstemperatur Verflüssiger zu hoch
Kriterium sind Temperaturen über +17°C im Bereich des Verflüssigers, häufig in kleinen Kellerabteilen aufgestellt, in Einzelfällen sogar mit gemessenen Temperaturen jenseits +40°C
- Verschmutzter oder vereister Verdampfer
Ursache sind schlecht eingestellte Abtauzyklen, bei denen der Eisansatz nicht mehr abtaut und vernachlässigtes Service
- Verschmutzter Verflüssiger
Staub legt sich an die Verflüssigerlamellen an, die nie gereinigt werden.
- Schlechte Dichtungen
Dichtungen nutzen sich ab und werden oft beschädigt.
- Kühlraumtemperatur zu niedrig
Die Temperaturen sind zu niedrig eingestellt.
- Keine Wärmedämmung
Kühlräume haben keine Wärmedämmung, sondern sind als Mauerwerk mit Innenfliese aufgebaut.
- Wärmedämmung zu gering
Die derzeit üblichen Wärmedämmungen sind zu gering.
- Wärmequelle nebenbei
Im Bereich der gekühlten Schubladen sind Einflüsse durch Herde oder Öfen anzutreffen.
- Auslegung Verflüssiger
Trotz niedriger Temperatur des Kühlmediums sind die Verflüssigungstemperaturen sehr hoch. (Auch andere Ursachen möglich!)
- Keine Wärmerückgewinnung

5 Optimierungsbereiche – Excel-Kälte-Beratungstool

Die typischen Verbesserungsmöglichkeiten bei Kälteanlagen kann man in folgende acht Bereiche unterteilen:

1. Kühllogistik
2. Wärmedämmung der Kühlräume (Reduktion der Nutzenergie)
3. Rahmenbedingungen für die Kälteanlage
4. Anlagentechnik
5. Nutzerverhalten
6. Wärmerückgewinnung
7. Nebenaggregate (Lüfter, Pumpen, Regelung)
8. Sonstiger Strombedarf (el. Abtauung, Rahmenheizung, Beleuchtung)

Es ist festzuhalten, dass wenn derzeit von der Optimierung von Kälteanlagen gesprochen wird, sich diese fast ausschließlich auf die Anlagentechnik bezieht. Die Optimierung des Nutzenergiebedarfes durch eine optimale Wärmedämmung der Kühlräume wurde bis dato sehr vernachlässigt. Auch die Bereiche Rahmenbedingungen und Nutzerverhalten waren bisher eher Stiefkinder der Betrachtung.

Um eine systematische und gesamthafte Betrachtung bei der Beratung sicherzustellen, wurden alle Aspekte in ein neu geschaffenes „Excel-Kälte-Beratungstool“ verpackt. Die fachlichen Aspekte des Tools und die enthaltenen Optimierungsmöglichkeiten werden in diesem Kapitel erläutert. Die Hinweise für die Anwendung sind im Kapitel Leitfaden für die Energieberatung enthalten.

Das Excel-Kälte-Beratungstool ist aus insgesamt 6 Blättern aufgebaut.

1. Deckblatt inkl. Auswertung und Empfehlung
2. Wärmedämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Bestand
3. Wärmedämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Adaptierte bzw. neue Anlage
4. Energiekennzahl und Optimierungsmöglichkeit (bei Standardnutzung)
5. Kosten inkl. Nutzereinfluss - Bestand
6. Kosten inkl. Nutzereinfluss – Adaptierte bzw. neue Anlage

Das Tool kann natürlich auch für die Aus- und Weiterbildung verwendet werden. Basis aller Bewertungen im Tool ist ein dreigliedriges System, das mit den Farben grün, gelb und rot arbeitet (Ampelsystem).



Grün = gut bis sehr gut (Note 1 bis 2)

Gelb = durchschnittlich (Note 3)

Rot = schlecht bis sehr schlecht (Note 4 bis 5)

www.energieeffizientekälte.at			
Kältecheck für Anlage:	Tiefkühler Küche		
In Objekt:	Test		
Objektadresse:	Test		
Ansprechpartner:	Test		
Telefon/Fax/Mail:	Test		
Art der Anlage:	Prüfbuch: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Baujahr:	1997
<input checked="" type="checkbox"/>	Einzelanlage (pro Kühlbereich ein Kühlaggregat)		
<input type="checkbox"/>	Kälteverbund (Eine Kältezentrale versorgt mehrere Kühlbereiche)		
Verdichter:			
<input checked="" type="checkbox"/>	Ein Einzelverdichter	<input type="checkbox"/>	Mehrere Verdichter
Zu dieser Verbundkälteanlage gehören folgende Kühlbereiche:			
Kühlbereiche:			
Weitere Kühlbereiche:			
<small>Hinweis: für jeden Kühlbereich ist ein Anlagendatenblatt (Kühlraum/Verdampfer) auszufüllen</small>			
Beurteilung - Bestand:	<input checked="" type="checkbox"/> 😊	<input type="checkbox"/> 😞	
Kühllogistik:	<input type="checkbox"/> 🟢	<input checked="" type="checkbox"/> 🟡	<input type="checkbox"/> 🔴
Wärmedämmung:	<input type="checkbox"/> 🟢	<input type="checkbox"/> 🟡	<input checked="" type="checkbox"/> 🔴
Rahmenbedingungen:	<input type="checkbox"/> 🟢	<input checked="" type="checkbox"/> 🟡	<input type="checkbox"/> 🔴
Kältetechnik:	<input type="checkbox"/> 🟢	<input type="checkbox"/> 🟡	<input checked="" type="checkbox"/> 🔴
Nutzerverhalten:	<input type="checkbox"/> 🟢	<input type="checkbox"/> 🟡	<input checked="" type="checkbox"/> 🔴
Wärmerückgewinnung (WRG):	<input type="checkbox"/> 🟢	<input type="checkbox"/> 🟡	<input checked="" type="checkbox"/> 🔴
			70% d. Abwärme wären theor. möglich
Gesamtbeurteilung:	<input type="checkbox"/> 🟢	<input type="checkbox"/> 🟡	<input checked="" type="checkbox"/> 🔴
			57% theor. el. Einsparpotenzial Neubau 48% theor. el. Einsparpotenzial Adaptierung
Empfehlung:	<input type="checkbox"/> Keine Änderung	<input type="checkbox"/> Adaptierung, Sanierung, WRG	
	<input type="checkbox"/> Neue Einzelanlage	<input checked="" type="checkbox"/> Neue Verbundanlage mit Wärmerückgewinnung	
Verbund von:	Allen Tiefkühlzellen		
Anmerkung:	Wärmerückgewinnung für Warmwasser, neuer Luftverflüssiger in Tiefgarage		
Datum:	02.09.2010	Berater:	Andreas GremI
Entwickelt von:	Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung		
  			
gefördert durch:   			

Abbildung 5.1: Excel-Beratungstool – Blatt: Deckblatt mit Auswertung

Bestand: Dämmung - Rahmenbedingungen - Technik						
Kältecheck für Anlage:		Tiefkühler Küche		BJ: 1997	10,0 m³ Rauminhalt	
Innenmaße:		Solltemperatur des Kühlraumes:			-18 °C	
Länge	2,40 m	Höhe	2,20 m	Kältemittel:	R404A	
Breite	1,90 m			Kühlraum, -pult:	Kühlraum	
Erhöhte Kälteleistung aufgrund suboptimaler Dämmung u. Rahmenbedingungen:						
- Wärmedämmung: (gegenüber 200 mm PU bei TK bzw. 160 mm bei NK und PK)						
Seitenwände:	120 mm	0,025 W/mK				64,0%
Bodenbereich:	80 mm	0,025 W/mK				141,2%
Decke:	120 mm	0,025 W/mK				64,0%
Tür:	120 mm	0,025 W/mK				64,0%
erhöhte Transmissionsverluste (gewichteter Schnitt):						+ 77%
Erhöhung Kälteleistung/Energiebedarf (Dämmung):						+ 37%
- Rahmenbedingungen: (Leistungserhöhung gegenüber Standardbedingungen)						
Umgeb. Temp. Kühleinheit:	je 1°C über 22°C: 1,5% - 3%/1°C		24 °C			4,2%
Eingang Tiefkühler über (diesen) Kühlraum:	-5%		nein			0,0%
Wärmequelle direkt bei Kühlbereich (z.B. Backofen):	+ 5 - 30%		keine			0,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf Kühlgerät/Kühlraum:	+ 7 - 30%		keine			0,0%
Umg. Temp. beim Verflüssiger:	je 1°C über 17°C: 1,5 - 3%/1°C		30 °C			26,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf den Verflüssiger:	30% - 50%		keine			0,0%
Erhöhung der Kälteleistung (Rahmenbedingungen):						+ 30%
Erhöhung des Energiebedarfes (Rahmenbedingungen):						+ 30%
Erhöhung Energiebedarf (Dämmung und Rahmenbed.):						+ 67%
Erhöhter Strombedarf aufgrund nicht optimaler Kältetechnik - Bestand:						
Optimales Kältemittel für Temperaturbereich:	10%		ja			0,0%
Tem.diff. Verd. - Lufttritt (DT1) ü. 6°C:	1,5% bis 3,0%/1°C		10 °C			8,0%
Temp.diff. Verfl. Austr. - Kühlmedium ü. 5°C:	1,5% bis 3%/1°C		8 °C			6,0%
Saugleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3,0%/1°C		2 °C			2,0%
Druckleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3%/1°C		2 °C			2,0%
Überdimensionierung Verdichter:	0-20%		20%			2,0%
Alter des Verdichters:	0-15%		11-15			10,0%
Drehzahlregelung beim Verdichter:	5%		nein			5,0%
Elektronisches Expansionsventil:	2% bis 5%		nein			3,5%
Bedarfsgerechte Abtauung:	5%		nein			5,0%
Heißgas od. Kaltgasabtauung bzw. Umluft bei Pluskühler:	5%		nein			5,0%
Innerer Wärmeübertrager: R134a 3 % bzw. R404A u. R507A	10%		nein			10,0%
Lüfter für Verdampfer mit EC-Motor	5%		nein			5,0%
Erhöhung des Strombedarfes durch Auslegung:						+ 64%
Gesamterhöhung Energiebedarf (Dämmung, Rahmenb. u. Technik):						+ 131%
Entwickelt von:		Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung				
			gefördert durch:   			

Abbildung 5.2: Excel-Beratungstool – Blatt: Dämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Bestandsanlage

Adaptiert: Dämmung - Rahmenbedingungen - Technik						
Kältecheck für Anlage:		Tiefkühler Küche		BJ: 1997	10,0 m ³ Rauminhalt	
Innenmaße:		Solltemperatur des Kühlraumes:			-18 °C	
Länge	2,40 m	Höhe	2,20 m	Kältemittel:	R404A	
Breite	1,90 m			Kühlraum, -pult:	Kühlraum	
Erhöhte Kälteleistung aufgrund suboptimaler Dämmung u. Rahmenbedingungen:						
- Wärmedämmung: (gegenüber 200 mm PU bei TK bzw. 160 mm bei NK und PK)						
Seitenwände:	200 mm	0,025 W/mK	X			0,0%
Bodenbereich:	160 mm	0,025 W/mK		X		24,2%
Decke:	160 mm	0,025 W/mK		X		24,2%
Tür:	60 mm	0,025 W/mK			X	215,4%
erhöhte Transmissionsverluste (gewichteter Schnitt):						+ 23%
Erhöhung Kälteleistung/Energiebedarf (Dämmung):				X		+ 11%
- Rahmenbedingungen: (Leistungserhöhung gegenüber Standardbedingungen)						
Umgeb. Temp. Kühlleinheit:	je 1°C über 22°C: 1,5% - 3%/1°C			22 °C		0,0%
Eingang Tiefkühler über (diesen) Kühlraum:	-5%			nein		0,0%
Wärmequelle direkt bei Kühlbereich (z.B. Backofen):	+ 5 - 30%			keine		0,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf Kühlgerät/Kühlraum:	+7 - 30%			keine		0,0%
Umgebung Temp. beim Verflüssiger:	je 1°C über 17°C: 1,5 - 3%/1°C			17 °C		0,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf den Verflüssiger:	30% - 50%			keine		0,0%
Erhöhung der Kälteleistung (Rahmenbedingungen):				X		+ 0%
Erhöhung des Energiebedarfes (Rahmenbedingungen):				X		+ 0%
Erhöhung Energiebedarf (Dämmung und Rahmenbedingungen.):						+ 11%
Erhöhter Strombedarf aufgrund nicht optimaler Kältetechnik - nach Adaptierung:						
Optimales Kältemittel für Temperaturbereich:	10%			ja		0,0%
Tem.diff. Verd. - Lufttritt (DT1) ü. 6°C:	1,5% bis 3,0%/1°C			6 °C		0,0%
Temp.diff. Verfl. Austr. - Kühlmedium ü. 5°C:	1,5% bis 3%/1°C			5 °C		0,0%
Saugleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3,0%/1°C			1 °C		0,0%
Druckleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3,0%/1°C			1 °C		0,0%
Überdimensionierung Verdichter:	0-20%			0%		0,0%
Alter des Verdichters:	0-15%			0-5		0,0%
Drehzahlregelung beim Verdichter:	5%			ja		0,0%
Elektronisches Expansionsventil:	2% bis 5%			nein		3,5%
Bedarfsgerechte Abtauung:	5%			ja		0,0%
Heißgas od. Kaltgasabtauung bzw. Umluft bei Pluskühler:	5%			nein		5,0%
Innerer Wärmeübertrager: R134a 3 % bzw. R404A u. R507A	10%			ja		0%
Lüfter für Verdampfer mit EC-Motor	5%			ja		0,0%
Erhöhung des Strombedarfes durch Kältetechnik:				X		+ 9%
Gesamterhöhung Energiebedarf (Dämmung, Rahmenb. u. Technik):						+ 20%
Entwickelt von:		Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung				
  		gefördert durch:   				

Abbildung 5.3: Excel-Beratungstool – Blatt: Dämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Adaptierte Anlage

Bestand: Energiekennzahl - Optimierungspotenzial			
Kältecheck für Anlage:	Tiefkühler Küche	BJ: 1997	10,0 m ³ Rauminhalt
Elektrischer Strombedarf bei Durchschnittsnutzung: ohne Beleuchtung, Rahmenh., el. Abtaung,...			
Stromkosten:	0,13 €/kWh	Wärme-Nutzenergiekosten:	0,070 €/kWh
Laufzeit/Tag:	15 h/d (inkl. Überdim. Bestand)	Laufzeit/Jahr:	5.475 h/a
Leistungsaufnahme Verdichter (Bestand):	1.000 W	Kühlmedium:	30 °C
Gütegrad:	0,3	JAZ:	1,0
		Eta Carnot:	3,4
El. Leistungsaufnahme der Nebenaggregate:	80 W	Bestand (Lüfter, Pumpen, Regelung)	
Leistungsaufnahme ges. Kälteprozess:	1.080 W		
El. Leistungsaufnahme pro 100 Liter:	11 W/100L		
Strombedarf Verdichter/Jahr:	5.475 kWh/a		Entspricht 712 €/a
Strombedarf Hilfsaggregate/Jahr:	438 kWh/a		Entspricht 57 €/a
Strombedarf ges. Kälteprozess/Jahr:	5.913 kWh/a	😊	☹️
Strombedarf ges./100 Liter u. 24h:	0,16 kWh/(100L.24h)	🟢	🟡
		🔴 X	Entspr. 0,02 €/(100L.24h)
Abwärmenutzung - Wärmerückgewinnung:			
Gesamtes WRG-Potenzial (Bestand):	10.991 kWh/a		Entspricht 769 €/a
Genutztes WRG Potenzial (Bestand):	0%	🟢	🟡
		🔴 X	Entspricht 0 €/a
Ungen. WRG-Potenzial (Bestand):	10.991 kWh/a		Entspricht 769 €/a
Energetische Gesamtbeurteilung:			
		🟢	🟡
		🔴 X	
Theoretische Optimierungsmöglichkeiten:			
El. Optimierungspotenzial bei Neubau:	max. 57%	3.351 kWh/a	Entspricht 436 €/a
Dämmung Kühlraum:	max. 16%	949 kWh/a	Entspricht 123 €/a
Verbesserung Rahmenbedingungen:	max. 13%	774 kWh/a	Entspricht 101 €/a
Kältetechnik, Nebenaggregate, Regelung:	max. 28%	1.627 kWh/a	Entspricht 212 €/a
WRG-Nutzungsmöglichkeit (nach Sanierung):	max. 70%	3.334 kWh/a	Entspricht 233 €/a
Abschätzung Optimierungsmöglichkeiten bei Anlagenadaptierung:			
El. Optimierungspotenzial bei Sanierung:	max. 48%	2.844 kWh/a	Entspricht 370 €/a
Dämmung Kühlraum:	max. 11%	661 kWh/a	Entspricht 86 €/a
Verbesserung Rahmenbedingungen:	max. 13%	774 kWh/a	Entspricht 101 €/a
Kältetechnik inkl. Nebenaggregate:	max. 24%	1.409 kWh/a	Entspricht 183 €/a
WRG Potenzial gesamt:	100%	5.704 kWh/a	Entspricht 399 €/a
WW-Bedarf pro Tag (Vorwärmung auf 30°C):	3.000 Lit.	25.404 kWh/a	Entspricht 1.778 €/a
WRG-Nutzungsmöglichkeit (nach Sanierung):	70%	3.993 kWh/a	Entspricht 279 €/a
Anmerkung:	JAZ wegen hoher Temperatur im Kühlmediumbereich sehr niedrig		
Datum:	02.09.2010	Berater:	Andreas Greml
Entwickelt von:	Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung		
			
gefördert durch: 			

Abbildung 5.4: Excel-Beratungstool – Blatt: Energiekennzahl - Optimierungspotenzial

Bestand: Sonstiger Strombedarf - Nutzereinflüsse			
Kältecheck für Anlage:	Tiefkühler Küche	BJ: 1997	10,0 m ³ Rauminhalt
Energ. Kennwerte bei Durchschnittsnutzung: ohne Regelung, Beleuchtung, Rahmenheizung, el. Abtauerung			
Strombedarf Kälteanlage pro Jahr (vorige Seite):			5.913 kWh/a
Strombedarf Kälteanlage pro 100 Liter und 24 h (vorige Seite):			0,16 kWh/(100L.24h)
Sonstiger Strombedarf der Kälteanlage:			
El. Abtauerung u. Kondensatl.:	200 W	400 Std./a	80 kWh/a
Rahmenheizung:	20 W	8.760 Std./a	175 kWh/a
Beleuchtung:	60 W	700 Std./a	42 kWh/a
Stand-by Bedarf:	20 W	3.285 Std./a	66 kWh/a
Sonstiger Strombedarf:			363 kWh/a
Nutzungs-einflüsse: (Zusätzlicher Strombedarf gegen Standardnutzung)			Angaben in %:
Je 1° C unter Solltemperatur im Kühlraum:	2 °C		2,6%
Verschmutzer, vereister Verdampfer (im Kühlraum):	20%		2,0%
Verschmutzer Verflüssiger :	20%		3,0%
Schlechte Dichtungen:	nein		0,0%
Unnötig offene Türen bzw. Schubladen:	öfter		10,0%
Häufiges Befüllen mit warmen Speisen und Getränken:	ja		2,0%
Häufiges Einfrieren frischer Lebensmittel:	ja		5,0%
Beleuchtung häufig eingeschaltet bzw. ESL* als Dauerbeleuchtung:	ja		3,0%
			0,0%
*ESL = Energiesparlampe	Summe:		28%
Zusätzlicher Strombedarf durch Nutzereinflüsse:			1.634 kWh/a
Gesamt-Strombedarf (Ganzjahresnutzung):			7.910 kWh/a
Anpassung an Nutzungszeit:			
Anzahl der Betriebsmonate:			12,0 Monate
Gesamt-Jahresstrombedarf für Nutzungszeit:			7.910 kWh/a
Gesamt-Jahresstromkosten für Nutzungszeit:			1.028 €/a
Einsparung durch Wärmerückgewinnung f. Nutzungszeit:			0 €/a
Jährliche Wartungs- und Instandhaltungskosten:			600 €/a
Bestand - Gesamt-Betriebskosten pro Jahr:			1.628 €/a
Anmerkung: Energiesparlampe nicht für Tiefkühler geeignet (gegen LED austauschen)			
Datum:	02.09.2010	Berater:	Andreas Greml
Entwickelt von: Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung			

Abbildung 5.5: Excel-Beratungstool – Sonstiger Strombedarf, Nutzereinflüsse – Bestandsanlage

Neu/Adaptiert: Sonstiger Strombedarf - Nutzereinflüsse			
Kältecheck für Anlage:	Tiefkühler Küche	BJ: 1997	10,0 m ³ Rauminhalt
Energ. Kennwerte bei Durchschnittsnutzung: ohne Regelung, Beleuchtung, Rahmenheizung, el. Abtauerung			
Strombedarf Kälteanlage pro Jahr :			3.069 kWh/a
Strombedarf Kälteanlage pro 100 Liter und 24 h:			0,08 kWh/(100L.24h)
Sonstiger Strombedarf der Kälteanlage:			
El. Abtauerung u. Kondensatl.:	200 W	400 Std./a	80 kWh/a
Rahmenheizung:	20 W	8.760 Std./a	175 kWh/a
Beleuchtung:	7 W	700 Std./a	5 kWh/a
Stand-by Bedarf:	5 W	3.285 Std./a	16 kWh/a
	Sonstiger Strombedarf:	■ ■ ■ X	277 kWh/a
Nutzungs-einflüsse: (Zusätzlicher Strombedarf gegen Standardnutzung)			Angaben in %:
Je 1° C unter Solltemperatur im Kühlraum:		1 °C	1,3%
Verschmutzer, vereister Verdampfer (im Kühlraum):		0%	0,0%
Verschmutzer Verflüssiger :		0%	0,0%
Schlechte Dichtungen:		nein	0,0%
Unnötig offene Türen bzw. Schubladen:		selten	5,0%
Häufiges Befüllen mit warmen Speisen und Getränken:		nein	0,0%
Häufiges Einfrieren frischer Lebensmittel:		ja	5,0%
Beleuchtung häufig eingeschaltet bzw. ESL* als Dauerbeleuchtung:		nein	0,0%
			0,0%
*ESL = Energiesparlampe	Summe:	■ ■ ■ X	11%
Zusätzlicher Strombedarf durch Nutzereinflüsse:			347 kWh/a
Gesamt-Strombedarf (Ganzjahresnutzung):			3.692 kWh/a
Anpassung an Nutzungszeit:			
Anzahl der Betriebsmonate:			12,0 Monate
Gesamt-Jahresstrombedarf für Nutzungszeit:			3.692 kWh/a
Gesamt-Jahresstromkosten für Nutzungszeit:			480 €/a
Einsparung durch Wärmerückgewinnung f. Nutzungszeit:			279 €/a
Jährliche Wartungs- und Instandhaltungskosten:			400 €/a
Nach Adaptierung - Gesamt-Betriebskosten pro Jahr:			601 €/a
Einsparung gegenüber der bisherigen Anlage:			1.028 €/a
Anmerkung:			
Datum:	02.09.2010	Berater:	Andreas Greml
Entwickelt von: Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung			

Abbildung 5.6: Excel-Beratungstool – Sonstiger Strombedarf, Nutzereinflüsse – Adaptierte Anlage

5.1 Kühllogistik

Die Kühllogistik hat vorrangig Bedeutung für den Qualitätserhalt der Produkte (geschlossenen Kühlkette). Der Einfluss auf den Kühlenergiebedarf ist in diesem Zusammenhang eher sekundär.

5.1.1 Kühllogistik - Allgemeine Erläuterungen

Die Einlagerung der Waren sollte nach logistischen Gesichtspunkten erfolgen. Beginnend mit der Anlieferung über einen größeren Lagerbereich zu den einzelnen kleineren Kühlbereichen in der Nähe der unmittelbaren Verwendung (z. B. Küchenskühlraum, Kühlpulte in der Küche sowie die Kühlpulte im Bereich der Schank).

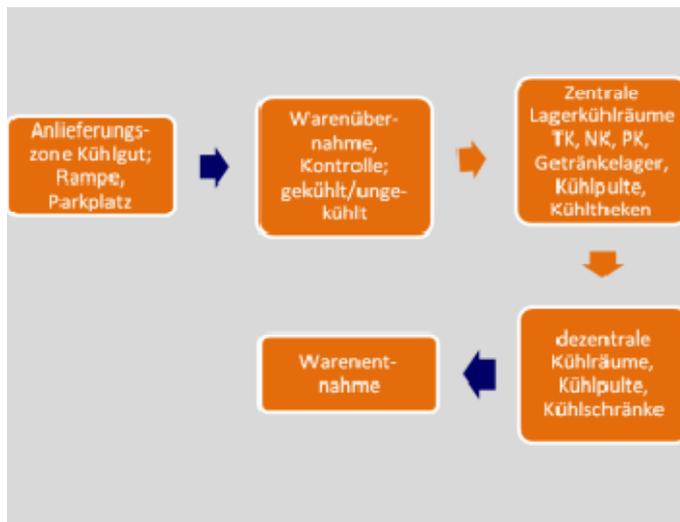


Abbildung 5.7: Anlieferungs- und Lagerlogistik

Qualitätskriterien Lagerlogistik:

- Zufahrts- und bei Bedarf Wendemöglichkeit für die Transporter
- Parkmöglichkeit im Eintrittsbereich des Objektes
- Bereich für die Übernahme und Kontrolle der Waren
- kurze Wege in den Kühlbereich
- keine Hindernisse wie Stiegen, Stufen
- befahrbar mit Transportrodel oder Hubwagen

Die Lage der Kühlbereiche wird großteils durch die unmittelbare Verwendung bestimmt, aber auch, und dies besonders in bestehenden Objekten, durch die örtlichen Gegebenheiten.

Qualitätskriterien Lage:

- leichte Erreichbarkeit der Waren
- Aufstellung in kühlerer Umgebung
- keine Wärmeeinflüsse durch angrenzende Geräte
- keine direkte Sonnenbestrahlung

Eine detaillierte Bewertung könnte nach folgender Systematik vorgenommen werden.

Teilbereich	sehr gut	verbesserungsfähig
Anlieferungszone für gekühlte Waren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bereich für Warenübernahme und Wareneingangskontrolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leicht erreichbare zentrale Lagerräume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dezentrale Lagerung, Warenverteilung auf einzelne Kühlräume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 5.8: Bewertung Kühllogistik

5.1.2 Kühllogistik im Excel-Kälte-Beratungstool

Beurteilung - Bestand:	😊		☹️	
Kühllogistik:	🟢	X	🔴	
Wärmedämmung:	🟢	X	🔴	Achtung: Bei Verbundanlagen wird
Rahmenbedingungen:	🟢	X	🔴	Gesamtanlage bewertet (Durchschnitt).
Kältetechnik:	🟢	🟡	X	
Nutzerverhalten:	🟢	🟡	X	
Wärmerückgewinnung (WRG):	🟢	🟡	X	70% d. Abwärme wären theor. möglich
Gesamtbeurteilung:	🟢	🟡	X	56% theor. el. Einsparpotenzial Neubau 47% theor. el. Einsparpotenzial Adaptierung

Abbildung 5.9: Kühllogistik im Excel-Kälte-Beratungstool

Da es sich bei der Kühllogistik um eine sehr subjektive Abschätzung handelt, wurde die aufgezeigte vertiefende Systematik nicht in das Excel-Tool aufgenommen. Es ist am Deckblatt nur die Einschätzung für die gesamte Kühllogistik händisch in das Tool einzutragen (großes X).

Resümee: Insbesondere bei gewachsenen Strukturen gibt es hier häufig Defizite bei der Kühllogistik, die nur mit größeren Umbauten lösbar sind.

Forderung: Der Kältelogistik sollte bei Um- und Neubauten durch eine frühzeitige Abstimmung zwischen Architekt, Hotelier (Küchenchef) und Kälteanlagenfirma ein größerer Stellenwert zugeordnet werden.

5.2 Wärmedämmung der Kühlräume:

Im Bereich der Wärmedämmung von Kühlräumen wurden in den letzten Jahren zwar Fortschritte sichtbar, dennoch hinken die Verbesserungen deutlich den technischen Möglichkeiten hinterher. Die Dämmstärken sind aus heutiger Sicht deutlich zu gering und wirtschaftlich suboptimal.

5.2.1 Dämmung – allgemeine Erläuterungen

Ein dem Passivhausstandard bei Gebäuden äquivalenter Dämm-Standard bei Kühlräumen fehlt derzeit noch. Die durchschnittlichen Dämmstärken betragen derzeit für Tiefkühler ca. 80-120 mm (meist Polyurethan - λ 0,025 W/mK). Dies entspricht einem U-Wert über 0,27 W/m²K. Durch die höhere Temperaturdifferenz und die längere Nutzungszeit ergibt sich daher ein vielfacher Wärmeverlust pro m² Kühlzellenwand gegenüber einer Außenwand (U-Wert maximal 0,15 W/m²K) eines Passivhauses. Vergleicht man die Wärme- bzw. Kälteverluste von 1 m² PH-Wand mit 1 m² Wand eines Tiefkühlers so ergeben sich folgende Verhältnisse:

Tabelle 5.1: Vergleich Wärmedämmung von Kühlräumen mit Passivhaus

	PH-Haus Wand	Wand - Normalkühler/Pluskühler	Tiefkühlzellenwand
U-Wert der Wand	max. 0,15 W/m ² K	ca. 0,32 (75 mm PU)	ca. 0,24 W/m ² K (100 mm PU)
Durchschnittliche Temperaturdifferenz	ca. 17°C	16°C bis 20°C	ca. 38°C
Einsatzdauer	Winterhalbjahr ca. 205 Tage	Jahr abzüglich Betriebsferien 335 Tage	Gesamtes Jahr 365 Tage
Heizgradtage bzw. Kühlgradtage	3.500 HGT	5.360 bis 6.700 KGT	13.870 KGT
Faktor Einsatzbedingungen	1	1,5 – 1,9	4
Wärme- bzw. Kälteverlust pro m ² Wandfläche	ca. 12,6 kWh/m ² a	ca. 41 – 51 kWh/m ² a	ca. 79 kWh/m ² a
Faktor Verluste	1	3,2 - 4,0	6,2

Man sieht daraus, dass die Tiefkühlzelle mit 13.870 Kühlgradtagen (365 Tage mit einer Temperaturdifferenz von 38°C) gegenüber der Gebäudewand mit ca. 3.500 Heizgradtagen (205 Tage mit einer Temperaturdifferenz von 17°C) die fast 4fach strengeren Einsatzbedingungen hat. Durch die gegenüber dem PH-Standard von Gebäuden meist doppelt so hohen U-Werte der Tiefkühlzellenwand kommt es dazu, dass die Tiefkühlwand ca. 6 mal mehr Kälte verliert als die PH-Wand eines Gebäudes an Wärme. Wenn man zudem bedenkt, dass es wesentlich aufwändiger ist Kälte als Wärme bereitzustellen, ist dieser Umstand noch bemerkenswerter. Aus energetischer Sicht wäre daher eine deutlich höhere Dämmstärke bei den Kühlzellen notwendig. Sie müssten zumindest im Bereich einer PH-Wand liegen. Aufgrund der 1,5 bis 4 mal ungünstigeren Randbedingungen eigentlich noch deutlich besser. Eine noch praktikable Mindestdämmstärke für Kühlräume würden 200 mm Polyurethandämmung entsprechen (bedeutet U-Wert kleiner 0,125 W/m²K). Mit der heute schon verfügbaren Vakuumdämmtechnologie wäre ein äquivalenter Dämmstandard aber auch mit deutlich geringen Wandstärken verfügbar. So entsprechen 3 cm Vakuumdämmung ebenfalls einem U-Wert unter 0,125 W/m²K. Zielwert für die Wärmedämmung von Kühlräumen sollte eigentlich ein U-Werte unter 0,1 W/m²K sein. Genaugenommen wäre eine Tiefkühlzellenwand erst bei einem U-Wert unter 0,04 W/m²K der Wand des Passivhausstandards von Gebäuden äquivalent.

Die Wahl der Dicke hängt direkt mit der Temperaturdifferenz zwischen Kühlraum und Umgebung ab. Zur Vermeidung unnötigen Energiebedarfes werden in der VDI 2055:2006 für neu zu errichtende Zellen folgende Mindestwerte vorgegeben:

- PK 100 mm (für Pulte, Schubladen)
- NK/PK 100 mm Zellen
- TK 120 mm Zellen

Bei den Pulten ist aus Platzgründen eine Dämmung von 100 mm eher unrealistisch (Standard liegt bei 40 mm), hier wäre die Vakuumdämmung die richtige Lösung zur Erreichung einer äquivalenten Dämmstärke. Die Empfehlungen der VDI 2055:2006 für Mindest-Dämmstärken im Zellenbereich sind aus heutiger Sicht zu niedrig. Die Vorgaben der VDI bilden aber recht gut den derzeit eingesetzten Standard bei Zellen ab.

Der Energiebedarf von Kühlzellen, berechnet mit Kühlraum Professional 4.3.0.8, Hotgenroth Software GmbH & Co KG, ETU Software GmbH, Köln, jeweils am Beispiel einer Zelle mit Außenmaßen 3000 x 2700 x 2450 mm mit verschiedenen Dämmstärken (Wärmeleitfähigkeitsgruppe 0,25 nach DIN 4108 = 0,25 W/mK):

Tabelle 5.2: Annahmen und Variationen für Berechnung

	TK 100 / 200 mm	NK 80 / 100 / 160 mm	PK 80 / 100 / 160 mm
Raumtemperatur in °C	-18	+2	+6
Abtauleistung in W	1460 / 1220	1460 / 1460 / 1340	
Abtauzeit in h/d	1	1	0
Umgebungstemperatur in °C	+25	+25	+25
Begehungszeit in h/d	2	4	6
Luftwechsel in 1/h	1,4 / 1,6	0,7 / 0,7 / 0,8	0,7 / 0,7 / 0,8
Personen	1	1	
Ventilatorleistung in W	110 / 80	110 / 110 / 100	110 / 110 / 100
Beleuchtung in W	60	60	60
Wareneinlagerung*	16 kg/d/m ³ Schweinefleisch gefroren mit -12°C	16 kg/d/m ³ Schweinefleisch frisch mit +8°C	16 kg/d/m ³ Schweinefleisch frisch mit +12°C

*In die PK-Zelle mit +6°C wird der Vergleichbarkeit wegen ebenfalls Schweinefleisch frisch eingelagert.

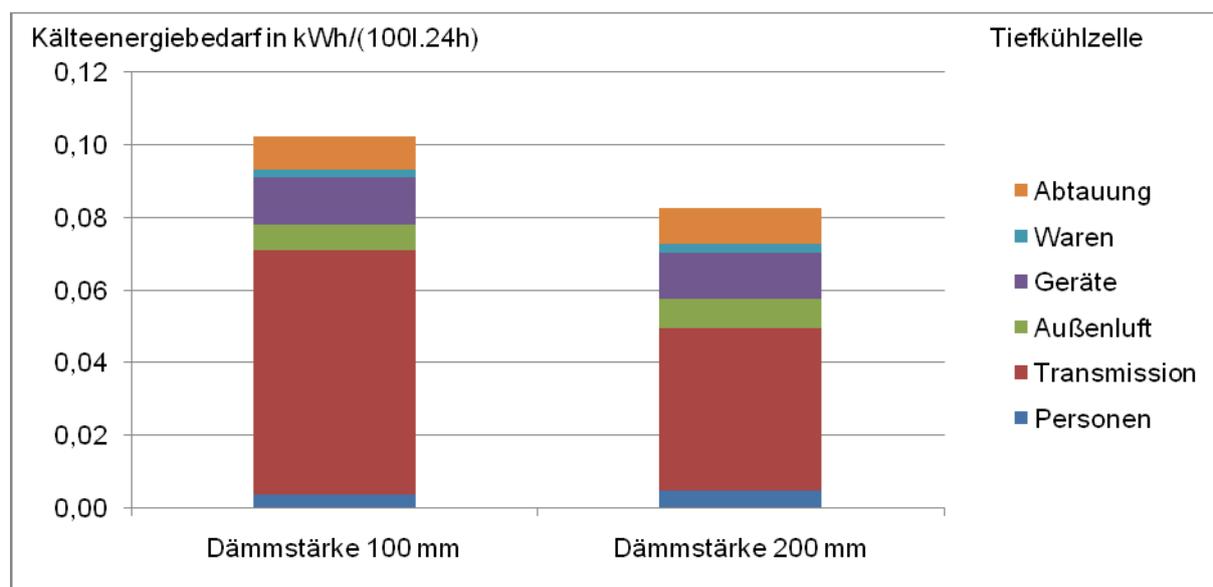


Abbildung 5.10: Tagesenergiebedarf einer TK-Zelle pro 100 Liter und Tag bei verschiedenen Dämmstärken in kWh/(100l.24h) (Berechnet mit Kühlraum Professional 4.3.0.8)

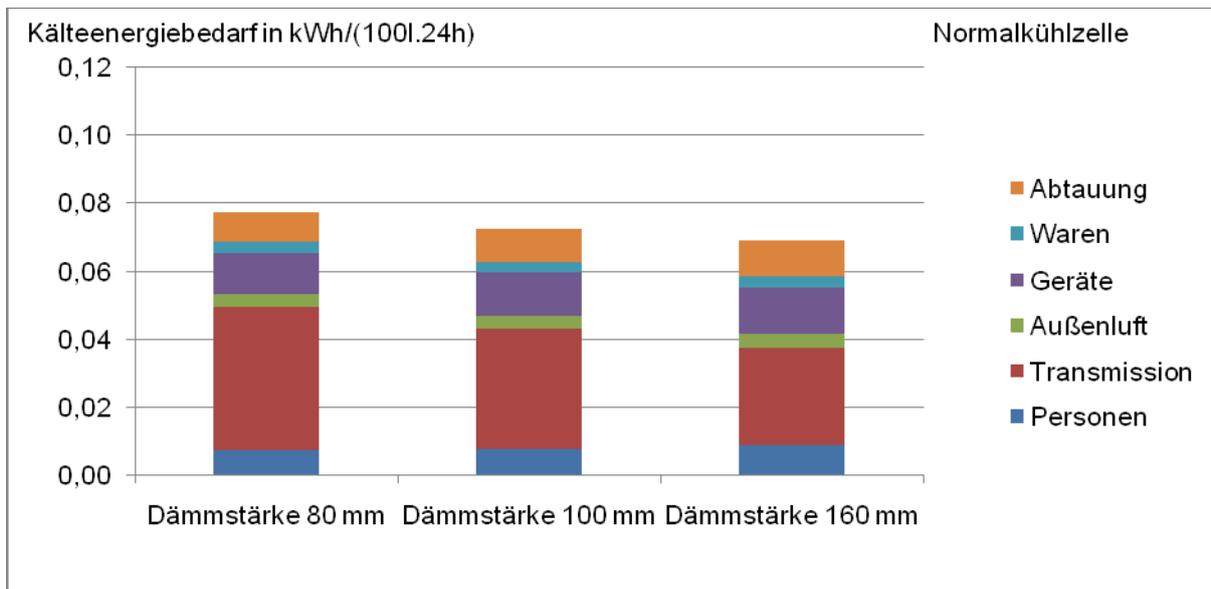


Abbildung 5.11: Tagesenergiebedarf einer NK-Zelle pro 100 Liter und Tag bei verschiedenen Dämmstärken in kWh/(100l.24h) (Berechnet mit Kühlraum Professional 4.3.0.8)

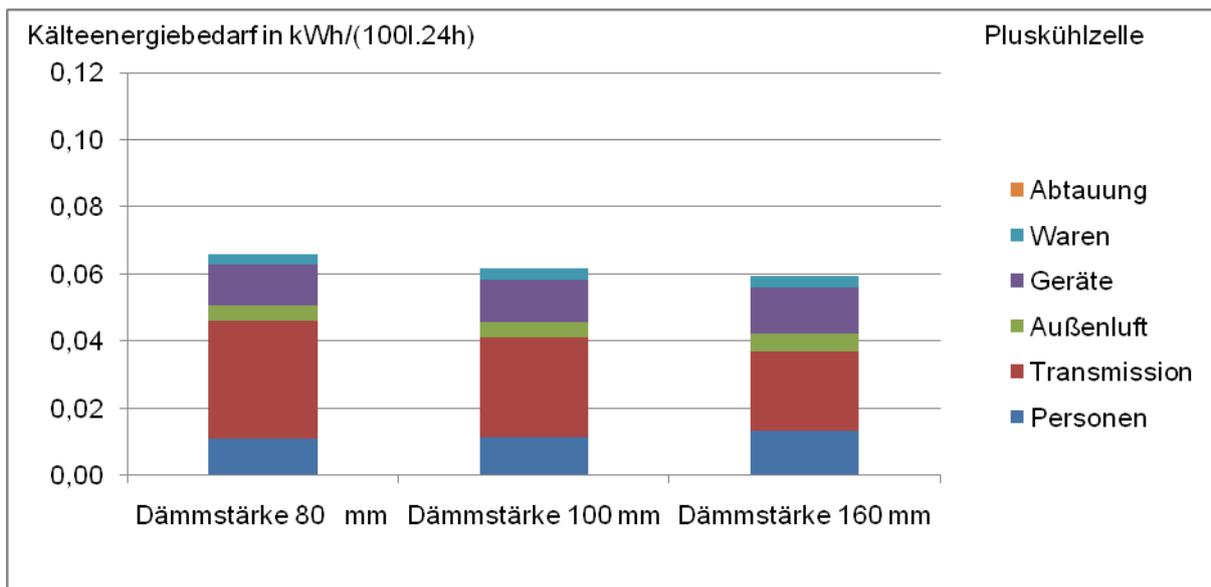


Abbildung 5.12: Tagesenergiebedarf einer PK-Zelle pro 100 Liter und Tag bei verschiedenen Dämmstärken in kWh/(100l.24h) (Berechnet mit Kühlraum Professional 4.3.0.8)

Hinweis: Unter „Geräte“ wird in den Grafiken der Strombedarf der Nebenaggregate (Beleuchtung, Ventilatoren,...) verstanden.

5.2.2 Dämmung im Excel-Kälte-Beratungstool

Innenmaße:		Solltemperatur des Kühlraumes:			-18 °C	
Länge	2,40 m	Höhe	2,20 m	Kältemittel:	R404A	
Breite	1,90 m			Kühlraum, -pult:	Kühlraum	
Erhöhte Kälteleistung aufgrund suboptimaler Dämmung u. Rahmenbedingungen:						
- Wärmedämmung: (gegenüber 200 mm PU bei TK bzw. 160 mm bei NK und PK)						
Seitenwände:	160 mm	0,025 W/mK	■	X	■	24,2%
Bodenbereich:	160 mm	0,025 W/mK	■	X	■	24,2%
Decke:	160 mm	0,025 W/mK	■	X	■	24,2%
Tür:	160 mm	0,025 W/mK	■	X	■	24,2%
erhöhte Transmissionsverluste (gewichteter Schnitt):					24%	
Erhöhung Kälteleistung/Energiebedarf (Dämmung):					+ 12%	

Abbildung 5.13: Dämmung im Excel-Kälte-Beratungstool

Im Tool wird bei einem Tiefkühler die Dämmung mit 200 mm und beim Plus- und Normalkühler mit 160 mm Dämmung der Wärmeleitklasse 025 angesetzt und damit die tatsächliche Dämmung verglichen.

Einteilung Transmissionsverluste:

- Bei Einhaltung der empfohlenen Dämmstärke
- Erhöhung Transmissionsverluste bis 50 %
- Erhöhung Transmissionsverluste über 50 %

Der gewichtete Schnitt der Erhöhung der Transmissionsverluste wird aus den eingegebenen Größen für Breite, Länge und Höhe und einer handelsüblichen Türfläche von 2 m² errechnet.

Da die Erhöhung des Energiebedarfes im Bereich Wärmedämmung gleich der Erhöhung der Kälteleistung ist, werden diese in einer gemeinsamen Zeile angeführt.

Die Erhöhung der gesamten Kälteleistung ist aufgrund der sonstigen Verluste (Lüftungsverluste, Waren, Personen,..) nicht gleich der Erhöhung der Transmissionsverluste. Sie wird abhängig von der Temperatur des Kühlraumes und der zusätzlichen Transmissionsverluste berechnet. Basis der Ausgleichsgerade ist die folgende Erhöhung der Kälteleistung bei Veränderung der Dämmstärke:

Tabelle 5.3: Erhöhung der Kälteleistung bei reduzierter Dämmung

Zelle 3000 x 2700 x 2450	Dämmung	Erhöhung der Kälteleistung
TK	100 statt 200 mm	49 %
NK	80 statt 160 mm	37 %

PK	80 statt 160 mm	35 %
----	-----------------	------

Einteilung Kälteleistung:

- Bis +10 %
- Bis +30 %
- Über +30 %

Bestehende Anlagen befinden sich hier daher meist im orangen bzw. roten Bereich.

Resümee: Die Wärmedämmung als Voraussetzung für effiziente Kälteanwendungen ist derzeit nicht ausreichend in den Köpfen verankert. Gegenüber dem Gebäudebereich hinkt die Kältebranche in diesem Bereich ca. 20 Jahre hinterher. Zu dieser Zeit war die Optimierung des Heizenergieverbrauches bei Gebäuden ebenfalls meist auf die Heiztechnik beschränkt und die Wärmedämmung wurde oft vernachlässigt.

Forderung: Genauso wie es für Gebäude Mindest-Dämmstandards gibt, sollten es auch Mindest-Dämmstandards zumindest für (größere) Kühlräume geben. Vorschlag: Mindest-Dämmstärke neuer Kühlzellen:

- Tiefkühler: U-Wert $< 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Mind. 16 cm Polyurethandämmung (Lambda $0,025 \text{ W/mK}$) bzw. 5 cm Vakuumdämmung mit Lambda $0,008 \text{ W/mK}$); Zielwert 20 cm PU bzw. 6 cm Vakuumdämmung
- Normalkühler/Pluskühler: U-Wert $< 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Mind. 12 cm Polyurethandämmung Lambda $0,025 \text{ W/mK}$) bzw. 4 cm Vakuumdämmung mit Lambda $0,008 \text{ W/mK}$); Zielwert 16 cm PU bzw. 5 cm Vakuumdämmung

Für Kühlpulte, Schubladen, Saladetten, etc. ist unter den gegebenen optischen Ansprüchen und Platzverhältnissen nur mit einer Vakuumdämmung ein vernünftiger Dämmstandard zu erreichen.

- Kühlpulte, Schubladen: U-Wert $< 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Mind. 4 cm Vakuumdämmung Lambda $0,008 \text{ W/mK}$); Zielwert 5 cm Vakuumdämmung.

Diese Forderung könnte natürlich auch indirekt durch maximal zulässige spezifische Stromverbräuche von Kälteanlagen erreicht werden. Bei individuell konfektionierten Anlagen ist eine Kontrolle der Dämmstärke ist aber wesentlich einfacher und sollte wie bei Gebäuden ein Teil der Anforderungshierarchie sein. Auch beim Gebäude gibt es Vorschriften für maximale U-Werte von einzelnen Bauteilen und maximale spezifische Verbrauchswerte.

5.3 Rahmenbedingungen für die Kälteanlage

Wie die Wärmedämmung von Kühlbereichen wird auch der Einfluss der Rahmenbedingungen auf Kälteanlagen sehr oft unterschätzt.

Wesentliche Parameter der Rahmenbedingungen sind:

1. Temperatur im Umfeld der Kühlanwendung
2. Vorkühler bei Tiefkühlräumen
3. Wärmebereich direkt neben Kältebereich
4. Sonnenstrahlung auf Kühlanwendung
5. Umgebungstemperatur beim Verflüssiger (Temperatur Kühlmedium)
6. Sonnenstrahlung auf Verflüssiger

5.3.1 Rahmenbedingungen – allgemeine Erläuterungen

5.3.1.1 Umgebungstemperatur Kühleinheit/Zelle/Pult

Durch die Erhöhung der Umgebungstemperatur wird der Kühlbereich in zwei Punkten beeinflusst. Einerseits wird über die Wände etc. eine erhöhte Wärmeenergie in den Kühlbereich eingebracht und andererseits strömt durch Fugen und besonders beim Türöffnen warme Luft ein. Der Energieeintrag über die Wände etc. spielt in der Regel bei großen Dämmstärken eine geringere Rolle, der Wärmeeintrag über den Luftaustausch hängt von der Bedienungsfrequenz und der Qualität der Dichtheit ab.

Abschätzung des Einflusses: Es wurden jeweils eine TK, NK, PK-Zelle sowie ein Kühlpult, ausgehend von einer Umgebungstemperatur von 25°C, berechnet²⁷. Die Kälteleistung erhöht sich bei einer Umgebungs-Temperaturerhöhung von 1 K um ca. 1,5 % bei TK-Zellen und bis zu 3 % bei Pluskühlung. Bei Kühlpulten beträgt die Erhöhung etwa 6 %. Dieser Einfluss wird schon bei der Auslegung der Kälteanlage berücksichtigt, wobei der Planer eine erhöhte Umgebungstemperatur einbezieht und somit zu erhöhten Kälteleistungen gelangt.

Vergleichswerte: Für diesen Einfluss auf den Energiebedarf wurden in der Literatur keine Vergleichswerte gefunden.

5.3.1.2 Vorkühtraum

Vielfach wird einem Tiefkühlraum ein Normalkühlraum vorgesetzt. Der Vorteil darin liegt in der niedrigen Angrenztemperatur der Türseite und im geringeren Warmlufteintrag.

²⁷ Berechnung mit Kühlraum Professional 4.3.0.8, Hotgenroth Software GmbH & Co KG, ETU Software GmbH, Köln

Berechnung des Einflusses: Es wird ein TK-Raum angenommen, an dessen Türseite ein Vorkühlraum mit einer Raumtemperatur von $+2^{\circ}\text{C}$ positioniert ist. Damit ist die gesamte Türseite einer Angrenztemperatur von $+2^{\circ}\text{C}$ ausgesetzt. Ebenso wird die Luftabkühlung von einer Temperatur von $+2^{\circ}\text{C}$ und nicht von der Umgebungstemperatur berechnet. Die Erhöhung des Energiebedarfes für einen TK-Raum ohne Vorkühlraum beträgt ca. 5 %.

Vergleichswerte: Für diesen Einfluss auf den Energiebedarf wurden in der Literatur keine Vergleichswerte gefunden.

5.3.1.3 Wärmequelle direkt beim Kühlbereich

Die Einflussgröße einer Wärmequelle in der Nähe einer Kühleinrichtung ist im Wesentlichen für Kühlpulte zu beachten. Hier konnten in einigen Betrieben ungünstige Positionierungen identifiziert werden, wie z. B. ein Kühlpult direkt unter einem Pizzaofen, dessen Oberflächentemperatur die Auflagefläche thermisch beeinflusst. Allgemein tritt dieses Problem eher in Küchenbereichen auf, wo Koch- und Backgeräte in unmittelbarer Umgebung des Kühlbereiches liegen.

Abschätzung des Einflusses: Es wurden jeweils eine TK, NK, PK-Zelle sowie ein Kühlpult berechnet²⁸, ausgehend von einer Umgebungstemperatur von 25°C . Dabei gilt die Annahme, dass die Decke einer erhöhten Temperatur und als weiteren Fall, die Decke sowie 2 Seitenflächen einer erhöhten Temperatur ausgesetzt sind.

Grob kann für die Leistungserhöhung bis 30 % veranschlagt werden. Als energieeffektiv wurden 6 Stunden pro Tag angenommen. Je geringer die Wärmedämmung, desto höher ist dieser Einfluss. Die Energieerhöhung beträgt daraus abgeleitet ca. 1 - 7 %.

Vergleichswerte: Für diesen Einfluss auf den Energiebedarf wurden in der Literatur keine Vergleichswerte gefunden.

5.3.1.4 Direkte Sonnenstrahlung auf das Kühlgerät/Kühlraum

Sonneneinstrahlung auf Pulte oder Zellen stellt im Tourismus eine untergeordnete Einflussgröße dar. Häufiger trifft dies auf Präsentationskühlmöbel zu, die teilweise längeren Zeitabschnitten der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Dazu zählen insbesondere Eistruhen oder Kuchenvitrinen. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass aus Qualitätsgründen direkte Strahlung vermieden wird.

²⁸ Berechnung mit Kühlraum Professional 4.3.0.8, Hotgenroth Software GmbH & Co KG, ETU Software GmbH, Köln

Abschätzung des Einflusses: Es wurden jeweils eine TK, NK, PK-Zelle sowie ein Kühlpult berechnet²⁹, ausgehend von einer Umgebungstemperatur von 25°C. Dabei gilt die Annahme, dass die Decke einer erhöhten Temperatur und als weiteren Fall, die Decke sowie 2 Seitenflächen einer erhöhten Temperatur ausgesetzt sind. In einer Abschätzung kann die Leistungserhöhung bis zu 30 % betragen. Die Einwirkzeit der Sonnenstrahlung wird mit 3 Stunden/Tag angenommen. Je geringer die Wärmedämmung, desto höher ist dieser Einfluss. Die Energieerhöhung kann mit ca. 1 - 4 % für geschlossene, nicht transparente Kühlmöbel, Pulte oder Zellen angenommen werden.

Vergleichswerte: Für diesen Einfluss auf den Energiebedarf wurden in der Literatur keine Vergleichswerte gefunden.

5.3.1.5 Umgebungstemperatur Verflüssiger

Starke Auswirkungen zeigen sich insbesondere bei luftgekühlten Verflüssigern im Innenbereich. Die Jahresmitteltemperatur der Tiroler Bezirkshauptstädte liegt bei ca. 7,5°C. Da Verflüssiger, welche dem Außenklima ausgesetzt sind, weitgehend geschützt, z. B. in Nischen oder Garagen, montiert werden, wird von einer durchschnittlichen Umgebungstemperatur der Außenluft von + 10°C ausgegangen. Bei wassergekühlten Anlagen ergibt sich bei einer Frischwasser bzw. Grundwasserkühlung eine weitgehend konstante Kühlmediumtemperatur für den Verflüssiger. Sie liegt bei Grundwasser bei ca. 8-12°C sodass auch hier von einer Durchschnittstemperatur von 10°C ausgegangen werden kann.

Abschätzung des Einflusses: Von der Anlage aus gesehen, braucht das Expansionsventil einen bestimmten Druckabfall für eine gute Regelung. Wenn die unterschiedlichen Druckniveaus der TK- und NK-Kühlung auf der Niederdruckseite zu Grunde gelegt werden, dazu der erforderliche Druckabfall für das thermostatische Expansionsventil gerechnet wird, ergibt sich für R134a-Anlagen eine höhere, für R404A/R507A-Anlagen eine niedrigere Mindest-Verflüssigungstemperatur. Allgemein betrachtet wird hier die Verflüssigungstemperatur von +25°C als gemeinsame Mindestverflüssigungstemperatur angenommen. Damit ergibt sich eine mittlere Umgebungstemperatur von +17°C als ausreichende Umgebungstemperatur für luftgekühlte Anlagen, um eine Verflüssigungstemperatur von 25°C sicher einhalten zu können. Tiefere Umgebungstemperaturen stellen aufgrund der Regelstrategie oft keinen wesentlichen Vorteil dar, wenn die Verflüssigungstemperatur aufgrund des thermostatischen Expansionsventiles

²⁹ Berechnung mit Kühlraum Professional 4.3.0.8, Hotgenroth Software GmbH & Co KG, ETU Software GmbH, Köln

mit 25°C als fixe Größe angesehen wird. Höhere Umgebungstemperaturen führen zu einem Mehrverbrauch. Bei Anlagen mit Wärmerückgewinnung ergeben sich durch das Zusammenspiel von Wasser- und Luftkühlung sehr ähnliche Verhältnisse, da bei höheren Temperaturen im Wasserkühler der Luftkühler nachgeschaltet wird. Entscheidend ist die eingestellte Regelstrategie – maximale Wärmerückgewinnung (höhere Verflüssigungstemperatur) oder minimaler Strombedarf (geringstmögliche Verflüssigungstemperatur). Grundsätzlich sollte an sich das Ziel minimaler Strombedarf, d.h. möglichst geringe Verflüssigungstemperatur gewählt werden.

Eine Erhöhung der Außentemperatur wirkt sich direkt auf die Erhöhung der Verflüssigungstemperatur aus. Deswegen kann hier eine Erhöhung der erforderlichen elektrischen Leistung je 1°C Temperaturerhöhung von ca. 1,5 % bei R134a und bis zu 3,0 % bei R404A/R507A-Anlagen angenommen werden. Als Mittelwert wurde 2 % angesetzt.

Vergleichswerte: In der Literatur wurde ein Vergleichswerte von 3%³⁰ gefunden. Im Projekt wurden einige Anlagen nachgerechnet, wobei die Größenordnung der Einsparung wie vorhin dargestellt im Mittel bei 2 % lag.

5.3.1.6 Direkte Sonnenstrahlung auf den Verflüssiger

Die Beeinflussung der Kälteanlage durch die Sonneneinstrahlung auf den Verflüssiger spielt nur bei Anlagen mit Luftkühlung eine Rolle. Wenn der Verflüssiger der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt wird, erhöht sich einerseits im Umfeld die Umgebungsluft und andererseits die Oberflächentemperatur des Verflüssigers. Wegen der vielschichtigen Einflüsse auf die tatsächlichen Verhältnisse wurde hier nur eine grobe Abschätzung vorgenommen. Es wird angenommen, dass die Oberflächentemperaturen des Verflüssigergehäuses ansteigen und die Umgebungsluft durch diese erhöhte Temperatur sowie den örtlichen Gegebenheiten durch die Beeinflussung auf Dächern und an Wänden ebenfalls erwärmt wird.

Abschätzung des Einflusses: Unter der Annahme, dass die Verflüssigungstemperatur unter dieser Situation auf 50°C bis 55°C steigt, ergibt sich dadurch eine Erhöhung der elektrischen Leistung von ca. 50 bis 60 %. Die Energiebedarfserhöhung wird aufgrund der begrenzten Zeit des Einflusses auf 10 % geschätzt.

Vergleichswerte: Für diesen Einfluss auf den Energiebedarf wurden in der Literatur keine Vergleichswerte gefunden.

³⁰ Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S.13

5.3.2 Rahmenbedingungen im Excel-Kälte-Beratungstool

- Rahmenbedingungen: (Leistungserhöhung gegenüber Standardbedingungen)				
Umgeb. Temp. Kühleinheit:	je 1°C über 22°C: 1,5% - 3%/1°C	22 °C		0,0%
Eingang Tiefkühler über (diesen) Kühlraum:	-5%	nein		0,0%
Wärmequelle direkt bei Kühlbereich (z.B. Backofen):	+ 5 - 30%	keine		0,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf Kühlgerät/Kühlraum:	+7 - 30%	keine		0,0%
Umgeb. Temp. beim Verflüssiger:	je 1°C über 17°C: 1,5 - 3%/1°C	17 °C		0,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf den Verflüssiger:	30% - 50%	keine		0,0%
Erhöhung der Kälteleistung (Rahmenbedingungen):		X	■	0%
Erhöhung des Energiebedarfes (Rahmenbedingungen):		X	■	0%
Erhöhung Energiebedarf (Dämmung und Rahmenbedingungen.):				+ 12%

Abbildung 5.14: Rahmenbedingungen im Excel-Kälte-Beratungstool

Bei den Rahmenbedingungen wird zuerst deren Einfluss auf die Leistungserhöhung ermittelt und dann die Erhöhung des Energiebedarfes errechnet. Leistungs- und Energiebedarfserhöhung sind bei nur zeitweise auftretenden Einflüssen wie z.B. Sonnenstrahlung oder externen Wärmequellen nicht gleich groß. Deshalb sind Leistungs- und Energiebedarfssteigerung getrennt ausgewiesen. Dadurch kann man auch erkennen, dass manche Einflüsse zwar einen hohen Einfluss auf die Leistung, aber nur eine geringere Auswirkung auf den Energiebedarf haben.

Gewählte % Sätze für die Leistungserhöhung durch schlechte Rahmenbedingungen im Excel Tool:

- Je 1°C höhere Umgebungstemperatur gegenüber 22°C Raumtemperatur: +2,0 % (Eingabe der Umgebungstemperatur)
- Wenn Eingang zum Tiefkühler über einen Vorkühlraum erfolgt, oder wenn der Raum als Vorkühlraum für einen Tiefkühler dient: 5 % (Eingabe: ja oder nein)
- Wärmequelle direkt beim Kühlbereich: 0 % für „keine“; +10 % für „gering“; +20 % für „mittel“; + 30 % für „stark“
- Je 1°C höhere Umgebungstemperatur beim Verflüssiger bzw. Kühlmediumtemperatur gegenüber 17°C: +2,0 % (Eingabe der Umgebungstemperatur bzw. der Kühlmediumtemperatur) gegenüber 17°C
- Direkte Sonneneinstrahlung auf den Verflüssiger: 0 % für „keine“; +30 % für „gering“; +40 % für „mittel“; + 50 % für „stark“

Die Erhöhung des Energiebedarfes ist bei den Bereichen Umgebungstemperatur, Eingang zum Tiefkühler über Vorraum und Umgebungstemperatur beim Verflüssiger proportional der Leistung angesetzt. Die Leistungssteigerung bei der direkten Sonneneinstrahlung auf das Kühlgerät bzw. den Verflüssiger wurden um die Faktoren 10 und die Wärmequelle beim Kühlbereich um den Faktor 5 reduziert, da diese Umstände nur zeitweise eintreten und daher den Energiebedarf entsprechend abgemindert steigern.

Einteilung Erhöhung Kälteleistung bzw. Energiebedarf durch nicht optimale Rahmenbedingungen:

- Bis +10 %
- Bis +35 %
- Über +35 %

Resümee: Rahmenbedingungen von Kälteanlagen werden vielfach nicht in Frage gestellt bzw. optimiert.

Forderung: Stärkere Bedachtnahme und vor allem Hinterfragung der Rahmenbedingungen durch den Kälteanlagenbauer. Aufzeigen der laufenden Mehrkosten durch schlechte Rahmenbedingungen durch Energieberater und Kälteanlagenbauer.

5.4 Anlagentechnik

Die Anlagentechnik ist derjenige Bereich auf den bei der Optimierung von Kälteanwendungen bisher am meisten geachtet wurde. Wärmedämmung und die Rahmenbedingungen wurden wie schon erwähnt oft als gegeben und nicht veränderbar betrachtet.

Dennoch ergibt sich auch bei der Anlagentechnik eine deutliche Überalterung. Die meisten Kühlgeräte sind deutlich über 10 Jahre alt. Teilweise laufen auch noch Geräte mit Kältemitteln die heute gar nicht mehr in Verkehr gebracht werden dürften (meist R 12). Die gewachsenen Strukturen der Kältetechnik mit vielen dezentralen Geräten verhindert zudem die Optimierung, da durch den sukzessiven Ersatz der Einzelgeräte eine umfassende Lösung mit einer Verbundanlage mit optimalen technischen Möglichkeiten (Drehzahlregelung Verdichter, elektronisches Expansionsventil,..) und der Möglichkeit der Wärmerückgewinnung meist verspielt wird.

5.4.1 Kältetechnik – allgemeine Erläuterungen

5.4.1.1 Optimales Kältemittel

Verschiedene Kältemittel sind für verschiedene Kältebereiche optimal geeignet. Im Wesentlichen haben sich in der Hotellerie die Kältemittel R134a und R404A bzw. R507A durchgesetzt. R134a wird für den Plus- und Normalkühlbereich verwendet. R404A bzw. R507A insbesondere für Tiefkühlung. Bei R134a tritt ein deutlicher spezifischer Leistungsverlust (ca. 10 %) unter -15°C auf. Werden R404A bzw. R507A im Pluskühlbereich verwendet, sind die negativen Auswirkungen insbesondere bei größeren Anlagen nicht so gravierend. Aufgrund des 1,6-fach geringeren Hubvolumenstromes je kW Kälteleistung gegenüber R134a ergeben sich bei Großanlagen Investitionskostenvorteile für R404A bzw. R507A Anlagen. Für Kleinanlagen ergibt sich ein Nachteil von ca. 10 %.

Abschätzung des Einflusses: Die Verwendung von R134a im Tiefkühlbereich bzw. die Verwendung von R404A/R507A im Pluskühlbereich wird daher mit einem Mehrbedarf von 10 % geschätzt (Kleinanlagen).

Vergleichswerte: Für diesen Einfluss auf den Energiebedarf wurde in der Literatur³¹ ein Wert von 10 % gefunden, der jedoch nur allgemein beschrieben wird und auf die einzelnen Kältemittel nicht eingeht.

³¹ Austrian Energy Agency, Energieeffizienz in Kälteanlagen, Beraterinformation klima:aktiv Programm energieeffiziente Betriebe, 27. Juni 2007, S. 30

5.4.1.2 Temperaturdifferenz Verdampfung – Lufteintritt DT1

Die Festlegung der Verdampfungs- und Verflüssigungstemperatur ist eine der wesentlichen Aufgaben bei der Planung einer Kälteanlage. Ausgehend von der Kühlaufgabe und den zu kühlenden Waren wird die Temperatur des Kühlbereiches festgelegt. Die Luft im Kühlbereich wird vom Verdampfer angesaugt und dort abgekühlt. Als Kriterium gilt die Differenz DT1 der Lufteintrittstemperatur in den Kühler und der Verdampfungstemperatur. Je geringer DT1, desto effizienter arbeitet die Anlage. Zu beachten ist, dass sich DT1 nach Eurovent (Eurovent Certification zertifiziert die Leistungsangaben der Produkte für Luft- und Kältetechnik nach den europäischen und internationalen Standards.) von der bisherigen Leistungsangabe TD unterscheidet. Bei TD bezog sich die Temperaturdifferenz auf die mittlere Kühlraumtemperatur (RT) und nun bei DT1 auf die Temperatur beim Lufteintritt in den Verdampfer (tL1). Die Temperaturdifferenz DT1 ist daher um ca. 2 K höher als die bisherige Temperaturdifferenz TD.

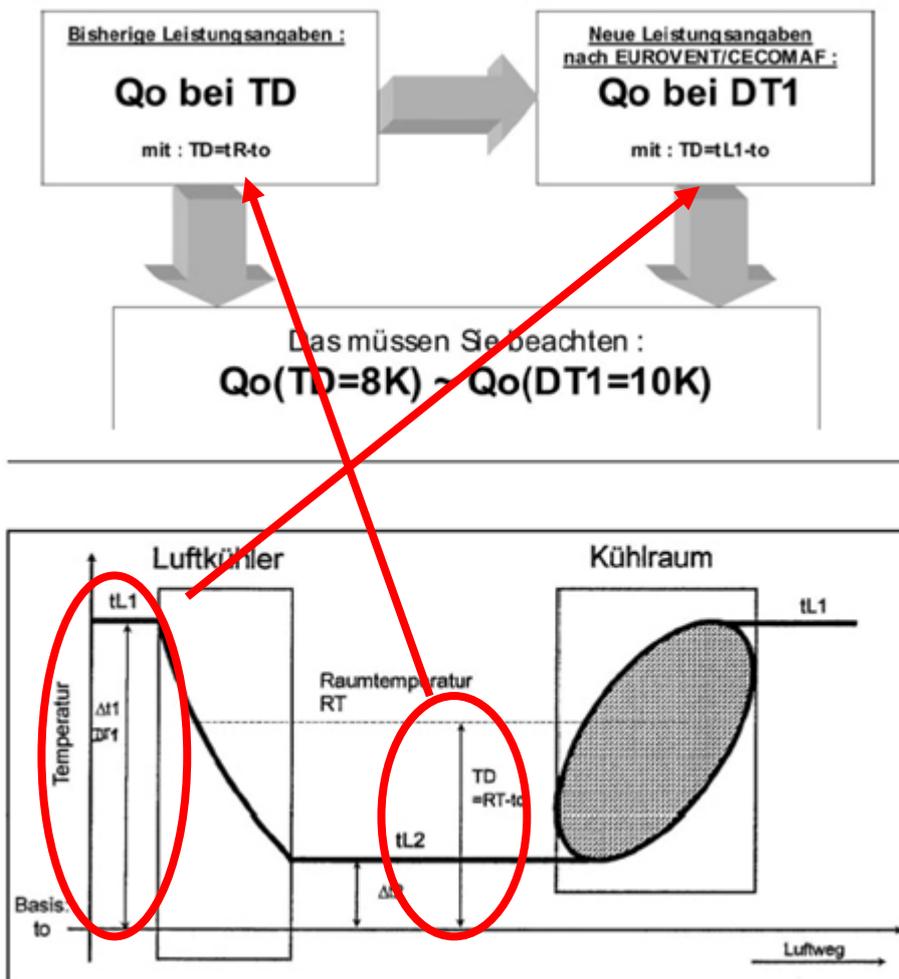


Abbildung 5.15: Unterscheidung der Temperaturdifferenzen am Verdampfer: DT1 und TD³² (Quelle: GEA)

³² Schiessl Kältekatalog 2008, A13

Die untere Grenze dieser Differenz bestimmt das Expansionsventil. Bei den üblicherweise eingesetzten thermostatischen Expansionsventilen sollte die Überhitzung (Kältemitteltemperatur am Verdampferende minus Verdampfungstemperatur) ca. $0,65 \times DT1$ betragen.

Abschätzung des Einflusses: Die Raumtemperatur und deren Schaltpunkte werden als Konstante betrachtet, wodurch die Verdampfungstemperatur variabel ist. Eine Erhöhung der Temperaturdifferenz ist gleichbedeutend der Senkung der Verdampfungstemperatur. Je 1 K größere Differenz von $DT1$ erhöht den Energiebedarf um ca. 1,5 % bis 3 %, im Mittel um 2 %.

Vergleichswerte: Für diesen Einfluss wurden in der Literatur unter Annahme der Senkung der Verdampfungstemperatur je 1°C Werte von 1 – 2 %³³ und 3 %³⁴ sowie 3 – 4 %³⁵ gefunden.

³³ Austrian Energy Agency, Energieeffizienz in Kälteanlagen, Beraterinformation klima:aktiv Programm energieeffiziente Betriebe, 27. Juni 2007, S. 9

³⁴ Jörn Schwarz, Arbeitsgemeinschaft Kälte, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen, Berlin, 26. März 2009 Vortragsunterlagen Blatt 8

³⁵ Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 13

5.4.1.3 Temperaturdifferenz Verflüssigung - Kühlmedium

Die Verflüssigungstemperatur sollte so niedrig wie möglich sein. Als Kühlmedien bieten sich Grundwasser oder - hauptsächlich verwendet - Außenluft an. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei +7,5°C, für die aufgestellten Verflüssiger im geschützten Außenbereich kann +10°C angenommen werden. Die Verflüssigungstemperatur steigt mit der Außenlufttemperatur und damit auch der Energiebedarf. Als Qualitätsmerkmal gilt die Differenz zwischen Verflüssigungs- und Außenlufttemperatur, je geringer, desto effizienter, aber auch größer ist der Verflüssiger. Die Verflüssigungstemperatur ist auf direktem Weg für den Energiegeber schwierig messbar. Einfacher messbar ist die Temperatur am Verflüssigeraustritt. Sie repräsentiert die Temperatur der unterkühlten Kältemittelflüssigkeit und kann bedingt zur Rückrechnung auf die Verflüssigungstemperatur dienen. Sowohl die Verflüssigungstemperatur, als auch die Austrittstemperatur können durch eine gute Auslegung beeinflusst werden.

Abschätzung des Einflusses: Eine um 1 K höhere Temperaturdifferenz erfordert einen um ca. 1,5 - 3,0 % höheren Energiebedarf, im Mittel 2 %.

Vergleichswerte: In der Literatur werden Vergleichswerte zwischen 3 – 4 %^{36,37}, sowie 3 %³⁸ gefunden, wenn das Kühlmedium als konstante Größe und damit die Verflüssigungstemperatur um 1 K erhöht wird. Im Projekt wurden einige Anlagen nachgerechnet, wobei die Größenordnung der Einsparung wie vorhin dargestellt im Mittel bei 2 % liegt.

³⁶ Austrian Energy Agency, Energieeffizienz in Kälteanlagen, Beraterinformation klima_aktiv Programm energieeffiziente Betriebe, 27. Juni 2007, S. 9

³⁷ Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 13

³⁸ Jörn Schwarz, Arbeitsgemeinschaft Kälte, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen, Berlin, 26. März 2009 Vortragsunterlagen Blatt 8

5.4.1.4 Druckdifferenz in Saug- und Druckleitung

Für die verschiedenen Leitungen werden in den Planungsempfehlungen für Kälteanlagen bestimmte Geschwindigkeiten angegeben. Diese Geschwindigkeit ist ursächlich mit dem Druckverlust in den Leitungen verbunden. Zu beachten ist auch der Schmieröltransport, besonders bei Teillast. Im Speziellen sind hier der Druckverlust in der Saug- und Druckleitung wichtig, da bei größeren Druckverlusten der Verdichter eine größere Leistung haben müsste.

Die gesättigte Temperaturdifferenz (Druckdifferenz) sollte in Saugleitungen und Druckleitungen bei normalen Leitungslängen maximal 1 K betragen. Wenn die Rohrleitungen auf Grund der Gegebenheiten länger sind, wird auch der Druckverlust ansteigen, weil die Mindestgeschwindigkeiten nicht unterschritten werden sollen.

Wenn dieser zusätzliche Druckverlust ungeplant durch Mängel in der Verrohrung (z.B. abgequetschte Leitungen) zu Stande kommt, wird sich die Kälteleistung des Verdichters reduzieren, was zu längeren Laufzeiten führt. Wird ein höherer Druckverlust von vornherein eingeplant, z. B. durch die Verlegung kleinerer und billigerer Rohrleitungen, erhöht sich die elektrische Leistung des Verdichters (Auslegungsprogramm).

Abschätzung des Einflusses: Die Erhöhung des Druckverlustes in Saug- und Druckleitung ist gleichbedeutend mit der Erhöhung der Druckdifferenz am Verdichter.

Tabelle 5.4: Erhöhung der Druckdifferenzen von 1K auf 2K

Einfluss:	Verdichterenergiebedarf [%]
Druckdifferenz von 1 K auf 2 K in der Saugleitung	1,5 – 3,0 %
Druckdifferenz 1 K auf 2 K der Druckleitung	1,5 – 3,0 %

Vergleichswerte: Die in der Literatur gefundenen Werte für die Senkung der Verdampfungs- bzw. Erhöhung der Verflüssigungstemperaturen wurden bereits in den vorhergehenden Kapiteln dargestellt.

5.4.1.5 Überdimensionierung des Verdichters

Der überdimensionierte Verdichter hat deutlich höhere Schaltzyklen und eine erhöhte mechanische Belastung, die sich auf den Zustand des Verdichters (Verschleiß) und damit auf die Lebensdauer auswirken. Darüber hinaus liegt der überdimensionierte unregelmäßig arbeitende Verdichter auf einem tieferen Niveau der Verdampfungstemperatur, welches die Leistungszahl verringert. Wie groß die Energieerhöhung ist, hängt sehr stark von den eingestellten Regelungs-Parametern ab und kann daher pauschal nicht angegeben werden. Die Auswertung der Anlagen der evaluierten Betriebe ergab eine durchschnittliche Überdimensionierung des Verdichters von 35 %.

Abschätzung des Einflusses: Zur Abschätzung des Einflusses wurden mehrere Fachleute befragt, welche die Auswirkung bestätigen. Dokumentationen oder Berechnungen liegen nicht vor. Somit wurde ein Wert von 10 % der Überdimensionierung angesetzt. Am Beispiel einer Überdimensionierung von 20 % beträgt die Energieerhöhung damit 2 %, das dem kolportierten Wertebereich bei erhöhtem Verschleiß und/oder einer geringeren Verdampfungstemperatur durchaus entspricht.

Vergleichswerte: Für diesen Einfluss auf den Energiebedarf wurden in der Literatur keine Vergleichswerte gefunden.

5.4.1.6 Alter des Verdichters

Das Alter des Verdichters spielt eine zweifache Rolle. Einerseits gab es bei den Verdichtern Verbesserungen durch technische Entwicklungen und bessere Fertigungsmöglichkeiten, sodass ein vor 15 Jahren produzierter Verdichter eine geringere Effizienz aufweist als ein heutiger Verdichter. Weiters unterliegt der Verdichter einem entsprechendem Verschleiß, aufgrund dessen sich die Leistungszahl im Laufe der Zeit verringert. Wie sehr dieser Verschleiß jedoch die Effizienz beeinflusst, kann nur sehr schwer abgeschätzt werden, weil die Einsatzparameter zu verschieden sind und eventuelle Belastungen (z. B. durch Flüssigkeitsschläge) und deren Häufigkeit eine wesentliche Rolle spielen.

Abschätzung des Einflusses: Baujahr: Die Verbesserung wurde aus den Daten von vergleichbaren Verdichterbaureihen ermittelt und beträgt ca. 1 % pro Jahr. Verschleiß: Zu diesem Punkt wurden aufgrund der Komplexität keine eigenen Berechnungen vorgenommen bzw. sind diese Aspekte nur am Prüfstand bzw. bei Feldstudien ermittelbar. Von verschiedenen Fachleuten und Verdichterherstellern wird ein Wert von 5 % bei Verdichtern über 15 Jahren genannt.

Vergleichswerte: Für diesen Einfluss auf den Energiebedarf wurden in der Literatur keine Vergleichswerte gefunden.

5.4.1.7 Leistungsgeregelter Verdichter

Wenn im Kühlbereich das Thermostat den Einschaltbefehl gibt, schaltet der Verdampferlüfter ein. Die Luftansaugtemperatur in den Luftkühler wird oberhalb der eingestellten mittleren Kühlraumtemperatur liegen. Im Laufe der Zeit wird sich die Kühlraumtemperatur in Richtung des Ausschaltpunktes verringern, bis das Thermostat den Ausschaltbefehl gibt. Der unregelmäßige Verdichter wird über das Thermostat oder über das Niederdruckpressostat ausschalten. Während dieser Sequenz wird die Leistungszahl schlechter. Durch die Verwendung eines drehzahlgeregelten Verdichters wird der Saugdruck etwa konstant bleiben. Der Verdichter wird die Drehzahl reduzieren.

Abschätzung des Einflusses: Es wird eine Spreizung der Raumtemperatur zwischen Ausschalt- und Einschaltzeitpunkt am Thermostat von 2 – 4 K angenommen. Auf die Verdampfungstemperatur des unregelmäßigen Verdichters angewendet, bedeutet dies eine Energieerhöhung von 2 % pro K bzw. im Mittel mit ca. 5 % bei 2,5 K. Eventuelle zusätzliche Einflüsse der Drehzahlregelung wurden nicht eingerechnet.

Vergleichswerte: Die in der Literatur gefundenen Werte für die Senkung der Verdampfungstemperaturen wurden bereits in den vorhergehenden Kapiteln dargestellt.

5.4.1.8 Elektronische Expansionsventile

Diese zeichnen sich im Vergleich zu den thermostatischen Expansionsventilen dadurch aus, dass sie eine geringere Überhitzung mit einem stabilen Betriebspunkt gewährleisten. Mit selbst adaptiven Reglern wird diese Überhitzung laufend überprüft und optimiert. Als Ergebnis zeigen sich im Betriebsverlauf höhere mögliche Verdampfungstemperaturen, insbesondere bei wechselnden Lastverhältnissen.

Abschätzung des Einflusses: Zur Abschätzung der Einsparung wird angenommen, dass ein elektronisches Expansionsventil eine um bis zu 2 K höhere Verdampfungstemperatur erreicht. Die Erhöhung des Energiebedarfes durch den Einsatz thermostatischer Expansionsventile gegenüber elektronischen Expansionsventilen wird auf ca. 2 % bis 5 % geschätzt.

Vergleichswerte: In der Literatur werden Werte von 2 – 5 %³⁹, bis 20 %⁴⁰ und gemeinsam mit optimierter Regelung 20 – 25 %⁴¹ angegeben.

³⁹ Kühlmöbel und Kälteanlagen in Lebensmittelgeschäften, Ravel, Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, Nov. 1994, S. 63

⁴⁰ Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 14

5.4.1.9 Abtauung

Für die Abtauung sind folgende Verfahren relevant:

- Umluftabtauung
- Heißgas- oder Kaltgasabtauung
- Elektrische Abtauung

Weiters unterscheidet man in:

- Nicht bedarfsgerechte Abtauung (z.B. Zeitsteuerung)
- Bedarfsgerechte Abtauung

Umluftabtauung: Diese Methode ist bei Kühlräumen über 3°C einsetzbar. Im Abtaufall wird die Kühlung ausgeschaltet und der Lüfter läuft nach. Das Eis wird schmelzen und die latente Energie zurückgewonnen. Die über das Kühlerpaket geführte Luft wird befeuchtet.

Heißgas- oder Kaltgasabtauung: Hier wird Heißgas von der Druckleitung oder Kaltgas vom Sammler verwendet. Diese Methode ist sehr intensiv und hat sehr kurze Abtauzeiten. Der Mehraufwand besteht in der zusätzlichen Leitung zum Kühler und zusätzlichen Armaturen.

Elektrische Abtauung: Wegen seiner Einfachheit wird dieses Verfahren im Bereich der Hotellerie am häufigsten angewendet. Im Abtaufall wird eine Heizung im Kühlerblock, eine Heizung in der Kühlerwanne und im Ablauf eingeschaltet. Die Abtaubegrenzung erfolgt durch ein Thermostat und eine Zeitschaltuhr.

Nicht bedarfsgerechte Abtauung: Die Abtauung erfolgt nach vorgegebenen Zeitzyklen und berücksichtigt die tatsächliche Vereisung nicht.

Bedarfsgerechte Abtauung: Intelligente Abtauregler können die Abtauzeit aufzeichnen und in Trendkurven die Erfordernis des nächsten Abtauzyklus ermitteln.

Abschätzung des Einflusses: Unter der Annahme, dass durch den Einsatz bedarfsgerechter Abtauung bis zu 1 Abtauzyklus pro Tag entfällt, wurde der entsprechende Wert der Energieerhöhung bei elektrischer Abtauung ohne bedarfsgerechter Abtauung aus den Kühlraumberechnungen mit 5 % ermittelt. Wenn bei Pluskühlern keine Umluftabtauung eingesetzt wird, bzw. bei Tiefkühlern keine Heißgas- oder Kaltgasabtauung, erhöht sich der Energiebedarf ebenfalls um 5%.

⁴¹ Jörn Schwarz, Arbeitsgemeinschaft Kälte, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen, Berlin, 26. März 2009 Vortragsunterlagen Blatt 8

Vergleichswerte: In der Literatur wird für die bedarfsgerechte Abtauung ein Wert von 5 %^{42,43,44} angegeben.

5.4.1.10 Innerer Wärmeübertrager

Bei einem inneren Wärmeübertrager wird Energie vom Kältemittelkondensat auf das Sauggas übertragen. Damit ergibt sich eine höhere Unterkühlung des Kältemittels und höhere nutzbare Kälteleistung. Die Auswirkung auf die Effizienz ist jedoch in erster Linie vom Kältemittel und erst in zweiter Linie vom Temperaturniveau abhängig.

Abschätzung des Einflusses: Hier wurde auf eine Berechnung im Handout_1, Info-Tour DuPont, Güntner, Bitzer, Danfoss, Überhitzung – Unterkühlung, Einfluss auf den Verdichter⁴⁵, zurückgegriffen. Dort werden überschlägig für das Kältemittel R134a im PK und NK-Bereich eine Einsparung von ca. 3 %, und beim Kältemittel R404A im Bereich NK/TK eine Energieerhöhung von ca. 10 % angegeben.

Vergleichswerte: In der Literatur werden Werte von 8 %⁴⁶ angegeben.

5.4.1.11 Nebenaggregate

Energieeffiziente Nebenaggregate (Lüfter, Pumpen) wirken sich einerseits mit ihrem direkten Strombedarf und andererseits indirekt durch den Wärmeeintrag (z.B. Lüfter des Verdampfers) auf den Gesamtenergiebedarf aus.

Abschätzung des Einflusses: Für den indirekten Einfluss nicht effizienter Nebenaggregate auf den Energiebedarf wurde ein Wert von 5 % ermittelt.

Vergleichswerte: Für diesen Einfluss auf den Energiebedarf wurden in der Literatur keine Vergleichswerte gefunden.

⁴² Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 6

⁴³ Jörn Schwarz, Arbeitsgemeinschaft Kälte, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen, Berlin, 26. März 2009 Vortragsunterlagen Blatt 8

⁴⁴ European Commission, Brüssel 1. November 2006, The European Pilot Motor Challenge Programme, Aktive Systeme zur Kälteerzeugung, MCP Kältesysteme Modul, 18/02/2007

⁴⁵ Info-Tour Handout_1, DuPont, Güntner, Bitzer, Danfoss, Überhitzung – Unterkühlung, Einfluss auf den Verdichter, S. 46 ff

⁴⁶ Jörn Schwarz, Arbeitsgemeinschaft Kälte, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen, Berlin, 26. März 2009 Vortragsunterlagen Blatt 9

5.4.1.12 Anlagengröße - Verdichtergröße

Der Wirkungsgrad des Verdichters hängt auch von dessen Größe ab. Die Bandbreite der Verdichter für die Kälteanlagen bewegt sich meist zwischen einigen hundert Watt und 2 kW elektrischer Anschlussleistung. In diesem Bereich ist der Unterschied noch nicht so ausgeprägt und es wurde im Tool kein entsprechender Einfluss eingerechnet. Den Unterschied zwischen den einzelnen Verdichtern kann man über den Gütegrad bestimmen. Der Gütegrad ist das Verhältnis der tatsächliche Leistungszahl bezogen auf die ideale Leistungszahl bei den verwendeten Temperaturniveaus (Carnot). Der Standardwert für den Gütegrad wurde mit 0,3 festgelegt (Blatt Energiekennzahl Energieoptimierung).

5.4.1.13 Verbundsatz

Ein wesentlicher Vorteil beim Einsatz eines Verbundsatzes liegt in der zentralen Anlagentechnik mit deutlich weniger Komponenten. Eine Wärmerückgewinnung lässt sich üblicherweise einfach integrieren. Insgesamt bedeutet dies bereits eine Einsparung an Überprüfungs- und Instandhaltungskosten. Ein Verbundsatz wird nicht auf die Summe der Einzelleistungen ausgelegt, sondern mit einem bestimmten Gleichzeitigkeitsfaktor. Damit ist die installierte Anlagenleistung geringer als jene bei Einzelverdichtern. Der Vorteil der Verbundsätze liegt weiters in der Teillast bzw. zu Betriebszeiten, in denen eine geringe Einschalthäufigkeit und damit eine geringe Gleichzeitigkeit auftreten. Während eine Kühlzelle auf den üblicherweise installierten Einzelverflüssigungssatz zurückgreift, kann eine im Verbund betriebene Kühlzelle in der Teillast auf die Verflüssigerfläche des gesamten Verbundes zurückgreifen, womit sich deutliche Verbesserungen in der Verflüssigungstemperatur ergeben. Weichen die Verdampfungstemperaturen der einzelnen Kühlräume stark voneinander ab so ergibt sich beim Verbundsatz der Nachteil, dass sich die Verdampfungstemperatur am kritischsten Verbraucher orientieren muss.

Abschätzung des Einflusses: Zur Abschätzung wurden folgende Werte angenommen:

Fall 1: 2 Kühlräume mit je 1.000 W Kälteleistung auf einem Verdichterverbund, Normalkühlung, Gleichzeitigkeitsfaktor 0,9, ein einzelner Verdichter zu 40 % der Zeit in Betrieb.

Fall 2: 3 Kühlräume mit je 1000 W Kälteleistung auf einem Verdichterverbund, Normalkühlung, Gleichzeitigkeitsfaktor 0,8, ein einzelner Verdichter zu 10 %, zwei Verdichter zu 20 % der Zeit in Betrieb.

Die Einsparpotenziale hängen stark von der Auslegung und der Temperaturbereiche der einzelnen Kühlräume ab. Im Durchschnitt wird eine Energieverbrauchserhöhung ohne Verbundsatz mit ca. 10 bis 15 % geschätzt. Bei schlechter Auslegung bzw.

Kombination zu unterschiedlicher Temperaturniveaus kann dieser Vorteil aber auch wieder völlig verloren gehen.

Vergleichswerte: Es konnten keine Vergleichswerte eruiert werden.

5.4.2 Kältetechnik im Excel-Kälte-Beratungstool

Erhöhter Strombedarf aufgrund nicht optimaler Kältetechnik - nach Adaptierung:				
Optimales Kältemittel für Temperaturbereich:	10%	ja		0,0%
Tem.diff. Verd. - Lufteintritt (DT1) ü. 6°C:	1,5% bis 3,0%/1°C	6 °C		0,0%
Temp.diff. Verfl. Austr. - Kühlmedium ü. 5°C:	1,5% bis 3%/1°C	5 °C		0,0%
Saugleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3,0%/1°C	1 °C		0,0%
Druckleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3%/1°C	1 °C		0,0%
Überdimensionierung Verdichter:	0-20%	0%		0,0%
Alter des Verdichters:	0-15%	0-5		0,0%
Drehzahlregelung beim Verdichter:	5%	ja		0,0%
Elektronisches Expansionsventil:	2% bis 5%	nein		3,5%
Bedarfsgerechte Abtauung:	5%	ja		0,0%
Heißgas od. Kaltgasabtauung bzw. Umluft bei Pluskühler:	5%	nein		5,0%
Innerer Wärmeübertrager: R134a 3 % bzw. R404A u. R507A 10%		ja		0,0%
Lüfter für Verdampfer mit EC-Motor	5%	ja		0,0%
Erhöhung des Strombedarfes durch Kältetechnik:		X		+ 9%

Abbildung 5.16: Kältetechnik im Excel-Kälte-Beratungstool

Bei der Kältetechnik wird im Excel-Kälte-Beratungstool nicht mehr zwischen Leistungserhöhung und Energiebedarf unterschieden, da ja von einer bestimmten durch die Dämmung und die Rahmenbedingungen bereits festgelegten Kälteleistung ausgegangen wird.

Gewählte %-Sätze für die Erhöhung des Strombedarfes durch die nicht optimale Kälteanlage im Excel Tool:

- Wenn nicht das für den Temperaturbereich optimale Kältemittel (R404A bzw. R507A für Tiefkühler bzw. R134a für Normal- und Pluskühler) gewählt wurde, +10 % (keine Eingabe erforderlich – wird aus dem eingegebenen Kältemittel und der Temperatur des Kühlraumes automatisch ermittelt)
- Je 1°C Temperaturdifferenz zwischen Kühlraum und Verdampfer +2,0 % (Eingabe der Temperaturdifferenz) gegenüber 6°C Temperaturdifferenz
- Je 1°C höherer Temperaturdifferenz zwischen Verflüssiger Austritt und Kühlmedium +2,0 % (Eingabe der Temperaturdifferenz) gegenüber 5°C Temperaturdifferenz
- Je 1°C höherem Saugleitungsdruckverlust +2,0 % (Eingabe der Temperaturdifferenz) gegenüber 1°C Saugleitungsdruckverlust
- Je 1°C höherem Druckleitungsdruckverlust +2,0 % (Eingabe der Temperaturdifferenz) gegenüber 1°C Druckleitungsdruckverlust

- Überdimensionierung Verdichter: 0,1mal der Überdimensionierung. D.h. bei Überdimensionierung von 20 % = +2 % Energiebedarf
- Alter des Verdichters: 0 % für „0-5 Jahre“; +5 % für „5-10 Jahre“; +10 % für „10-15 Jahre“ und + 15 % für „über 15 Jahre“ inkl. Verschleiß
- Drehzahlregelung des Verdichters: 0 % für „ja“; +5 % für „nein“
- Elektronisches Expansionsventil: 0 % für „ja“; +3,5 % nein“
- Bedarfsgerechte Abtauung: 0 % für „ja“; +5 % für „nein“
- Heißgas oder Kaltgasabtauung bzw. Umluft bei Pluskühler: 0 % für „ja“; +5 % für „nein“
- Innerer Wärmeübertrager: 0 % für „ja“; +3 % bei R134a bzw. + 10 % bei R404A und R507A für „nein“
- Lüfter für Verdampfer ohne EC Technik +5 %
- Verdichtergröße: nicht angesetzt
- Verbundanlage: nicht angesetzt

Einteilung Erhöhung der Kälteleistung bzw. des Energiebedarfes durch nicht optimale Rahmenbedingungen:

- Bis +10 %
- Bis +40 %
- Über +40 %

Resümee: Die eingesetzte Anlagentechnik ist mit einem durchschnittlichen Alter von deutlich über 10 Jahren oft nicht mehr zeitgemäß. Teilweise werden noch Kältemittel eingesetzt, die inzwischen für Neuanlagen verboten sind. Bereits realisierte Einzelanierungen verhindern oft sinnvolle Gesamtlösungen (Verbundanlagen).

Forderung: Übergang von der sukzessiven Anlagensanierung hin zu Komplettsanierungen des Kältebereiches mit Verbundanlagen mit Wärmerückgewinnung unter Berücksichtigung bzw. Optimierung der Dämmung der Kühlräume und den Rahmenbedingungen der Kühlanlagen.

5.5 Nutzerverhalten

Das Nutzerverhalten lässt in vielen Tourismusbetrieben zu wünschen übrig. Meist aus Unkenntnis über die Auswirkungen auf den Kühlenergiebedarf wird das eigene Verhalten nur selten hinterfragt. Bisher war es für Hoteliers schwierig zu konkreten Informationen über die Auswirkungen einzelner Verhaltensweisen zu gelangen. Die konkreten Einflüsse des Nutzerverhaltens wurden ebenfalls ins Excel-Kälte-Beratungstool integriert. Damit steht dem Berater bzw. Hotelier nun eine grobe Abschätzung in kompakter Form zur Verfügung.

5.5.1 Nutzerverhalten – Allgemeine Erläuterungen

5.5.1.1 Solltemperatur im Kühlraum

Die Innentemperaturen der Kühlbereiche werden bei der Definition der Kühlbereiche festgelegt. Sie sind abhängig von der eingelagerten Ware. Die relative Feuchte in den Räumen hat einen Einfluss auf die Qualität der gelagerten Waren. Eine niedrigere Temperatur im Betrieb führt zu höheren Wärmeverlusten und zu größerem Abkühlbedarf bei der eingelagerten Ware. Des Weiteren führt sie in den TK- und NK-Bereichen zu einer erhöhten Kondensat- bzw. Eismenge, die sich in einer höheren Abtauenergie widerspiegelt.

Berechnung des Einflusses: Zur Bestimmung der Einflussgröße wurden mehrere Kühlräume mit folgenden Parametern berechnet.

Tabelle 5.5: Parameter für die berechneten Kühlräume

Annahmen für die Kühlraumberechnungen					
Zellen Außenmaße	1200x1500	1500x1800	1800x2100	2100x2500	
TK	-18°C	Laufzeit 18 h/d			
NK	+2°C	Laufzeit 16 h/d			
PK	+6°C	Laufzeit 16 h/d			
Einbringmenge	16 kg/m ³ /d				
Einbringtemperatur TK	-12°C	Schweinefleisch gefroren			
Einbringtemperatur NK	+8°C	Schweinefleisch frisch			
Einbringtemperatur PK	+12°C	Schweinefleisch frisch			
		Lüfter	Abtauung	Beleuchtung	Luftwechsel
Nettovolumen Kühlraum	1 m ³	30 W	560 W	40 W	2,9
linear bis		linear bis		ab 11 m ³	linear bis
	16 m ³	110 W	1460 W	60 W	0,7
					bei TK Faktor 2
	Begehungen	Abtauzeit			
TK	6 h/d	1 h/d			
NK	4 h/d	1 h/d			
PK	2 h/d				

Insgesamt liegt die Erhöhung der erforderlichen Kühlenergie bei einer um 1 K geringeren Temperatur bei ca. 1,5 % für TK, bis 3,5 % für PK und 6 % für Kühlmöbel.

Vergleichswerte: Hier werden 4 %⁴⁷ pro 1 K genannt.

⁴⁷ Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 6

5.5.1.2 Verschmutzter oder/und vereister Verdampfer

Eisansatz oder Verschmutzung am Verdampfer verringern den Wärmedurchgang (Kältemittel – Raum) und den Luftvolumenstrom über den Verdampfer. Beides bedingt ein niedrigeres Temperaturniveau im Verdampfer und eine verlängerte Verdichterlaufzeit.

Abschätzung des Einflusses: Es wird angenommen, dass bei Verdampfern mit Lüftern die Reduzierung des Volumenstromes bei ca. 40 %, und bei stillen Verdampfern bei ca. 50 % liegt. Diese Werte korrespondieren mit einer ebenso hohen Erhöhung der Temperaturdifferenz, wenn für die Verdampfer mit Lüfter die Verdampfungstemperatur um 1 K und bei stillen Kühlern um 1,5 K absinkt. Eine genaue Einschätzung ist schwierig vorzunehmen, weswegen ein pauschaler Ansatz für "typischen Reifansatz" oder "verschmutzter Verdampfer" mit einer erhöhten elektrischen Energie von 5 % der Verschmutzung/Vereisung angenommen wurde. Im Falle von 40 % Verschmutzung/Vereisung liegt die Energieerhöhung bei 2 %.

Vergleichswerte: Hier werden 5 %⁴⁸ und ein Bereich von 2 – 10 %⁴⁹ für Kühlmöbel genannt.

5.5.1.3 Verschmutzter Verflüssiger

Speziell an den Verflüssigungseinheiten, die ungünstig zu warten sind (schlechte Zugänglichkeit) und in Innenbereichen aufgestellt sind, wird oft eine deutliche Verschmutzung des Luftweges am Verflüssigerteil festgestellt. Durch die Verlegung wird der Luftstrom über die Verflüssigerrohre behindert, die Temperaturdifferenz steigt an. In weiterer Folge hat dies ein Ansteigen der Verflüssigungstemperatur und eine Laufzeiterhöhung des Verdichters zur Folge.

Abschätzung des Einflusses: Eine genauere Abschätzung der Beeinflussung ist auch hier nur bedingt möglich. Zur Abschätzung sollte folgende Überlegung gelten: Wird eine Verschmutzung am Verflüssiger festgestellt, so kann über die geschätzte Verminderung des Luftvolumenstromes von ca. 20 % eine Leistungsverminderung errechnet werden, die durch die Erhöhung der Verflüssigungstemperatur ausgeglichen wird. Vereinfachend wird die Veränderung des U-Wertes am Verflüssiger auf Null gesetzt. Unter dieser Voraussetzung erhöht sich die Verflüssigungstemperatur um 1,6 K, was eine Erhöhung der Energie von 3 % ergibt.

⁴⁸ Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 10

⁴⁹ Kühlmöbel und Kälteanlagen in Lebensmittelgeschäften, Ravel, Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, Nov. 1994, S. 63

Vergleichswerte: Folgende Vergleichswerte sind publiziert: 3 %⁵⁰, 2 – 15 %⁵¹ und 5 %⁵².

5.5.1.4 Schlechte Dichtungen

Durch schlechte Dichtungen strömt Umgebungsluft in den Kühlbereich. Diese Luft wird auf die Raumlufthtemperatur abgekühlt. Dabei wird nicht nur sensible Wärme, sondern auch latente Wärme abgeführt. Dies führt in weiterer Folge zu erhöhtem Eisanfall in den relevanten Bereichen, der abgetaut werden muss. Eventuell ergibt sich bereits im Bereich der undichten Stellen Kondensat und/oder Eis, das zu einer zusätzlichen Verschlechterung der Situation und zu einer weiteren Beschädigung führt. Darüber hinaus ist der Schaden durch Kondensat und mechanischer Beschädigung der Bauteile zu beachten. Die Unterschiede zwischen Kühlräumen und Kühlpulten sind aufgrund der geometrischen Verhältnisse gravierend.

Abschätzung des Einflusses: Kühlzellen: Eine Erhöhung des Luftwechsels um den Faktor 1,2 bringt eine Erhöhung des elektrischen Energiebedarfes zwischen 1 und 2 % ohne zusätzliche Abtauenergie. Berechnungsgrundlagen wie unter 5.5.1.1 dargestellt. Für Kühlpulte wurde ein Wert von 10 % abgeschätzt.

Vergleichswerte: Hierfür wurden keine passenden Vergleichswerte gefunden.

5.5.1.5 Häufig offene Türen

Durch offene Türen strömt Umgebungsluft in den Kühlbereich. Diese Luft wird auf die Raumlufthtemperatur abgekühlt. Dabei wird sensible und latente Wärme abgeführt. Dies führt in weiterer Folge zu erhöhtem Eisanfall in den relevanten Bereichen, die abgetaut werden müssen.

Abschätzung des Einflusses: Eine Erhöhung der Begehungsfrequenz um den Faktor 1,5 bringt eine Erhöhung des Energiebedarfes zwischen 5 und 20 %. Ausschlaggebend ist dabei der Luftwechsel, weswegen kleine Kühlräume mit einem höheren Anteil zu bewerten sind. Die Berechnung erfolgt mit den Parametern unter 5.5.1.1. beschriebenen Parametern.

Vergleichswerte: Es konnten keine Vergleichswerte eruiert werden.

⁵⁰ Austrian Energy Agency, Energieeffizienz in Kälteanlagen, Beraterinformation klima_aktiv Programm energieeffiziente Betriebe, 27. Juni 2007, S. 4

⁵¹ Kühlmöbel und Kälteanlagen in Lebensmittelgeschäften, Ravel, Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, Nov. 1994, S. 62

⁵² Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 10

5.5.1.6 Befüllen mit warmen Speisen und Getränken

Die Berechnung der Warenabkühlung im Kühlraum wird mit Standardwerten vorgenommen. Dabei werden $16 \text{ kg}/(\text{m}^3\text{d})$, bezogen auf das Nettovolumen des Kühlraumes, für die Beschickung angenommen. Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Einbringtemperatur im Verhältnis zur Lagertemperatur. Für die Kühlraumberechnung wird eine Einbringtemperaturdifferenz von 6 K als Differenz Warentemperatur - Lagertemperatur angenommen. Wenn die Lagertemperaturen bei $-18/+2/+6^\circ\text{C}$ liegen, werden für die Standardberechnung als Warentemperatur angenommen: $-12/+8/+12^\circ\text{C}$. Bei der Abkühlung vor der Erstarrung ist eine höhere Energiemenge erforderlich als bei der Abkühlung bereits gefrorener Produkte. Die Art des Produktes hat ebenfalls Einfluss auf die erforderliche Energie. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, in TK-Bereiche bereits gefrorene Produkte anzuliefern. Als Empfehlung kann man gefrorene Produkte rechtzeitig vom TK-Raum in den NK-Raum umlagern, womit die Auftauenergie genützt wird.

Abschätzung des Einflusses: Für den Einfluss erhöhter Warenbeschickung wird eine zusätzliche Menge von $8 \text{ kg}/(\text{m}^3\text{d})$ angenommen. Dabei wird die elektrische Energie um $1 - 2,5 \%$ ansteigen. Die Berechnung erfolgt mit den unter 5.5.1.1. beschriebenen Parametern.

Vergleichswerte: Es konnten keine Vergleichswerte eruiert werden.

5.5.1.7 Einfrieren frischer Lebensmittel

Beim Einfrieren von Waren kommt die Energie für das Einfrieren (Änderung des Aggregatzustandes) dazu und die Unterkühlung auf die Lagertemperatur. Schweinefleisch gefriert z. B. bei einer Temperatur von -2°C .

Abschätzung des Einflusses: Insgesamt wird hier ein Standardwert mit Beefsteak frisch und einer Menge von zusätzlichen $1 \text{ kg}/(\text{m}^3\text{d})$ angenommen. Die Einbringtemperatur wird mit $+4^\circ\text{C}$ angesetzt. Dies entspricht 5% Energiemehraufwand.

Vergleichswerte: Es konnten keine Vergleichswerte eruiert werden.

5.5.1.8 Beleuchtung dauernd eingeschaltet

Die Beleuchtung wirkt sich zweifach auf den Energiebedarf aus. Einerseits durch den direkten Stromverbrauch, andererseits muss die in den Kühlraum eingebrachte elektrische Energie (Wärme) über den Verdampfer wieder abgeführt werden.

Abschätzung des Einflusses: Als Basis für die Beleuchtung wurde ein Wert von 40 W für Glühlampen bis 10 m³ Raumvolumen, von 10 bis 16 m³ eine 60 W-Glühlampe angenommen. Dies entspricht etwa den heute üblichen Beleuchtungen der Kühlräume. Als Sollwerte der Einschaltdauer gilt die Begehungszeit mit folgenden Annahmen: bei TK-Räumen mit ca. 2 h/d, bei NK-Räumen ca. 4 h/d und bei PK-Räumen ca. 6 h/d. Die Berechnung erfolgt mit den unter 5.5.1.1. beschriebenen Parametern. Bei Dauerbeleuchtung einer Glühlampe ergibt sich ein Zuschlag auf die Energie von 10 bis 15 %, bei Dauerbeleuchtung einer Energiesparlampe ein Zuschlag von ca. 3 %.

Vergleichswerte: Als Vergleichswert werden 2 – 8 %⁵³ publiziert.

5.5.2 Nutzerverhalten im Excel-Kälte-Beratungstool

Nutzungseinflüsse: (Zusätzlicher Strombedarf gegen Standardnutzung)				Angaben in %:
Je 1° C unter Solltemperatur im Kühlraum:		2 °C		2,6%
Verschmutzter, vereister Verdampfer (im Kühlraum):		20%		2,0%
Verschmutzter Verflüssiger :		20%		3,0%
Schlechte Dichtungen:		nein		0,0%
Unnötig offene Türen bzw. Schubläden:		öfter		10,0%
Häufiges Befüllen mit warmen Speisen und Getränken:		ja		2,0%
Häufiges Einfrieren frischer Lebensmittel:		ja		5,0%
Beleuchtung häufig eingeschaltet bzw. ESL* als Dauerbeleuchtung:		ja		3,0%
				0,0%
*ESL = Energiesparlampe	Summe:		X	28%

Abbildung 5.17: Nutzerverhalten im Excel-Kälte-Beratungstool

Gewählte %-Sätze für die Erhöhung des Strombedarfes durch die nicht optimale Kälteanlage im Excel Tool:

- Je 1°C unter Solltemperatur im Kühlraum – Berechnung über die Veränderung der Temperaturdifferenz Kühlraum und Umgebung
- Verschmutzter, vereister Verdampfer: 0,10mal dem Verschmutzungsgrad d.h. Vereisung von 20 % = +2 % Energiebedarf

⁵³ Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 6

- Verschmutzter, vereister Verflüssiger: 0,05mal dem Verschmutzungsgrad d.h. Vereisung von 20 % = +3 % Energiebedarf
- Schlechte Dichtungen: +0 % für „nein“ und +2 % für „ja“ bei Kühlzellen, +5 % für „ja“ bei Verbundanlagen und +10 % für „ja“ bei Kühlpulven
- Unnötig offene Türen bzw. Schubläden: +0 % für „nie“; +5 % für „selten“; +10 % für „öfter“ und +20 % für „sehr oft“
- Häufiges Befüllen mit warmen Speisen und Getränken: +0 % für „nein“ und +2 % für „ja“ bei Kühlzellen, +5 % für „ja“ bei Verbundanlagen (Mischwert Zellen und Pulte) und +10 % für „ja“ bei Kühlpulven
- Häufiges Einfrieren frischer Lebensmittel: +0 % für „nein“ und +5 % für „ja“
- Beleuchtung häufig eingeschaltet bzw. Energiesparlampe bzw. Leuchtstoffröhre als Dauerbeleuchtung: +0 % für „nein“ und +3 % für „ja“

Resümee: Das Nutzerverhalten ist vielfach suboptimal

Forderung: Gut sichtbare Verhaltensregeln bei den Kühlbereichen. Eventuell Schulung der Mitarbeiter über die Auswirkungen ihres Verhaltens im Kältebereich.

5.6 Wärmerückgewinnung

Wärmerückgewinnungen sind bei den Kälteanlagen im Tourismus bisher eher die Ausnahme, und werden wenn vorhanden, vorwiegend zur Warmwasserbereitung verwendet. Dass eine Wärmerückgewinnung nicht nur Abfallenergie nutzbar macht, sondern meist auch die Arbeitsbedingungen für die Kältemaschinen deutlich verbessert, wird oft übersehen. Die Raumtemperaturen im Bereich der Luftverflüssiger verbessern sich meist deutlich, wenn der Hauptteil der Wärme in das Warmwasser o.ä. abgegeben wird. Und jede Absenkung der Lufttemperatur im Bereich des Verflüssigers um 1°C bedeutet eine Stromersparnis von 1,5 bis 3 %. Das energetische und wirtschaftliche Potenzial für die Wärmerückgewinnung setzt sich daher aus der zurückgewonnenen Energie und dem geringeren Strombedarf aufgrund der verbesserten Umgebungstemperaturen bei dem im Gebäude installierten Luftverflüssiger zusammen.

5.6.1 Wärmerückgewinnung – Allgemeine Erläuterungen

Die Verflüssigungsenergie wird derzeit üblicherweise mit Wasser oder Luft ohne weitere Nutzung abgeführt. Hier besteht die Möglichkeit relativ einfach Energie auszukoppeln. Die Druckgasleitung nach dem Verdichter wird in einen Wärmetauscher geführt und dabei Wärme entzogen. Diese Energie wird für die Warmwasservorheizung oder zur Temperierung von Niedertemperaturheizflächen verwendet. Auf die Hygierichtlinien (Legionellen) ist zu achten. Es kann im Wärmerückgewinnungskondensator zur vollständigen Verflüssigung kommen. Nachdem es aber nicht immer sichergestellt werden kann, dass Wärme benötigt wird bzw. das gesamte Kältemittel verflüssigt wird, ist ein weiterer (Luft-)Verflüssiger nachgeschaltet.

Das Druckgas hat nach dem Verdichter eine deutlich höhere Temperatur als es der Verflüssigungstemperatur entspricht. Die Energie, die vom thermodynamisch überhitzten Gebiet bis zum Einsetzen der Verflüssigung anfällt, ist die Enthitzungsenergie, die ca. 20 % der gesamten Verflüssigungsenergie ausmacht. Damit kann ein Enthitzer in die Druckgasleitung eingebaut werden, mit dem die Enthitzungsenergie ausgekoppelt wird. Die Folge ist eine höhere Temperatur (je nach Kältemittel unterschiedlich), die allerdings nur den oben beschriebenen Anteil von 20 % an der Gesamtenergie ausmacht. Bei großen Anlagen zahlt es sich daher eventuell aus, die Wärmerückgewinnung in 2 Stufen durchzuführen, um das höhere Temperaturniveau des Enthitzungsteiles getrennt zu nutzen.

Abschätzung des Einflusses: Die Energiemenge am Kondensator steht theoretisch vollständig zur Verfügung. Das praktisch zurückgewinnbare Potenzial wird auf 70 % der gesamten Verflüssigerenergie geschätzt. Dieses Potenzial ist aber noch auf den tatsächlichen Bedarf anzupassen, da häufig eine sehr hohe Energiemenge zur Verfügung steht, diese aber nicht in den Heizungs- und Warmwasserkreis eingebracht werden kann. Die Ursachen dafür liegen in der Unterschiedlichkeit von Wärmeangebot und Wärmenachfrage.

Vergleichswerte: Es konnten keine belastbaren Vergleichswerte eruiert werden.

5.6.2 Wärmerückgewinnung im Excel-Kälte-Beratungstool

Berechnung für Bestand:

Abwärmennutzung - Wärmerückgewinnung:					
Gesamtes WRG-Potenzial (Bestand):	10.991 kWh/a				Entspricht 769 €/a
Genutztes WRG Potenzial (Bestand):	0%	■	■	■ X	Entspricht 0 €/a
Ungen. WRG-Potenzial (Bestand):	10.991 kWh/a				Entspricht 769 €/a
Energetische Gesamtbeurteilung:		■	■	■ X	

Abbildung 5.18: Wärmerückgewinnung im Excel-Kälte-Beratungstool

Gewählte Ansätze für die Wärmerückgewinnung im Excel Tool - Bestand:

- Ausgehend vom gesamten Abwärmepotenzial des Kälteprozesses muss der bisherige Wärmerückgewinnungsprozentsatz (0 bis 70 %) abgeschätzt und in das Eingabefeld eingetragen werden.
- Daraus wird dann das ungenutzte WRG Potenzial berechnet

Einteilung Erhöhung der Kälteleistung bzw. des Energiebedarfes durch nicht optimale Rahmenbedingungen:

- Über 50 % WRG
- 10 bis +50 % WRG
- Unter +10 % WRG

Berechnung für adaptierte bzw. neue Anlage:

Theoretische Optimierungsmöglichkeiten:			
El. Optimierungspotenzial bei Neubau:	max. 56%	3.322 kWh/a	Entspricht 432 €/a
Dämmung Kühlraum:	max. 15%	894 kWh/a	Entspricht 116 €/a
Verbesserung Rahmenbedingungen:	max. 13%	783 kWh/a	Entspricht 102 €/a
Kältetechnik, Nebenaggregate, Regelung:	max. 28%	1.645 kWh/a	Entspricht 214 €/a
WRG-Nutzungsmöglichkeit (nach Sanierung):	max. 70%	3.371 kWh/a	Entspricht 236 €/a
Abschätzung Optimierungsmöglichkeiten bei Anlagenadaptierung:			
El. Optimierungspotenzial bei Sanierung:	max. 47%	2.798 kWh/a	Entspricht 364 €/a
Dämmung Kühlraum:	max. 10%	590 kWh/a	Entspricht 77 €/a
Verbesserung Rahmenbedingungen:	max. 13%	783 kWh/a	Entspricht 102 €/a
Kältetechnik inkl. Nebenaggregate:	max. 24%	1.425 kWh/a	Entspricht 185 €/a
WRG Potenzial gesamt:	100%	5.790 kWh/a	Entspricht 405 €/a
WW-Bedarf pro Tag (Vorwärmung auf 30°C):	3.000 Lit.	25.404 kWh/a	Entspricht 1.778 €/a
WRG-Nutzungsmöglichkeit (nach Sanierung):	70%	4.053 kWh/a	Entspricht 284 €/a

Abbildung 5.19: Berechnung für adaptierte bzw. neue Anlage

Gewählte Ansätze für die Wärmerückgewinnung im Excel Tool – adaptiert bzw. neu:

- Ausgehend vom Abwärmepotenzial der optimierten (kleineren) Kälteanlage wird für die theoretische Wärmerückgewinnungsmöglichkeit ein %-Satz von 70 % angesetzt.
- Bei der Abschätzung für eine Anlagenadaptierung bzw. bei einem Neubau wird das Abwärmepotenzial mit der benötigten Wärmemenge für die Vorwärmung des Warmwassers von 10°C auf 30°C kontrolliert. Als Maximum wird auch hier wieder 70 % der Wärmequelle (Kälteanlage) bzw. 70 % der Wärmesenke (Warmwasser) angesetzt.
- Zu beachten ist, dass das Wärmerückgewinnungspotenzial geringer wird, je optimaler die Dämmung, die Rahmenbedingungen und die Kältetechnik gewählt wurden. Daher ergibt sich, dass das theoretische Wärmerückgewinnungspotenzial bei einer optimalen Anlage geringer ist, als bei der realen Kälteanlage.

Resümee: Wärmerückgewinnungen werden bisher nur selten eingesetzt, obwohl diese zumindest bei ohnehin notwendigen Anlagenadaptationen meist wirtschaftlich wären.

Forderung: Verpflichtende Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer Abwärmenutzung für Neuanlagen.

5.7 Nebenaggregate

Bei den Nebenaggregaten sind hier insbesondere die Lüfter beim Verdampfer und beim Verflüssiger bzw. die Pumpen bei wassergekühlten Anlagen und der Strombedarf für die Regelung zu nennen. In der Kältetechnik hat sich die neue EC-Motorentechnologie noch nicht so weit durchgesetzt wie bei Kleinlüftungsanlagen (Komfortlüftungen) und bei Heizungspumpen. Aber auch im Bereich der Kältetechnik hält diese Technologie unaufhaltsam Einzug. Bis zu 80 % Energieersparnis und eine in der Motorelektronik integrierte Drehzahlregelung sprechen klar für diese Technologie. Bei Lüftern im Kühlraum verdoppelt sich der Vorteil des geringeren Strombedarfes, da die Abwärme nicht zusätzlich weggekühlt werden muss.

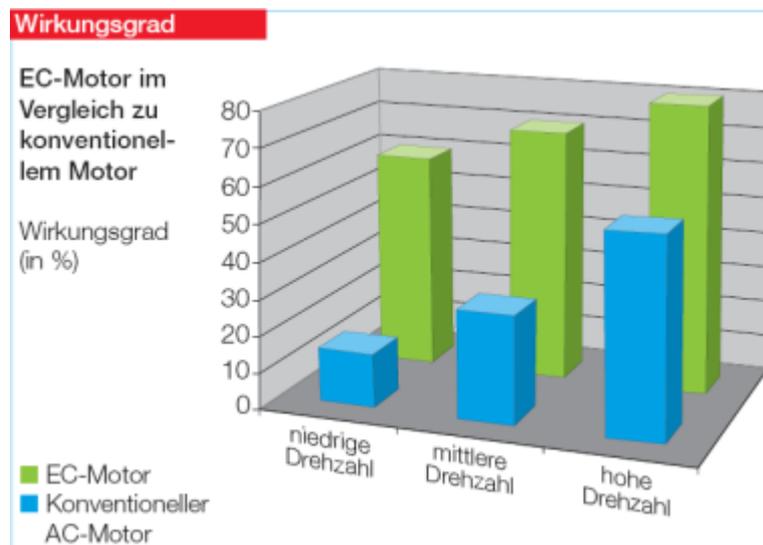


Abbildung 5.20: EC-Motor im Vergleich zu konventionellem Motor (Quelle Helios)

5.7.1 Nebenaggregate im Excel-Kälte-Beratungstool

Elektrischer Strombedarf bei Durchschnittsnutzung: ohne Beleuchtung, Rahmenh., el. Abtauung,...

Stromkosten:	0,13 €/kWh	Wärme-Nutzenergiekosten:	0,070 €/kWh
Laufzeit/Tag:	15 h/d (inkl. Überdim. Bestand)	Laufzeit/Jahr:	5.475 h/a
Leistungsaufnahme Verdichter (Bestand):	1.000 W	Kühlmedium:	30 °C
Gütegrad:	0,3	JAZ:	1,0
		Eta Carnot:	3,4
El. Leistungsaufnahme der Nebenaggregate:	80 W	Bestand (Lüfter, Pumpen, Regelung)	
Leistungsaufnahme ges. Kälteprozess:	1.080 W		
El. Leistungsaufnahme pro 100 Liter:	11 W/100L		
Strombedarf Verdichter/Jahr:	5.475 kWh/a		Entspricht 712 €/a
Strombedarf Hilfsaggregate/Jahr:	438 kWh/a		Entspricht 57 €/a
Strombedarf ges. Kälteprozess/Jahr:	5.913 kWh/a	😊	☹️
Strombedarf ges./100 Liter u. 24h:	0,16 kWh/(100L.24h)	🟢	🔴 X
			Entspr. 0,02 €/(100L.24h)

Abbildung 5.21: Nebenaggregate im Excel-Kälte-Beratungstool

Die Nebenaggregate sind bei der Berechnung des elektrischen Strombedarfes enthalten (siehe übernächstes Kapitel)

Resümee: Lüfter mit EC Motor für Verdampfer und Verflüssiger bzw. Pumpen mit EC-Motor (Hocheffizienzpumpen) sind mittlerweile für alle benötigten Größen in der Kältetechnik verfügbar.

Forderung: Verbot von AC-Motoren für Anwendungen (z.B. Lüftermotoren) mit mehr als 1.000 Betriebsstunden, d.h. für die gesamte Kältetechnik.

5.8 Sonstiger Strombedarf

Unter den sonstigen Strombedarf fallen neben dem Strombedarf für die Abtauung und die Heizung der Kondensatleitung (nur Tiefkühler) vor allem die Rahmenheizung, die Beleuchtung und der Stand-by Bedarf. Diese Bereiche wurden bisher sehr stiefmütterlich behandelt, machen aber doch ca. 10 % der gesamten Stromkosten einer Kälteanlage aus. Bei der Abtauung sind die Alternativen gegenüber einer elektrischen Abtauung schon im Bereich Kältetechnik angesprochen worden. Die Rahmenheizung ist bei Tiefkühlern unbedingt notwendig und wird nicht weiter behandelt. Wesentlich ist jedoch, dass diese korrekt ausgelegt und gesteuert wird. Bei der Beleuchtung hat sich im Jahr 2009/2010 mit der nun verfügbaren LED Technik für normale Glühbirnenfassungen (E27 Sockel) eine optimale Alternative zur herkömmlichen Glühbirne aufgetan. Denn die Energiesparlampen (ESL) bzw. die Leuchtstoffröhren sind aufgrund des Startverhaltens für Temperaturen unter 0°C nur mehr sehr bedingt geeignet. LEDs haben mit tiefen Temperaturen kein Problem und starten ohne Zeitverzögerung. Von der Stromeffizienz sind LED Lampen nochmals um fast 40 % sparsamer als Energiesparlampen. So entspricht einer 60 Watt Glühbirne eine 11 Watt Energiesparlampe bzw. einer 7 Watt LED. Da die Wärme, die in den Kühlraum eingebracht wird auch wieder weggekühlt werden muss, spart eine effiziente Beleuchtung doppelt Strom.



Abbildung 5.22: Verschiedene LED Lampen mit E27 Sockel (gewöhnliche Glühbirne) und mit GU10 Sockel. (Quelle: Phillips)

5.8.1 Sonstiger Strombedarf im Excel-Kälte-Beratungstool

Sonstiger Strombedarf der Kälteanlage:			
El. Abtauung u. Kondensatl.:	200 W	400 Std./a	80 kWh/a
Rahmenheizung:	20 W	8.760 Std./a	175 kWh/a
Beleuchtung:	60 W	700 Std./a	42 kWh/a
Stand-by Bedarf:	20 W	3.285 Std./a	66 kWh/a
Sonstiger Strombedarf:			363 kWh/a

Abbildung 5.23: Sonstiger Strombedarf im Excel-Kälte-Beratungstool

Gewählte Ansätze für die Berechnung des sonstigen Strombedarfes im Excel Tool:

- Bei der Abtauung wurde für Tiefkühler 400 Stunden und für Normal- bzw. Pluskühler 200 Std. angesetzt
- Bei der Rahmenheizung (nur Tiefkühler) wurde das gesamte Jahr mit 8.760 Std. angesetzt
- Bei der Beleuchtung wurden 700 Std. angesetzt
- Beim Stand-by wurden 8.760 Std. abzüglich der Laufzeit des Verdichters angesetzt.

Einteilung Erhöhung der Kälteleistung bzw. des Energiebedarfes durch nicht optimale Rahmenbedingungen:

- Bis +5 % des Energiebedarfes durch die Kühlung
- Bis +10 % des Energiebedarfes durch die Kühlung
- Über +10 % des Energiebedarfes durch die Kühlung

Resümee: Mit der LED Beleuchtung ist nun eine für den Kühlbereich optimale Beleuchtungstechnologie vorhanden. Es sollten auch in bestehenden Kühlräumen möglichst rasch alle herkömmlichen Glühbirnen und Energiesparlampen durch LED Leuchtmittel zu ersetzen.

Forderung: Verpflichtender Einsatz von LED-Beleuchtungen in Kühlräumen.

5.9 Berechnung des Strombedarfes, des Einsparpotenzials und der jährlichen Betriebskosten

Die Berechnung des Einsparpotenzials erfolgt getrennt für den Strom- und den Wärmebereich. Der Wärmebereich wurde schon im Kapitel Wärmerückgewinnung erläutert. Der Strombedarf der Kälteanlage ist proportional zur Laufzeit des Verdichters und der Nebenaggregate. Zu den Nebenaggregaten gehören alle Aggregate, ohne die der Kältekreislauf nicht einwandfrei funktionieren würde (Prozess ohne Abtauung). Insbesondere zählen dazu die Ventilatoren für Verdampfer und Verflüssiger, sowie Pumpen der Wärmerückgewinnung und die Regelung. Die übliche Auslegung für Kälteanlagen im Tourismus ist mit Laufzeiten für Tiefkühler mit 18 Std. pro Tag und für Normal- bzw. Pluskühler mit 16 Std. pro Tag angesetzt. In der Realität können diese Laufzeiten aber deutlich anders sein, je nach Überdimensionierung bzw. nachträglicher Änderung der Rahmenbedingungen. Sie können sowohl darüber als auch darunter liegen – wobei der Schnitt eher darunter liegen dürfte. Die Gesamtbetriebskosten setzen sich zusammen aus:

- Stromkosten
- Einsparungen durch die Wärmerückgewinnung
- Wartungskosten

5.9.1 Berechnung des Strombedarfes im Excel-Kälte-Beratungstool

Elektrischer Strombedarf bei Durchschnittsnutzung: ohne Beleuchtung, Rahmenh., el. Abtauung,...					
Stromkosten:	0,13 €/kWh	Wärme-Nutzenergiekosten:	0,070 €/kWh		
Laufzeit/Tag:	15 h/d (inkl. Überdim. Bestand)	Laufzeit/Jahr:	5.475 h/a		
Leistungsaufnahme Verdichter (Bestand):	1.000 W	Kühlmedium:	30 °C		
Gütegrad:	0,3	JAZ:	1,0	Eta Carnot:	3,4
El. Leistungsaufnahme der Nebenaggregate:	80 W	Bestand (Lüfter, Pumpen, Regelung)			
Leistungsaufnahme ges. Kälteprozess:	1.080 W				
El. Leistungsaufnahme pro 100 Liter:	11 W/100L				
Strombedarf Verdichter/Jahr:	5.475 kWh/a				Entspricht 712 €/a
Strombedarf Hilfsaggregate/Jahr:	438 kWh/a				Entspricht 57 €/a
Strombedarf ges. Kälteprozess/Jahr:	5.913 kWh/a	😊	☹️		Entspricht 769 €/a
Strombedarf ges./100 Liter u. 24h:	0,16 kWh/(100L.24h)	🟢	🟡	🔴 X	Entspr. 0,02 €/(100L.24h)

Abbildung 5.24: Sonstiger Strombedarf im Excel-Kälte-Beratungstool

Gewählte Ansätze für die Wärmerückgewinnung im Excel Tool – adaptiert bzw. neu:

- Der Strompreis pro kWh und die Wärmenutzenergiekosten (inkl. Einrechnung des Wirkungsgrades) sind frei wählbar.
- Die Betriebsstunden pro Tag werden aufgrund der Anwendung (Tiefkühler 18 Std./Tag, Normalkühler 16 Std./Tag (typische Auslegung) und der im Bestandsblatt ausgewiesenen Überdimensionierung errechnet. Z.B. Tiefkühler 20 % überdimensioniert = 15 Std. Laufzeit pro Tag
- Die Leistungsaufnahme des Verdichters (bzw. Summe der Verdichter) muss eingetragen werden.
- Aus der Temperatur des Kühlmediums und der Temperatur im Kühlraum wird die Carnot-Leistungszahl bestimmt.
- Mittels eines Gütegrades für die Jahresarbeit von 30 % bei Standardverdichtern (% der Erreichung des idealen Prozesses) wird die tatsächliche Jahresarbeitszahl des Kälteprozesses berechnet.
- Zur Leistungsaufnahme des Verdichters werden noch die Leistungen der Nebenaggregate (Lüfter, Pumpen, Regelung) addiert und dann aufgrund der Laufzeit der Strombedarf errechnet.

Einteilung Strombedarf (für alle Kühlräume)

- Bis 50 % vom Standardwert
- Über 50 % bis 75 % vom Standardwert
- Über 75 % vom Standardwert

Als Standardwerte wurden gewählt:

- Tiefkühler: 0,16 kWh/100 Liter und 24 Stunden
- Normal- bzw. Pluskühler: 0,10 kWh/100 Liter und 24 Stunden
- Kühlpulte: 0,58 kWh/100 Liter und 24 Stunden

5.9.2 Berechnung des elektrischen Einsparpotenzials im Excel-Kälte-Beratungstool

Theoretische Optimierungsmöglichkeiten:			
El. Optimierungspotenzial bei Neubau:	max. 56%	3.322 kWh/a	Entspricht 432 €/a
Dämmung Kühlraum:	max. 15%	894 kWh/a	Entspricht 116 €/a
Verbesserung Rahmenbedingungen:	max. 13%	783 kWh/a	Entspricht 102 €/a
Kältetechnik, Nebenaggregate, Regelung:	max. 28%	1.645 kWh/a	Entspricht 214 €/a
WRG-Nutzungsmöglichkeit (nach Sanierung):	max. 70%	3.371 kWh/a	Entspricht 236 €/a
Abschätzung Optimierungsmöglichkeiten bei Anlagenadaptierung:			
El. Optimierungspotenzial bei Sanierung:	max. 47%	2.798 kWh/a	Entspricht 364 €/a
Dämmung Kühlraum:	max. 10%	590 kWh/a	Entspricht 77 €/a
Verbesserung Rahmenbedingungen:	max. 13%	783 kWh/a	Entspricht 102 €/a
Kältetechnik inkl. Nebenaggregate:	max. 24%	1.425 kWh/a	Entspricht 185 €/a
WRG Potenzial gesamt:	100%	5.790 kWh/a	Entspricht 405 €/a
WW-Bedarf pro Tag (Vorwärmung auf 30°C):	3.000 Lit.	25.404 kWh/a	Entspricht 1.778 €/a
WRG-Nutzungsmöglichkeit (nach Sanierung):	70%	4.053 kWh/a	Entspricht 284 €/a

Abbildung 5.25: Elektrisches Einsparpotenzial im Excel-Kälte-Beratungstool

Gewählte Ansätze für das elektrische Einsparpotenzial im Excel Tool – adaptiert bzw. neu:

- Das Einsparpotenzial wird einmal für eine theoretisch optimale Kälteanlage (ideale Dämmung, ideale Rahmenbedingungen und beste verfügbare Kältetechnik) und einmal für eine realistische neue bzw. adaptierte Anlage (tatsächliche Dämmung, Rahmenbedingung und Kältetechnik) berechnet.
- Das theoretische Potenzial wird aus den zuvor berechneten Erhöhungen des Strombedarfes aufgrund der Dämmung, der Rahmenbedingungen und der Kältetechnik zurückgerechnet.
- Das realistische Einsparpotenzial wird errechnet in dem die Bestandsanlage und die neu definierte adaptierte bzw. neue Anlage miteinander verglichen werden.
- Das ebenfalls mitgerechnete Wärmerückgewinnungspotenzial wurde schon im Kapitel Abwärmenutzung – Wärmerückgewinnung behandelt.

5.9.3 Berechnung der jährlichen Betriebskosten im Excel-Kälte-Beratungstool

Anpassung an Nutzungszeit:		
Anzahl der Betriebsmonate:		12,0 Monate
Gesamt-Jahresstrombedarf für Nutzungszeit:		7.910 kWh/a
Gesamt-Jahresstromkosten für Nutzungszeit:		1.028 €/a
Einsparung durch Wärmerückgewinnung f. Nutzungszeit:		0 €/a
Jährliche Wartungs- und Instandhaltungskosten:		600 €/a
Bestand - Gesamt-Betriebskosten pro Jahr:		1.628 €/a

Abbildung 5.26: Jährliche Betriebskosten im Excel-Kälte-Beratungstool (Bestand)

Anpassung an Nutzungszeit:		
Anzahl der Betriebsmonate:		12,0 Monate
Gesamt-Jahresstrombedarf für Nutzungszeit:		3.569 kWh/a
Gesamt-Jahresstromkosten für Nutzungszeit:		464 €/a
Einsparung durch Wärmerückgewinnung f. Nutzungszeit:		284 €/a
Jährliche Wartungs- und Instandhaltungskosten:		400 €/a
Nach Sanierung - Gesamt-Betriebskosten pro Jahr:		580 €/a
Einsparung gegenüber der bisherigen Anlage:		1.048 €/a

Abbildung 5.27: Jährliche Betriebskosten im Excel-Kälte-Beratungstool (Adaptiert bzw. neu)

Gewählte Ansätze für die jährlichen Betriebskosten im Excel Tool:

- Ausgehend von den Stromverbräuchen der bestehenden und der adaptierten bzw. neuen Anlage und der Ersparnis durch die Wärmerückgewinnung für den Ganzjahresbetrieb werden diese an die tatsächliche Betriebszeit angepasst.
- Ergänzt mit den jährlichen Wartungs- bzw. Instandhaltungskosten können die Gesamtkosten vor und nach der Sanierung ermittelt werden.
- Am Blatt „Adaptiert bzw. Neu“ wird zusätzlich die jährliche Einsparung an Betriebskosten ausgewiesen.
- So kann man abhängig von den notwendigen Investitionskosten eine betriebswirtschaftliche Abschätzung vornehmen. Zu beachten ist jedoch, dass eine reine Betrachtung der Amortisationszeit für Infrastruktureinrichtungen wie es Kälteanlagen darstellen, nicht geeignet ist und zu falschen Schlüssen führt (siehe Wirtschaftlichkeitsberechnung).

6 Energiebedarf und Einsparpotenzial bei Kälteanlagen im Tourismus

Gegenstand der Untersuchungen in diesem Projekt sind gewerbliche Kälteanlagen. Standardgeräte wie Kühlschränke, Tiefkühlschränke, Bierdurchlaufkühler, Karbonatoren und Saladetten, Eiscrusher u.ä., sofern sie als Komplettgerät betrieben werden, sind nicht im Projekt enthalten, werden aber mit Standardwerten in die Hochrechnungen einbezogen.

6.1 Tourismus in Zahlen – Statistische Zahlen

Die folgenden statischen Werte dienen als Basis für die Hochrechnung der elektrischen Energieverbräuche und Einsparpotenziale. Aus der ähnlichen Definition der Hotels und Gasthöfe (siehe Anhang) heraus werden diese in Folge gemeinsam betrachtet. Für folgende Statistiken wurden aus folgenden Unterlagen extrahiert:

- Wirtschaftskammer Österreich, Bundessparte Tourismus- und Freizeitwirtschaft: *Tourismus in Zahlen, 46. Ausgabe, März 2010*, insbesondere die Seiten 24, 31, 45, 47, 62, 63
- BMWFJ - Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend: *Lagebericht 2009 Bericht über die Lage der Tourismus- und Freizeitwirtschaft in Österreich 2009*, insbesondere die Seiten 46, 48, 49, 53
- Statistik Austria: *Tourismusstatistik Kalenderjahr 2009 (online abgefragt am 17.02.2010)*
- Wirtschaftskammer Österreich, Fachverband Hotellerie: *Betriebsstatistik nach Kategorien, 23. Feber 2010*

6.1.1 Betriebsstatistik in Tirol und Österreich

Anzahl der Betriebe in den einzelnen Kategorien:

Tabelle 6.1: Betriebsstatistik Hotels und Gasthöfe nach Kategorien per 31.12.2009 *Quelle: Fachverband Hotellerie, WKÖ*

	BGLD	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	TIROL	VLBG	WIEN	Summe
5-Sterne	2	6	1	1	10	3	21	6	8	58
4-Sterne sup.	6	10	2	12	29	8	39	22	0	128
4-Sterne	39	203	115	104	374	189	582	153	115	1.874
3-Sterne	97	312	249	242	479	468	695	186	101	2.829
2-Sterne	66	41	62	121	186	292	147	81	23	1.019
1-Stern	27	2	6	8	16	28	11	14	6	118
ohne Kat.	22	671	956	193	457	361	1.115	153	57	3.985
Summe	259	1.245	1.391	681	1.551	1.349	2.610	615	310	10.011

Etwa ein Viertel der gesamten Hotellerie und des Gastgewerbes befindet sich in Tirol.

Tabelle 6.2: Betriebsstatistik Hotels und ähnliche Betriebe, Aufteilung nach Hotels und Gasthöfen per 31.12.2009

	Hotels		Gasthöfe		Summe
5-Sterne	21	100 %	0	0 %	21
4-Sterne sup.	39	100 %	0	0 %	39
4-Sterne	557	96 %	25	4 %	582
3-Sterne	419	60 %	276	40 %	695
2-Sterne	17	12 %	130	88 %	147
1-Stern	0	0 %	11	100 %	11
ohne Kat.	275	25 %	840	75 %	1.115
Summe	1.328		1.282		2.610

Bei der Verteilung der Kategorien sieht man sofort die Konzentration der Hotels in den 3 bis 4-Sterne Kategorien, während die Gasthöfe oft bei 2 bis 3-Sterne bzw. ohne Kategorie zu finden sind.

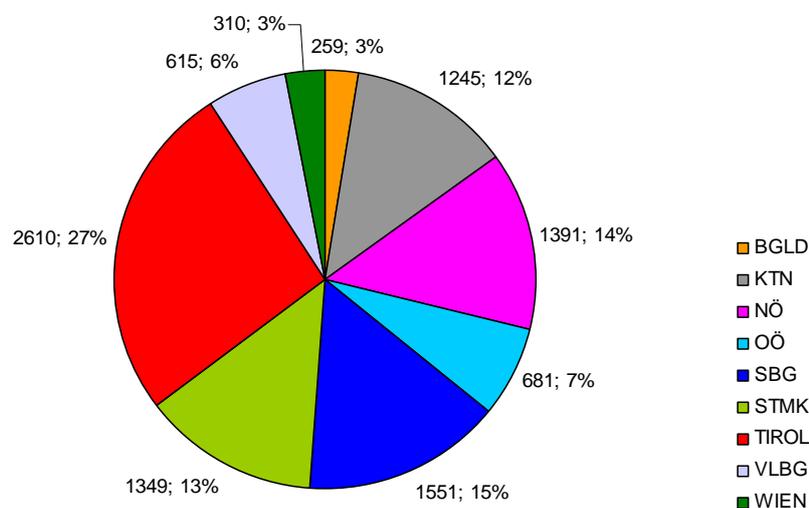


Abbildung 6.1: Verteilung Hotels und Gasthöfe (alle Kategorien) nach Bundesländern

Die Verteilung der Kategorien:

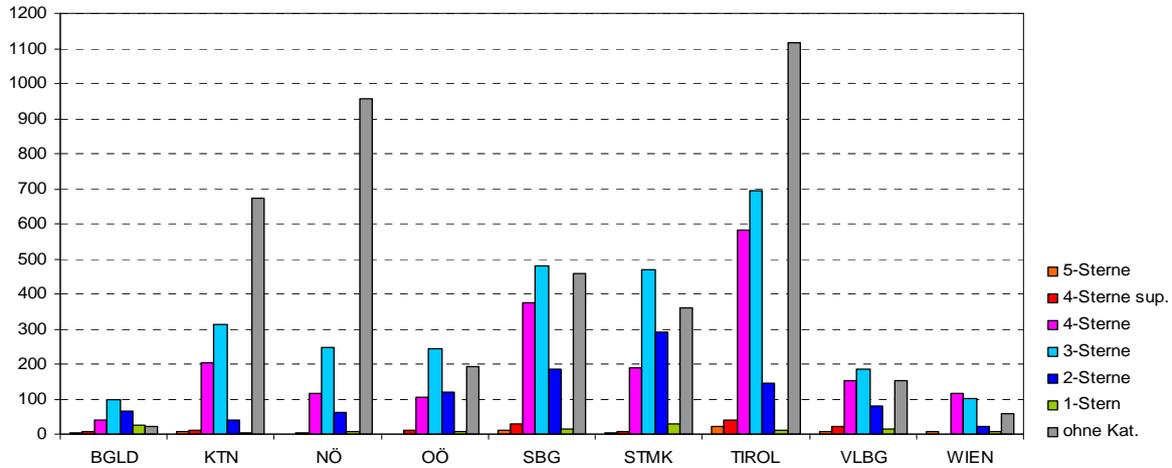


Abbildung 6.2: Verteilung der Kategorien nach Bundesländern

Die hohen Anteile von „ohne Kategorie“ resultieren aus der gemeinsamen Betrachtung von Hotellerie und ähnlichen Betrieben. Während bei der reinen Hotellerie der Anteil der Betriebe ohne Kategorie in Tirol bei 20,7 % liegt, macht dieser Anteil bei Tiroler Gasthöfen 65,5 % aus.

Vergleich der Verteilung der Kategorien zwischen Tirol und Österreich:

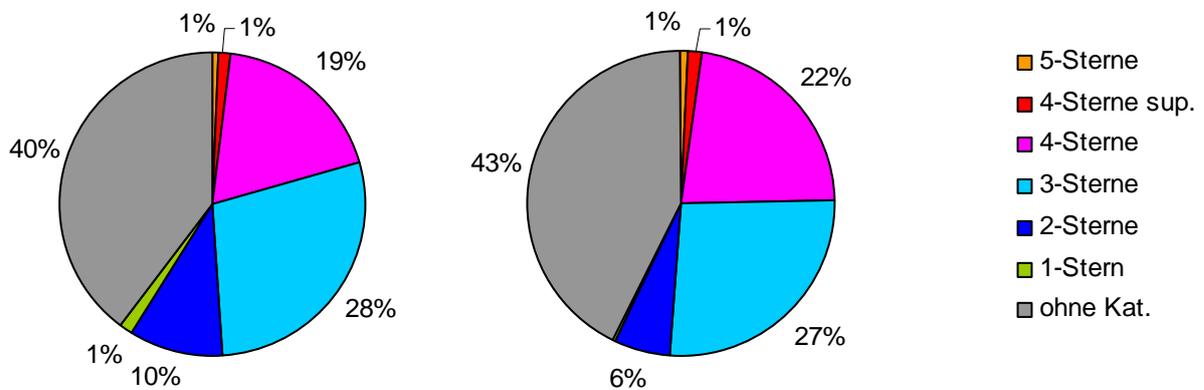


Abbildung 6.3: Vergleich Verteilung der Kategorien in Österreich (links) zur Verteilung in Tirol (rechts)

Zwischen der Verteilung der Kategorien innerhalb von Österreich und Tirol sind kaum Unterschiede zu bemerken, daher stellt die Betrachtung der charakteristischen Hotellerie in Tirol eine gute Basis für eine Umlegung auf ganz Österreich dar.

Verteilung der Betriebe bei der Fragebogenaktion

Die im Rahmen dieses Projektes ausgewerteten Fragebögen zeigen damit folgende Verteilung:

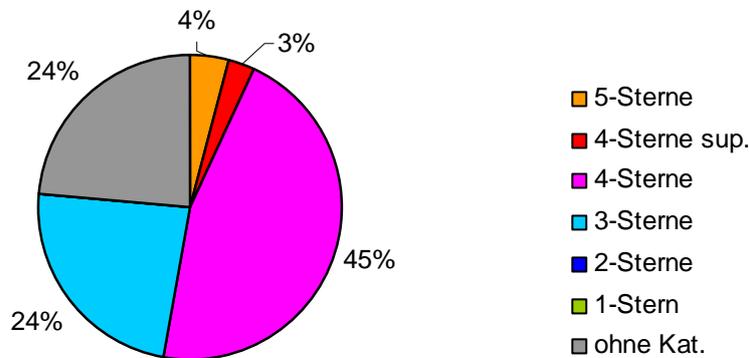


Abbildung 6.4: Verteilung der Kategorien innerhalb des Projektes (Feedback Fragebögen)

Die Verteilung weicht zwar deutlich von der allgemeinen Verteilung der Betriebe ab, aber da Betriebe der Kategorie 3-Sterne und darunter oft nur wenige bzw. keine Gewerbekälteanlagen besitzen, sind deren Unterrepräsentanz erklärlich. Aus diesem Grund ergibt sich ein sehr hoher Anteil an 4-Sterne-Hotels der auch über den größten Teil der Kälteanwendungen verfügt. Der Lagebericht 2009 des Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend beschreibt zudem die Entwicklung der Hotellerie wie folgt: Betriebe der 4-Sterne-Kategorie nehmen zu, Hotels mit minderer Qualität und/oder suboptimaler Betriebsgröße geraten zunehmend unter Druck. Auch aus diesem Grund ist das 4-Sterne-Hotel die am besten geeignete Kategorie für Untersuchungen zu Kälteanwendungen im Tourismus.

6.1.2 Nächtigungen - Wirtschaftsdaten

Für die Hochrechnung des Energieeinsparpotenzials durch Maßnahmen in der Kälteanlagentechnik ist die Erhebung der statistischen Jahreszahlen wichtig. Die Übersicht dieser Parameter in Tirol ist in nachfolgender Tabelle zusammengestellt. Achtung: Die Ankünfte und Übernachtungen beziehen sich auf Tirol, die Auslastung, der Betten-Durchschnitt und die Einnahmen sind ein österreichischer Mittelwert. Die gesamten 42.986.030 Tiroler Nächtigungen im Jahr 2009 setzen sich zusammen aus:

- Hotels und ähnliche Betriebe
- Ferienwohnungen Privat
- Privatquartiere
- Camping
- Kurheime

- übrige

Für die Hochrechnung ist im Rahmen dieses Forschungsprojektes nur die Kategorie „Hotels und ähnliche Betriebe“ von Relevanz, die Aufteilung der entsprechenden Nächtigungen ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 6.3: Zusammenstellung der Wirtschaftsdaten in Tirol (Quelle siehe 6.1 Tourismus in Zahlen – Statistische Zahlen)

Kategorie	Ankünfte 2009	Übernachtungen 2009	Auslastung [VBT]	Betten Durchschnitt	Einnahmen Durchschnitt
5-/4-Sterne	3.262.405	14.110.398	174	110	€ 1.600.000,-
3-Sterne	1.964.784	8.622.401	119	k.A.	€ 640.000,-
2-/1-Stern	1.078.157	4.775.621	82 ⁾	25	k.A.
Summe	6.305.346	27.508.420^{**)}		47	

⁾ lt. Lagebericht 2009 ist eine wirtschaftliche Betriebsführung bei dieser Auslastung nicht möglich.

^{**)} das sind 34,4 % der Gesamtnächtigungen in Österreich.

Weiters interessant ist die Anzahl der verfügbaren Betten in Tirol – hier wird nach Saison unterschieden, im Winter 2009 waren das 176.543 Betten, im Sommer 2009 standen 172.913 Betten zur Verfügung. Über die Öffnungstage/Jahr der Betriebe und die Auslastung (VBT – Vollbelegstage) kann die durchschnittliche Bettenauslastung berechnet werden. Diese beträgt in Tirol über alle Kategorien gerechnet 43,6 %.

Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer in Österreich lag 2009 bei 3,36 Tagen, die Auswertung in Tirol ergibt einen Durchschnittswert von 4,4 Tagen.

Erhebung Baukosten – inkl. Zahlen für Kälteeinrichtungen

Für eine schnelle Kostenschätzung sind Grobkostenwerte – pauschal und auch auf Größeneinheiten bezogen – sehr praktisch. Die Wirtschaftskammer Österreich veröffentlicht einige Werte alljährlich in ihrem Bericht „Tourismus in Zahlen“. Hier sind im Bereich Kälteanlagen nur der Theken- und Schankverbau angeführt.

Theken- oder Schankverbau einfache Ausführung	1.300	€/lfm
Theken- oder Schankverbau gehobene Ausführung	2.500	€/lfm

6.1.3 Hotelkategorie und Bettenanzahl

Aus den statistischen Daten lassen sich die Einteilung der Hotels und deren Größe ableiten. Die erheblichen Unterschiede der Betriebsgröße der österreichischen Hotellerie zeigen folgende Daten⁵⁴:

- 1-2 Sterne Österreich 25 Betten
- alle Österreich 47 Betten
- 4-5 Sterne Österreich 110 Betten
- Ketten Österreich 225 Betten
- Intercontinental Group 303 Betten

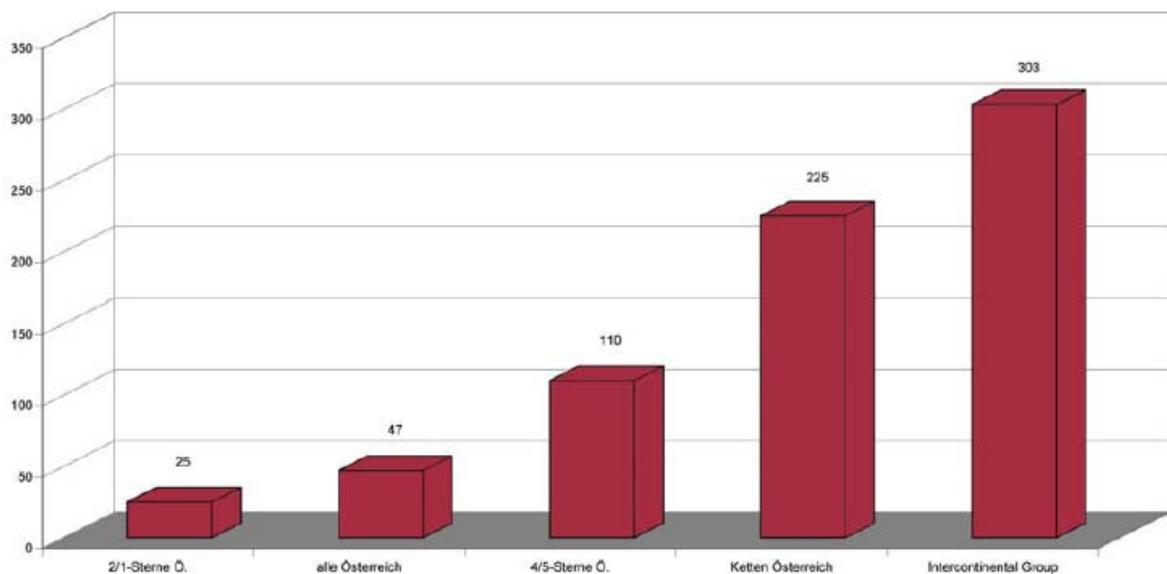


Abbildung 6.5: Bettenanzahl einzelner Hotelgattungen

Aus dem Rücklauf von 72 Fragebögen wurde die Anzahl der Betten ausgewertet, mit dem Ergebnis, dass in der betrachteten Region Tirol die Anzahl der Betten geringfügig höher ist als im österreichischen Durchschnitt:

- Gasthof 18 Betten
- 1-2 Sterne 35 Betten
- 3 Sterne 69 Betten
- 4 Sterne 126 Betten
- 5 Sterne 142 Betten

⁵⁴ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie, Jugend, Lagebericht 2008, Bericht über die Lage der Tourismus und Freizeitwirtschaft in Österreich, Abbildung 19

6.2 Kältemarkt in Tirol

Für den Kältemarkt in Tirol wurden unten stehende Zahlen erhoben. Da teils auch Firmen aus Salzburg und Vorarlberg am Tiroler Markt tätig sind, wurden auch diese in die Statistik aufgenommen.

Tabelle 6.4: Anzahl der Berufszweigmitglieder WKO, Quartalsstatistik 1. Quartal 2010, Stand 31.03.2010 (Quelle: Wirtschaftskammer Österreich / Mitgliederstatistik)

Fachgruppe: 114 –LI Mechatroniker	TIROL	VLBG	SBG	AUT
0500-Kälte- und Klimatechnik, wie Kälteanlagen- gentechniker	40	12	45	539

Tabelle 6.5: Übersicht der Kälteanlagenbauer und -vertreiber in Tirol, Vorarlberg, Salzburg und Österreich (Quelle: www.herold.at)

Bezeichnung	TIROL	VLBG	SBG	AUT
Kälte- u. Klimatechnik	3	4	3	44
Kälteanlagen-technik	3	1	0	21
Kühlanlagen u. -geräte	17	7	18	205
Kühlräume u. -zellen	0	2	2	12
Kühlpulte u. -vitrinen	0	0	2	13
Kühlanlagen u. -geräte / Ersatzteile u. Zubehör	1	1	1	14
Kühlanlagen u. -geräte / Reparatur	2	0	3	27
Summe	26	15	29	336

Die Einschätzung der 5 anwesenden Vertreter von Kälteanlagenfirmen beim Erfahrungsaustausch am 12.04.2010 über die Anzahl der neu installierten bzw. ausgetauschten Anlagen ergab eine Schätzung von 335 Anlagen, die jährlich in Tirol neu errichtet werden (inkl. Ersatzanlagen). Nach ihrer Einschätzung gehören 25 % der bestehenden ca. 20.000 Anlagen in Tirol dringend ausgetauscht.

6.3 Hochrechnungen Strombedarf für Kälteanlagen im Tourismus (Tirol)

In dieser Hochrechnung sind nur die Betriebe mit Übernachtung, d.h. Hotels und ähnliche Betriebe enthalten. Für reine Gaststätten, Bars etc. wurde aufgrund der zu unterschiedlichen Ausstattungsgrade keine Hochrechnung vorgenommen.

6.3.1 Hochrechnung mit Übernachtungen

Aus den statistischen Auswertungen stehen die Gesamtnächtigungen aller Tourismusbetriebe mit ca. 43 Mio. Nächtigungen pro Jahr (2009) zur Verfügung. Für den Bereich gewerbliche Kälteanlagen sind jedoch nur die Hotels und ähnlichen Betriebe relevant. Privatzimmervermieter, Campingübernachtungen etc. verfügen normalerweise über keine gewerblichen Kälteanlagen und bleiben damit unberücksichtigt.

Damit ergeben sich:

- Übernachtungen mit Kategorie: 27.508.420 (siehe Tabelle 6.3: Zusammenstellung der Wirtschaftsdaten in Tirol (Quelle siehe 6.1 Tourismus in Zahlen – Statistische Zahlen))
- Energiebedarf aus dem Benchmarktool der ecofacility für 3 bis 4-Sterne-Betrieben 15,3 kWh/Übernachtung.

Für die weitere Hochrechnung wurden die Werte der 3-4* Hotels als Mittelwert über alle Betriebe und Kategorien angesetzt.

Für die Betriebe der 3- und 4-Sterne-Kategorie, wurde wie in Kapitel 4.5.2 erläutert, ein elektrischer Energiebedarf für die gewerblichen Kälteanlagen von 2,8 kWh/Übernachtung ermittelt. Dieser Wert inkludiert die gewerblichen Kälteanlagen mit 1,8 kWh pro Übernachtung und die Standardgeräte mit 1,0 kWh pro Übernachtung.

Der Gesamtstrombedarf der Tourismusbetriebe beträgt 421 GWh/a. Hochgerechnet aus den Übernachtungen ergibt sich mit diesen Werten ein elektrischer Energiebedarf für den gesamten Kältebereich von 77 GWh/a (Vergleichbar mit rd. 22.000 Haushalten oder 46 % der Regeljahreerzeugung des Innkraftwerkes Langkampfen).

Für gewerblich konfektionierte Kälteanlagen liegt der Wert bei 49,5 GWh/a, jener für Standardgeräte bei 27,5 GWh/a.

Der Anteil der Gewerbekälte am Gesamtstrombedarf eines typischen 3- bzw. 4-Sterne-Hotels beträgt damit 12 %. Der Anteil des gesamten Kältebereiches liegt bei 18 %.

Tabelle 6.6: Hochrechnung des elektrischen Energiebedarfes für Kälteanlagen in Hotels und Gasthöfen

Übernachtungen in 2009 Summe	27.508.420	
elektrische Energie pro Übernachtung	15,3	kWh/Ü
elektrischer Energieaufwand gesamt	421	GWh/a
spez. elektrische Energie für gewerbliche Kälteanlagen	1,8	kWh/Übernachtung/a
spez. elektrische Energie für Standardkühlgeräte	1,0	kWh/Übernachtung/a
elektrische Energie für gewerbliche Kälteanlagen	49,5	GWh/a
elektrische Energie für Standardkühlgeräte	27,5	GWh/a
elektrische Energie für Kälteanlagen Summe	77	GWh/a

6.3.2 Hochrechnung mit dem mittleren Energiebedarf für Kälte je Betrieb

Der Mittelwert für den elektrischen Energiebedarf der gewerblichen und Standardkälteanlagen je Betrieb wurde mit 34.000 kWh/a, der Wert für die rein gewerblichen Anlagen mit 21.700 kWh/a ermittelt (Basis: Auswertung einer Teilmenge der evaluierten Betriebe). Diese Werte werden als Mittelwerte für alle 2.610 Betriebe angesetzt. Daraus ergibt sich ein elektrischer Energiebedarf von ca. 57 GWh/a für die gewerblichen Kälteanlagen und 89 GWh/a für alle Kälteanlagen (inkl. Standardgeräte).

6.3.3 Hochrechnung mit dem mittleren Energiebedarf für Kälte je Fläche bzw. Länge der Einrichtung

Die Basisdaten für die Berechnung stammen aus den installierten Leistungsdaten einer Teilmenge der evaluierten Betriebe, abgemindert um den Faktor 35 % für Überdimensionierung und 10 Monate Laufzeit sowie einer Erhöhung um 5 % für den Nutzereinfluss.

- TK-Zellen 51 kWh/100l/a
- NK-Zellen 31 kWh/100l/a
- Pulte, Schubladen 186 kWh/100l/a

Die Flächen für Kühlzellen und Längen für Schubladen/Pulte für die einzelnen Kategorien wurden aus den Fragebögen entnommen. Zur Umrechnung der Flächen bei Kühlzellen und Längen für Schubladen/Pulte in Volumen wurde bei Kühlzellen eine Innenhöhe von 1,95 m, für Schubladen/Pulte eine Innenfläche von 0,42 m² angenommen. Die Anzahl der Betriebe je Kategorie stammt aus den statistischen Daten, wobei bei den Betrieben „ohne Kategorie“ 840 zu den Gasthöfen und 245 zu den 3-Sterne-Hotels gezählt wurden. Mit diesen Zahlenwerten ergibt sich ein elektrischer Energiebedarf für die gewerblichen Kälteanlagen von 57 GWh/a

6.3.4 Mittelwertbildung aus den drei Hochrechnungen

Die Mittelwerte aus den drei Berechnungsansätzen ergeben folgende Werte und werden als die Basis für die Ermittlung der Einsparpotenziale herangezogen.

Tabelle 6.7: Zusammenfassung der Hochrechnung, Mittelwertbildung, gerundete Werte

Zusammenfassung der Auswertung	nach Übernachtung GWh/a	nach Betrieb GWh/a	nach Volumen der Kühlbereiche GWh/a	Mittelwert GWh/a
elektrische Energie im Tourismus	421			
elektrische Energie für gewerbliche Kälteanlagen und Standardanlagen	77	89		83
elektrische Energie für gewerbliche Kälteanlagen	50	57	57	55
Anteil gewerbliche Kälteanlagen und Standardgeräte am ges. elektr. Energiebedarf	18 %			18 %
Anteil gewerbliche Kälteanlagen am ges. elektr. Energiebedarf	12 %			12 %

Die in der Tabelle fehlenden Werte konnten nicht eruiert werden.

6.4 Einsparpotenzial bei Kälteanlagen im Tourismus (Tirol)

Das Einsparpotenzial wird getrennt in elektrisches Einsparpotenzial und Einsparung an thermischer Energie durch eine Wärmerückgewinnung ermittelt. Die folgenden Zahlenwerte zum Einsparpotenzial beziehen sich auf gewerbliche, individuell konfektionierte Geräte in Hotels und ähnlichen Betrieben. Für Standardgeräte, die nicht Gegenstand des Projektes waren, wurde kein Einsparpotenzial ermittelt.

6.4.1 Elektrisches Einsparpotenzial

Beim elektrischen Einsparpotenzial wird zwischen drei Verbesserungsvarianten unterschieden:

- Einsparpotenzial bei Adaptierung bzw. Sanierung der Anlage
- Einsparpotenzial bei Neuerrichtung mit minimaler Dämmung
- Einsparpotenzial bei Neuerrichtung mit hochwertiger Dämmung

Das Einsparpotenzial für Adaptierung bzw. Sanierungen betrifft nur jene Maßnahmen, die in einfacher Weise umgesetzt werden können. Dazu zählen primär alle Maßnahmen, die verbesserte Einstellungen, gereinigte Wärmetauscherflächen, getauschte Dichtungen und verbesserte Aufstellungsplätze für Verflüssiger zum Ziel haben. Die Einbindung von Wärmerückgewinnungsanlagen zählt nicht zu den Sanierungsmaßnahmen, sondern soll im Neubau mit verbesserten Aggregaten umgesetzt werden, weil damit eine langfristig günstige Lösung möglich ist. Der ermittelte Wert der Energieeinsparung für Sanierung und Adaptierung liegt im Sanierungsfall bei 8 %.

Das Einsparpotenzial bei Neubau der Anlagen betrifft den Austausch der Aggregate in Verbundsätze und/oder drehzahlgeregelte Verdichter, den Austausch der Verdampfer und Verflüssiger, Ausstattung mit Energiesparmotoren, bedarfsgerechte Abtauung sowie Umluftabtauung u. a. Darüber hinaus ist ein wesentliches Merkmal auch die Verbesserung der Wärmedämmung bis zu einem Mindestmaß von 120 mm für TK-Anlagen und 100 mm für alle anderen Bereiche. Für gekühlte Schubladen sind Vakuumdämmungen in äquivalenter Stärke vorgesehen. Der Wert der Energieeinsparung wurde mit Hilfe des Excel-Kälte-Beratungstools bzw. ergänzender Berechnungen mit 33 % ermittelt.

Wenn die Wärmedämmung mit dem Zielwert 200 mm für TK-Anlagen und 160 mm für Plus- bzw. Normalkühler angesetzt wird, erhöht sich das Einsparpotenzial auf ca. 50 %.

Tabelle 6.8: Einsparpotenzial – Mittelwertbildung

Zusammenfassung der Auswertung nach	nach Übernachtung GWh/a	nach Betrieb GWh/a	nach Volumen der Kühlbereiche GWh/a	Mittelwert GWh/a
elektrisches Einsparpotenzial Sanierung gewerbliche Kälteanlagen	4,0	4,5	4,6	4
elektrisches Einsparpotenzial Neubau gewerbliche Kälteanlagen	16,3	18,7	19,0	18
elektrisches Einsparpotenzial Neubau gewerbliche Kälteanlagen bei max. Wärmedämmung	24,8	28,3	28,7	27

6.4.2 Thermisches Einsparpotenzial

Der Wert für das Wärmerückgewinnungspotenzial wurde aus den ausgewerteten evaluierten Betrieben ermittelt. Es wird das Wärmerückgewinnungspotenzial nach Neubau der Anlagen angesetzt, da angenommen wird, dass eine Wärmerückgewinnung nur bei einer umfassenden Sanierung bzw. bei einem Neubau der Kälteanlage eingebaut wird. Der Wert enthält damit die mittlere Reduktion des Energieangebotes um ca. 33 %, weil durch die Optimierung der Anlagen auch die zur Verfügung stehende Energie am Verflüssiger reduziert wird. Anlagen, die bereits mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet sind, werden in der Berechnung des Mittelwertes mit einem Potenzial von 0 % erfasst. Für das Einsparpotenzial bei der Wärmerückgewinnung wurde weiters einkalkuliert, dass nur ca. 70 % der am Verflüssiger angebotenen thermischen Energie zurückgewonnen werden kann. Ein zusätzlicher Abschlag erfolgte durch die derzeitige Überdimensionierung der Anlagen mit dem Faktor 0,65.

Einige Betriebe besitzen Solaranlagen. Da die Wärmerückgewinnung normalerweise nur zur Vorwärmung eingesetzt wird, kann angenommen werden, dass die Wärmerückgewinnung davon unberührt bleibt.

Ermittlung:

- El. Leistungen der Einzelanlagen aus der Teilmenge der evaluierten Betriebe
- Mittlerer COP-Wert der einzelnen Anlagen (Tiefkühler 1,2, Normalkühler 1,6 Pluskühler 1,8)
- Ansatz der jährlichen Betriebsstunden, Abschlag tatsächlicher Betriebsmonate in den evaluierten Betrieben
- Berechnung der elektrischen Energie und der Kälteenergie, daraus Berechnung der Verflüssigungsenergie
- Einrechnung der Überdimensionierung

Damit ergibt sich das durchschnittliche Wärmerückgewinnungspotenzial mit 2,0 kWh pro Übernachtung.

Dies entspricht insgesamt einem theoretischen Potenzial an zusätzlich zurückgewinnbarer Wärme von 52 GWh/a, wenn ein Neubau der Anlagen mit 33 % Einsparung unterstellt wird. (Damit könnte sich die Energie von rd. 5.000 Haushalten einsparen lassen. Pro Betrieb würde dies durchschnittlich rd. 1.400 € pro Jahr ausmachen). Bisher genutzt wird ein Potenzial von 26 GWh/a, das bei Sanierung oder Neubau um den Einsparungsbetrag ebenfalls reduziert wird. Wenn ein Neubau mit maximaler Wärmedämmung bzw. einer elektrischen Energieeinsparung von 50 % bei allen nicht mit einer Wärmerückgewinnung ausgestatteten Anlagen unterstellt wird, reduziert sich das Wärmerückgewinnungspotenzial auf 39 GWh/a.

Tabelle 6.9: Abwärmepotenzial nach Realisierung des Einsparpotenziales von 33 %

Zusammenfassung der Auswertung	nach Übernachtung GWh/a	nach Betrieb GWh/a	Mittelwert GWh/a
thermisches Einsparpotenzial WRG-Neubau gewerbliche Kälteanlagen	55	49,9	52

6.5 Hochrechnungen Österreich

6.5.1 Hochrechnung Österreich

Die Hochrechnung für Österreich basierend auf der Hochrechnung für Tirol auf Betriebsbasis ergibt folgende Werte.

Tabelle 6.10: Hochrechnung Österreich

Anzahl der Betriebe in Österreich	10.011	
elektrische Energie je Betrieb für gewerbliche Kälteanlagen und Standardgeräte	34.000	kWh/a/Betrieb
elektrische Energie für gewerbliche Kälteanlagen und Standardgeräte	340	GWh/a
elektrische Energie je Betrieb für gewerbliche Kälteanlagen ohne Standardgeräte	21.700	kWh/a/Betrieb
elektrische Energie für gewerbliche Kälteanlagen und Standardgeräte	217	GWh/a
elektrisches Einsparpotenzial Sanierung	8,0 %	
elektrisches Einsparpotenzial Neubau	33,0 %	
elektrisches Einsparpotenzial Neubau max. Wärmedämmung	50,0 %	
elektrisches Einsparpotenzial Sanierung	17	GWh/a
elektrisches Einsparpotenzial Neubau	72	GWh/a
elektrisches Einsparpotenzial Neubau max. Wärmedämmung	109	GWh/a
thermisches Einsparpotenzial WRG-Neubau je Betrieb	19.100	kWh/a/Betrieb
thermisches Einsparpotenzial WRG-Neubau	191	GWh/a

Der elektrische Energiebedarf der gewerblichen und Standardkälteanlagen je Tourismusbetrieb wurde wieder mit 34.000 kWh/a und der Wert für die gewerblichen Anlagen mit 21.700 kWh/a angesetzt. Das Einsparpotenzial wird wiederum mit 8 % für die Sanierung und 33 % für den Neubau mit Mindestdämmstandard und 50 % für den Neubau mit hohem Wärmedämmstandard angesetzt werden. Das mittlere Wärmerückgewinnungspotenzial eines Betriebes nach Neubau, also unter Einberechnung der Reduzierung, wurde wieder als Mittelwert mit 19.100 kWh/a angesetzt.

7 Einsparmöglichkeiten und einfache Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Die ausgeführten Kälteanlagen im Tourismus sind so unterschiedlich, dass kein allgemein gültiges Sanierungs- bzw. Erneuerungskonzept gefunden werden kann.

Es werden daher drei Bereiche unterschieden

- Verbesserung der Nutzereinflüsse
- Adaptierung bzw. Sanierung des Bestandes
- Neubau

und einzelne Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel betrachtet.

7.1 Allgemeines zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von langfristigen Infrastrukturen wird häufig völlig falsch - nur über die statische Amortisationszeit - bewertet. Die Amortisationszeit liefert jedoch keine Aussage über den gesamthaften Nutzen von langfristigen Infrastrukturmaßnahmen, da die Nutzungsdauer nicht berücksichtigt wird. Die Amortisationszeit liefert an sich nur eine Aussage darüber, ob die Maßnahme überhaupt wirtschaftlich ist oder nicht (Amortisationszeit länger oder kürzer als die Lebensdauer der Anlage) bzw. ist ein Maß für das Risiko. Je länger die Amortisationszeit ist, desto höher ist auch das Risiko die Verhältnisse falsch eingeschätzt zu haben (Änderung von Energiepreisen, neue Technologien,...). Die folgende Darstellung gilt allgemein und verdeutlicht, dass die reine Bewertung der Amortisationszeit bei langlebigen Investitionsgütern, und dazu zählen auch die Kälteanlagen mit Lebensdauern von zumindest 15 Jahren, unzureichend ist. Z.B. werden wirtschaftlich äußerst sinnvolle Investitionen mit einer internen Verzinsung von bis zu 18,5 % ausgeschlossen, wenn eine willkürliche Grenze der Amortisationszeit von z.B. 4 Jahren gewählt wird.

geforderte Amortisationszeiten Jahre	Interne Verzinsung in % pro Jahr ¹⁾							
	Anlagennutzungsdauer (Jahre)							
	3	4	5	6	7	8	12	15
2	24%	35%	41%	45%	47%	49%	49,5%	50%
3	0%	13%	20%	25%	27%	31%	32%	33%
4		0%	8%	13%	17%	22%	23%	24%
5			0%	6%	10%	16%	17%	18,5%
6		unrentabel		0%	4%	10,5%	12,5%	14,5%
8						4,5%	7%	9%
¹⁾ unterstellt wird eine kontinuierliche Energieeinsparung über die gesamte Anlagennutzungsdauer								
abgeschnittene rentable Investitionsmöglichkeiten								

Quelle: Klima schützen – Kosten senken; Bayerisches Landesamt

Max. Amortisationszeit von z.B. 4 Jahre verhindert eine Investition mit einer Verzinsungen von 18,5% bei einem Nutzungszeitraum von 15 Jahren

Abbildung 7.1: Zusammenhang Amortisationszeit, Anlagennutzungsdauer und interne Verzinsung

Es ist daher zu beachten, dass nur kurzlebige Wirtschaftsgüter mit der Amortisationszeit alleine vernünftig bewertet werden können. Bei langfristigen Investitionen in die Infrastruktur führt diese Betrachtung alleine zu falschen Entscheidungen. Nur falls die Amortisationsdauer über der Lebensdauer der Anlage liegt, ist eine eindeutige Entscheidung möglich (orange Fläche in der Grafik). Für eine einfache Betrachtung ohne detaillierte Berechnung kann die interne Verzinsung der Maßnahmen mit der oben angeführten Grafik ermittelt werden. Für die Lebensdauer einer Kälteanlage können 15 Jahre angesetzt werden. Viele Investitionen im Kältebereich mit Amortisationszeiten über 4 Jahren sind durch diese umfassende Betrachtung unter Berücksichtigung der Lebensdauer auch wirtschaftlich interessant. So ergibt z.B. eine Amortisationszeit von 8 Jahren bei 15 Jahren Lebensdauer immer noch eine interne Verzinsung von 9 %. Diese Verzinsung liegt deutlich über den anzusetzenden Zinsen für Eigen- bzw. Fremdkapital. Steigende Energiepreise eine höhere Versorgungssicherheit etc. sprechen zudem für die Umsetzung der Maßnahme.

Für die weiteren Berechnungen wurden folgende Energiekosten zugrunde gelegt:

- Strom Mischpreis, netto ohne MWSt. 0,13 €/kWh
- Nutzenergie Wärme, netto ohne MWSt 0,07 €/kWh

Als Basis für die elektrischen Leistungen bzw. elektrischen Energieverbräuche wurden die Werte des Standardhotels aus Kapitel 4 herangezogen.

7.2 Verbesserungen Nutzungseinflüsse

Nutzungseinflüsse sind Verbesserungen/Verschlechterungen gegenüber dem Auslegungszustand, die zu einer Erhöhung oder Verringerung der Laufzeit führen. Dazu zählen:

Nutzungseinflüsse: (Zusätzlicher Strombedarf gegen Standardnutzung)				Angaben in %:
Je 1° C unter Solltemperatur im Kühlraum:	1 °C			1,3%
Verschmutzer, vereister Verdampfer (im Kühlraum):	0%			0,0%
Verschmutzer Verflüssiger :	0%			0,0%
Schlechte Dichtungen:	nein			0,0%
Unnötig offene Türen bzw. Schubladen:	selten			5,0%
Häufiges Befüllen mit warmen Speisen und Getränken:	nein			0,0%
Häufiges Einfrieren frischer Lebensmittel:	ja			5,0%
Beleuchtung häufig eingeschaltet bzw. ESL* als Dauerbeleuchtung:	nein			0,0%
				0,0%
*ESL = Energiesparlampe	Summe:	X		11%

Abbildung 7.2: Nutzereinflüsse im Excel-Kälte-Beratungstool

Diese Einflüsse können von verschiedenen Personen behoben oder zumindest verbessert werden. Die Wesentlichen sind:

Vom Betreiber zu optimieren

- Solltemperatur Kühlraum auf den richtigen Wert einstellen
- Offene Türen vermeiden
- Beleuchtung immer ausschalten

Die vom Betreiber zu optimierenden Maßnahmen sind die Einhaltung der Solltemperatur, Vermeidung von offenen Türen und zu lange Beleuchtungsdauer. Sie können durch Nutzerschulung vermindert bzw. verhindert werden.

Wenn in einem Betrieb die genannten Merkmale auf alle Anlagen zutreffen, liegt ein mittleres Einsparpotenzial für das Standardhotel bei 15 %.

Hier soll angenommen werden, dass die Merkmale bei 1/3 der Anlagen anzutreffen sind, womit das Einsparpotenzial bei ca. 5 % liegt. Das sind ca. 1.700 kWh/a bzw. € 220,-. Somit ist durch reine Verhaltensänderung ein einfach zu hebendes Potenzial gegeben, das keinen Investitionsaufwand birgt.

Vom Kälteanlagenbauer zu verbessern:

- Verschmutzten oder vereisten Verdampfer vermeiden
- Verschmutzten Verflüssiger reinigen

Wenn Verflüssiger verschmutzt und Verdampfer vereist sind, werden die Aufwendungen höher. Verschmutzte Verflüssiger können oft einfach gereinigt werden, für vereiste Verdampfer müssen Abtauzyklen geändert werden. Es wird angenommen, dass im Betrieb keine Reinigungsarbeiten an den Geräten durchgeführt werden. Damit liegt das Einsparpotenzial bei 6 % oder 2.000 kWh/a bzw. € 260,-. Diese Einsparungen müssen den Kosten der Servicefirma gegenübergestellt werden.

7.3 Adaptierung und Sanierung des Bestandes

Die Adaptierung und Sanierung des Bestandes ist nur in Einzelfällen wirklich sinnvoll möglich. Dennoch werden einige einzelne Möglichkeiten in diesem Kapitel angeführt. Generell muss jedoch bedacht werden, ob durch eine Adaptierung bzw. Sanierung nicht ein Neubau bzw. eine Gesamtlösung als Verbundanlage verhindert wird, die langfristig die wesentlich bessere Lösung darstellt.

7.3.1 Verbesserung der Wärmedämmung

Erhöhte Kälteleistung aufgrund suboptimaler Dämmung u. Rahmenbedingungen:							
- Wärmedämmung: (gegenüber 200 mm PU bei TK bzw. 160 mm bei NK und PK)							
Seitenwände:	120 mm	0,025	W/mK	■	■	X	64,0%
Bodenbereich:	100 mm	0,025	W/mK	■	■	X	95,2%
Decke:	120 mm	0,025	W/mK	■	■	X	64,0%
Tür:	100 mm	0,025	W/mK	■	■	X	95,2%
erhöhte Transmissionsverluste (gewichteter Schnitt):							71%
Erhöhung Kälteleistung/Energiebedarf (Dämmung):							+ 35%

Abbildung 7.3: Wärmedämmung im Excel-Kälte-Beratungstool

Für die Verbesserung der Wärmedämmung der Kühlzellen können verschiedene Dämmstärken gewählt werden. Als anzustrebende Dämmstärken mit Wärmeleitgruppe 025 (z.B. Polyurethan) bzw. eine gleichwertige Vakuumdämmung werden angesehen:

- Tiefkühlräume 200 mm
- Normal- und Pluskühlräume 160 mm mit Wärmeleitgruppe 025

Als typische Sanierung bestehender Kühlbereiche kommt die Anbringung von zusätzlichen Wärmedämmplatten normalerweise nicht in Betracht. Die praktikable Lösung ist die Neuerrichtung von kompletten Zellen, näher ausgeführt unter dem Punkt Neubau.

7.3.2 Verbesserung der Rahmenbedingungen

- Rahmenbedingungen: (Leistungserhöhung gegenüber Standardbedingungen)				
Umgeb. Temp. Kühleinheit:	je 1°C über 22°C: 1,5% - 3%/1°C	24 °C		4,2%
Eingang Tiefkühler über (diesen) Kühlraum:	-5%	nein		0,0%
Wärmequelle direkt bei Kühlbereich (z.B. Backofen):	+ 5 - 30%	keine		0,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf Kühlgerät/Kühlraum:	+ 7 - 30%	keine		0,0%
Umg. Temp. beim Verflüssiger:	je 1°C über 17°C: 1,5 - 3%/1°C	30 °C		26,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf den Verflüssiger:	30% - 50%	keine		0,0%
Erhöhung der Kälteleistung (Rahmenbedingungen):		X		30%
Erhöhung des Energiebedarfes (Rahmenbedingungen):		X		30%
Erhöhung Energiebedarf (Dämmung und Rahmenbed.):				+ 65%

Abbildung 7.4: Rahmenbedingungen im Excel-Kälte-Beratungstool

Von den angeführten Rahmenbedingungen wären im Bereich der Sanierung Maßnahmen wünschenswert, die den Wärmeeintrag in den Kühlbereich reduzieren (Umgebungstemperatur, Eingang über Tiefkühler,..). Oft ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten eine Änderung nicht möglich. Sie werden aus diesem Grunde nicht weiter betrachtet.

Hingegen ist eine Reduktion der Umgebungstemperatur beim Verflüssiger meist auch durch eine Sanierung bzw. Adaptierung möglich. Angenommen werden soll, dass die mittlere Umgebungstemperatur der Kühlluft bei 35°C liegt, weil die Verflüssigereinheiten im Innenbereich, z. B. einem Keller montiert sind und die Eigenwärme sowie die geringe Luftdurchströmung zu dieser erhöhten Temperatur führt. Eine durchaus häufige Situation. Ziel sollte sein +17°C als mittlere Umgebungstemperatur nicht zu überschreiten. Je °C Temperaturerhöhung wird eine Steigerung des elektrischen Energiebedarfes um 1,5 – 3 % erwartet. Im Excel-Kälte-Beratungstool wurde im Mittel ein Wert von 2,0 % angesetzt. Für die Sanierung kommt daher ein Aufstellplatz in Frage, der diese Mitteltemperatur von +17°C erreicht, gut durchlüftet ist und nicht direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist. Dieser Platz könnte in einer der oft vorhandenen (Tief-)Garagen sein. Damit ergibt sich eine Erhöhung des Strombedarfes um insgesamt ca. 36 % ($18 \text{ K} \times 2,0 \% \text{ je K} = 36 \%$ bzw. eine Reduzierung, ausgehend von der bestehenden Anlage, von ca. 26 %). Kosten am Beispiel der Tiefkühlzelle (16 m³) mit einer jährlichen Energie von 7.600 kWh/a und einer NK-Zelle (10 m³) mit 2.600 kWh/a.

Tabelle 7.1: Beispielkosten der Umstellung einer Verflüssigereinheit

Kosten der Umstellung	h	€h	€
Arbeit/Partie	4	125	500
Material			250
Summe			750

Tabelle 7.2: Werte für die Umstellung der Verflüssigereinheit zweier Anlagen an einen günstigeren Ort

	Energieeinsparung	Strompreis	jährliche Einsparung	Kosten der Umstellung
	kWh/a	€/kWh	€/a	€
TK-Zelle (16 m³)	2.000	0,13	260	750
NK-Zelle (10 m³)	700	0,13	90	750

Eine Umstellung der Verflüssigungseinheiten (Sanierung) ist dann zu empfehlen, wenn die Anlagen noch länger genutzt werden. Die Umstellung einzelner Einheiten ist jedoch suboptimal. Die bessere Lösung wäre der nachträgliche Einbau einer Wärmerückgewinnung bzw. eine neue drehzahlgeregelte Verbundanlage mit Wärmerückgewinnung und externem Verflüssiger.

7.3.3 Verbesserung der Kältetechnik

Erhöhter Strombedarf aufgrund nicht optimaler Kältetechnik - Bestand:				
Optimales Kältemittel für Temperaturbereich:	10%	ja		0,0%
Tem.diff. Verd. - Lufteintritt (DT1) ü. 6°C:	1,5% bis 3,0%/1°C	10 °C		8,0%
Temp.diff. Verfl. Austr. - Kühlmedium ü. 5°C:	1,5% bis 3%/1°C	8 °C		6,0%
Saugleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3,0%/1°C	2 °C		2,0%
Druckleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3%/1°C	2 °C		2,0%
Überdimensionierung Verdichter:	0-20%	20%		2,0%
Alter des Verdichters:	0-15%	11-15		10,0%
Drehzahlregelung beim Verdichter:	5%	nein		5,0%
Elektronisches Expansionsventil:	2% bis 5%	nein		3,5%
Bedarfsgerechte Abtauung:	5%	nein		5,0%
Heißgas od. Kaltgasabtauung bzw. Umluft bei Pluskühler:	5%	nein		5,0%
Innerer Wärmeübertrager: R134a 3 % bzw. R404A u. R507A 10%		nein		10,0%
Lüfter für Verdampfer mit EC-Motor	5%	nein		5,0%
Erhöhung des Strombedarfes durch Auslegung:		  		+ 64%

Abbildung 7.5: Kältetechnik im Excel-Kälte-Beratungstool

Die dargestellten Einflussgrößen sind in der Sanierung nur schwierig zu verbessern. Der Grund dafür liegt in der Auslegung der Anlage, die auf eine bestimmte Konfiguration abgestimmt wurde. So werden z. B. Expansionsventile für ein bestimmtes Kältemittel und eine bestimmte Druckdifferenz ausgelegt. Im Nachhinein führen Veränderungen einzelner Parameter bzw. Anlagenteile meist zu unbefriedigenden Ergebnissen. In den meisten Fällen ist daher ein Neubau einer Adaption bzw. Sanierung vorzuziehen.

7.3.4 Wärmerückgewinnung bei Sanierung

Die Integration einer Wärmerückgewinnung für Einzelgeräte im Sanierungsfall sollte nur bei langfristiger weiterer Nutzung als Einzelanlage durchgeführt werden. Auch hier verhindert die Einzelmaßnahme eventuell eine bessere Lösung, denn das Ziel sollte sein, so weit wie möglich alle Anlagen in die Wärmerückgewinnung mit einzubeziehen. Das gelingt jedoch nur dann, wenn alle Anlagen an einem zentralen Punkt aufgestellt werden bzw. eine Verbundanlage umgesetzt wird.

7.3.5 Nebenaggregate

Die einfachste Möglichkeit eine Einsparung zu erzielen, besteht im Tausch der Leuchtungskörper. Grundsätzlich können die meist angetroffenen Glühlampen gegen Energiesparlampen oder LED-Lampen ausgetauscht werden. Energiesparlampen sind nur für Plus- bzw. Normalkühler geeignet. Heute sollten generell LED-Lampen eingesetzt werden. In den evaluierten Betrieben werden überwiegend Glühlampen mit 40 W oder 60 W eingesetzt. Im Betrieb setzt die Lampe Wärme frei, die wieder von der Kälteanlage gekühlt werden muss und die hier eingerechnet wird.

Annahmen:

- Einschaltzeit 4 Stunden/Tag, 10 Monate/Jahr ergibt 1.200 Stunden/Jahr, Betrachtungszeitraum 25 Jahre (30.000 Stunden Betriebszeit)
- mittlere Leistungszahl 1,8 (z. B. Pluskühlraum)
- Glühlampe: Leistung 60 W, Anschaffungskosten 1 €, Lebensdauer 1.500 Stunden
- LED: Leistung 7 W, Anschaffungskosten 30 €, Lebensdauer 25.000 Stunden

Darstellung der Kosten während einer Betriebszeit von 25 Jahren, d. s. 30.000 Stunden Einschaltzeit, ohne Verzinsung:

Tabelle 7.3: Gegenüberstellung der Kosten verschiedener Lampen

	el. Leistung	Einschaltzeit	Lebensdauer	Anzahl der Lampen	Kosten einer Lampe	Investition	Energiebedarf	Energiekosten	Kosten über 25 Jahre
	W	h	h	Stück	€	€	kWh	€	€
Glühlampe	60	30.000	1.500	20,0	1	20	2.800	360	380
LED	7	30.000	25.000	2,0	30	60	330	40	100

In dieser Berechnung sind die zusätzlichen Kosten für den Lampenwechsel nicht eingerechnet.

7.4 Neuerrichtung von Teilen oder kompletter Neubau der kältetechnischen Einrichtung

Die Neuerrichtung stellt langfristig meist die effizienteste und wirtschaftlichste Verbesserung dar. Aber auch hier sind immer das Gesamtkonzept und die Gesamtlösung entscheidend. Denn wird eine Einzelanlage ausgetauscht, so ist eine sinnvolle Verbundlösung vielfach nicht mehr umsetzbar. Die folgenden Berechnungen beruhen auf einer jährlichen Betriebszeit von 10 Monaten. Die Neuerrichtung wird in den drei Teilbereichen Wärmedämmung, Kältetechnik und Wärmerückgewinnung betrachtet.

7.4.1 Neue Kühlzellen mit entsprechender Wärmedämmung

Derzeit sind bei Tiefkühlung 100 mm Dämmstärke und bei Normalkühlräumen 70 mm oder 80 mm noch durchaus üblich. Davon ausgehend soll für einen Kühlraum die Einsparung für den Dämmstandard A++ dargestellt werden. Diese entspricht bei der Tiefkühlung 200 mm und bei der Plus- bzw. Normalkühlung 160 mm Dämmung mit der Wärmeleitgruppe 025. Des Weiteren gilt die Annahme, dass sich wegen der erhöhten Dämmstärke zwar die technischen Bedingungen des Kühlraumes ändern, das Innenvolumen aber durch eine Vergrößerung der Außenmaße gleich bleibt.

Die Kosten für die Kühlzellen orientieren sich an Marktpreisen. Da derzeit Dämmstärken über 150 mm nicht standardmäßig angeboten werden, wird der Preis für Dämmstärke 160 mm und 200 mm durch eine Abschätzung festgelegt.

Da angenommen wird, dass ein neuer Kühlraum ohnehin errichtet wird, sind nur die Differenzkosten zwischen den beiden Dämmstärken entscheidend. Nicht einberechnet wurde eine Einsparung durch ein kleineres Kälte-Aggregat aufgrund der besseren Wärmedämmung.

Tabelle 7.4: Schätzkosten Wärmedämmung Tiefkühlzelle 16 m³

TK (16 m ³)	Kosten Standardzelle	Kosten neue Dämmstärke
	100 mm	200 mm
Material	6.700	10.700
Montageanteil	1.500	3.100
Aggregat	3.400	2.100
Summe ohne Aggregat	8.200	13.800
Mehrkosten		5.600

Die Einsparung an elektrischer Energie ergibt einen Wert von 34 %.

Tabelle 7.5: Schätzkosten Wärmedämmung Pluskühlzelle/Normalkühlzelle 18 m³

NK (18 m ³)	Kosten Standardzelle	Kosten neue Dämmstärke
	80 mm	160 mm
Material	5.800	8.300
Montageanteil	1.600	2.700
Aggregat	5.600	4.800
Summe ohne Aggregat	7.400	11.000
Mehrkosten		3.600

Die Einsparung an elektrischer Energie ergibt bei der NK-Zelle einen Wert von 24 %, und bei der PK-Zelle 14 %.

Tabelle 7.6: Berechnung der Einsparung und der Kosten

	Einsparung	Strompreis	jährliche Einsparung	Mehrkosten der Kühlzelle	Einsparung über 25 Jahre
	kWh/a	€/kWh	€/a	€	€
TK-Zelle (16 m ³)	2.800	0,13	360	5.600	3.400
NK-Zelle (18m ³)	1.300	0,13	170	3.600	650
PK-Zelle (18 m ³)	700	0,13	90	3.600	-1.350

Das Ergebnis zeigt, dass sich die Mehrkosten bei Tiefkühlzellen auch bei der angegebenen maximalen Dämmstärke innerhalb der Lebensdauer von ca. 25 Jahren egalisieren. Die gleiche Aussage gilt auch für größere Normalkühlzellen (hier bei ca. 18 m³). Finanzierungskosten bzw. Preissteigerungen bei elektrischer Energie sowie Förderungen sind in diesem vereinfachten Ansatz nicht berücksichtigt. Es zahlt sich daher bei einer Neuinvestition bei Tiefkühlzellen bzw. größeren Normalkühlzellen immer aus auf die maximale Dämmstärke zu gehen. Da eine Pluskühlzelle später eventuell auch als Normalkühlzelle verwendet wird, sollte auch hier auf die maximale Dämmstärke gegangen werden, um flexibel zu sein. Der Austausch einer mittelmäßig gedämmten Bestandsanlage rein aufgrund der Energieersparnis ist bei den derzeitigen Energiepreisen wirtschaftlich nicht attraktiv.

7.4.2 Neubau Kälteanlage mit Wärmerückgewinnung

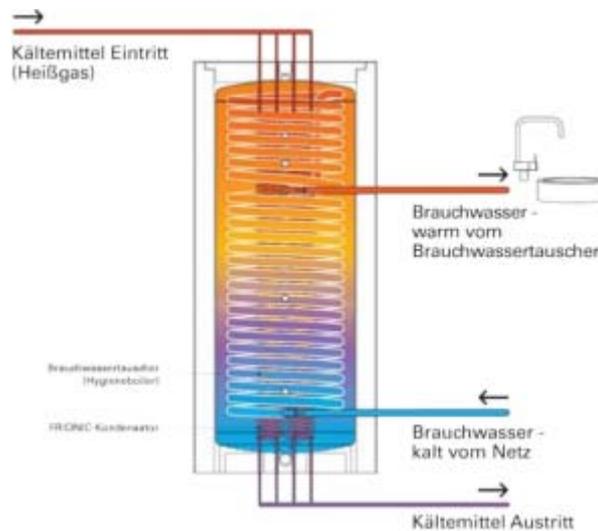
Es soll im Standardhotel die bestehende Kältetechnik gegen eine komplett neue Kälteausstattung für den Normal- und Tiefkühlbereich installiert werden. Die Wärmedämmung der Kühlzellen wird in dieser Rechnung nicht berücksichtigt. Sie wurde schon im vorangegangenen Kapitel behandelt. Die verdampferseitige Ausstattung der Pulte/Schubladen bleibt außer Betracht. Darüber hinaus würde ein Eingriff in die Schubladen einen Kompletttausch der Einrichtung bedeuten und somit einen seltenen Fall darstellen.

Es wird vorgeschlagen:

- drehzahl geregelter Verbundsatz für die Pluskühlung
- drehzahl geregelter Verbundsatz für die Normalkühlung
- drehzahl geregelter Verdichter für die Tiefkühlung
- neue Verdampfer und Verflüssiger mit Energiesparmotoren für NK und TK
- bedarfsgerechte Abtauung
- Wärmerückgewinnung für Warmwasservorwärmung



Abbildung 7.6: Verbundsatz Abbildung (Quelle: Fa. Schiessl)



7.7: Speicher mit integrierter Wärmerückgewinnung für Kälteanlage (Quelle: Fa. Forstner)

Im Idealfall wird für jedes Niveau der Verdampfungstemperatur ein eigener Verbund eingesetzt. Die Zusammenfassung von Normalkühlung und Pluskühlung stellt bei kleineren Betrieben aber durchaus einen vertretbaren Kompromiss dar.

Angesetzte Einsparungen an elektrischer Energie:

- Drehzahl geregelter Verbundsatz Pulte und NK 15 %
- Drehzahl geregelter Verdichter TK 5 %
- Sonstige Maßnahmen 5 %

Gesamteinsparung an elektrischer Energie (ohne Wärmedämmung):

- Pulte/Schubladen 20 %
- NK 20 %
- TK 10 %

Die Installation neuer drehzahl geregelter Anlagen mit neuen Verdampfern und Verflüssigern mit EC-Motoren wird mit einer Summe von ca. € 35.000.- angesetzt (ohne Wärmerückgewinnung). Der Mehraufwand für neue drehzahl geregelte Anlagen mit Verdampfern und Verdichter mit EC-Motoren und bedarfsgeregelter Abtauung im Vergleich zu neuen einfachen Standard-Einzelverdichteranlagen wird mit ca. € 12.000.- geschätzt.

Einsparung elektrischer Energie: Die Einsparung an elektrischer Energie ergibt für das Standardhotel folgende Werte:

Tabelle 7.7: Einsparung an elektrischer Energie durch neue Anlagentechnik

	Einsparung in kWh/10M kWh/a	Strompreis €/kWh	jährliche Einsparung €/a
Summe Bar, Pulte	3.000	0,13	390
Summe Normal-/Pluskühlung	2.000	0,13	260
Summe Tiefkühlung	1.000	0,13	130
Summe	6.000		780

Würde man dies mit den Mehrkosten von € 12.000,-- gegenrechnen, ergibt sich eine Amortisationszeit von 15 Jahren, das in etwa der anzusetzenden Lebensdauer entspricht. Man sieht daran, dass ohne die Einrechnung der Wärmerückgewinnung und der geringeren Wartungskosten kein finanzieller Vorteil gegeben ist. Durch die Zusammenfassung von Plus- und Normalkühlern zu einer Anlage könnte einiges an Kosten eingespart werden und die wirtschaftliche Betrachtung würde sich verbessern.

Wärmerückgewinnung: Bei der Umsetzung einer zentralen Kälteanlage kann eine Wärmerückgewinnung zur Vorwärmung des Warmwassers meist sehr einfach eingebunden werden. Für Heizzwecke reicht das Temperaturniveau auch bei einer Niedertemperaturverteilung meist nicht aus. Für die Berechnungen wurde eine Warmwasservorwärmung mit Frischwassermodul angesetzt. Je nach bestehendem Wärmeversorgungs- und Speicherkonzept ergeben sich aber auch kostengünstigere Lösungen für die Wärmerückgewinnung.

Berechnungsgang für Einsparung an thermischer Energie:

- Von der angebotenen Energiemenge des Verflüssigers werden nur 70 % als nutzbar angesetzt, der Rest kann wegen Verlusten und der Unterschiedlichkeit Angebot/Nachfrage nicht angerechnet werden.
- Warmwassermenge pro Übernachtung: 110 Liter bzw. Warmwasserbedarf von 7.000 Litern pro Tag bei 19.000 Übernachtungen/Jahr
- Die Betriebszeit des Hotels liegt bei 10 Monaten.

Eine höhere Einstellung der Verflüssigungstemperatur zur Erreichung höherer Warmwassertemperaturen ist grundsätzlich möglich. Es ist jedoch zu bedenken, dass dann der Strombedarf der Anlage wieder steigt. Bei welcher Verflüssigungstemperatur das wirtschaftliche Optimum aus Wärmerückgewinnung und elektrischem Energiebedarf liegt, bedarf tiefgehender Betrachtungen, die hier zu weit führen würden. Diese Frage müsste aber in einem eigenen Forschungsprojekt geklärt werden.

Tabelle 7.8: Berechnung der Investitionskosten für die Wärmerückgewinnung

Kosten der Umstellung			Investition in €
Arbeit/Partie	Stunden 40	Kosten € 80	3.200
Speicher 2500 Liter mit Dämmung			5.000
Ladestation mit Regler			5.000
Frischwassermodul			3.000
Sicherheitsausrüstung			800
Rohrleitungen/Dämmung			3.000
Zwischensumme			20.000
Förderungen (von Förderbasis)	-30 %	Basis 20.000	- 6.000
Summe			14.000

Nachdem hier eine konkrete Förderung durch die Kommunalkredit Public Consulting mit 30 % besteht, ist diese in den Investitionskosten berücksichtigt. Das konkrete Förderungsmaß muss beim jeweils aktuellen Fall mit den eingesparten Tonnen CO₂ errechnet werden.

Für die Erwärmung des Warmwassers wird die Temperaturpreizung von 10°C auf 23,5°C angesetzt. Dies impliziert, dass eine Verflüssigungstemperatur von +25°C herrscht und das Wasser damit von 10°C auf +20°C im Verflüssigungsbereich, und von 20°C auf 23,5°C im Enthitzungsbereich erwärmt wird. Für diese Ausführung sind zwei externe Plattenwärmetauscher zur Einspeicherung in den Puffer erforderlich. Der Wert von 23,5°C ergibt genau jene Energiemenge, die im Enthitzer zur Verfügung steht, um damit 7.000 Liter Warmwasser täglich zu erzeugen.

Tabelle 7.9: Berechnung der Wärmeenergie durch die Wärmerückgewinnung

Verflüssigungsenergie 356d vor Neubau	Verflüssigungsenergie 356d nach Neubau	Verflüssigungsenergie 10 Monate	70 % Angebot nutzbar für WRG	Nutzbar am Verflüssiger 80 %	Nutzbar am Enthitzer 20 %
kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
92.000	76.000	63.000	44.000	35.000	9.000
	Warmwasser bedarf pro Tag	Mittlerer Warmwasserenergie- bedarf pro Jahr	erforderliche Energie von 10°C auf 20°C	erforderliche Energie von 20°C auf 23,5°C	Summe Nutzbare Energie

Liter	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
7.000	87.000	25.000	9.000	34.000

Nach dieser Berechnung sind vom Wärmeangebot des Verflüssigers von 44.000 kWh/a tatsächlich nur 34.000 kWh/a nutzbar. Bei einem höheren Warmwasserbedarf kann die nutzbare Wärme bis auf 44.000 kWh ansteigen. Generell hat die Verteilung der Nüchtigungen einen großen Einfluss auf die Wärmerückgewinnung. Je gleichmäßiger ein Betrieb ausgelastet ist umso besser.

Gesamtbetrachtung - Elektrische Energie und Wärmerückgewinnung: Unter den genannten Voraussetzungen ergibt sich folgendes Gesamtergebnis, wenn die Effekte aus der eingesparten elektrischen Energie und der Wärmerückgewinnung gemeinsam betrachtet werden.

Tabelle 7.10: Ergebnis – Neuanlage mit Wärmerückgewinnung

	Einsparung	Energiepreis	jährliche Einsparung	Mehrkosten der Umstellung
	kWh/a	€/kWh	€/a	€
Strom	6.000	0,13	800	12.000
Wärme	34.000	0,07	2.400	14.000
Summe			3.200	26.000

Dies ergibt eine statische Amortisationszeit von 8,1 Jahren bzw. mit Abbildung 7.1 eine interne Verzinsung von 9 %. Damit kann festgehalten werden, dass eine komplette Neuerrichtung aller Kälteanlagen mit Einbau einer Wärmerückgewinnung beim Standardbetrieb eine sehr effiziente Maßnahme darstellt. Noch nicht eingerechnet ist in dieser Betrachtung die Einsparung bei der Anlagenwartung. Diese Einsparung ist sehr individuell. Sie kann in Einzelfällen aber in der Größenordnung der Einsparungen an elektrischer Energie und Wärme sein und damit die Amortisationszeit halbieren bzw. die interne Verzinsung auf über 20 % anheben.

8 Bestellkriterien

Die nachfolgenden Kriterien wurden für den Besteller einer Kälteanlage im Tourismusbereich entwickelt. Sie sollen es dem Tourismusbetrieb erleichtern eine qualifizierte Bestellung abzugeben. Denn nur bei einer qualifizierten Bestellung ist später ein konkreter Vergleich der einzelnen Angebote möglich. Die Unterstützung für die Bestellung ist in zwei Bereiche unterteilt.

- Generelle Wünsche und Anforderungen an den Kühlbereich
- Konkrete Anforderungen an die Kühlraumdämmung bzw. die Kältetechnik

Die generellen Wünsche und Anforderungen an den Kühlbereich sollten das Kühlbedürfnis näher definieren (Temperaturbereich, Fläche, Volumen,...) und qualitative Ansprüche an das Klima im Kühlraum (z.B. Luftfeuchte) festlegen, die später auch vom Hotelier bzw. Gastwirt kontrolliert werden können.

Bei den konkreten Anforderungen an die Kühlraumdämmung bzw. die Kältetechnik geht es vor allem um technische Standards, die eine Anlage einhalten muss.

Durch diese Festlegungen basieren alle Angebote auf einer einheitlichen Beschreibung und technisch minderwertige Billigangebote, die zwar geringe Investitionskosten, aber später hohe Betriebskosten verursachen, werden verhindert. Letztendlich geht es darum die Lebenszykluskosten zu optimieren.

Ziel der Bestellkriterien ist, dass damit alle entscheidenden Angaben für eine Kühlzelle bzw. ein Kühlpult und die dazugehörige Kälteanlage vom Hotelier (im Idealfall mit Unterstützung eines Energieberaters bzw. einer Kältefachfirma) so festgelegt werden, dass die Daten zur Auslegung der Anlage und Abgabe eines vergleichbaren Angebotes weitergegeben werden können. Für den Kälteanlagenbauer bieten sie den Vorteil, dass eine strukturierte Bestellung mit konkreten Wünschen und Vorgaben vorliegt und eine zeitaufwändige Erhebung dieser Wünsche entfallen kann. Durch die Vergleichbarkeit der Angebote kommen Billigangebote schwerer zum Zuge.

Die Bestellkriterien für Pluskühler und Tiefkühler sind grundsätzlich gleich aufgebaut, erfordern aber aufgrund der unterschiedlichen kältetechnischen Anforderungen getrennte Formulare. Sie enthalten jeweils die folgenden 4 Blätter:

- Deckblatt
- Rahmenbedingungen
- Technische Kriterien
- Allgemeine Kriterien

8.1 Bestellkriterien Pluskühler

Die vier Blätter der Bestellkriterien des Pluskühlers als Übersicht:

www.effizientekälte.at Seite 1/4 Stand: 30.3.2010

Angebots- bzw. Bestellhilfe

Pluskühler (Normalkühler)

Bitte um Angebot
 Anlage zur Bestellung vom: _____

Name: _____
 Für Objekt: _____
 Objektadresse: _____
 Telefonnummer: _____
 Faxnummer: _____
 E-Mail: _____

Pluskühlräume und Wärmedämmung:

Bezeichnung Kühlräume: _____
 Bezeichnung Kühlräume: _____
 Bezeichnung Kühlräume: _____
hinweis: für jeden kühlraum ist ein blatt 2 auszufüllen

Ich wünsche die **Ökonomität der Pluskühlräume:** gemäß Seite 2
 A++ A+ A

Auswahl Kältetechnik:

Einzelanlage(n) (pro Pluskühlraum ein Kältegerät)
 Kälteverbund (eine Kältezentrale versorgt mehrere Pluskühlräume)

Auswahl für Kältezentrale bei Kälteverbund:

Ein Gasverdichter Mehrere Verdichter (höhere Sicherheit)

Ich wünsche Kältetechnik mit der **Anlagenqualität:** gemäß Seite 3 und 4
 A++ A+ bzw. A (siehe 2. Priorisierung)

Ich wünsche Anlage mit **Wärmerückgewinnung:** gemäß Seite 2 und 3
 Ja (nur bei bestehender Lüftung im Kühlraum) Nein

Anmerkung: _____

Datum: _____ Unterschrift: _____

Entwickelt von: www.effizientekälte.at
 gefördert durch:

Rahmenb.: Pluskühler Seite 2/4 Stand: 30.3.2010

Bezeichnung Kühlraum: _____
 Solltemperatur (°C): _____ Sollfeuchte (Nr.F.): _____
 Größe (m): Aufstellraum Innenaußenkühler
 Länge: _____ Breite: _____ Höhe: _____
 Besonderheiten: _____

Wärmedämmung:

Wärmefuge (WLG 023 (z.B. Polyurethan))
 gleichwertige Vakuumdämmung (Dünnschicht, 3cm Polystyrol)

WLG 023 (z.B. Polyurethan)

	für A++	für A+	für A
Scheitelhöhe	180 mm	130 mm	100 mm
Bohlenabstand	180 mm	130 mm	100 mm
Decke	180 mm	130 mm	100 mm
Tür	immer mind. 100 mm WLG 023 bzw. 5 cm Vakuumdämmung Befestigung in Wandstärke <input type="checkbox"/> gewichte (nein) <input type="checkbox"/>		

Rahmenbedingungen:

Durchschnittliche Umgebungstemperatur rund um Kühlraum (°C)
 Durchschnittliche Umgebungstemperatur im Türbereich (°C)
 Ist dieser Pluskühler ein Ventilator für einen Tiefkühler?
 Befestigung Kühlraum-Verdichter (m)
 Keine Wärmequelle direkt beim Kühlbereich
 Keine direkte Sonneneinstrahlung auf den Kühlraum

Sonstiges:

Elektronische Außenanlage für Kühlraumtemperatur
 Autom. Temperaturabschaltung (Lager) od. Fernüberwachung (FZ)
 LED-Beleuchtung
 Außenanlage für bestehende Beleuchtung
 Warnsumme für offene Tür
** 1 statt 2m entsprechen ca. einer handelsüblichen 60 W Wärmelampe, 1,1 W ca. einer 100 W Leuchte

Wärmerückgewinnung (WRG): nur Anlagen mit WRG erreichen Gesamtkategorie A+ bis A

Wärmerückgewinnung für WW Wärmerückgewinnung für WW und Heizung

Kühlmedium:

Braumwasser
 Luft

Aufstellung des Luftfilters:
 im Innen außen

Anmerkung: _____

Entwickelt von: www.effizientekälte.at
 gefördert durch:

Kriterien Kälte: Pluskühler Seite 3/4 Stand: 30.3.2010

Kältekreis:

	Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Kälteleistung K1200a (ab 2 Werte auch K1200b)	Min. 8 kW	Min. 8 kW
Geringe Druckverluste bzw. Geschwindigkeiten im Saugkreislauf	max. 8 m/s	max. 8 m/s
Geringe Druckverluste bzw. Geschw. in der Flüssigleitleitung	max. 0,5 m/s	max. 0,5 m/s
Interner Wärmedämmträger	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Elektronisches Expansionsventil	Min. ab 2 kW	Min. ab 4 kW
Dämmung Saugleitung	mind. 50 mm	mind. 50 mm
Dämmung Druckleitung bis Wärmerückgewinnung	mind. 50 mm	mind. 50 mm
Möglichst gerade, spannungsfreie Verlegung der Kälteleitungen	Min. 100 mm	Min. 100 mm
<small>* gemeinsame Leitungsführung von Gasleitung und Flüssigleitung</small>		
<small>** 1/2 bzw. 3/4 abhängig Durchmesser gegenüber Außendiameter Einbaueinheit</small>		

Verdampfer:

	Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Temperaturfühler Verdampfung (z. Lufttemperatur Verdampfer (DT1))	max. 8 K	max. 8 K
Lüfter beim Verdampfer mit (leistungsgeringerem) EC-Motor	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Keine Behinderung des Luftstroms im Kühlraum vorhanden	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Unterbrechung des Luftstroms beim Öffnen der Tür	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Bediengeräte Abkühlung	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Abkühlspart bei Kühlraumtemperaturen über 37°C	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Abkühlspart bei Kühlraumtemperaturen unter 37°C	Min. 100 mm	Min. 100 mm
<small>* Leuchtanforderung beachten</small>		

Wärmerückgewinnung (WRG):

	Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Wärmerückgewinnung für Beheizung und Kühlung	gewonnen	gewonnen
Temperaturfühler für WRG durch Verdampfer (z. Saug) <input type="checkbox"/>	mind. 50 mm	mind. 50 mm
Wärmerückgewinnung für Heizung <input type="checkbox"/>	mind. 50 mm	mind. 50 mm

Verflüssigung:

Wasser-Verflüssiger:

	Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Temperaturfühler Verflüssigung zu Kühlraum	max. 8 K	max. 8 K
Unterstützung:	mind. 8 K	mind. 8 K

Luft-Verflüssiger:

	Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Temperaturfühler Verflüssigung zu Kühlraum	max. 8 K	max. 10 K
Unterstützung:	mind. 8 K	mind. 8 K
Freie Luftbewegung, keine Stauzone im Bereich d. Verflüssigers	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Leichte Zugänglichkeit für Reinigung, leichte Reinigung	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Lüfter beim Verflüssiger mit drehschlagempfindlichem EC-Motor	Min. 100 mm	Min. 100 mm

Verdichter:

	Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Genau dimensionierter Verdichter	max. + 2%	max. + 2%
Laug- und druckfestes Material	Min. 100 mm	Nur A++/A+
Drehzahlgeringer Verdichter	Min. ab 2 kW	Min. ab 4 kW
Servicefreundlicher für jeden Verdichter	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Startstiller für jeden Verdichter	Min. 100 mm	Min. 100 mm

Elektrotechnik:

	Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Anschluss vom abgesehen Unterverteiler	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Eigene, beschriebene Abschicherung für jede Kälteanlage	Min. 100 mm	Min. 100 mm
Stromzähler	Min. ab 2 kW	Min. ab 4 kW

Entwickelt von: www.effizientekälte.at
 gefördert durch:

Allg. Kriterien: Pluskühler Seite 4/4 Stand: 30.3.2010

Allgemein:

	Anf. A++ bzw. A+ und A
Vereinfachte Lebenszyklusrechnung (DIN EN 14813/14814/14815/14816)	Min. 100 mm
Vollständige Dokumentation der Anlage (Planblätter, Komponenten, Leitpläne)	Min. 100 mm
Technische Daten bei Standard- und Betriebsbedingungen	Min. 100 mm
Elektr. Anschlussplan/Verdrahtungsplan	Min. 100 mm
Achtungsschilder, Verbotsschilder	Min. 100 mm
Druck-, Schwingungs- und Temperaturdaten	Min. 100 mm
Unterstützungen, Abwärtsgewicht	Min. 100 mm
Abgerundetes Profilfach	Min. 100 mm
Betriebsanleitung	Min. 100 mm
Berechnung des Betriebs	Min. 100 mm
100% abgabefähige Serviceeinheit	Min. 100 mm

Erläuterungen:

*Die vereinfachte Lebenszyklusberechnung kann mit dem Excel-Kälte-Berechnungsprogramm von www.effizientekälte.at vorgenommen werden.

Beurteilungsschema Gesamtanlage:

Kriterium	A++	A+	A	B
Wärmedämmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anlagentechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmerückgewinnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesamt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gesamtqualität A++:
 Anlagen, die in beiden Bereichen mindestens A erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.

Gesamtqualität A+:
 Anlagen, die in beiden Bereichen mindestens A erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.

Gesamtqualität A:
 Anlagen, die in beiden Bereichen mindestens A erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.

Gesamtqualität B:
 Anlagen, die in beiden Bereichen mindestens A erreichen, aber über keine Wärmerückgewinnung verfügen.

Entwickelt von: www.effizientekälte.at
 gefördert durch:

Abbildung 8.1a-d: Bestellkriterien Pluskühler

Deckblatt mit den allgemeinen Angaben und den Wünschen an die Qualität für Dämmung, Kältetechnik sowie ob mit oder ohne Wärmerückgewinnung:

www.effizientekälte.at		Seite 1/4	Stand: 30.5.2010
Angebots- bzw. Bestellhilfe			
Pluskühler (Normalkühler)			
<input type="checkbox"/>	Bitte um Angebot		
<input type="checkbox"/>	Anlage zur Bestellung vom:		
Name:			
Für Objekt:			
Objektadresse:			
Telefonnummer:			
Faxnummer:			
E-Mail:			
Pluskühlräume und Wärmedämmung:			
Bezeichnung Kühlräume:			
Bezeichnung Kühlräume:			
Bezeichnung Kühlräume:			
Hinweis: für jeden Kühlraum ist ein Blatt 2 auszufüllen			
Ich wünsche die Dämmqualität der Pluskühlräume:		gemäß Seite 2	
<input type="checkbox"/>	A++	<input type="checkbox"/>	A+
<input type="checkbox"/>	A		
Auswahl Kältetechnik:			
<input type="checkbox"/>	Einzelanlage(n) (pro Pluskühlraum ein Kühlaggregat)		
<input type="checkbox"/>	Kälteverbund (eine Kältezentrale versorgt mehrere Pluskühlräume)		
Auswahl für Kältezentrale bei Kälteverbund:			
<input type="checkbox"/>	Ein Einzelverdichter	<input type="checkbox"/>	Mehrere Verdichter (höhere Sicherheit)
Ich wünsche Kältetechnik mit der Anlagenqualität:		gemäß Seite 3 und 4	
<input type="checkbox"/>	A++	<input type="checkbox"/>	A+ bzw. A (keine Differenzierung)
Ich wünsche Anlage mit Wärmerückgewinnung:		gemäß Seite 2 und 3	
<input type="checkbox"/>	Ja (muss für Gesamtbeurteilung A++, A+ bzw. A)	<input type="checkbox"/>	Nein
Anmerkung:			
Datum:		Unterschrift:	
Entwickelt von:		www.effizientekälte.at	
			gefördert durch:   

Abbildung 8.2: Bestellkriterien Pluskühler - Deckblatt

Blatt für die Wünsche an den Kühlraum und die Rahmenbedingungen:

Rahmenb.: Pluskühler				Seite 2/4	Stand: 30.5.2010
Bezeichnung Kühlraum:					
Solltemperatur (°C):		Sollfeuchte (%r.F.):			
Größe (m):	<input type="checkbox"/> Aufstellungsraum	<input type="checkbox"/> Innenmaße Kühlzelle			
Länge:		Breite:		Höhe:	
Besonderheiten:					
Wärmedämmung:					
<input type="checkbox"/> Wärmeleitgruppe (WLG) 025 (z.B. Polyurethan)					
<input type="checkbox"/> gleichwertige Vakuumdämmung (1cm entspr. 3cm Polyurethan)					
WLG 025 (z.B. Polyurethan)		für A++	für A+	für A	
Seitenwände:	<input type="checkbox"/> 160 mm	<input type="checkbox"/> 120 mm	<input type="checkbox"/> 100 mm		
Bodenbereich:	<input type="checkbox"/> 160 mm	<input type="checkbox"/> 120 mm	<input type="checkbox"/> 100 mm		
Decke:	<input type="checkbox"/> 160 mm	<input type="checkbox"/> 120 mm	<input type="checkbox"/> 100 mm		
Tür:	<input checked="" type="checkbox"/> immer mind. 100 mm WLG 025 bzw. 3 cm Vakuumdämmung				
Empfehlung: in Wandstärke			gewählte (mm):		
Rahmenbedingungen:				Anmerkung:	
Durchschnittliche Umgebungstemperatur rund um Kühlraum (°C):				Maximal:	
Durchschnittliche Umgebungstemperatur im Türbereich (°C):				Maximal:	
Ist dieser Pluskühler ein Vorkühlraum für einen Tiefkühler?:					
Entfernung Kühlraum-Verdichter (m):				Verdichter-Verfl.:	
Keine Wärmequelle direkt beim Kühlbereich:				wird erfüllt	
Keine direkte Sonnenstrahlung auf den Kühlraum:				wird erfüllt	
Sonstiges:				Anmerkung:	
Elektronische Außenanzeige für Kühlraumtemperatur:				Muss	
Autom. Temperaturaufzeichnung (Logger) od. Fernüberwachung (FÜ):				Soll	
LED Beleuchtung:				Muss	
Außenanzeige für brennende Beleuchtung:				Muss	
Warnsummer für offene Tür:				Muss	
* 7 Watt entsprechen ca. einer herkömmlichen 60 W Glühbirne, 11 W ca. einer 100 W Glühbirne					
Wärmerückgewinnung (WRG): nur Anlagen mit WRG erreichen gesamthaft A++, A+ bzw. A					
<input type="checkbox"/> Wärmerückgewinnung für WW		<input type="checkbox"/> Wärmerückgewinnung für WW und Heizung			
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> keine			
Kühlmedium:					
<input type="checkbox"/> Brunnenwasser		<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> Luft		<input type="checkbox"/>			
Aufstellung des Luftkühlers:					
<input type="checkbox"/> im Freien		<input type="checkbox"/> Keller		<input type="checkbox"/> (Tief-)Garage	
Anmerkung:					
Entwickelt von:				www.effizientekälte.at	
  		gefördert durch:   			

Abbildung 8.3: Bestellkriterien Pluskühler – Rahmenbedingungen

Technische Kriterien der Anlagentechnik für den Pluskühler:

Kriterien Kälte: Pluskühler		Seite 3/4	Stand: 30.5.2010
Kältekreis:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Kältemittel R134a (ab 2 kWel auch R404A)		Muss	Muss
Geringe Druckverluste bzw. Geschwindigkeiten in Saugleitung:		max. 6 m/s	max. 8 m/s
Geringe Druckverluste bzw. Geschw. in der Flüssigkeitsleitung:		max. 0,3 m/s	max. 0,5 m/s
Innerer Wärmeübertrager:		Muss	Unterkühlungsstrecke*
Elektronisches Expansionsventil:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Dämmung Saugleitung:		mind. 1/1*	mind. 2/3**
Dämmung Druckleitung bis Wärmerückgewinnung:		mind. 1/1*	mind. 2/3**
Möglichst gerade, spannungsfreie Verlegung der Kälteleitungen:		Muss	Muss
* Gemeinsame Leitungsführung von Saugleitung und Flüssigkeitsleitung			
**1/1 bzw. 2/3 entspricht Dämmstärke gegenüber Außendurchmesser Kondensatleitung			
Verdampfer:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Temperaturdifferenz Verdampfung zu Luftertritt Verdampfer (DT1*):		max. 6 K	max. 8 K
Lüfter beim Verdampfer mit (drehzahlgeregeltem) EC-Motor:		Muss	Muss
Keine Behinderung des Luftstromes im Kühlraum vorhanden:		Muss	Muss
Unterbrechung des Luftstromes beim Öffnen der Tür:		Muss	Muss
Bedarfsgerechte Abtauung:		Muss	Muss
Abtauungsart bei Kühlraumtemperaturen über 3° C:		Umluft	Umluft
Abtauungsart bei Kühlraumtemperaturen unter 3° C:		Heißgas	Elektrisch
* Feuchteanforderung beachten			
Wärmerückgewinnung (WRG):			
Wärmerückgewinnung für Enthitzung und Kondensation:		getrennt	gemeinsam
Temperaturerhebung für WRG durch Verflüssigerdruckregler:		nicht erlaubt	nicht erlaubt
Wärmemengenzähler für WRG:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Verflüssigung:			
Wasser-Verflüssiger:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Temperaturdifferenz Verflüssigung zu Kühlmedium:		max. 5 K	max. 7 K
Unterkühlung:		mind. 3 K	mind. 3 K
Luft-Verflüssiger:			
Temperaturdifferenz Verflüssigung zu Kühlmedium:		max. 8 K	max. 10 K
Unterkühlung:		mind. 3 K	mind. 3 K
Freie Luftansaugung, keine Stauwärme im Bereich d. Verflüssigers:		Muss	Muss
Leichte Zugänglichkeit für Reinigung, leichte Reinigung:		Muss	Muss
Lüfter beim Verflüssiger mit drehzahlgeregeltem EC-Motor:		Muss	Muss
Verdichter:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Genau dimensionierter Verdichter:		max. + 5%	max. + 10%
Saug- und druckseitiges Manometer:		Muss	Nur Anschluss
Drehzahlgeregelter Verdichter:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Betriebstundenzähler für jeden Verdichter:		Muss	Muss
Startzähler für jeden Verdichter:		Muss	Muss
Elektrotechnik:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Anschluss vom abgesicherten Unterverteiler:		Muss	Muss
Eigene, beschriftete Absicherung für jede Kälteanlage:		Muss	Muss
Stromsubzähler:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Entwickelt von:		www.effizientekälte.at	
   		gefördert durch:   	

Abbildung 8.4: Bestellkriterien Pluskühler – Kriterien Anlagentechnik

Allgemeine Kriterien für den Pluskühler

Allg. Kriterien: Pluskühler		Seite 4/4	Stand: 30.5.2010	
Allgemein:		Anf.A++ bzw. A+ und. A		
Vereinfachte Lebenszyklusrechnung* (Investition/Betriebsk./Instandhaltung)		Muss		
Vollständige Dokumentation der Anlage (Hersteller, Komponenten, Lieferanten)		Muss		
Technische Daten bei Standard- und Betriebsbedingungen		Muss		
Elektr. Anschlussplan/Verteilplan		Muss		
Aufstellungspläne, Verrohrungspläne		Muss		
Druck-, Dichtheits- und Einstellprotokoll		Muss		
Unterschriebenens Abnahmeprotokoll		Muss		
Ausgefülltes Prüfbuch		Muss		
Betriebsanleitung		Muss		
Einschulung des Betreibers		Muss		
Gut sichtbar angebrachte Servicenummer		Muss		
Erläuterungen:				
*Die vereinfachte Lebenszykluskostenberechnung kann mit dem Excel-Kälte-Beratungstool von www.effizientekälte.at vorgenommen werden.				
Beurteilungsschema Gesamtanlage:				
Wärmedämmung	<input type="checkbox"/> A++	<input type="checkbox"/> A+	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> A
Anlagentechnik	<input type="checkbox"/> A++	<input type="checkbox"/> A+	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> A
Wärmerückgewinnung	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Summe	<input type="checkbox"/> A++	<input type="checkbox"/> A+	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Gesamtqualität A++				
Anlagen, die in beiden Bereichen A++ erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.				
Gesamtqualität A+				
Anlagen, die in beiden Bereichen zumindest A+ erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.				
Gesamtqualität A				
Anlagen, die in beiden Bereichen zumindest A erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.				
Gesamtqualität B				
Anlagen, die in beiden Bereichen zumindest A erreichen, aber über keine Wärmerückgewinnung verfügen.				
Entwickelt von:		www.effizientekälte.at		
			gefördert durch:	
				

Abbildung 8.5: Bestellkriterien Pluskühler – Kriterien Allgemein

8.2 Bestellkriterien Tiefkühler

Die Bestellkriterien für den Tiefkühler bestehen ebenfalls aus 4 Blättern. Sie sind grundsätzlich gleich aufgebaut wie die Bestellkriterien für den Pluskühler. Die Differenzierung liegt einerseits bei den Anforderungen (z.B. keine Feuchteanforderung, zusätzliche Türrahmenheizung), den höheren Dämmstärken und der angepassten Kältetechnik für den Tiefkühlbereich.

www.effizientekälte.at		Seite 1/4	Stand: 30.5.2010
Angebots- bzw. Bestellhilfe			
<h1>Tiefkühler</h1>			
<input type="checkbox"/>	Bitte um Angebot		
<input type="checkbox"/>	Anlage zur Bestellung vom: _____		
Name:	_____		
Für Objekt:	_____		
Objektadresse:	_____		
Telefonnummer:	_____		
Faxnummer:	_____		
E-Mail:	_____		
Tiefkühlräume und Wärmedämmung:			
Bezeichnung Tiefkühlraum 1:	_____		
Bezeichnung Tiefkühlraum 2:	_____		
Bezeichnung Tiefkühlraum 3:	_____		
<small>Hinweis: für jeden Kühlraum ist ein Blatt 2 auszufüllen</small>			
Ich wünsche die Dämmqualität der Tiefkühlräume:		gemäß Seite 2	
<input type="checkbox"/>	A++	<input type="checkbox"/>	A+
<input type="checkbox"/>	A		
Auswahl Kältetechnik:			
<input type="checkbox"/>	Einzelanlage(n) (pro Tiefkühlraum ein Kühlaggregat)		
<input type="checkbox"/>	Kälteverbund (Eine Kältezentrale versorgt mehrere Tiefkühlräume)		
Auswahl für Kältezentrale bei Kälteverbund:			
<input type="checkbox"/>	Ein Einzelverdichter	<input type="checkbox"/>	Mehrere Verdichter (höhere Sicherheit)
Ich wünsche Kältetechnik mit der Anlagenqualität:		gemäß Seite 3 und 4	
<input type="checkbox"/>	A++	<input type="checkbox"/>	A+ bzw. A (keine Differenzierung)
Ich wünsche Anlage mit Wärmerückgewinnung:		gemäß Seite 2 und 3	
<input type="checkbox"/>	Ja (muss für Gesamtbeurteilung A++, A+ bzw. A)	<input type="checkbox"/>	Nein
Anmerkung:	_____		
Datum:	_____	Unterschrift:	_____
Entwickelt von:		www.effizientekälte.at	
			
gefördert durch:			
			

Abbildung 8.6: Bestellkriterien Tiefkühler - Deckblatt

Rahmenb.: Tiefkühler		Seite 2/4	Stand: 30.5.2010
Bezeichnung Tiefkühlraum:			
Solltemperatur (°C):			
Größe (m):		<input type="checkbox"/> Aufstellungsraum	<input type="checkbox"/> Innenmaße Kühlzelle
Länge:		Breite:	Höhe:
Besonderheiten:			
Wärmedämmung:			
		<input type="checkbox"/> Wärmeleitgruppe (WLG) 025 (z.B. Polyurethan)	
		<input type="checkbox"/> gleichwertige Vakuumdämmung (1cm entspr. 3cm Polyurethan)	
WLG 025 (z.B. Polyurethan)			
	für A++	für A+	für A
Seitenwände:	<input type="checkbox"/> 200 mm	<input type="checkbox"/> 160 mm	<input type="checkbox"/> 120 mm
Bodenbereich:	<input type="checkbox"/> 200 mm	<input type="checkbox"/> 160 mm	<input type="checkbox"/> 120 mm
Decke:	<input type="checkbox"/> 200 mm	<input type="checkbox"/> 160 mm	<input type="checkbox"/> 120 mm
Tür:	<input checked="" type="checkbox"/> immer mind. 120 mm WLG 025 bzw. 4 cm Vakuumdämmung		
	Empfehlung: in Wandstärke		gewählte (mm)
Rahmenbedingungen:		Anmerkung:	
Durchschnittl. Umgebungstemperatur rund um Kühlraum (°C):		Maximal:	
Durchschnittl. Umgebungstemperatur im Türbereich* (°C):		Maximal:	
Entfernung Kühlraum-Verdichter (m):		Verdichter-Verfl.:	
Keine Wärmequelle direkt beim Kühlbereich:		<input type="checkbox"/> wird erfüllt	
Keine direkte Sonnenstrahlung auf den Kühlraum:		<input type="checkbox"/> wird erfüllt	
*Empfehlung: Zugang Tiefkühler über Vorkühlraum			
Sonstiges:		Anmerkung:	
Elektronische Außenanzeige für Kühlraumtemperatur:		<input type="checkbox"/> Muss	
Autom. Temperatureaufzeichnung (Logger) od. Fernüberwachung (FÜ):		<input type="checkbox"/> Soll	
LED Beleuchtung:		Gewählt: <input type="checkbox"/>	
Außenanzeige für brennende Beleuchtung:		<input type="checkbox"/> Muss	
Warnsummer für offene Tür:		<input type="checkbox"/> Muss	
geregelter Türrahmenheizung:		<input type="checkbox"/> Muss	
* 7 Watt entsprechen ca. einer herkömmlichen 60 W Glühbirne, 11 W ca. einer 100 W Glühbirne			
Wärmerückgewinnung (WRG): nur Anlagen mit WRG erreichen Gesamthaft A++ , A+ bzw. A			
<input type="checkbox"/> Wärmerückgewinnung für WW		<input type="checkbox"/> Wärmerückgewinnung für WW und Heizung	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> keine	
Kühlmedium:			
<input type="checkbox"/> Brunnenwasser		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Luft		<input type="checkbox"/>	
Aufstellung des Luftkühlers:			
<input type="checkbox"/> im Freien		<input type="checkbox"/> Keller	<input type="checkbox"/> (Tief-)Garage
Anmerkung:			
Entwickelt von:		www.effizientekälte.at	
			
gefördert durch:			
			

Abbildung 8.7: Bestellkriterien Tiefkühler - Rahmenbedingungen

Kriterien Kälte: Tiefkühler		Seite 3/4	Stand: 30.5.2010
Kältekreis:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Kältemittel R404A od. R507A bzw. energetisch gleichwertig:		Muss	Muss
Geringe Druckverluste bzw. Geschwindigkeiten in Saugleitung:		max. 6 m/s	max. 8 m/s
Geringe Druckverluste bzw. Geschw. in der Flüssigkeitsleitung:		max. 0,3 m/s	max. 0,5 m/s
Innerer Wärmeübeträger:		Muss	Unterkühlungsstrecke*
Elektronisches Expansionsventil:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Dämmung Saugleitung:		mind. 1/1*	mind. 2/3**
Dämmung Druckleitung bis Wärmerückgewinnung:		mind. 1/1*	mind. 2/3**
Möglichst gerade, spannungsfreie Verlegung der Kälteleitungen:		Muss	Muss
* Gemeinsame Leitungsführung von Saugleitung und Flüssigkeitsleitung			
**1/1 bzw. 2/3 entspricht Dämmstärke gegenüber Außendurchmesser Kondensatableitung			
Verdampfer:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Temperaturdifferenz Verdampfung zu Luftertritt Verdampfer (DT1):		max. 6 K	max. 8 K
Lüfter beim Verdampfer mit (drehzahlregelm) EC-Motor:		Muss	Muss
Keine Behinderung des Luftstromes im Kühlraum vorhanden:		Muss	Muss
Unterbrechung des Luftstromes beim Öffnen der Tür:		Muss	Muss
Bedarfsgerechte Abtaung u. Heizung d. Kondensatableitung:		Muss	Muss
Abtaungsart:		Heißgas	Elektrisch
Dämmung Kondensatableitung:		mind. 1/1*	mind. 2/3*
Wärmerückgewinnung (WRG):			
Wärmerückgewinnung für Enthitzung und Kondensation:		getrennt	gemeinsam
Temperaturerhebung für WRG durch Verflüssigerdruckregler:		nicht erlaubt	nicht erlaubt
Wärmemengenzähler für WRG:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Verflüssigung:			
Wasser-Verflüssiger:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Temperaturdifferenz Verflüssigung zu Kühlmedium:		max. 5 K	max. 7 K
Unterkühlung:		mind. 3 K	mind. 3 K
Luft-Verflüssiger:			
Temperaturdifferenz Verflüssigung zu Kühlmedium:		max. 8 K	max. 10 K
Unterkühlung:		mind. 3 K	mind. 3 K
Freie Luftansaugung, keine Stauwärme im Bereich d. Verflüssigers:		Muss	Muss
Leichte Zugänglichkeit für Reinigung, leichte Reinigung:		Muss	Muss
Lüfter beim Verflüssiger mit drehzahlregeltem EC-Motor:		Muss	Muss
Verdichter:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Genau dimensionierter Verdichter:		max. +5%	max. +10%
Saug- und druckseitiges Manometer:		Muss	Nur Anschluss
Drehzahlgegelter Verdichter:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Betriebstundenzähler für jeden Verdichter:		Muss	Muss
Startzähler für jeden Verdichter:		Muss	Muss
Elektrotechnik:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Anschluss vom abgesicherten Unterverteiler:		Muss	Muss
Eigene, beschriftete Absicherung für jede Kälteanlage:		Muss	Muss
Stromsubzähler:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Entwickelt von:		www.effizientekälte.at	
  		gefördert durch:   	

Abbildung 8.8: Bestellkriterien Tiefkühler – Kriterien Anlagentechnik

Allg. Kriterien: Tiefkühler		Seite 4/4	Stand: 30.5.2010	
Allgemein:		Anf.A++ bzw. A+ und. A		
Vereinfachte Lebenszyklusrechnung* (Investition/Betriebsk./Instandhaltung)		Muss		
Vollständige Dokumentation der Anlage (Hersteller, Komponenten, Lieferanten)		Muss		
Technische Daten bei Standard- und Betriebsbedingungen		Muss		
Elektr. Anschlussplan/Verteilplan		Muss		
Aufstellungspläne, Verrohrungspläne		Muss		
Druck-, Dichtheits- und Einstellprotokoll		Muss		
Unterschriebenes Abnahmeprotokoll		Muss		
Ausgefülltes Prüfbuch		Muss		
Betriebsanleitung		Muss		
Einschulung des Betreibers		Muss		
Gut sichtbar angebrachte Servicenummer		Muss		
Erläuterungen:				
*Die vereinfachte Lebenszykluskostenberechnung kann mit dem Excel-Kälte-Beratungstool von www.effizientekälte.at vorgenommen werden.				
Beurteilungsschema Gesamtanlage:				
Wärmedämmung	<input type="checkbox"/> A++	<input type="checkbox"/> A+	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> A
Anlagentechnik	<input type="checkbox"/> A++	<input type="checkbox"/> A+	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> A
Wärmerückgewinnung	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Summe	<input type="checkbox"/> A++	<input type="checkbox"/> A+	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Gesamtqualität A++				
Anlagen, die in beiden Bereichen A++ erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.				
Gesamtqualität A+				
Anlagen, die in beiden Bereichen zumindest A+ erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.				
Gesamtqualität A				
Anlagen, die in beiden Bereichen zumindest A erreichen und über eine Wärmerückgewinnung verfügen.				
Gesamtqualität B				
Anlagen, die in beiden Bereichen zumindest A erreichen, aber über keine Wärmerückgewinnung verfügen.				
Entwickelt von:		www.effizientekälte.at		
			gefördert durch:	
		  		

Abbildung 8.9: Bestellkriterien Tiefkühler – Allgemeine Kriterien

8.3 Erläuterungen zu den Bestellkriterien

Die grundsätzlichen Hintergründe für die einzelnen Kriterien finden sich bei den Einflussgrößen. Im folgenden Teil werden lediglich einige noch nicht behandelte Erläuterungen und die Unterschiede zwischen Tiefkühler und Plus- bzw. Normalkühler angeführt.

8.3.1.1 Wärmedämmung, Kühlzelle, Kühlpult

Die Wärmedämmung ist eines der entscheidenden Kriterien für einen niedrigen Energieverbrauch. Grundsätzlich gilt die Regel: keine Kühlbereiche ohne Wärmedämmung. Wichtig ist eine sorgfältige Wärmedämmung an allen Seiten des gekühlten Bereiches (Boden nicht vergessen). Wenn vorgefertigte Bauteile verwendet werden, ist ein Herstellerschild erforderlich.

Die Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG) gibt an, wie hoch die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes ist. Je höher der Wert, desto leichter wird Wärme transportiert. 025 als Grenzwert bedeutet eine Wärmeleitfähigkeit von max. 0,25 W/(mK).

Die Standard-Wärmedämmungen entsprechen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik für neue Ausrüstungen. Diese Komponenten werden für viele Jahre angeschafft und sollen daher auch den steigenden Energiepreisen durch geringere Energieverluste gerecht werden. Deswegen sind erhöhte Dämmstärken für neue Anlagen erforderlich. Als alternative Dämmung für Kühlmöbel bieten sich Vakuumdämmungen (λ 0,008 W/mK) an, bei denen eine 40 mm starke Dämmplatte einer Standard-PU-Dämmung von ca. 120 mm entspricht.

Die Einteilung der Wärmedämmung in die Klassen A++, A+ und A erfolgt nach folgender Systematik:

Normal- bzw. Pluskühler: Zielwert Dämmung 160 mm mit WLG 025

Wärmedämmung:				
	<input type="checkbox"/>	Wärmeleitgruppe (WLG) 025 (z.B. Polyurethan)		
	<input type="checkbox"/>	gleichwertige Vakuumdämmung (1cm entspr. 3cm Polyurethan)		
WLG 025 (z.B. Polyurethan)		für A++	für A+	für A
Seitenwände:	<input type="checkbox"/>	160 mm	<input type="checkbox"/> 120 mm	<input type="checkbox"/> 100 mm
Bodenbereich:	<input type="checkbox"/>	160 mm	<input type="checkbox"/> 120 mm	<input type="checkbox"/> 100 mm
Decke:	<input type="checkbox"/>	160 mm	<input type="checkbox"/> 120 mm	<input type="checkbox"/> 100 mm
Tür:	<input checked="" type="checkbox"/>	immer mind. 100 mm WLG 025 bzw. 3 cm Vakuumdämmung		
		Empfehlung: in Wandstärke		gewählte (mm): <input type="text"/>

Abbildung 8.10: Bestellkriterien Pluskühler - Wärmedämmung

Tiefkühler: Zielwert Dämmung 200 mm mit WLG 025

Wärmedämmung:				
	<input type="checkbox"/>	Wärmeleitgruppe (WLG) 025 (z.B. Polyurethan)		
	<input type="checkbox"/>	gleichwertige Vakuumdämmung (1cm entspr. 3cm Polyurethan)		
WLG 025 (z.B. Polyurethan)		für A++	für A+	für A
Seitenwände:	<input type="checkbox"/>	200 mm	<input type="checkbox"/>	160 mm
Bodenbereich:	<input type="checkbox"/>	200 mm	<input type="checkbox"/>	160 mm
Decke:	<input type="checkbox"/>	200 mm	<input type="checkbox"/>	160 mm
Tür:	<input checked="" type="checkbox"/>	immer mind. 120 mm WLG 025 bzw. 4 cm Vakuumdämmung		
		Empfehlung: in Wandstärke	gewählte (mm)	<input type="text"/>

Abbildung 8.11: Bestellkriterien Tiefkühler - Wärmedämmung

8.3.1.2 Rahmenbedingungen

Die Rahmenbedingungen sind beim Tiefkühler und Plus- bzw. Normalkühler gleich aufgebaut. Eine Unterscheidung ergibt sich nur beim Punkt Vorkühlraum. Diese wird beim Pluskühler abgefragt, beim Tiefkühler ergibt sich dies indirekt aus der Temperatur die im Türbereich angegeben wird.

Normal- bzw. Pluskühler:

Rahmenbedingungen:		Anmerkung:
Durchschnittliche Umgebungstemperatur rund um Kühlraum (°C):	<input type="text"/>	Maximal: <input type="text"/>
Durchschnittliche Umgebungstemperatur im Türbereich (°C):	<input type="text"/>	Maximal: <input type="text"/>
Ist dieser Pluskühler ein Vorkühlraum für einen Tiefkühler?:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Entfernung Kühlraum-Verdichter (m):	<input type="text"/>	Verdichter-Verfl.: <input type="text"/>
Keine Wärmequelle direkt beim Kühlbereich:	<input type="text" value="wird erfüllt"/>	<input type="text"/>
Keine direkte Sonnenstrahlung auf den Kühlraum:	<input type="text" value="wird erfüllt"/>	<input type="text"/>

Abbildung 8.12: Bestellkriterien Pluskühler – Rahmenbedingungen

Tiefkühler:

Rahmenbedingungen:		Anmerkung:
Durchschnittl. Umgebungstemperatur rund um Kühlraum (°C):	<input type="text"/>	Maximal: <input type="text"/>
Durchschnittl. Umgebungstemperatur im Türbereich* (°C):	<input type="text"/>	Maximal: <input type="text"/>
Entfernung Kühlraum-Verdichter (m):	<input type="text"/>	Verdichter-Verfl.: <input type="text"/>
Keine Wärmequelle direkt beim Kühlbereich:	<input type="text" value="wird erfüllt"/>	<input type="text"/>
Keine direkte Sonnenstrahlung auf den Kühlraum:	<input type="text" value="wird erfüllt"/>	<input type="text"/>
*Empfehlung: Zugang Tiefkühler über Vorkühlraum		

Abbildung 8.13: Bestellkriterien Tiefkühler - Rahmenbedingungen

8.3.1.3 Sonstiges

Unter „Sonstiges“ sind Temperaturanzeigen bzw. –aufzeichnungen, Beleuchtung, etc. enthalten. Diese sind bis auf die Rahmenheizung wieder für Tiefkühler und Plus- bzw. Normalkühler gleich. Eine Türrahmenheizung beim Tiefkühler verhindert ein Festfrieren der Tür. Für die Überwachung der Raumtemperatur ist ein Anzeigethermometer an der Außenseite erforderlich. Bei überwachungspflichtigen Zellen (Hygienebestimmungen) ist die Aufzeichnung der Temperatur erforderlich.

Normal- bzw. Pluskühler:

Sonstiges:		Anmerkung:
Elektronische Außenanzeige für Kühlraumtemperatur:	Muss	
Autom. Temperaturaufzeichnung (Logger) od. Fernüberwachung (FÜ):	Soll	Gewählt: <input type="text"/>
LED Beleuchtung:	Muss	Leistung* (W): <input type="text"/>
Außenanzeige für brennende Beleuchtung:	Muss	
Warnsummer für offene Tür:	Muss	
* 7 Watt entsprechen ca. einer herkömmlichen 60 W Glühbirne, 11 W ca. einer 100 W Glühbirne		

Abbildung 8.14: Bestellkriterien Pluskühler - Sonstiges

Tiefkühler:

Sonstiges:		Anmerkung:
Elektronische Außenanzeige für Kühlraumtemperatur:	Muss	
Autom. Temperaturaufzeichnung (Logger) od. Fernüberwachung (FÜ):	Soll	Gewählt: <input type="text"/>
LED Beleuchtung:	Muss	Leistung* (W): <input type="text"/>
Außenanzeige für brennende Beleuchtung:	Muss	
Warnsummer für offene Tür:	Muss	
geregelte Türrahmenheizung:	Muss	
* 7 Watt entsprechen ca. einer herkömmlichen 60 W Glühbirne, 11 W ca. einer 100 W Glühbirne		

Abbildung 8.15: Bestellkriterien Tiefkühler - Sonstiges

8.3.1.4 Kältekreis

Beim Kältekreis unterscheidet sich die Tiefkühlung und die Plus- bzw. Normalkühlung nur beim geforderten Kältemittel.

Normal- bzw. Pluskühler:

Kältekreis:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Kältemittel R134a (ab 2 kWel auch R404A)		Muss	Muss
Geringe Druckverluste bzw. Geschwindigkeiten in Saugleitung:		max. 6 m/s	max. 8 m/s
Geringe Druckverluste bzw. Geschw. in der Flüssigkeitsleitung:		max. 0,3 m/s	max. 0,5 m/s
Innerer Wärmeübertrager:		Muss	Unterkühlungsstrecke*
Elektronisches Expansionsventil:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Dämmung Saugleitung:		mind. 1/1*	mind. 2/3**
Dämmung Druckleitung bis Wärmerückgewinnung:		mind. 1/1*	mind. 2/3**
Möglichst gerade, spannungsfreie Verlegung der Kälteleitungen:		Muss	Muss
* Gemeinsame Leitungsführung von Saugleitung und Flüssigkeitsleitung			
** 1/1 bzw. 2/3 entspricht Dämmstärke gegenüber Außendurchmesser Kondensatleitung			

Abbildung 8.16: Bestellkriterien Pluskühler - Kältekreis

Tiefkühler:

Kältekreis:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Kältemittel R404A od. R507A bzw. energetisch gleichwertig:		Muss	Muss
Geringe Druckverluste bzw. Geschwindigkeiten in Saugleitung:		max. 6 m/s	max. 8 m/s
Geringe Druckverluste bzw. Geschw. in der Flüssigkeitsleitung:		max. 0,3 m/s	max. 0,5 m/s
Innerer Wärmeübertrager:		Muss	Unterkühlungsstrecke*
Elektronisches Expansionsventil:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Dämmung Saugleitung:		mind. 1/1*	mind. 2/3**
Dämmung Druckleitung bis Wärmerückgewinnung:		mind. 1/1*	mind. 2/3**
Möglichst gerade, spannungsfreie Verlegung der Kälteleitungen:		Muss	Muss
* Gemeinsame Leitungsführung von Saugleitung und Flüssigkeitsleitung			
** 1/1 bzw. 2/3 entspricht Dämmstärke gegenüber Außendurchmesser Kondensatleitung			

Abbildung 8.17: Bestellkriterien Tiefkühler - Kältekreis

8.3.1.5 Verdampfer

Unterschiede zwischen Tiefkühler bzw. Normal- und Pluskühler bestehen im Verdampferbereich nur bei der Abtauung bzw. Kondensatableitung.

Normal- bzw. Pluskühler:

Verdampfer:	Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Temperaturdifferenz Verdampfung zu Lufteintritt Verdampfer (DT1*):	max. 6 K	max. 8 K
Lüfter beim Verdampfer mit (drehzahlgeregeltem) EC-Motor:	Muss	Muss
Keine Behinderung des Luftstromes im Kühlraum vorhanden:	Muss	Muss
Unterbrechung des Luftstromes beim Öffnen der Tür:	Muss	Muss
Bedarfsgerechte Abtauung:	Muss	Muss
Abtauungsart bei Kühlraumtemperaturen über 3° C:	Umluft	Umluft
Abtauungsart bei Kühlraumtemperaturen unter 3° C:	Heißgas	Elektrisch
* Feuchteanforderung beachten		

Abbildung 8.18: Bestellkriterien Pluskühler - Verdampfer

Tiefkühler:

Verdampfer:	Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Temperaturdifferenz Verdampfung zu Lufteintritt Verdampfer (DT1):	max. 6 K	max. 8 K
Lüfter beim Verdampfer mit (drehzahlgeregeltem) EC-Motor:	Muss	Muss
Keine Behinderung des Luftstromes im Kühlraum vorhanden:	Muss	Muss
Unterbrechung des Luftstromes beim Öffnen der Tür:	Muss	Muss
Bedarfsgerechte Abtauung u. Heizung d. Kondensatableitung:	Muss	Muss
Abtauungsart:	Heißgas	Elektrisch
Dämmung Kondensatableitung:	mind. 1/1*	mind. 2/3*

Abbildung 8.19: Bestellkriterien Tiefkühler - Verdampfer

8.3.1.6 Wärmerückgewinnung

Die Wärmerückgewinnung ist für sowohl für Tiefkühler als auch für Plus- und Normalkühler gleich geregelt.

Wärmerückgewinnung (WRG):		
Wärmerückgewinnung für Enthitzung und Kondensation:	getrennt	gemeinsam
Temperaturerhöhung für WRG durch Verflüssigerdruckregler:	nicht erlaubt	nicht erlaubt
Wärmemengenzähler für WRG:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 4 kWel

Abbildung 8.20: Bestellkriterien Pluskühler/Tiefkühler - Wärmerückgewinnung

8.3.1.7 Verflüssiger

Der Verflüssiger ist für sowohl für Tiefkühler als auch für Plus- und Normalkühler gleich geregelt.

Verflüssigung:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Wasser-Verflüssiger:			
Temperaturdifferenz Verflüssigung zu Kühlmedium:		max. 5 K	max. 7 K
Unterkühlung:		mind. 3 K	mind. 3 K
Luft-Verflüssiger:			
Temperaturdifferenz Verflüssigung zu Kühlmedium:		max. 8 K	max. 10 K
Unterkühlung:		mind. 3 K	mind. 3 K
Freie Luftansaugung, keine Stauwärme im Bereich d. Verflüssigers:		Muss	Muss
Leichte Zugänglichkeit für Reinigung, leichte Reinigung:		Muss	Muss
Lüfter beim Verflüssiger mit drehzahlgeregeltem EC-Motor:		Muss	Muss

Abbildung 8.21: Bestellkriterien Pluskühler/Tiefkühler - Verflüssiger

8.3.1.8 Verdichter

Die Anforderungen an den Verdichter sind für sowohl für Tiefkühler als auch für Plus- und Normalkühler gleich geregelt.

Verdichter:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Genau dimensionierter Verdichter:		max. + 5%	max. + 10%
Saug- und druckseitiges Manometer:		Muss	Nur Anschluss
Drehzahl geregelter Verdichter:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel
Betriebstundenzähler für jeden Verdichter:		Muss	Muss
Startzähler für jeden Verdichter:		Muss	Muss

Abbildung 8.22: Bestellkriterien Pluskühler/Tiefkühler - Verdichter

8.3.1.9 Elektrotechnik

Die Anforderungen an die Elektrotechnik sind für sowohl für Tiefkühler als auch für Plus- und Normalkühler gleich geregelt.

Elektrotechnik:		Anf. A++	Anf. A+ bzw. A
Anschluss vom abgesicherten Unterverteiler:		Muss	Muss
Eigene, beschriftete Absicherung für jede Kälteanlage:		Muss	Muss
Stromsubzähler:	Soll ab 1 kWel	Muss ab 2 kWel	Muss ab 4 kWel

Abbildung 8.23: Bestellkriterien Pluskühler/Tiefkühler – Verdichter

8.3.1.10 Allgemein

Unter diesem Punkt sind Bereiche wie die Lebenszyklusberechnung, die notwendige Dokumentation und die Einschulung zusammengefasst. Die Anforderungen sind für sowohl für Tiefkühler als auch für Plus- und Normalkühler gleich geregelt.

Allgemein:	Anf.A++ bzw. A+ und. A
Vereinfachte Lebenszyklusrechnung* (Investition/Betriebsk./Instandhaltung)	Muss
Vollständige Dokumentation der Anlage (Hersteller, Komponenten, Lieferanten)	Muss
Technische Daten bei Standard- und Betriebsbedingungen	Muss
Elektr. Anschlussplan/Verteilplan	Muss
Aufstellungspläne, Verrohrungspläne	Muss
Druck-, Dichtheits- und Einstellprotokoll	Muss
Unterschriebenens Abnahmeprotokoll	Muss
Ausgefülltes Prüfbuch	Muss
Betriebsanleitung	Muss
Einschulung des Betreibers	Muss
Gut sichtbar angebrachte Servicenummer	Muss
Erläuterungen:	
*Die vereinfachte Lebenszykluskostenberechnung kann mit dem Excel-Kälte-Beratungstool von www.effizientekälte.at vorgenommen werden.	

Abbildung 8.24: Bestellkriterien Pluskühler/Tiefkühler - Allgemein

9 Leitfaden für Energieberatung

Die Kältetechnik im Tourismus stellt für viele der klassischen Energieberater oft ein Gebiet mit „Sieben Siegeln“ dar. Dieses Thema wird in der Beratung daher sehr oft ausgeklammert oder beschränkt sich auf sehr allgemeine Aussagen. Konkrete Angaben über mögliche Einsparpotenziale werden normalerweise nicht gemacht. Auch die Hilfestellung des Energieberaters bei der Anschaffung neuer Kälteanlagen war bisher meist unzureichend. In diesem Kapitel werden daher für den Berater die beiden folgenden Aspekte behandelt:

1. Wichtige Gesetze, Verordnungen, Normen zur Kältetechnik
2. Anwendung der in diesem Projekt geschaffenen Hilfsmittel

Die in diesem Projekt geschaffenen Hilfsmittel:

1. Anlagenaufnahmebogen und Schnellbewertung
2. Excel-Kälte-Beratungstool
3. Kältecheck für Kleingeräte
4. Bestellkriterien

Die Information bzw. die neuen Hilfsmitteln unterstützen den Berater, das Thema Kälteanlagen aktiv zu bearbeiten und die Optimierungspotenziale aufzuzeigen. Das Excel-Kälte-Beratungstool bzw. die Bestellkriterien sind größtenteils selbsterklärend bzw. so aufgebaut, dass die Hilfsmittel mit einer kurzen Einschulung von ca. 2 Std. angewandt werden können. Bei fehlendem Systemverständnis für die Kältetechnik sollte der Berater eine Ganztageschulung erhalten, bei der im Vorfeld die wesentlichen Aspekte des Kälteprozesses und die Auswirkungen auf den Energiebedarf erläutert werden. Die Information zur Technik bzw. zu den Einflussgrößen ist im Kapitel 5 enthalten.

9.1 Gesetze, Verordnungen, Normen

Für eine umfassende Energieberatung im Bereich Kälte ist auch die Kenntnis über die wesentlichen Aspekte der folgenden Bereiche notwendig:

1. Kälteanlagenverordnung
2. Gesetzeslage zu Kältemitteln
3. Ökologischen Eigenschaften von Kältemitteln

9.1.1 Kälteanlagenverordnung BGBl. Nr. 305/1969

Die Kälteanlagenverordnung ist gerade in Überarbeitung. Einige wesentliche Aussagen der Kälteanlagenverordnung von 1969:

§ 1. (1) Die Bestimmungen dieser Verordnung gelten, soweit sie den Schutz der Arbeitnehmer regeln, für Betriebsstätten im Sinne des § 2 Abs. 3 des Arbeitsinspektionsgesetzes 1993, BGBl. Nr. 27, sowie für Betriebe, auf die das Bundesgesetz über die Verkehrs-Arbeitsinspektion, BGBl. Nr. 100/1988, anzuwenden ist, in denen Kälteanlagen mit einem Füllgewicht des Kältemittels von mehr als 1,5 kg verwendet werden, sofern andere Kältemittel als Luft oder Wasser verwendet werden.

§ 10. (1) An jeder Kältemaschine muss außer dem Schild des Herstellers an deutlich sichtbarer Stelle ein Schild angebracht sein, das folgende Angaben über die Kälteanlage enthält: Name und Anschrift des Unternehmens, das die Kälteanlage aufgestellt hat, Baujahr der Kälteanlage, Art des Kältemittels, Kältemittel-Füllgewicht in kg, Kälteleistung in kcal/h, ferner bei Kompressions-Kältemaschinen den festgelegten höchsten Betriebsdruck jeder Druckstufe in atü.(2) Arbeiten mehrere Kältemaschinen in einem Kältemittelkreislauf, kann auf dem Schild die Angabe des Füllgewichtes entfallen.

§ 15. (1) Bei begehbaren Kühlräumen müssen die Kühlraumtüren auch von innen geöffnet werden können. Die Türen solcher Kühlräume dürfen nur versperrt werden, wenn Einrichtungen vorhanden sind, die es in diesen Räumen eingeschlossenen Personen ermöglichen, sich nach außen bemerkbar zu machen oder sich selbst zu befreien. Die für die Betätigung dieser Einrichtungen in den Kühlräumen angebrachten Vorrichtungen müssen auch bei abgeschalteter Beleuchtung oder bei Stromausfall wahrzunehmen sein.

§ 16. Kälteanlagen müssen vor ihrer Inbetriebnahme am Aufstellungsort von einer hierzu befugten, fachkundigen Person einer Probe auf Dichtheit und auf das Ansprechen der Sicherheitseinrichtungen beim Überschreiten des festgelegten höchsten Betriebsdruckes unterzogen werden.

§ 21. Bei jeder Kälteanlage ist eine Bedienungsanweisung auszuhängen. Diese hat die Angaben des Schildes (§ 10), Anweisungen über die Bedienung und Wartung der Anlage und die Bestimmungen der §§ 18 bis 20 sowie bei Kompressions-Kälteanlagen, bei denen mehrere Kältemaschinen in einem Kältemittelkreislauf arbeiten, überdies das Füllgewicht der Anlage in Kilogramm zu enthalten. Die zuständige Behörde kann verlangen, dass auch eine einfache Lageskizze über die Kälteanlage ausgehängt wird.

§ 22. (1) Kälteanlagen müssen nach größeren Betriebsstörungen, größeren Instandsetzungen sowie wesentlichen Änderungen der Anlage, jedenfalls aber in Zeitabständen von höchstens einem Jahr, einer Überprüfung hinsichtlich ihrer Betriebssicherheit unterzogen werden. Diese Überprüfungen sind von hiezu befugten fachkundigen Personen vorzunehmen.

§ 23. (1) Für jede Kälteanlage ist ein Prüfbuch zu führen, in dem der Zeitpunkt jeder Überprüfung gemäß § 22 und die hierbei festgestellten Mängel eingetragen sein müssen. Ferner muss im Zusammenhang mit jeder Überprüfung angegeben sein, ob sich die Anlage zu diesem Zeitpunkt in einem solchen Zustand befunden hat, dass gegen ihren weiteren Betrieb vom sicherheitstechnischen Standpunkt keine Bedenken bestehen. (2) Das Prüfbuch muss die Angaben enthalten, die im § 10 für das Schild der Kältemaschine vorgeschrieben sind, sowie die Bescheinigungen über die Durchführung der Druckproben gemäß § 9 und § 22 Abs. 2, der Probe vor Inbetriebnahme gemäß § 16 und darüber, dass die Kälteanlage nach den Bestimmungen dieser Verordnung errichtet wurde. Größere Instandsetzungen sowie wesentliche Änderungen der Anlage sind ebenfalls im Prüfbuch zu vermerken. (3) Das Prüfbuch ist im Betrieb so zu verwahren, dass es den behördlichen Organen jederzeit zur Einsicht vorgewiesen werden kann. Es muss so lange aufbewahrt werden, als die Anlage im Betrieb aufgestellt ist.

9.1.2 Gesetzeslage zu Kältemitteln

Die Diskussion um den Einfluss von Kältemitteln auf das stratosphärische Ozon und weitergehend der Einfluss auf die Erhöhung des Treibhauseffektes haben zu verschiedenen Ausstiegsszenarien für bestimmte Kältemittel geführt.

EG Nr. 3093/94 vom 12.12.1994 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen: Regelt die Herstellung und Einfuhr von voll- und teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen, sowie die Verwendung für neue Geräte ab 1.1.2000 ab 150 kW. (Nicht mehr gültig.)

750. Verordnung: Verbot bestimmter teilhalogenerter Kohlenwasserstoffe (HFCKW-Verordnung, 16. November 1995): Teilhalogenierte Kohlenwasserstoffe (HFCKW) wie R22 wurden mit 1.1.2002 für jeglichen Einsatzbereich verboten, außer in vor diesem Zeitpunkt hergestellten Geräten.

EG Nr. 2037/2000 Ozonschichtschutzverordnung, 1. Oktober 2000, mit den Änderungen 2038/2000 und 2039/2000, ersetzt EG Nr. 3093/94: Verbote und Beschränkungen zu Herstellung, Import, Export und Verwendung FCKW und HFCKW. HFCKW-Verbot ab 1.1.2000 für neue Anlagen mit Leistungen ab 150 kW, ab 1.1.2001 für sonstige neue Kälte- und Klimaanlageanlagen mit Ausnahmen für fest eingebaute Klimaanlageanlagen bis 100 kW bis 1.1.2002. Wartung und Instandhaltung bestehender Kälte- und Klimaanlageanlagen bei Verwendung unverarbeiteter HFCKW bis 1.1.2010, jegliche HFCKW bis 1.1.2015 erlaubt.

447. Verordnung: Verbote und Beschränkungen teilfluorierter und vollfluorierter Kohlenwasserstoffe sowie Schwefelhexafluorid (HFKW-FKW-SF6-V) 10. Dezember 2002: Generelles Verbot der Verwendung von FKW und HFKW (z.B. R134a, R404A). Der Betrieb einer Anlage ist nicht Verwendung, sondern Herstellung und Wiederbefüllung. Diese Bereiche werden aber den Fristen der Verwendungsbeschränkung gleichgesetzt. Erlaubnis der Verwendung von HFKW als Kältemittel bis 31.12.2007 in Kühlanlagen, darüber hinaus nur zur Instandhaltung und Wartung von vor der Beschränkung in Betrieb befindlichen Anlagen.

139. Verordnung: Änderung der Verordnung über die Verbote und Beschränkungen teilfluorierter und vollfluorierter Kohlenwasserstoffe sowie Schwefelhexafluorid (HFKW-FKW-SF6-V) 21. Juni 2007: Die Verwendung von FKW und HFKW in ortsfesten Anlagen und Geräten ist verboten. Ausnahmen: Erlaubnis bis auf Weiteres die Verwendung von HFKW in Geräten ab 150 g bis 20 kg Kältemittelfüllmenge, in Einzelanlagen bis 20 kg Füllmenge, in Kompaktanlagen bis 0,5 kg/kW Kälteleistung und in ortsfesten Anlagen mit weitverzweigten Rohrleitungssystemen bis 100 kg Füllmenge, über 100 kg mit max. 1,5 kg/kW Kälteleistung. Nennauslegungsbedingung für Kompaktanlagen und ortsfeste Anlagen mit verzweigtem Rohlei-

tungsnetz: Verdampfungstemperatur 0°C, Verflüssigungstemperatur +40°C, Flüssigkeitsunterkühlung 0 K, Sauggastemperatur am Verdichterstutzen +20°C.

Weitere Gesetze Normen befinden sich im Anhang.

9.1.3 Ökologische Eigenschaften von Kältemitteln

In der ökologischen Betrachtung treten die Beeinflussung des stratosphärischen Ozons und des Treibhauseffektes in den Vordergrund.

ODP – Ozone Depletion Potenzial: Der ODP-Wert wurde ursprünglich auf das Kältemittel R11 bezogen, das den Wert 1,0 besitzt. Chlor und Brom bewirken den Ozonabbau, der Anteil an Fluor ist vernachlässigbar klein.

HGWP – Halocarbon Global Warming Potenzial: Das Treibhauspotenzial der halogenhaltigen Substanzen wird für die Beeinflussung des Treibhauseffektes herangezogen. Als Vergleichswert dient wieder R11 mit dem Wert 1,0.

GWP – Global Warming Potenzial: Es ist üblich, den Einfluss auf den Treibhauseffekt als CO₂-Äquivalent anzugeben. CO₂ wird als Basis verwendet mit dem Wert 1,0. Zur Berücksichtigung der Verweilzeit in der Atmosphäre wird der GWP-Wert für verschiedene Jahre ermittelt.

TEWI – Total Equivalent Warming Impact: Mit dem TEWI wurde ein Verfahren geschaffen, das auch die Anlagentechnik in die Beurteilung mit einbezieht. Neben der direkten Beeinflussung durch Leckage werden auch der Energiebedarf und damit die indirekte Emission von CO₂ berücksichtigt.

Tabelle 9.1: ODP und GWP Kältemitteldaten⁵⁵

Kältemitteldaten		
	ODP	GWP (IPCC II (2001), Referenzdaten in EN 378-1:2008)
R134a	0	1300
R404A	0	3780
R507A	0	3850

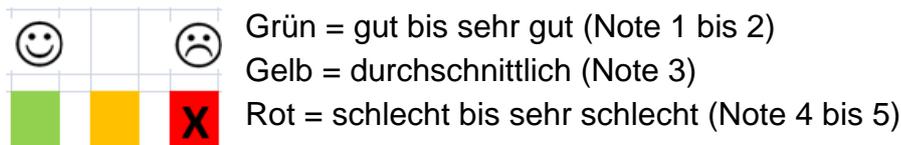
⁵⁵ Bitzer Kältemittelreport 15. Auflage A500-15

9.1.4

9.2 Handhabung der neuen Hilfsmittel für die Beratung

Die Anwendung der drei Hilfsmittel wird nun im Folgenden erläutert. Die Begründungen für die in den Tools hinterlegten Zahlenwerte wurden schon im Optimierungspotenzial erläutert. Es geht in diesem Kapitel daher rein um die Anwendung in der Praxis.

Basis aller Bewertungen ist ein dreigliedriges System, das mit den Farben grün, gelb und rot arbeitet.



Diese einfache Einteilung soll sowohl von den Beratern als auch von den Hoteliers als optisches Signal wie bei einer Ampel verstanden werden. Wobei grün keinen Änderungsbedarf, gelb einen mittelfristigen Änderungsbedarf (z.B. bei der nächsten Adaption) und rot einen raschen Änderungsbedarf (wirtschaftlicher oder technischer Hintergrund) bedeuten.

Die Ausgangsbasis der Beratung bildet der Aufnahmebogen mit dessen Deckblatt und der Schnellbewertung, in dem alle wesentlichen energetischen Aspekte der Kälteanlage zusammengefasst sind. Im Aufnahmebogen ist für die einzelnen Anlagenteile schon eine Bewertung enthalten, sodass gegenüber den Hoteliers allein damit eine schnelle Aussage über die Kälteanwendung und deren energetische Qualität gemacht werden kann. Der Aufnahmebogen kann bei Bedarf alleine eingesetzt werden, ohne die zusammenfassende Bewertung am Deckblatt auszufüllen. Die pauschalen Einordnungen des Deckblattes ohne Unterstützung des Excel-Kälte-Beratungstools erfordern aber schon einiges an Erfahrung durch den Berater. Weniger versierte Berater können die Abschätzung mit dem Excel-Kälte-Beratungstool vornehmen. Kommt es zu einer Neuanschaffung, kann auf die Bestellkriterien zurückgegriffen werden. Somit ist durch den Energieberater eine geschlossene, unterstützte Ablaufkette von der ersten Anlagenbesichtigung bis zur Bestellung möglich. Die Tools können natürlich auch von den Kälteanlagenfirmen genutzt werden. Insbesondere die Abschätzung der Einsparpotenziale und der Lebenszykluskosten der bestehenden und der neuen bzw. adaptierten Anlage sind Aspekte, die bisher von keinem der Kälte-Programme unterstützt werden. Mit den Bestellkriterien kann sich eine Kälteanlagenfirma mit dem Angebot von „Billigstbietern“ unterscheiden und seine Anlagenqualität sichtbar machen.

9.2.1 Handhabung - Anlagenaufnahmebogen und Schnellbewertung

Das Blatt „Anlagendaten“ dient zur Aufnahme der Kälteanlage vor Ort und enthält alle Werte, die bei einer späteren Auswertung mit dem Excel-Kälte-Beratungstool benötigt werden. Da ein Ausfüllen des Aufnahmebogens der Kälteanlage per Computer wenig praktikabel ist, wurde dieses Formular nur für händisches Ausfüllen ausgelegt. Das dazugehörige Deckblatt kann elektronisch unterstützt ausgefüllt werden.

Einzelanlage - Kältecheck - Anlagendaten										
Kältecheck für Anlage:			BJ:					Rauminhalt:	m ³	
								l:	b:	h:
Kühlteil/Kühlraum/Verdampfer:			😊	😞				Anmerkung:		
Gemessene Temperatur im Kühlraum:	°C		😊	😞	☹			Soll:	°C	
Jahresmittel Umgebungstemperatur:	°C		😊	😞	☹			Aktuell:	°C	
Keine (solare) Wärmestrahlung:			😊	😞	☹					
Gute Dämmung (Wand/Boden/Decke/Tür)	mm/		😊	😞	☹			mm/	mm/	mm
Dichte Dichtungen (Tür, Schublade):			😊	😞	☹					
Geringe Tempdiff.: Verdampfer - Kühlraum	°C		😊	😞	☹			Minimale Temp. Verd.:	°C	
Sauberkeit, Eisfreiheit Verdampfer:			😊	😞	☹					
Lüfter: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	El. Leistung: +	W	😊	😞	☹					
Abtauung: <input type="radio"/> keine <input type="radio"/> UM <input type="radio"/> HG <input type="radio"/> El.	W		😊	😞	☹			beh. Kondensatleitung:	m	
Rahmenheizung: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	El. Leistung:	W	😊	😞	☹					
Beleuchtung: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	El. Leistung:	W	😊	😞	☹			<input type="radio"/> LED: <input type="radio"/> ESL: <input type="radio"/> Glühb.:		
Verdichter:			Fabrikat/Typenbez:					Anzahl:		
Typenschild vorhanden bzw. ablesbar:			😊	😞	☹					
Geeignetes Kältemittel:			R:	😊	😞	☹				
Temp-/Druck ablesbar?: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein			Art:	😊	😞	☹		HD:	ND:	
El. Leistung Einzelverdichter:	V	A	W					Gesamt Verd.:	W	
Kälteleistung Einzelverdichter:	W		😊	😞	☹			Gesamt:	W	
Leistungsregelung (z.B. Drehzahl ab 0,5 kW _e): <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein				😊	😞	☹		Art:		
Typische Verdichterdauerzeit:			Min. pro Start	😊	😞	☹		Starts pro Std.:		
Verflüssiger:			Medium:			Abwärmennutzung: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein für:				
Jahresmitteltemperatur Kühlmedium:			°C	😊	😞	☹		Aktuell:	°C	
Keine (solare) Wärmestrahlung (nur bei Luft):				😊	😞	☹				
Geringe Tempdiff.: Umgebung - Austritt Verf.			°C	😊	😞	☹		Austrittstemperatur V.:	°C	
Sauberkeit Verflüssiger (nur bei Luft):				😊	😞	☹				
El. Leistung <input type="radio"/> Lüfter oder <input type="radio"/> Pumpe:	+	W	😊	😞	☹			Drehzahlregelung <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein		
Kälteleitungen:									Anmerkung:	
Leitungslängen (einfach):			m	😊	😞	☹				
Dämmung Saugleitung:			mm	😊	😞	☹				
<input type="radio"/> Interner WT <input type="radio"/> Unterkühlungsstrecke <input type="radio"/> keines v. B.				😊	😞	☹				
Regelung:										
Beurteilung der Zweckmäßigkeit:				😊	😞	☹				
Leistungsaufnahme (Stand-by):			+	W	😊	😞	☹			
Gesamtleistung Kälteprozess: ohne Beleuchtung, Rahmenheizung, el. Abtauung,...										
El. Leistungsaufnahme der Hilfsaggregate:			=	W				(Lüfter, Pumpen, Regelung)		
Ges. el. Leistungsaufnahme Kälteanlage:			=	W				(Verdichter + Hilfsaggregate)		
Technische Gesamtbeurteilung:				😊	😞	☹				
Datum:				Berater:						
Entwickelt von:										
  			gefördert durch:   							

Abbildung 9.1: Aufnahmebogen (händisch)

Um dem im Kältebereich etwas erfahrenen Berater auch ohne Anwendung des Excel-Kälte-Beratungstools eine für den Hotelier übersichtliche Einschätzung der Kälteanlage zu ermöglichen, kann er eine Schnellbewertung auch per Hand durchführen. Die äußere Form ist gleich wie beim Excel-Kälte-Beratungstool, die einzelnen Beurteilungen (Kühllogistik, Wärmedämmung,..) und die Gesamtbewertung muss er aber ohne elektronische Unterstützung eintragen bzw. ankreuzen.

www.energieeffizientekälte.at			
Kältecheck für Anlage:			
In Objekt:			
Objektadresse:			
Ansprechpartner:			
Telefon/Fax/Mail:			
Art der Anlage:	Prüfbuch: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Baujahr:	
<input type="checkbox"/>	Einzelanlage (pro Kühlbereich ein Kühlaggregat)		
<input type="checkbox"/>	Kälteverbund (eine Kältezentrale versorgt mehrere Kühlbereiche)		
Kältezentrale bei Kälteverbund:			
<input type="checkbox"/>	Ein Einzelverdichter	<input type="checkbox"/>	Mehrere Verdichter
Zur dieser Verbundkälteanlage gehören folgende Kühlbereiche:			
Hinweis: für jeden Kühlbereich ist ein Anlagendatenblatt (Kühlraum/Verdampfer), auszufüllen			
Beurteilung - Bestand:			
Kühllogistik:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmedämmung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rahmenbedingungen:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kältetechnik:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nutzerverhalten:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmerückgewinnung (WRG):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			der Abwärme wäre theor. möglich
Gesamtbeurteilung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			theor. el. Einsparpotenzial Neubau
			theor. el. Einsparpotenzial Adaptierung
Empfehlung:	<input type="checkbox"/>	Keine Änderung	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Adaptierung, Sanierung, WRG	
	<input type="checkbox"/>	Neue Einzelanlage	<input type="checkbox"/>
		Neue Verbundanlage mit Wärmerückgewinnung	
Verbund von:			
Anmerkung:			
Datum:		Berater:	
Entwickelt von:			
			gefördert durch:

Abbildung 9.2: Schnellbewertung (händisch)

Praktische Vorgangsweise (ohne Einsatz des Excel-Kälte-Beratungstools):

1. Ausfüllen des Blattes „Anlagendaten“ für jede Kälteanlage bzw. bei einer Verbundanlage für jede Kälteanwendung.
2. Aus der Summe der eingetragenen Werte bzw. Vergabe der Einordnung „Grün“, „Gelb“ oder „Rot“ wird eine technische Gesamtbeurteilung abgegeben, wobei sie nicht das arithmetische Mittel der angekreuzten Felder darstellt, sondern einen „technischen Gesamtzustand“ aus der individuellen Sicht des Energieberaters darstellt, und man aus den Detailbewertungen erkennen kann warum eine Anlage ein entsprechendes Gesamturteil bekommen hat.
3. Ausfüllen des Deckblattes 2 und Bewertung der restlichen Aspekte der Kälteanwendung von der Kühllogistik bis zur Wärmerückgewinnung.
4. Entscheidung, ob die Anlage so belassen werden sollte, oder eine Adaptierung bzw. eine neue Einzel- oder Verbundanlage empfohlen wird.
5. Bei Empfehlung einer neuen Einzel- bzw. Verbundanlage sollten gemeinsam mit den Hoteliers die Bestellkriterien ausgefüllt werden und die Entscheidung getroffen werden, ob die Kategorie A++, A+ oder A gewählt wird.

Ohne Anwendung des Excel-Kälteberatungstools kann damit die gesamte Beratung und Einschätzung direkt während der Beratung durchgeführt werden.

Praktische Vorgangsweise (mit Einsatz des Excel-Kälte-Beratungstool):

Ist der Berater nicht in der Lage aus seiner Erfahrung eine eindeutige Entscheidung über die Einordnung in den einzelnen Bewertungskategorien zu treffen, oder möchte er einen konkreten Vergleich der Bestandsanlage mit einer adaptierten bzw. neuen Anlage haben, kann er auf das Excel-Kälte-Beratungstool zurückgreifen. Die Vorgangsweise ändert sich nur insofern, als nach der Aufnahme der Daten der Kälteanlage die Bestands- bzw. die geänderte oder neue Anlage mit dem Tool durchgerechnet wird.

9.2.2 Handhabung - Excel-Kälte-Beratungstool

Da bisher kein Beratungstool für Kälteanlagen zur Verfügung stand, wurde von der Projektgruppe ein eigenes Tool entwickelt. Das Tool wurde ergänzend zum beauftragten Forschungsprojekt entwickelt, da ein Beratungsleitfaden ohne unterstützendes Tool nicht praktikabel erschien.

Grundidee des Beratungstools: Einfache Abschätzung des Strombedarfes und der Optimierungsmöglichkeiten bestehender Kälteanlagen, die auch von „Nicht-Kältetechnikern“ vorgenommen werden können.

Einschränkungen: Das Beratungstool enthält zwar alle relevanten Einflüsse der Kälteanlage, aber die einzelnen Abhängigkeiten und gegenseitigen Einflüsse der einzelnen Faktoren sind nicht enthalten. Alle Einflüsse werden als singuläre Einflüsse angesehen. Weiters wurde das Tool nicht validiert – d.h. die Einflüsse stammen aus der Literatur bzw. aufgrund von eigenen Abschätzungen. Das Tool ist daher nur als grobe Orientierung und als reines Beratungstool zu sehen. Es ist aber beabsichtigt, das Tool weiter zu entwickeln und die Ergebnisse anhand einzelner Anlagen zu validieren.

Aufbau: Das Excel-Beratungstool ist aus insgesamt 6 Blättern aufgebaut.

1. Deckblatt inkl. Auswertung und Empfehlung
2. Wärmedämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Bestand
3. Wärmedämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Adaptierte bzw. neue Anlage
4. Energiekennzahl und Optimierungsmöglichkeit (bei Standardnutzung)
5. Kosten inkl. Nutzereinfluss - Bestand
6. Kosten inkl. Nutzereinfluss – Adaptierte bzw. neue Anlage

Die gelben Felder sind nicht gesperrte Eingabefelder. Alle anderen Felder sind gesperrt. Mit der „rechts weiter“-Taste [→] kommt man von einem Feld zum nächsten.

Für Verbundanlagen ist das Tool nur für die Beurteilung der Gesamtanlage geeignet. Es muss jeweils der Durchschnitt der Verhältnisse (z.B. Differenz Kühlraumtemperatur - Verdampfungstemperatur, Verschmutzung der Verdampfer, etc. eingesetzt werden. Ein spezifischer Verbrauch pro 100 Liter und 24 Stunden wird zwar ausgewiesen (als Raumvolumen muss die Summe aller Kühlbereiche eingesetzt werden) aber nicht eingeordnet, da die unterschiedlichen Kühlbereiche (Kühlräume, Pulte) nicht gewichtet werden können.

Deckblatt: Die Auswertung erfolgt für alle Bereiche automatisch, nur der Bereich Kältelogistik muss am Deckblatt von Hand eingetragen werden (großes X). Ebenso muss die Empfehlung händisch angekreuzt werden.

www.energieeffizientekälte.at			
Kältecheck für Anlage:	Tiefkühler Küche		
In Objekt:	Test		
Objektadresse:	Test		
Ansprechpartner:	Test		
Telefon/Fax/Mail:	Test		
Art der Anlage:	Prüfbuch:	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Baujahr: 1997
	<input checked="" type="checkbox"/>	Einzelanlage (pro Kühlbereich ein Kühlaggregat)	
	<input type="checkbox"/>	Kälteverbund (Eine Kältezentrale versorgt mehrere Kühlbereiche)	
	Verdichter:		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ein Einzelverdichter	<input type="checkbox"/> Mehrere Verdichter
Zu dieser Verbundkälteanlage gehören folgende Kühlbereiche:			
	Kühlbereiche:		
	Weitere Kühlbereiche:		
	Hinweis: für jeden Kühlbereich ist ein Anlagendatenblatt (Kühlraum/Verdampfer) auszufüllen		
Beurteilung - Bestand:			
Kühllogistik:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmedämmung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Rahmenbedingungen:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kältetechnik:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nutzerverhalten:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Wärmerückgewinnung (WRG):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
			70% d. Abwärme wären theor. möglich
Gesamtbeurteilung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
			57% theor. el. Einsparpotenzial Neubau 48% theor. el. Einsparpotenzial Adaptierung
Empfehlung:	<input type="checkbox"/>	Keine Änderung	<input type="checkbox"/> Adaptierung, Sanierung, WRG
	<input type="checkbox"/>	Neue Einzelanlage	<input checked="" type="checkbox"/> Neue Verbundanlage mit Wärmerückgewinnung
Verbund von:	Allen Tiefkühlzellen		
Anmerkung:	Wärmerückgewinnung für Warmwasser, neuer Luftverflüssiger in Tiefgarage		
Datum:	02.09.2010	Berater:	Andreas Greml
Entwickelt von:	Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung		
gefördert durch:			

Abbildung 9.3: Excel-Beratungstool – Blatt: Deckblatt mit Auswertung

Wärmedämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Bestand: In diesem Blatt sind die folgenden vier Bereiche enthalten:

1. Innenvolumen, Temperaturbereich, Kältemittel und Art des Kühlbereiches
2. Wärmedämmung
3. Rahmenbedingungen
4. Kältetechnik

Es sind die Abmessungen des Kühlbereiches, die Temperatur, das Kältemittel und die Art des Kühlbereiches (Kühlraum, Kühltheke, Verbundanlage mit mehreren Kühlstellen) einzutragen. Bei den Dämmstärken sind diese auf Polyurethan bezogen, bei anderen Dämmmaterialien müssen diese Dämmstärken vorher auf Polyurethan umgerechnet werden. Bei den Rahmenbedingungen bzw. der Kältetechnik sind die vorgegebenen Felder auszufüllen, wobei bis auf die Temperaturangaben alle Felder durch Pull-Down Menüs vorgegeben sind.

Bestand: Dämmung - Rahmenbedingungen - Technik				
Kältecheck für Anlage:		Tiefkühler Küche	BJ: 1997	10,0 m ³ Rauminhalt
Innenmaße:		Solltemperatur des Kühlraumes:		-18 °C
Länge	2,40 m	Höhe	2,20 m	Kältemittel: R404A
Breite	1,90 m	Kühlraum, -pult:		Kühlraum
Erhöhte Kälteleistung aufgrund suboptimaler Dämmung u. Rahmenbedingungen:				
- Wärmedämmung: (gegenüber 200 mm PU bei TK bzw. 160 mm bei NK und PK)				
Seitenwände:	120 mm	0,025 W/mK	■ ■ ■	64,0%
Bodenbereich:	80 mm	0,025 W/mK	■ ■ ■	141,2%
Decke:	120 mm	0,025 W/mK	■ ■ ■	64,0%
Tür:	120 mm	0,025 W/mK	■ ■ ■	64,0%
erhöhte Transmissionsverluste (gewichteter Schnitt):				+ 77%
Erhöhung Kälteleistung/Energiebedarf (Dämmung): ■ ■ ■				+ 37%
- Rahmenbedingungen: (Leistungserhöhung gegenüber Standardbedingungen)				
Umgeb. Temp. Kühleinheit:	je 1°C über 22°C: 1,5% - 3%/1°C	24 °C	■ ■ ■	4,2%
Eingang Tiefkühler über (diesen) Kühlraum:	-5%	nein	■ ■ ■	0,0%
Wärmequelle direkt bei Kühlbereich (z.B. Backofen):	+ 5 - 30%	keine	■ ■ ■	0,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf Kühlgerät/Kühlraum:	+ 7 - 30%	keine	■ ■ ■	0,0%
Umg. Temp. beim Verflüssiger:	je 1°C über 17°C: 1,5 - 3%/1°C	30 °C	■ ■ ■	26,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf den Verflüssiger:	30% - 50%	keine	■ ■ ■	0,0%
Erhöhung der Kälteleistung (Rahmenbedingungen): ■ ■ ■				+ 30%
Erhöhung des Energiebedarfes (Rahmenbedingungen): ■ ■ ■				+ 30%
Erhöhung Energiebedarf (Dämmung und Rahmenbed.):				+ 67%
Erhöhter Strombedarf aufgrund nicht optimaler Kältetechnik - Bestand:				
Optimales Kältemittel für Temperaturbereich:	10%	ja	■ ■ ■	0,0%
Tem.diff. Verd. - Lufteintritt (DT1) ü. 6°C:	1,5% bis 3,0%/1°C	10 °C	■ ■ ■	8,0%
Temp.diff. Verfl. Austr. - Kühlmedium ü. 5°C:	1,5% bis 3%/1°C	8 °C	■ ■ ■	6,0%
Saugleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3,0%/1°C	2 °C	■ ■ ■	2,0%
Druckleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3,0%/1°C	2 °C	■ ■ ■	2,0%
Überdimensionierung Verdichter:	0-20%	20%	■ ■ ■	2,0%
Alter des Verdichters:	0-15%	11-15	■ ■ ■	10,0%
Drehzahlregelung beim Verdichter:	5%	nein	■ ■ ■	5,0%
Elektronisches Expansionsventil:	2% bis 5%	nein	■ ■ ■	3,5%
Bedarfsgerechte Abtauung:	5%	nein	■ ■ ■	5,0%
Heißgas od. Kaltgasabtauung bzw. Umluft bei Pluskühler:	5%	nein	■ ■ ■	5,0%
Innere Wärmeübertrager: R134a 3 % bzw. R404A u. R507A	10%	nein	■ ■ ■	10,0%
Lüfter für Verdampfer mit EC-Motor	5%	nein	■ ■ ■	5,0%
Erhöhung des Strombedarfes durch Auslegung: ■ ■ ■				+ 64%
Gesamterhöhung Energiebedarf (Dämmung, Rahmenb. u. Technik):				+ 131%
Entwickelt von: Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung				
  		gefördert durch:   		

Abbildung 9.4: Excel-Beratungstool – Blatt: Dämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Bestandsanlage

Wärmedämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Adaptierte bzw. neue Anlage: Soll ein Vergleich zwischen Bestand und einer adaptierten bzw. neuen Kälteanlage durchgeführt werden, so sind hier analog dem Bestandsblatt die geänderten Dämmstärken, Rahmenbedingungen und die geänderte Kältetechnik einzutragen. So kann im Optimierungsblatt nicht nur eine theoretisch optimale Anlage, sondern auch die definierte Anlage berechnet werden.

Adaptiert: Dämmung - Rahmenbedingungen - Technik					
Kältecheck für Anlage:		Tiefkühler Küche		BJ: 1997	10,0 m ³ Rauminhalt
Innenmaße:		Solltemperatur des Kühlraumes:			-18 °C
Länge	2,40 m	Höhe	2,20 m	Kältemittel:	R404A
Breite	1,90 m			Kühlraum, -pult:	Kühlraum
Erhöhte Kälteleistung aufgrund suboptimaler Dämmung u. Rahmenbedingungen:					
- Wärmedämmung: (gegenüber 200 mm PU bei TK bzw. 160 mm bei NK und PK)					
Seitenwände:	200 mm	0,025 W/mK	X		0,0%
Bodenbereich:	160 mm	0,025 W/mK		X	24,2%
Decke:	160 mm	0,025 W/mK		X	24,2%
Tür:	60 mm	0,025 W/mK		X	215,4%
erhöhte Transmissionsverluste (gewichteter Schnitt):					+ 23%
Erhöhung Kälteleistung/Energiebedarf (Dämmung):					+ 11%
- Rahmenbedingungen: (Leistungserhöhung gegenüber Standardbedingungen)					
Umgeb. Temp. Kühleinheit:	je 1°C über 22°C: 1,5% - 3%/1°C	22 °C			0,0%
Eingang Tiefkühler über (diesen) Kühlraum:	-5%	nein			0,0%
Wärmequelle direkt bei Kühlbereich (z.B. Backofen): + 5 - 30%		keine			0,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf Kühlgerät/Kühlraum: +7 - 30%		keine			0,0%
Umg. Temp. beim Verflüssiger:	je 1°C über 17°C: 1,5 - 3%/1°C	17 °C			0,0%
Direkte Sonnenstrahlung auf den Verflüssiger:	30% - 50%	keine			0,0%
Erhöhung der Kälteleistung (Rahmenbedingungen):					+ 0%
Erhöhung des Energiebedarfes (Rahmenbedingungen):					+ 0%
Erhöhung Energiebedarf (Dämmung und Rahmenbedingungen.):					+ 11%
Erhöhter Strombedarf aufgrund nicht optimaler Kältetechnik - nach Adaptierung:					
Optimales Kältemittel für Temperaturbereich:	10%	ja			0,0%
Tem.diff. Verd. - Lufteintritt (DT1) ü. 6°C:	1,5% bis 3,0%/1°C	6 °C			0,0%
Temp.diff. Verfl. Austr. - Kühlmedium ü. 5°C:	1,5% bis 3%/1°C	5 °C			0,0%
Saugleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3,0%/1°C	1 °C			0,0%
Druckleitungsdruckverlust über 1°C:	1,5% bis 3,0%/1°C	1 °C			0,0%
Überdimensionierung Verdichter:	0-20%	0%			0,0%
Alter des Verdichters:	0-15%	0-5			0,0%
Drehzahlregelung beim Verdichter:	5%	ja			0,0%
Elektronisches Expansionsventil:	2% bis 5%	nein			3,5%
Bedarfsgerechte Abtauung:	5%	ja			0,0%
Heißgas od. Kaltgasabtauung bzw. Umluft bei Pluskühler:	5%	nein			5,0%
Innerer Wärmeübertrager: R134a 3 % bzw. R404A u. R507A 10%		ja			0%
Lüfter für Verdampfer mit EC-Motor	5%	ja			0,0%
Erhöhung des Strombedarfes durch Kältetechnik:					+ 9%
Gesamterhöhung Energiebedarf (Dämmung, Rahmenb. u. Technik):					+ 20%
Entwickelt von: Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung					
  		gefördert durch:   			

Abbildung 9.5: Excel-Beratungstool – Blatt: Dämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Adaptierte Anlage

Energiekennzahl und Optimierungsmöglichkeit (bei Standardnutzung): Ausgehend von den Eintragungen der Vorblätter werden hier der Strombedarf und die Abwärme der Kälteanlage bei Standardnutzung (analog Energieausweisbetrachtung) berechnet. Für die Stromkosten müssen nur der individuelle Strompreis, Leistung des Verdichters und der Nebenaggregate (Lüfter Verdampfer und Verflüssiger, Pumpen, Regelung) sowie die durchschnittliche Temperatur des Kühlmediums eingetragen werden. Für die Abwärmenutzung sind die bestehende Wärmerückgewinnung und der tägliche Warmwasserbedarf einzutragen

Bestand: Energiekennzahl - Optimierungspotenzial				
Kältecheck für Anlage:	Tiefkühler Küche	BJ: 1997	10,0 m ³ Rauminhalt	
Elektrischer Strombedarf bei Durchschnittsnutzung: ohne Beleuchtung, Rahmenh., el. Abtauung,...				
Stromkosten:	0,13 €/kWh	Wärme-Nutzenergiekosten:	0,070 €/kWh	
Laufzeit/Tag:	15 h/d (inkl. Überdim. Bestand)	Laufzeit/Jahr:	5.475 h/a	
Leistungsaufnahme Verdichter (Bestand):	1.000 W	Kühlmedium:	30 °C	
Gütegrad:	0,3 JAZ:	1,0	Eta Carnot:	3,4
El. Leistungsaufnahme der Nebenaggregate:	80 W	Bestand (Lüfter, Pumpen, Regelung)		
Leistungsaufnahme ges. Kälteprozess:	1.080 W			
El. Leistungsaufnahme pro 100 Liter:	11 W/100L			
Strombedarf Verdichter/Jahr:	5.475 kWh/a	Entspricht 712 €/a		
Strombedarf Hilfsaggregate/Jahr:	438 kWh/a	Entspricht 57 €/a		
Strombedarf ges. Kälteprozess/Jahr:	5.913 kWh/a	😊	☹️	
Strombedarf ges./100 Liter u. 24h:	0,16 kWh/(100L.24h)	🟢	🟡	
Abwärmenutzung - Wärmerückgewinnung:				
Gesamtes WRG-Potenzial (Bestand):	10.991 kWh/a	Entspricht 769 €/a		
Genutztes WRG Potenzial (Bestand):	0%	🟢	🟡	
Ungen. WRG-Potenzial (Bestand):	10.991 kWh/a	Entspricht 769 €/a		
Energetische Gesamtbeurteilung: 🟢 🟡 🟠				
Theoretische Optimierungsmöglichkeiten:				
El. Optimierungspotenzial bei Neubau:	max. 57%	3.351 kWh/a	Entspricht 436 €/a	
Dämmung Kühlraum:	max. 16%	949 kWh/a	Entspricht 123 €/a	
Verbesserung Rahmenbedingungen:	max. 13%	774 kWh/a	Entspricht 101 €/a	
Kältetechnik, Nebenaggregate, Regelung:	max. 28%	1.627 kWh/a	Entspricht 212 €/a	
WRG-Nutzungsmöglichkeit (nach Sanierung):	max. 70%	3.334 kWh/a	Entspricht 233 €/a	
Abschätzung Optimierungsmöglichkeiten bei Anlagenadaptierung:				
El. Optimierungspotenzial bei Sanierung:	max. 48%	2.844 kWh/a	Entspricht 370 €/a	
Dämmung Kühlraum:	max. 11%	661 kWh/a	Entspricht 86 €/a	
Verbesserung Rahmenbedingungen:	max. 13%	774 kWh/a	Entspricht 101 €/a	
Kältetechnik inkl. Nebenaggregate:	max. 24%	1.409 kWh/a	Entspricht 183 €/a	
WRG Potenzial gesamt:	100%	5.704 kWh/a	Entspricht 399 €/a	
WW-Bedarf pro Tag (Vorwärmung auf 30°C):	3.000 Lit.	25.404 kWh/a	Entspricht 1.778 €/a	
WRG-Nutzungsmöglichkeit (nach Sanierung):	70%	3.993 kWh/a	Entspricht 279 €/a	
Anmerkung: JAZ wegen hoher Temperatur im Kühlmediumbereich sehr niedrig				
Datum:	02.09.2010	Berater:	Andreas Greml	
Entwickelt von: Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung				
gefördert durch:				

Abbildung 9.6: Excel-Beratungstool – Blatt: Energiekennzahl - Optimierungspotenzial

Kosten inkl. Nutzereinfluss – Bestand: Hier werden ergänzend zu den Berechnungen bei einer Standardnutzung zusätzliche Stromverbraucher (Beleuchtung, Rahmenheizung, Abtaung und Stand-by Bedarf) und das individuelle Nutzerverhalten eingerechnet. Zur Ermittlung der Gesamtkosten müssen die Instandhaltungskosten der Bestandsanlage eingetragen werden.

Bestand: Sonstiger Strombedarf - Nutzereinflüsse				
Kältecheck für Anlage:	Tiefkühler Küche	BJ: 1997	10,0 m ³ Rauminhalt	
Energ. Kennwerte bei Durchschnittsnutzung: ohne Regelung, Beleuchtung, Rahmenheizung, el. Abtaung				
Strombedarf Kälteanlage pro Jahr (vorige Seite):				5.913 kWh/a
Strombedarf Kälteanlage pro 100 Liter und 24 h (vorige Seite):				0,16 kWh/(100L.24h)
Sonstiger Strombedarf der Kälteanlage:				
El. Abtaung u. Kondensatl.:	200 W	400 Std./a	80 kWh/a	
Rahmenheizung:	20 W	8.760 Std./a	175 kWh/a	
Beleuchtung:	60 W	700 Std./a	42 kWh/a	
Stand-by Bedarf:	20 W	3.285 Std./a	66 kWh/a	
Sonstiger Strombedarf:			■ ■ ■ X	363 kWh/a
Nutzungseinflüsse: (Zusätzlicher Strombedarf gegen Standardnutzung)				Angaben in %:
Je 1° C unter Solltemperatur im Kühlraum:	2 °C			2,6%
Verschmutzter, vereister Verdampfer (im Kühlraum):	20%			2,0%
Verschmutzter Verflüssiger :	20%			3,0%
Schlechte Dichtungen:	nein			0,0%
Unnötig offene Türen bzw. Schubladen:	öfter			10,0%
Häufiges Befüllen mit warmen Speisen und Getränken:	ja			2,0%
Häufiges Einfrieren frischer Lebensmittel:	ja			5,0%
Beleuchtung häufig eingeschaltet bzw. ESL* als Dauerbeleuchtung:	ja			3,0%
				0,0%
*ESL = Energiesparlampe	Summe: ■ ■ ■ X			28%
Zusätzlicher Strombedarf durch Nutzereinflüsse:				1.634 kWh/a
Gesamt-Strombedarf (Ganzjahresnutzung):				7.910 kWh/a
Anpassung an Nutzungszeit:				
Anzahl der Betriebsmonate:				12,0 Monate
Gesamt-Jahresstrombedarf für Nutzungszeit:				7.910 kWh/a
Gesamt-Jahresstromkosten für Nutzungszeit:				1.028 €/a
Einsparung durch Wärmerückgewinnung f. Nutzungszeit:				0 €/a
Jährliche Wartungs- und Instandhaltungskosten:				600 €/a
Bestand - Gesamt-Betriebskosten pro Jahr:				1.628 €/a
Anmerkung: Energiesparlampe nicht für Tiefkühler geeignet (gegen LED austauschen)				
Datum:	02.09.2010	Berater:	Andreas Greml	
Entwickelt von:	Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung			
  		gefördert durch:   		

Abbildung 9.7: Excel-Beratungstool – Sonstiger Strombedarf, Nutzereinflüsse - Bestandsanlage

Kosten inkl. Nutzereinfluss – Adaptierte bzw. neue Anlage: Analoge Berechnung zum Bestand – nur mit den Angaben der adaptierten bzw. neuen Anlage.

Neu/Adaptiert: Sonstiger Strombedarf - Nutzereinflüsse			
Kältecheck für Anlage:	Tiefkühler Küche	BJ: 1997	10,0 m ³ Rauminhalt
Energ. Kennwerte bei Durchschnittsnutzung: ohne Regelung, Beleuchtung, Rahmenheizung, el. Abtauung			
Strombedarf Kälteanlage pro Jahr :	3.069 kWh/a		
Strombedarf Kälteanlage pro 100 Liter und 24 h:	0,08 kWh/(100L.24h)		
Sonstiger Strombedarf der Kälteanlage:			
El. Abtauung u. Kondensatl.:	200 W	400 Std./a	80 kWh/a
Rahmenheizung:	20 W	8.760 Std./a	175 kWh/a
Beleuchtung:	7 W	700 Std./a	5 kWh/a
Stand-by Bedarf:	5 W	3.285 Std./a	16 kWh/a
Sonstiger Strombedarf:			277 kWh/a
Nutzungseinflüsse: (Zusätzlicher Strombedarf gegen Standardnutzung)			Angaben in %:
Je 1° C unter Solltemperatur im Kühlraum:	1 °C		1,3%
Verschmutzer, vereister Verdampfer (im Kühlraum):	0%		0,0%
Verschmutzer Verflüssiger :	0%		0,0%
Schlechte Dichtungen:	nein		0,0%
Unnötig offene Türen bzw. Schubladen:	selten		5,0%
Häufiges Befüllen mit warmen Speisen und Getränken:	nein		0,0%
Häufiges Einfrieren frischer Lebensmittel:	ja		5,0%
Beleuchtung häufig eingeschaltet bzw. ESL* als Dauerbeleuchtung:	nein		0,0%
Summe:			11%
*ESL = Energiesparlampe			
Zusätzlicher Strombedarf durch Nutzereinflüsse:			347 kWh/a
Gesamt-Strombedarf (Ganzjahresnutzung):			3.692 kWh/a
Anpassung an Nutzungszeit:			
Anzahl der Betriebsmonate:			12,0 Monate
Gesamt-Jahresstrombedarf für Nutzungszeit:			3.692 kWh/a
Gesamt-Jahresstromkosten für Nutzungszeit:			480 €/a
Einsparung durch Wärmerückgewinnung f. Nutzungszeit:			279 €/a
Jährliche Wartungs- und Instandhaltungskosten:			400 €/a
Nach Adaptierung - Gesamt-Betriebskosten pro Jahr:			601 €/a
Einsparung gegenüber der bisherigen Anlage:			1.028 €/a
Anmerkung:			
Datum:	02.09.2010	Berater:	Andreas Greml
Entwickelt von: Version 1.0 Achtung - nur ein grobes Abschätzungstool - keine Haftung			
			
gefördert durch: 			

Abbildung 9.8: Excel-Beratungstool – Sonstiger Strombedarf, Nutzereinflüsse - Adaptierte Anlage

9.2.3 Handhabung – Kältecheck für Kleingeräte

Für Kleingeräte wurde der folgende vereinfachte Kältecheck entwickelt. Um auf den Stromverbrauch zu kommen, wird dieser mit einem einfachen Strommessgerät ermittelt, das zwischen Stecker und Steckdose gesetzt wird (Beobachtungszeitraum wenn möglich über zumindest 24 Std.). Ist dies nicht möglich, so sind für die Laufzeit des Verdichters für Tiefkühler 18 Std. pro Tag (6.570 Std. pro Jahr) und für einen Pluskühler 16 Std. pro Tag (5.840 Std. pro Jahr) oder vereinfacht 6.000 Std. pro Jahr anzusetzen. Den Bedarf pro Jahr für ein modernes Gerät findet man über www.topprodukte.at oder www.topten.ch und ermittelt so die mögliche Einsparung.

Kleingeräte - Kältecheck			
Kühlschränke, Gefrierschränke, Minibar, Weinkühler, Eiswürfler,... steckerfertige Geräte			
Kältecheck für:	BJ:	Rauminhalt: m ³	
	Innenmaße:	l:	b: h:
Kühlgerät:	Fabrikat/Typenbez:	Anmerkung:	
		😊	☹️
Gemessene Temperatur im Kühlraum:	°C	🟢	🟡
Jahresmittel Umgebungstemperatur:	°C	🟢	🟡
Keine (solare) Wärmestrahlung:		🟢	🟡
Dichte Dichtungen: Rahmenheizung:	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	🟢	🟡
Gute Dämmung (Wand, Boden, Decke, Tür)	cm	🟢	🟡
Sauberkeit, Eisfreiheit Verdampfer:		🟢	🟡
Wärmeabfuhr, Sauberkeit Verflüssiger:		🟢	🟡
Kondensat im Außenbereich:		🟢	🟡
Energetische Kennwerte:		Anmerkung:	
Gesamte Leistungsaufnahme:	W	🟢	🟡
Leistung pro 100 Liter Rauminhalt:	W	🟢	🟡
Geschätzte Verdichterlaufzeit pro Jahr:	Std.	🟢	🟡
Geschätzter Strombedarf pro Jahr:	kWh	🟢	🟡
Entspricht Energieeffizienzklasse:		🟢	🟡
Strombedarf Neugerät (A++) pro Jahr:	kWh		
Einsparung bei Neugerät pro Jahr:	kWh	🟢	🟡
Kostenersparnis Neugerät pro Jahr:	€	🟢	🟡
		😊	☹️
Beurteilung Gesamtanlage:		🟢	🟡
Empfehlung:	<input type="radio"/> sofortiger Gerätetausch <input type="radio"/> Tausch in nächster Zeit <input type="radio"/> kein Handlungsbedarf		
Hinweis: Energiesparende Geräte finden sie auf www.topprodukte.at			
Datum:	Berater:		
Entwickelt von:			
  		gefördert durch:   	

Abbildung 9.9: Einfaches Strommessgerät



Abbildung 9.10: Kältecheck für Kleingeräte

9.2.4 Handhabung Bestellkriterien

Die Bestellkriterien sind weitgehend selbsterklärend. Es muss nur beachtet werden, dass es für Tiefkühler und Normal- bzw. Pluskühler unterschiedliche Bestellkriterien gibt.

10 Verbreitung

Die Verbreitung des Projektes erfolgt letztendlich über folgende drei Zielgruppen:

1. Kälteanlagenbauer
2. Tourismusbetriebe
3. Energieberater

Für alle steht die Homepage www.effizientekälte.at als gemeinsamer Ankerpunkt zur Verfügung. Neben einer allgemeinen Projektübersicht und einzelnen Fachinformationen können vor allem die aktuellen Bestellkriterien und das Excel-Kälte-Beratungstool von dieser Homepage heruntergeladen werden.

10.1 Kälteanlagenbauer, Tourismusbetriebe, Energieberater

Die Verbreitung der Information über dieses Projekt bei den einzelnen Zielgruppen erfolgte teilweise bereits schon durch die Projektaktivitäten. So wurden sowohl die Tourismusbetriebe als auch die Kälteanlagenbauer und Energieberater der Wirtschaftskammer Tirol im Rahmen der Fragebogenaktion involviert und über das Projekt informiert. Mit den Kälteanlagenbauern wurden bisher zwei gemeinsame Treffen organisiert und die Bestellkriterien bzw. das Excel-Kälte-Beratungstool abgestimmt. Die Verbreitung der Bestellkriterien und des Excel-Kälte-Beratungstools wird ein wesentlicher Bestandteil der zukünftigen Verbreitungsarbeit sein.

Weiters wurde bei der größten Tiroler Fachmesse für Hotel, Gastronomie und Tourismus der „fafa“ in Innsbruck vom 12.09.2010 bis zum 15.09.2010 im Rahmen eines täglichen Impulsvortrages auf das Projekt aufmerksam gemacht.

10.2 Homepage

Auf der Homepage www.effizientekälte.at sind die Projektergebnisse verfügbar.



Abbildung 10.1: Homepage

11 Forschungsbedarf - Entwicklungsbedarf

Forschungs- und Entwicklungsbedarf ergibt sich vor allem in drei Bereichen:

1. Effizientere Komponenten
2. Verifizierung der Auswirkungen von Effizienzmaßnahmen
3. Validierung des Excel-Kälte-Beratungstools

Bei den **effizienteren Komponenten** stellt vor allem die bisher noch nicht erfolgte Anwendung von Hocheffizienzmotoren (EC-Motoren) beim Verdichter einen großen Effizienzsprung dar. Bei den übrigen Komponenten geht es vordringlicher um die Anwendung der schon verfügbaren Technik: elektronische Expansionsventile, Lüfter mit EC-Motoren, LED-Beleuchtung etc.

Die **Auswirkungen einzelner Effizienzmaßnahmen** auf die gesamte Anlageneffizienz sind derzeit nur rudimentär vorhanden. Im Rahmen der Bearbeitung dieses Forschungsprojektes ergaben sich sehr viele offene Fragen und ungeklärte Punkte über die Auswirkungen einzelner Effizienzmaßnahmen. Die Literaturangaben sind in vielen Bereichen sehr dürftig. Insbesondere die Wechselwirkungen verschiedenster Maßnahmen (z.B. Wechselwirkung Wärmerückgewinnung und erhöhter Strombedarf durch Anhebung der Verflüssigungstemperatur) wird entweder gar nicht oder nur ungenügend aufgezeigt. Es musste in diesem Forschungsprojekt sehr oft auf (eigene) Schätzungen zurückgegriffen werden. Dieser Mangel an Fachliteratur zeigt sich auch in den unterschiedlichen Einschätzungen in Fachkreisen. Zumindest die wichtigsten Parameter für den Energiebedarf und deren Wechsel- bzw. Kombinationswirkungen sollten einer wissenschaftlichen Analyse unterzogen werden.

Für eine erfolgreiche Umsetzung der aufgezeigten Einsparpotenziale im Strom- und Wärmebereich wäre die **Validierung des Excel-Kälte-Beratungstools** der wichtigste Schritt. Denn die in diesem Projekt erstellte Grundversion des Tools dient vor allem der systematischen Erfassung der Einflüsse, um diese bewusst zu machen. Die mathematischen Ansätze und die einzelnen Einflussgrößen bedürfen sicher noch einer Weiterentwicklung bzw. Verifizierung. Das Tool sollte zudem auf einzelne Anwender (Hotelier, Energieberater, Kälteanlagentechniker, Förderstellen) entsprechend zugeschnitten werden. Das Ziel eine einfache, fundierte Berechnung des Energieverbrauches von Kälteanlagen (ähnlich dem Energieverbrauch von Gebäuden) und die Einsparmöglichkeiten bei Anlagenadaptierungen bzw. Neubau zu schaffen, würde eines der größten Hemmnisse für die Sanierung von Kälteanlagen im Tourismus beseitigen.

Bisher waren die Angaben über die Einsparmöglichkeiten reine Schätzungen der Kälteanlagenbauer und eine wirtschaftliche Beurteilung über die Sinnhaftigkeit einer Adaption bzw. Anschaffung einer neuen Kälteanlage für den Energieberater bzw. Hotelier schwer bzw. nicht möglich. Aus diesem Grunde werden bisher viele Kälteanlagen nicht erneuert, obwohl es wirtschaftlich sinnvoll wäre.

Ein validiertes Kälte-Beratungs-Tool könnte dieses Manko beseitigen.

12 Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1.1: Ablaufschema</i>	16
<i>Abbildung 2.1: Kühlzelle</i>	21
<i>Abbildung 2.2: Kombizelle</i>	21
<i>Abbildung 2.3: Kühltheke</i>	22
<i>Abbildung 2.4: Saladette</i>	23
<i>Abbildung 2.5: Kühlwanne für Flaschenkühlung</i>	24
<i>Abbildung 2.6: Kühlwanne</i>	24
<i>Abbildung 2.7: Umluft-Kühlwanne</i>	24
<i>Abbildung 2.8: Eisbereiter</i>	25
<i>Abbildung 2.9: Zirkulationskarbonator</i>	26
<i>Abbildung 2.10: Durchlaufkühler</i>	27
<i>Abbildung 2.11: Fasskühler</i>	27
<i>Abbildung 2.12: Konfiskatkühler – Bio-Abfallkühler</i>	28
<i>Abbildung 2.13: Kuchenvitrine</i>	28
<i>Abbildung 2.14: Weintemperierschrank mit 6 Lagerzonen</i>	29
<i>Abbildung 2.15: Saftkanne gekühlt</i>	29
<i>Abbildung 2.16: Gefriergerät mit statischer Kühlung</i>	30
<i>Abbildung 2.17: Verkaufstruhe mit geschäumten Isolierdeckel</i>	30
<i>Abbildung 2.18: Gewerbekühlschrank mit statischer Kühlung</i>	31
<i>Abbildung 2.19: Kühlschrankschrank mit Umluftkühlung</i>	31
<i>Abbildung 2.20: Kleinkühlschrank, Minibar</i>	32
<i>Abbildung 2.21a und b: Einzelanlage – Einem Kühlraum ist ein (luftgekühlter) Verflüssigungssatz zugeordnet</i>	34
<i>Abbildung 2.22: Einzelanlage – Einem Kühlraum ist ein (wassergekühlter) Verflüssigungssatz zugeordnet</i>	34
<i>Abbildung 2.23: Kühlstellenverbund, Leitungen: Sammler und Verteiler</i>	35
<i>Abbildung 2.24: Kältemaschinen-Verbundsatz (nur die ersten drei Verdichter)</i>	36
<i>Abbildung 3.1: Energielabel für Kühlschrankschranke (Quelle: EU-Richtlinie 2003/66/EG)</i>	37
<i>Abbildung 3.2: Klasseneinteilung gemäß EU-Richtlinie 2003/66/EG</i>	38
<i>Abbildung 3.3: Beurteilungsschema aus den Bestellkriterien</i>	39
<i>Abbildung 4.1: Grundrisssskizze Tiefgarage</i>	42
<i>Abbildung 4.2: Tiefgarage Kälteanlagenraum mit Ventilator zur Entlüftung des Raumes</i>	43
<i>Abbildung 4.3: Kälteanlagen: Getränke Kühlzellen, Fleischvorkühlraum und alte Tiefkühlzelle (in Kühlanlagenraum)</i>	43
<i>Abbildung 4.4 a- c: Verflüssigungssätze außerhalb des Technikraumes</i>	43
<i>Abbildung 4.5: Kälteanlage in Bar</i>	44
<i>Abbildung 4.6: Grundriss-Skizze Untergeschoß</i>	44
<i>Abbildung 4.7: Verdampfer Fleisch-Vorkühlraum</i>	45

Abbildung 4.8: Getränkekühlzellen 1 +2 außen	45
Abbildung 4.9: Getränkekühlzellen 3 innen.....	46
Abbildung 4.10 a und b: Tiefkühler außen und innen	47
Abbildung 4.11 a bis d: 4 Kühlpulte.....	48
Abbildung 4.12: Tiefkühler Küche	48
Abbildung 4.13 a bis d: Verbundanlage mit Kompressor, Wärmerückgewinnung, Verteilung, Schaltschrank.....	50
Abbildung 4.14: durchschnittliche Anzahl der Kühlbereiche aller Kategorien.....	52
Abbildung 4.15: durchschnittliche Fläche der TK- und NK/PK-Zellen sowie Länge der Pultkühlung und Kühlmöbel aller Kategorien	52
Abbildung 4.16: durchschnittliche Flächen für TK-Zellen verschiedener Kategorien.....	53
Abbildung 4.17: durchschnittliche Flächen für Normal- und Pluskühlzellen verschiedener Kategorien.....	53
Abbildung 4.18: durchschnittliche Länge gekühlter Pulte verschiedener Kategorien	54
Abbildung 4.19: durchschnittliche Länge von Kühlmöbeln verschiedener Kategorien	54
Abbildung 4.20: Beispiele für tatsächliche Kühlraumflächen in 3* und 4*-Hotels bezogen auf die Sitzfläche	55
Abbildung 4.21: Beispiele für tatsächliche Kühlraumflächen in 3* und 4*-Hotels bezogen auf die Hauptmahlzeit.....	55
Abbildung 4.22: Anteil der Einzelmaschinen.....	57
Abbildung 4.23: Aufteilung zentrale und dezentrale Technikräume.....	57
Abbildung 4.24: Dezentraler luftgekühlter Verflüssigungssatz in einem Kellergang.....	57
Abbildung 4.25: Kühlbereiche in einem 4*-Hotel aus den Fragebögen abgeleitet.....	58
Abbildung 4.26: Einzel- und Kleingeräte in der Kategorie 4 Sterne und 4 Stern sup.	59
Abbildung 4.27: Alter der Anlagen.....	60
Abbildung 4.28: jährliche Kosten für Reparatur und Service	60
Abbildung 4.29: Zufriedenheit mit den installierten Anlagen	61
Abbildung 4.30: Anteil der Wärmerückgewinnung in den Betrieben (nicht Einzelanlagen)	61
Abbildung 4.31: Temperatur im Maschinenraum/Sommer.....	61
Abbildung 4.32: Anteil der Betriebe, die in den nächsten 2 Jahren einen Umbau planen.....	63
Abbildung 4.33: Anteil der Betriebe, die in den nächsten 2 Jahren eine Erweiterung planen	63
Abbildung 4.34 Abweichung der berechneten und tatsächlich installierten Kälteleistung bei TK-Zellen	68
Abbildung 4.35: Abweichung der berechneten und tatsächlich installierten Kälteleistung bei NK-Zellen	68
Abbildung 4.36: häufige Fehler von Anlagen der evaluierten Betriebe.....	70
Abbildung 5.1: Excel-Beratungstool – Blatt: Deckblatt mit Auswertung.....	73
Abbildung 5.2: Excel-Beratungstool – Blatt: Dämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Bestandsanlage.....	74
Abbildung 5.3: Excel-Beratungstool – Blatt: Dämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Adaptierte Anlage.....	75
Abbildung 5.4: Excel-Beratungstool – Blatt: Energiekennzahl - Optimierungspotenzial.....	76
Abbildung 5.5: Excel-Beratungstool – Sonstiger Strombedarf, Nutzereinflüsse – Bestandsanlage	77
Abbildung 5.6: Excel-Beratungstool – Sonstiger Strombedarf, Nutzereinflüsse – Adaptierte Anlage ..	78

Abbildung 5.7: Anlieferungs- und Lagerlogistik.....	79
Abbildung 5.8: Bewertung Kühllogistik.....	80
Abbildung 5.9: Kühllogistik im Excel-Kälte-Beratungstool.....	80
Abbildung 5.10: Tagesenergiebedarf einer TK-Zelle pro 100 Liter und Tag bei verschiedenen Dämmstärken in kWh/(100l.24h) (Berechnet mit Kühlraum Professional 4.3.0.8).....	83
Abbildung 5.11: Tagesenergiebedarf einer NK-Zelle pro 100 Liter und Tag bei verschiedenen Dämmstärken in kWh/(100l.24h) (Berechnet mit Kühlraum Professional 4.3.0.8).....	84
Abbildung 5.12: Tagesenergiebedarf einer PK-Zelle pro 100 Liter und Tag bei verschiedenen Dämmstärken in kWh/(100l.24h) (Berechnet mit Kühlraum Professional 4.3.0.8).....	84
Abbildung 5.13: Dämmung im Excel-Kälte-Beratungstool	85
Abbildung 5.14: Rahmenbedingungen im Excel-Kälte-Beratungstool	91
Abbildung 5.15: Unterscheidung der Temperaturdifferenzen am Verdampfer: DT1 und TD (Quelle: GEA).....	94
Abbildung 5.16: Kältetechnik im Excel-Kälte-Beratungstool	103
Abbildung 5.17: Nutzerverhalten im Excel-Kälte-Beratungstool	110
Abbildung 5.18: Wärmerückgewinnung im Excel-Kälte-Beratungstool.....	112
Abbildung 5.19: Berechnung für adaptierte bzw. neue Anlage.....	113
Abbildung 5.20: EC-Motor im Vergleich zu konventionellem Motor (Quelle Helios).....	114
Abbildung 5.21: Nebenaggregate im Excel-Kälte-Beratungstool.....	114
Abbildung 5.22: Verschiedene LED Lampen mit E27 Sockel (gewöhnliche Glühbirne) und mit GU10 Sockel. (Quelle: Phillips).....	115
Abbildung 5.23: Sonstiger Strombedarf im Excel-Kälte-Beratungstool.....	116
Abbildung 5.24: Sonstiger Strombedarf im Excel-Kälte-Beratungstool.....	117
Abbildung 5.25: Elektrisches Einsparpotenzial im Excel-Kälte-Beratungstool.....	119
Abbildung 5.26: Jährliche Betriebskosten im Excel-Kälte-Beratungstool (Bestand).....	120
Abbildung 5.27: Jährliche Betriebskosten im Excel-Kälte-Beratungstool (Adaptiert bzw. neu).....	120
Abbildung 6.1: Verteilung Hotels und Gasthöfe (alle Kategorien) nach Bundesländern	122
Abbildung 6.2: Verteilung der Kategorien nach Bundesländern	123
Abbildung 6.3: Vergleich Verteilung der Kategorien in Österreich (links) zur Verteilung in Tirol (rechts)	123
Abbildung 6.4: Verteilung der Kategorien innerhalb des Projektes (Feedback Fragebögen).....	124
Abbildung 6.5: Bettenanzahl einzelner Hotelgattungen	126
Abbildung 7.1: Zusammenhang Amortisationszeit, Anlagennutzungsdauer und interne Verzinsung	135
Abbildung 7.2: Nutzereinflüsse im Excel-Kälte-Beratungstool.....	136
Abbildung 7.3: Wärmedämmung im Excel-Kälte-Beratungstool	138
Abbildung 7.4: Rahmenbedingungen im Excel-Kälte-Beratungstool	139
Abbildung 7.5: Kältetechnik im Excel-Kälte-Beratungstool	140
Abbildung 7.6: Verbundsatz Abbildung 7.7: Speicher mit integrierter Wärmerück- (Quelle: Fa. Schiessl) gewinnung für Kälteanlage (Quelle: Fa. Forstner).....	145
Abbildung 8.1a-d: Bestellkriterien Pluskühler.....	150
Abbildung 8.2: Bestellkriterien Pluskühler - Deckblatt.....	151
Abbildung 8.3: Bestellkriterien Pluskühler – Rahmenbedingungen	152
Abbildung 8.4: Bestellkriterien Pluskühler – Kriterien Analgentechnik.....	153

Abbildung 8.5: Bestellkriterien Pluskühler – Kriterien Allgemein.....	154
Abbildung 8.6: Bestellkriterien Tiefkühler - Deckblatt.....	155
Abbildung 8.7: Bestellkriterien Tiefkühler - Rahmenbedingungen	156
Abbildung 8.8: Bestellkriterien Tiefkühler – Kriterien Anlagentechnik.....	157
Abbildung 8.9: Bestellkriterien Tiefkühler – Allgemeine Kriterien.....	158
Abbildung 8.10: Bestellkriterien Pluskühler - Wärmedämmung.....	159
Abbildung 8.11: Bestellkriterien Tiefkühler - Wärmedämmung.....	160
Abbildung 8.12: Bestellkriterien Pluskühler – Rahmenbedingungen	160
Abbildung 8.13: Bestellkriterien Tiefkühler - Rahmenbedingungen	160
Abbildung 8.14: Bestellkriterien Pluskühler - Sonstiges.....	161
Abbildung 8.15: Bestellkriterien Tiefkühler - Sonstiges.....	161
Abbildung 8.16: Bestellkriterien Pluskühler - Kältekreis.....	162
Abbildung 8.17: Bestellkriterien Tiefkühler - Kältekreis.....	162
Abbildung 8.18: Bestellkriterien Pluskühler - Verdampfer.....	163
Abbildung 8.19: Bestellkriterien Tiefkühler - Verdampfer.....	163
Abbildung 8.20: Bestellkriterien Pluskühler/Tiefkühler - Wärmerückgewinnung.....	163
Abbildung 8.21: Bestellkriterien Pluskühler/Tiefkühler - Verflüssiger.....	164
Abbildung 8.22: Bestellkriterien Pluskühler/Tiefkühler - Verdichter	164
Abbildung 8.23: Bestellkriterien Pluskühler/Tiefkühler – Verdichter	164
Abbildung 8.24: Bestellkriterien Pluskühler/Tiefkühler - Allgemein.....	165
Abbildung 9.1: Aufnahmebogen (händisch).....	172
Abbildung 9.2: Schnellbewertung (händisch).....	173
Abbildung 9.3: Excel-Beratungstool – Blatt: Deckblatt mit Auswertung.....	176
Abbildung 9.4: Excel-Beratungstool – Blatt: Dämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Bestandsanlage.....	177
Abbildung 9.5: Excel-Beratungstool – Blatt: Dämmung, Rahmenbedingungen, Kältetechnik - Adaptierte Anlage.....	178
Abbildung 9.6: Excel-Beratungstool – Blatt: Energiekennzahl - Optimierungspotenzial.....	179
Abbildung 9.7: Excel-Beratungstool – Sonstiger Strombedarf, Nutzereinflüsse - Bestandsanlage....	180
Abbildung 9.8: Excel-Beratungstool – Sonstiger Strombedarf, Nutzereinflüsse - Adaptierte Anlage.	181
Abbildung 9.9: Einfaches Strommessgerät.....	182
Abbildung 9.10: Kältecheck für Kleingeräte	182
Abbildung 10.1: Homepage.....	183
Abbildung 15.1: Organigramm – Datenerhebung	196
Abbildung 15.2: Standard-Anschreiben Abbildung 15.3: Anschreiben Verteiler.....	197
Abbildung 15.4: Anschreiben Wellness-Veranstaltung Abbildung 15.5: Anschreiben hogast.....	197
Abbildung 15.6: Standard-Fragebogen, Seite 1.....	199
Abbildung 15.7: Standard-Fragebogen, Seite 2.....	199
Abbildung 15.8: Standard-Fragebogen, Seite 3.....	200
Abbildung 15.9: Standard-Fragebogen, Seite 4.....	201
Abbildung 15.10: Fragebogen Wellness-Veranstaltung.....	202

<i>Abbildung 15.11: Beispiel einer Auswertung mittels Bechmark-Tool online</i>	<i>206</i>
<i>Abbildung 15.12: Verteilung der 3 Systeme</i>	<i>207</i>
<i>Abbildung 15.13: Histogramm der 3 Systeme am Markt.....</i>	<i>208</i>
<i>Abbildung 15.14: Energieverbrauch der Systeme nach Volumen.....</i>	<i>208</i>
<i>Abbildung 15.15: Spezifischer Energieverbrauch der Systeme nach Volumen.....</i>	<i>209</i>
<i>Abbildung 15.16: Boxplot für den Vergleich der Geräte 40 l-Klasse.....</i>	<i>210</i>
<i>Abbildung 15.17: Auszug aus dem Deutschen Kriterienkatalog</i>	<i>213</i>
<i>Abbildung 15.18: Auszug aus dem Schweizer Kriterienkatalog für 4 Sterne.....</i>	<i>213</i>
<i>Abbildung 15.19: Auszug aus dem Österreichischen Kriterienkatalog</i>	<i>214</i>

13 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 2.1: Beispielwerte für eine Saladette mit 270 Liter Bruttoinhalt.....</i>	23
<i>Tabelle 2.2: Beispielwerte für eine Umluftkühlwanne mit ca. 140 Liter Nettoinhalt</i>	24
<i>Tabelle 2.3: Beispielwert für einen Eisbereiter mit 30 kg / 24 h</i>	25
<i>Tabelle 2.4: Beispielwert für einen Karbonator mit 45 Liter / Stunde Dauer-Zapfleistung</i>	26
<i>Tabelle 2.5: Beispielwert für einen Bier-Durchlaufkühler mit 42 Liter/Stunde Dauerleistung und 75 Liter/Stunde Spitzenleistung:.....</i>	27
<i>Tabelle 2.6: Beispielwert für eine Kühlbox mit Umluftkühlung und Isoliertür (6 Fässer).....</i>	27
<i>Tabelle 2.7: Beispielwerte für Mülltonne 240 Liter, Bruttoinhalt 520 Liter.....</i>	28
<i>Tabelle 2.8: Beispielwert für einen Weintemperierschrank mit Bruttoinhalt ca. 400 Liter.....</i>	29
<i>Tabelle 2.9: Beispielwert für einen Saftkühler mit 5 Liter Inhalt</i>	29
<i>Tabelle 2.10: Beispielwerte für einen Gefrierschrank mit statischer Kühlung mit Bruttoinhalt ca. 500 Liter:.....</i>	30
<i>Tabelle 2.11: Beispielwert für einen Gefrierschrank mit Umluftkühlung und Isoliertür mit Bruttoinhalt ca. 600 Liter</i>	30
<i>Tabelle 2.12: Beispielwert für einen Gefriertruhe mit Bruttoinhalt ca. 300 Liter.....</i>	30
<i>Tabelle 2.13: Beispielwert für einen Kühlschranks mit statischer Kühlung, Bruttoinhalt ca. 580 Liter ...</i>	31
<i>Tabelle 2.14.: Beispielwert für einen Kühlschranks mit Umluftkühlung und Isoliertür, Bruttoinhalt ca. 1400 Liter:.....</i>	31
<i>Tabelle 2.15: Beispielwerte für einen Kleinkühlschranks, Nettoinhalt ca. 50 Liter.....</i>	32
<i>Tabelle 2.16: Ausstattungsgeräte mit typischen jährlichen Energieverbrauchswerten.....</i>	33
<i>Tabelle 4.1: Übersicht Kühlanwendungen (Beispielhotel).....</i>	41
<i>Tabelle 4.2: Kühlflächen.....</i>	51
<i>Tabelle 4.3: spezifische Werte für die installierte elektrische Leistung.....</i>	64
<i>Tabelle 4.4: spezifischer elektrischer Energiebedarf (ohne Berücksichtigung der Überdimensionierung)</i>	64
<i>Tabelle 4.5: spezifischer elektrischer Energiebedarf (mit Berücksichtigung der Überdimensionierung)</i>	65
<i>Tabelle 4.6: elektr. Leistung und elektr. Energiebedarf im 4*-Standardbetrieb (mit Berücksichtigung der Überdimensionierung)</i>	65
<i>Tabelle 4.7: Detaillierte Auswertung aus einer Teilmenge der evaluierten Betriebe</i>	66
<i>Tabelle 4.8: Auswertung erweitert mit den Daten für die elektr. Energie/Übernachtung aus dem Fragebogenrücklauf.....</i>	67
<i>Tabelle 4.9: Daten des 4-Sterne-Vergleichshotels, ausgewertet nach dem Benchmarktool der Austrian Energy Agency</i>	67
<i>Tabelle 5.1: Vergleich Wärmedämmung von Kühlräumen mit Passivhaus</i>	81
<i>Tabelle 5.2: Annahmen und Variationen für Berechnung</i>	83
<i>Tabelle 5.3: Erhöhung der Kälteleistung bei reduzierter Dämmung</i>	85
<i>Tabelle 5.4: Erhöhung der Druckdifferenzen von 1K auf 2K.....</i>	97
<i>Tabelle 5.5: Parameter für die berechneten Kühlräume</i>	106

<i>Tabelle 6.1: Betriebsstatistik Hotels und Gasthöfe nach Kategorien per 31.12.2009 Quelle: Fachverband Hotellerie, WKÖ</i>	121
<i>Tabelle 6.2: Betriebsstatistik Hotels und ähnliche Betriebe, Aufteilung nach Hotels und Gasthöfen per 31.12.2009</i>	122
<i>Tabelle 6.3: Zusammenstellung der Wirtschaftsdaten in Tirol (Quelle siehe 6.1 Tourismus in Zahlen – Statistische Zahlen)</i>	125
<i>Tabelle 6.4: Anzahl der Berufszweigmitglieder WKO, Quartalsstatistik 1. Quartal 2010, Stand 31.03.2010 (Quelle: Wirtschaftskammer Österreich / Mitgliederstatistik)</i>	127
<i>Tabelle 6.5: Übersicht der Kälteanlagenbauer und -vertreiber in Tirol, Vorarlberg, Salzburg und Österreich (Quelle: www.herold.at)</i>	127
<i>Tabelle 6.6: Hochrechnung des elektrischen Energiebedarfes für Kälteanlagen in Hotels und Gasthöfen</i>	129
<i>Tabelle 6.7: Zusammenfassung der Hochrechnung, Mittelwertbildung, gerundete Werte</i>	130
<i>Tabelle 6.8: Einsparpotenzial – Mittelwertbildung</i>	132
<i>Tabelle 6.9: Abwärmepotenzial nach Realisierung des Einsparpotenziales von 33 %</i>	133
<i>Tabelle 6.10: Hochrechnung Österreich</i>	134
<i>Tabelle 7.1: Beispielkosten der Umstellung einer Verflüssigereinheit</i>	140
<i>Tabelle 7.2: Werte für die Umstellung der Verflüssigereinheit zweier Anlagen an einen günstigeren Ort</i>	140
<i>Tabelle 7.3: Gegenüberstellung der Kosten verschiedener Lampen</i>	142
<i>Tabelle 7.4: Schätzkosten Wärmedämmung Tiefkühlzelle 16 m³</i>	143
<i>Tabelle 7.5: Schätzkosten Wärmedämmung Pluskühlzelle/Normalkühlzelle 18 m³</i>	143
<i>Tabelle 7.6: Berechnung der Einsparung und der Kosten</i>	143
<i>Tabelle 7.7: Einsparung an elektrischer Energie durch neue Anlagentechnik</i>	146
<i>Tabelle 7.8: Berechnung der Investitionskosten für die Wärmerückgewinnung</i>	147
<i>Tabelle 7.9: Berechnung der Wärmeenergie durch die Wärmerückgewinnung</i>	147
<i>Tabelle 7.10: Ergebnis – Neuanlage mit Wärmerückgewinnung</i>	148
<i>Tabelle 9.1: ODP und GWP Kältemitteldaten</i>	170
<i>Tabelle 15.1: Erhebung Kälteanlagenbauer, Auswertung</i>	203
<i>Tabelle 15.2: Übersicht ausgewertete Hotels, Teil 1: 1 bis 50</i>	204
<i>Tabelle 15.3: Übersicht ausgewertete Hotels, Teil 2: 51 bis 72</i>	205
<i>Tabelle 15.4: Kriterien Superior</i>	214
<i>Tabelle 15.5: Kriterienvergleich</i>	215

14 Literaturverzeichnis

- (1) *Cube/Steimle/Lotz/Kunis (Hrsg.), Lehrbuch der Kältetechnik, Band 2, 4. Auflage, Kälteanwendungen*
- (2) *Narr Isoliersysteme, Narr vario-cell.pdf, 50/75/100/150 2002, Kombizelle 100/150*
- (3) *Viessmann Technische Beschreibung Datenblatt 00570009-10 D, Blatt Nr. 00044213-10 D*
- (4) *IDEAL Kältetechnik, Schörihub 28, 4810 Gmunden, Kühlmöbelkatalog 2006, Theke 4.jpg*
- (5) *NordCap GmbH, Thalenhorststr. 15, 28307 Bremen, Saladette SL1-BLG
<http://www.nordcap.de/trade/index.php?&dbc=9fa62f35853cab8d3e3c36051511195c>, 5.3.2010*
- (6) *IDEAL Kältetechnik, Schörihub 28, 4810 Gmunden, <http://www.ideal-online.com/produkte/produktgruppe.php?id=36>, 5.3.2010*
- (7) *IDEAL Kältetechnik, Schörihub 28, 4810 Gmunden, IDEAL Kühlmöbelkatalog 2006, Ideal Kältetechnik Gmunden, 05_Kühlwanne.pdf, Seite 5/17*
- (8) *IDEAL Kältetechnik, Schörihub 28, 4810 Gmunden, IDEAL Kühlmöbelkatalog 2006, Ideal Kältetechnik Gmunden, 05_Kühlwanne.pdf, Seite 5/10*
- (9) *Scotsman® Ice Systems, Enodis Deutschland GmbH, Auf der Weih 11, 35745 Herborn, Seite 6*
- (10) *WEB Zirkulationskarbonator 2/3PS, W.E. Blaschitz GmbH, Herrgottwiesgasse 149, 8055 Graz,
<http://www.schankanlagenhandel.eu/kuehler-karbonatoren-heissgetraenke/karboniersysteme/karboniersysteme/web-zirkulationskarbonator-23-ps-c250-mms-acc.html>*
- (11) *Symbolfoto, W.E. Blaschitz GmbH, Herrgottwiesgasse 149, 8055 Graz,
<http://www.schankanlagenhandel.eu/kuehler-karbonatoren-heissgetraenke/kuehler/untertheckenkuehler/web-hc-13-6ltg-ut-kuehler-pumpe.html>*
- (12) *NordCap GmbH, Thalenhorststr. 15, 28307 Bremen, Nordcap Fasskühler FK6-XL,
<http://www.nordcap.de/trade/index.php?&dbc=8028a7553fa0757a3b24e55e16c0bdb2>, 5.3.2010*
- (13) *NordCap GmbH, Thalenhorststr. 15, 28307 Bremen, Abfallkühler AFK 240-1
<http://www.nordcap.de/trade/index.php?&dbc=8028a7553fa0757a3b24e55e16c0bdb2>, 6.3.2010*
- (14) *Liebherr-International Deutschland GmbH, Hans Liebherr Strasse 45, D-88400 Biberach an der Riss, Liebherr WT4177,
http://www.liebherr.com/hgg/products_hgg.asp?menuID=101957!412470-0_15930-0, 5.3.2010*
- (15) *InterGastro GmbH & Co. KG, Dorstelmannstraße 8, 44137 Dortmund, Saftkanne Aktiv,
<http://www.intergastro.de/artikelnnummer/302750/pgruppe/11746/auswahl/0/rp/-1>, 12.07.2010*
- (16) *Liebherr-International Deutschland GmbH, Hans Liebherr Strasse 45, D-88400 Biberach an der Riss, Liebherr, Liebherr, Gastro-Gefriergerät GG 4310-20C,
http://www.liebherr.com/hgg/products_hgg.asp?menuID=101957!412465-0_8192-0, 5.3.2010*
- (17) *Liebherr-International Deutschland GmbH, Hans Liebherr Strasse 45, D-88400 Biberach an der Riss, Liebherr, Liebherr, Verkaufstruhe GTE 3000-14,
http://www.liebherr.com/hgg/products_hgg.asp?menuID=101957!412468-0_16421-7, 5.3.2010*
- (18) *Liebherr-International Deutschland GmbH, Hans Liebherr Strasse 45, D-88400 Biberach an der Riss, Liebherr, Kühlgerät FKS5000,
http://www.liebherr.com/hgg/products_hgg.asp?menuID=101957!412458-0_423-1, 5.3.2010*
- (19) *Liebherr-International Deutschland GmbH, Hans Liebherr Strasse 45, D-88400 Biberach an der Riss, Liebherr, Kühlgerät GKPv1420 ProfiLine,
http://www.liebherr.com/hgg/products_hgg.asp?menuID=101957!412455-0_6509-2®ister=6509_344, 5.3.2010*
- (20) *Energieeffiziente Hotel-Minibar, Nipkow, Bush, u.a., Schlussbericht 2004, DIS-Projekt Nr.100394, Programm Elektrizität, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Schweiz*
- (21) *Minibar Enterprises AG, Blegistrasse 9, CH – 6340 Baar. Smartfridge,
http://www.minibar.ch/standard.cfm?ID_n=202&unter=202&haupt=137&language=15, 5.3.2010*
- (22) *www.topprodukte.at, 14.9.09*
- (23) *Neufert, Bauentwurfslehre, 38. Auflage, Verlag Vieweg, 2005, Seite 172*
- (24) *Neufert, Bauentwurfslehre, 38. Auflage, Verlag Vieweg, 2005, Seite 176*
- (25) *Neufert, Bauentwurfslehre, 38. Auflage, Verlag Vieweg, 2005, Seite 180, Werte errechnet aus Angabe für die Summe abzüglich TK*

- (26) *Die in den Fragebögen angegebene Anzahl der Fasskühlung konnte in den tatsächlichen evaluierten Betrieben nicht festgestellt werde. Dies beruht offensichtlich auf einem Missverständnis im Begriff, wo auch Kühlzellen für die Fasskühlung im Fragebogen angegeben wurden. Es erfolgte eine Korrektur nach der beobachteten Häufigkeit.*
- (27) *Berechnung mit Kühlraum Professional 4.3.0.8, Hotgenroth Software GmbH & Co KG, ETU Software GmbH, Köln*
- (28) *Berechnung mit Kühlraum Professional 4.3.0.8, Hotgenroth Software GmbH & Co KG, ETU Software GmbH, Köln*
- (29) *Berechnung mit Kühlraum Professional 4.3.0.8, Hotgenroth Software GmbH & Co KG, ETU Software GmbH, Köln*
- (30) *Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S.13*
- (31) *Austrian Energy Agency, Energieeffizienz in Kälteanlagen, Beraterinformation klima:aktiv Programm energieeffiziente Betriebe, 27. Juni 2007, S. 30*
- (32) *Schiessl Kältekatalog 2008, A13*
- (33) *Austrian Energy Agency, Energieeffizienz in Kälteanlagen, Beraterinformation klima:aktiv Programm energieeffiziente Betriebe, 27. Juni 2007, S. 9*
- (34) *Jörn Schwarz, Arbeitsgemeinschaft Kälte, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen, Berlin, 26. März 2009 Vortragsunterlagen Blatt 8*
- (35) *Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 13*
- (36) *Austrian Energy Agency, Energieeffizienz in Kälteanlagen, Beraterinformation klima:aktiv Programm energieeffiziente Betriebe, 27. Juni 2007, S. 9*
- (37) *Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 13*
- (38) *Jörn Schwarz, Arbeitsgemeinschaft Kälte, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen, Berlin, 26. März 2009 Vortragsunterlagen Blatt 8*
- (39) *Kühlmöbel und Kälteanlagen in Lebensmittelgeschäften, Ravel, Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, Nov. 1994, S. 63*
- (40) *Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 14*
- (41) *Jörn Schwarz, Arbeitsgemeinschaft Kälte, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen, Berlin, 26. März 2009 Vortragsunterlagen Blatt 8*
- (42) *Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 6*
- (43) *Jörn Schwarz, Arbeitsgemeinschaft Kälte, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen, Berlin, 26. März 2009 Vortragsunterlagen Blatt 8*
- (44) *European Commission, Brüssel 1. November 2006, The European Pilot Motor Challenge Programme, Aktive Systeme zur Kälteerzeugung, MCP Kältesysteme Modul, 18/02/2007*
- (45) *Info-Tour Handout_1, DuPont, Güntner, Bitzer, Danfoss, Überhitzung – Unterkühlung, Einfluss auf den Verdichter, S. 46 ff*
- (46) *Jörn Schwarz, Arbeitsgemeinschaft Kälte, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen, Berlin, 26. März 2009 Vortragsunterlagen Blatt 9*
- (47) *Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 6*
- (48) *Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 10*
- (49) *Kühlmöbel und Kälteanlagen in Lebensmittelgeschäften, Ravel, Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, Nov. 1994, S. 63*

- (50) *Austrian Energy Agency, Energieeffizienz in Kälteanlagen, Beraterinformation klima:aktiv Programm energieeffiziente Betriebe, 27. Juni 2007, S. 4*
- (51) *Kühlmöbel und Kälteanlagen in Lebensmittelgeschäften, Ravel, Bundesamt für Konjunkturfra- gen 3003 Bern, Nov. 1994, S. 62*
- (52) *Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 10*
- (53) *Kühlen mit Köpfchen, Tipps zur kostenbewussten Kühlung in Einzelhandel und Gastgewerbe, Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz, 20355 Hamburg, S. 6*
- (54) *Bundesministerium für Wirtschaft, Familie, Jugend, Lagebericht 2008, Bericht über die Lage der Tourismus und Freizeitwirtschaft in Österreich, Abbildung 19*
- (55) *Bitzer Kältemittelreport 15. Auflage A500-15*
- (56) *Energieeffiziente Hotel-Minibar, Nipkow, Bush, u.a., Schlussbericht 2004, DIS-Projekt Nr.100394, Programm Elektrizität, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Schweiz*
- (57) *Quelle: Wirtschaftskammer Österreich, www.wko.at*
- (58) *Siehe Kriterienkatalog zur österreichischen Hotelklassifizierung 2010, www.hotelsterne.at*

15 Anhang

15.1 Anhang zu Kapitel 1: Datenerhebung - Fragebogenaktion

15.1.1 Organigramm Prozess – Datenerhebung

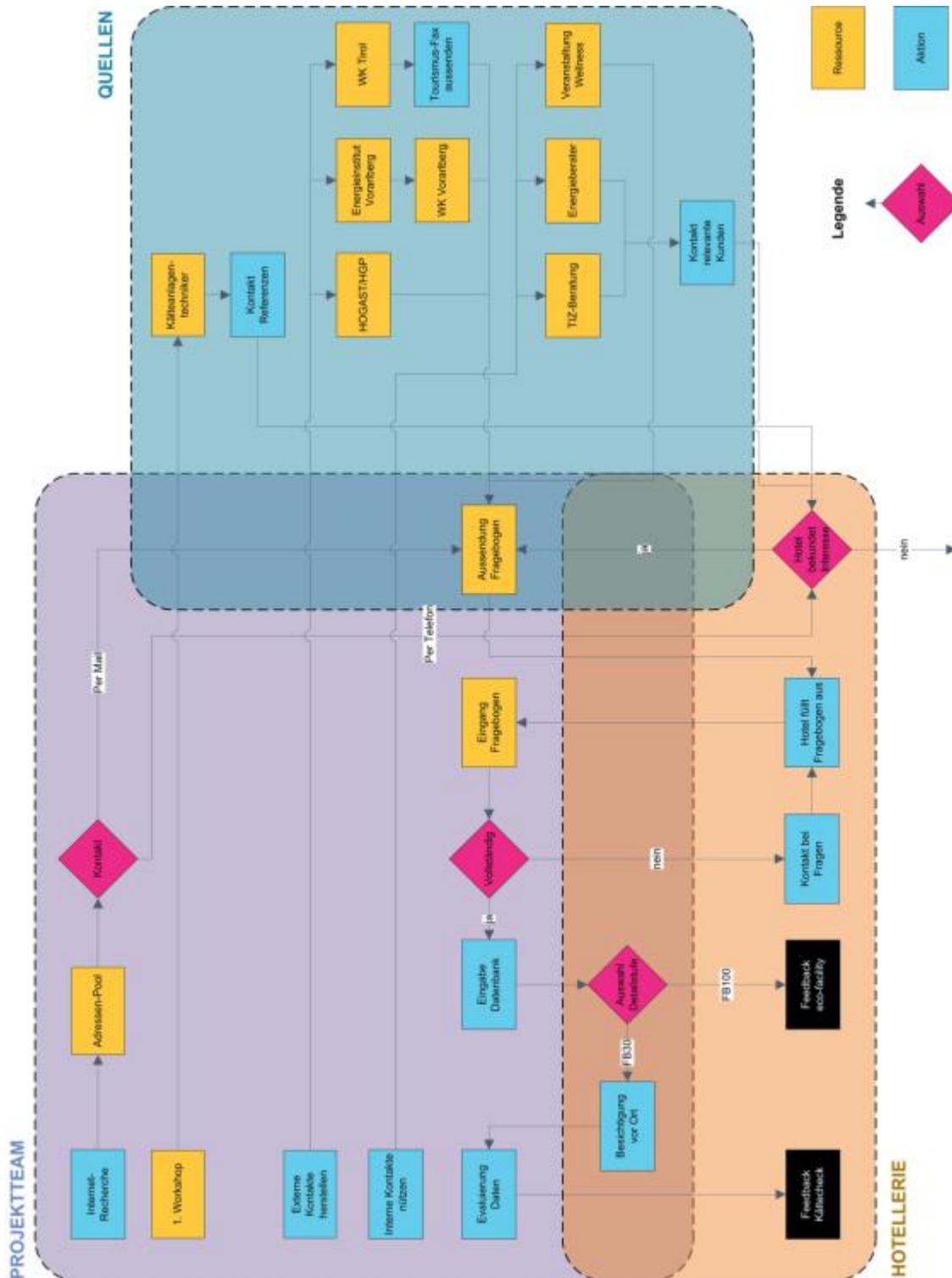


Abbildung 15.1: Organigramm – Datenerhebung

15.1.2 Anschreiben für Fragebögen



Abbildung 15.2: Standard-Anschreiben



Abbildung 15.3: Anschreiben Verteiler



Abbildung 15.4: Anschreiben Wellness-Veranstaltung



Abbildung 15.5: Anschreiben hogast

15.1.3 Standard-Fragebogen

FRAGEBOGEN

KÄLTEANLAGENTECHNIK IN HOTELLERIE- UND GASTGEWERBE



1. OBJEKTDATEN

[1.1] ALLGEMEIN

Name/Ort:

Ansprechpartner: Telefon/Email:

Nutzung: Gasthof, Gastronomie oder Pension
 Hotel (Kategorie: Sterne)

Baujahr: Öffnungstage/Jahr:

[1.2] GRÖSSE

Anzahl der Betten: Stück

Übernachtungen 2006 / 2007: / Stück

Bruttogrundfläche (BGF): m² = Gesamte beheizte Fläche inkl. Wände
oder Nutzfläche (NF): m² = Gesamte beheizte Fläche exkl. Wände
oder Umbauter Raum: m³ = Kubatur der beheizten Räume

[1.3] KÜCHE

nur Frühstück hauptsächlich für Hausgäste Hausgäste und öffentliches Restaurant

Anzahl Mahlzeiten/Tag: Stück/Tag

2. AUSSTATTUNG

[2.1] LÜFTUNGSANLAGE

nein ja, mechanisch ja, mechanisch mit Kühlung

Wo vorhanden? Küche (wenn bekannt: m² NF)
 Restaurant/Bar (wenn bekannt: m² NF)
 Zimmer (wenn bekannt: m² NF)
 sonstige: (wenn bekannt: m² NF)

[2.2] NASSRÄUME

Wellnessbereich (Sauna, usw.) nein ja, m² NF
 Hallenbad nein ja, m² NF
 Freibad nein ja, m² NF
 Eigene Wäscherei nein ja

RETOUR AN: Energie Tirol, Südtiroler Platz 4, 6020 Innsbruck ***FAX*** 0512 599913-30 ***MAIL*** kaelte@energie-tirol.at

Abbildung 15.6: Standard-Fragebogen, Seite 1

FRAGEBOGEN

KÄLTEANLAGENTECHNIK IN HOTELLERIE- UND GASTGEWERBE



3. KÜHLEINRICHTUNG

[3.1] KÜHLGERÄTE

Bezeichnung	Temperatur [°C]	Anzahl	Gesamtinnenfläche [m²]
Tiefkühlzellen			
Normalkühlzellen <small>(Gemüse, Fleisch, Molkereiprodukte, usw.)</small>			
Normalkühlzellen <small>(Gemüse, Fleisch, Molkereiprodukte, usw.)</small>			
Normalkühlzellen <small>(Gemüse, Fleisch, Molkereiprodukte, usw.)</small>			

Bezeichnung	Temperatur [°C]	Anzahl	Gesamtlänge [m]
Pultkühlung <small>(Schubladen, Theken, usw.)</small>			
Kühlmöbel <small>(Salattheken, Desertheken, usw.)</small>			
Sonstige:			

Wird frische Ware eingefroren? nein ja, ca. kg/Monat

[3.2] KLEIN- UND EINZELGERÄTE FÜR KÜHLUNG

Bier- Getränke Kühlung	<input type="checkbox"/> Fasskühlung,..... Stück	<input type="checkbox"/> Durchlaufkühlung, Stück
Eiswürfler	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Stück
Saftkühler	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Stück
Kühlschränke	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Stück
Tiefkühlschränke/-truhen	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Stück
Weinkühler	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Stück
Zimmer mit Minibar	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Stück
Sonstiges:	<input type="checkbox"/> Stück
	<input type="checkbox"/> Stück

SEITE 2 VON 4

Abbildung 15.7: Standard-Fragebogen, Seite 2

RETOUR AN: Energie Tirol, Südtiroler Platz 4, 6020 Innsbruck ***FAX*** 0512 599913-30 ***MAIL*** kaelte@energie-tirol.at

FRAGEBOGEN

KÄLTEANLAGENTECHNIK IN HOTELLERIE- UND GASTGEWERBE



[3.3] SONSTIGE ANGABEN - KÜHLEINRICHTUNG

- Gibt es einen zentralen Technikraum für Kälteanlagen? ja nein
- Gibt es mehrere einzelne Maschinen oder wenige zentrale Einheiten? einzeln zentral
- Wird die Kühlanlage in der betriebsfreien Zeit ausgeschaltet? ja nein
- Durchschnittliches Alter der Anlagen ca. Jahre
- Wie hoch schätzen Sie den Aufwand an el. Energie der Kälteanlagen in % Ihrer gesamten elektrischen Energie ein? 1% 3% 5% 10% > 10%
- Wie hoch schätzen Sie die Temperatur im Kältemaschinenraum:
im Sommer? < 20°C 20 - 25°C 25 - 30°C > 30°C
im Winter? < 20°C 20 - 25°C 25 - 30°C > 30°C
- Wie zufrieden sind Sie mit Ihren Kälteanlagen? nicht weniger eher sehr
- Wie hoch sind ca. die jährlichen Kosten für Reparatur und Service? ca. €/Jahr
- Gibt es eine Wärmerückgewinnung? ja nein
- Nutzung der Wärmerückgewinnung für:
- Ist in den nächsten 2 Jahren ein Umbau der Kältegeräte/Kühltechnik geplant? ja nein
- Ist in den nächsten 2 Jahren eine Erweiterung der Kühlzellen geplant? ja nein

4. ENERGIEDATEN

[4.1] SONSTIGE ANGABEN

- Warmwasserbereitung solar mit Heizung mit eigener Wärmepumpe
 Strom im Sommer Strom ganzjährig
- Solaranlage vorhanden nein ja, m²

[4.2] VERBRAUCH

- Strom Verbrauch 2006: [kWh] Verbrauch 2007: [kWh]
- Kaltwasser Verbrauch 2006: [m³] Verbrauch 2007: m³
- Brennstoff ¹⁾ Verbrauch 2006: [.....] Verbrauch 2007:

[.....]¹⁾ Bitte unbedingt die entsprechende Einheit angeben!

- Heizöl extraleicht [Liter] Pellets [t] Erdgas [m³, kWh] Wärmepumpe [kWh]
- Heizöl leicht [Liter] Hackgut [Sm] Scheitholz [fm, rm, Holzart:.....]
- Sonstiges: [.....]

Abbildung 15.8: Standard-Fragebogen, Seite 3

15.1.4 Fragebogen Wellness-Veranstaltung

FRAGEBOGEN
KÄLTEANLAGEN IN HOTELLEIER- UND GASTGEBERBETRIEBEN

1. OBJEKTDATEN

[1.1] ALLGEMEIN
 Name des Betriebes:
 Adresse des Betriebes:
 Nutzung: Gasthof, Gastronomie oder Pension Hotel (Kategorie: Sterne)
 Öffnungstage/Jahr:

[1.2] GRÖSSE
 Anzahl der Betten: Stück
 Übernachtungen 2008 / 2009: / Stück

[1.3] KÜCHE
 Frühstück Hausgäste Hausgäste und öffentliches Restaurant
 Anzahl Mahlzeiten/Tag: Stück/Tag

2. KÜHLEINRICHTUNG

[2.1] KLEIN- UND EINZELGERÄTE FÜR KÜHLUNG

Bier- Getränke kühlung Fasskühlung Stück
 Durchlaufkühlung Stück

Eiswürfer nein ja Stück
 Softkühler nein ja Stück
 Kühlchränke nein ja Stück
 Tiefkühlchränke/-truhen nein ja Stück
 Wärmekühler nein ja Stück
 Zimmer mit Minibar nein ja Stück

SEITE 1 VON 3

FRAGEBOGEN
KÄLTEANLAGEN IN HOTELLEIER- UND GASTGEBERBETRIEBEN

[2.2] KÜHLGERÄTE

Bezeichnung	Temperatur [°C]	Anzahl	Gesamtinnenfläche [m²]
Tiefkühlzellen			
Normalkühlzellen (Gemüse, Fleisch, Molkereiprodukte, usw.)			
Normalkühlzellen (Gemüse, Fleisch, Molkereiprodukte, usw.)			
Normalkühlzellen (Gemüse, Fleisch, Molkereiprodukte, usw.)			
Bezeichnung	Temperatur [°C]	Anzahl	Gesamtinhalte [m]
Putzkühlung (Schubstreifen, Trichter, usw.)			
Kühlmöbel (Büchereien, Desinfektoren, usw.)			
Sonstige:			

Wird frische Ware eingefroren? nein ja

[2.3] SONSTIGE ANGABEN - KÜHLEINRICHTUNG

Gibt es einen zentralen Technikraum für Kälteanlagen? nein ja
 Gibt es mehrere einzelne Maschinen oder wenige zentrale Einheiten? einzeln zentral

Wird die Kälteanlage in der betriebsfreien Zeit ausgeschaltet? nein ja
 Durchschnittliches Alter der Anlagen ca. Jahre

Wie hoch schätzen Sie den Aufwand an el. Energie der Kälteanlagen in % ihrer gesamten elektrischen Energie ein?
 0% 1% 2% 3% 4% 5% 6% 7% 8% 9% 10% >10%

Wie hoch schätzen Sie die Temperatur im Kältemaschinenraum:
 im Sommer? +22°C 23-24°C 25-26°C >27°C
 im Winter? +20°C 21-22°C 23-24°C >25°C

Wie zufrieden sind Sie mit Ihren Kälteanlagen?
 nicht weniger gut sehr

SEITE 2 VON 3

FRAGEBOGEN
KÄLTEANLAGEN IN HOTELLEIER- UND GASTGEBERBETRIEBEN

Wie hoch sind ca. die jährlichen Kosten für Reparatur und Service? ca. €/Jahr

Gibt es eine Wärmerückgewinnung? nein ja
 Nutzung der Wärmerückgewinnung für.....

Ist in den nächsten 2 Jahren ein...
 ... Umbau der Kältegeräte/Kühltechnik geplant? nein ja
 ... eine Erweiterung der Kühlzellen geplant? nein ja

3. ANMERKUNGEN

.....

Vielen Dank für Ihre Mithilfe.

SEITE 3 VON 3

Abbildung 15.10: Fragebogen Wellness-Veranstaltung

15.1.5 Erhebung Kälteanlagenbauer

Kälteanlagen im Tourismus	Einheit	1	2	3	4	5	Mittelwert	Median
Wie hoch schätzen sie das Durchschnittsalter aller Kälteanlagen im Tourismus?	[Jahre]	15	20	15	12,5	25	18	15
Welcher %Satz der Kälteanlagen wird mit Inzw. verbotenen Kältemitteln betrieben?	[%]	40	30	30	30	12,5	29	30
Wie viel % werden mit "falschen" Kältemitteln für den Temperaturbereich betrieben?	[%]	5	7,5	40	30	10	19	10
Welcher % Satz der Kältemaschinen wird noch mit Frischwasser gekühlt?	[%]	7	2	5	5	20	8	5
Wieviel % der gesamten Kälteanlagen gehören eigentlich dringend ausgetauscht?	[%]	35	27,5	20	20	25	26	25
Wie viele Jahre schätzen sie die Amortisationszeit bei diesen Anlagen?	[Jahre]	7	10	5	7	7,5	7	7
Wieviel % aller Kälteanlagen sind mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet?	[%]	25	25	5	40	30	25	25
Wieviel % der Betriebe haben eine Verbundanlage?	[%]	25	15	10	35	7,5	19	15
Wieviel % dieser Verbundanlagen sind mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet?	[%]	90	55	30	80	80	67	80
Wie hoch schätzen sie die durchschnittliche Dämmung des Bestandes bei Tiefkühlern?	[cm]	10	12	10	20	10	12	10
Wie hoch schätzen sie die durchschnittliche Dämmung bei Normalkühlern?	[cm]	7	7	7	10	10	8	7
Wie hoch schätzen sie die durchschnittliche Dämmung bei Pluskühlern?	[cm]	8	7	6	6	20	9	7
Wie viele % der Tiefkühler sind mit Temperaturne unter -18°C eingestellt?	[%]	30	25	90	30	70	49	30
Wie hoch schätzen sie die durchschnittliche Umgebungstemperatur beim Verflüssiger?	[°C]	15	27,5	15	30	40	26	28
Um wie viele Grad könnte die Umgeb. Temp. beim Verfl. im Schnitt abgesenkt werden?	[K]	5	12,5		25	10	13	11
Wie hoch schätzen sie die Temperaturdif. zwischen Verflüssiger Austritt - Kühlmedium?	[K]	15		15	12	30	18	15
Wie viel % der Verflüssiger gehören derzeit dringend gereinigt?	[%]	30	55	90	70	50	59	55
Wie hoch schätzen die durchschn. Temperaturdiff. zw. Kühlraum - Verdampfungstemp?	[K]	10	11	10	8	20	12	10
Um wie viel Grad könnte man die Verdampfungstemp. verbessern?	[K]	2	7	3	1	7,5	4	3
Wieviel % der Verdampfer gehören derzeit dringend gereinigt?	[%]	30	60		40	30	40	35
Wie viel % Anlagen verfügen über einen Verdichter mit Drehzahlregelung?	[%]	3	1	0,1	8	4	3	3
Wie viel % Anlagen verfügen über ein elektronisches Expansionsventil?	[%]	1	1	1	1,5		1	1
Wie viel % der Abtauragen werden bedarfsgerichtet geregelt?	[%]	20	40	10	5	10	17	10
Wie hoch schätzen sie den durchschnittlichen Saugleitungsdruckverlust?	[K]	4	1,25		4	15	6	4
Wie viel % der Kälteanlagen verfügen über einen inneren Wärmeübertrager?	[%]	1	6,5	2	5	5	4	5
Wie hoch schätzen sie die tatsächliche Laufzeit der Verdichters bei Tiefkühlern?	[h]	16	15	14	14	80	28	15
Wie hoch schätzen sie die tatsächliche Laufzeit des Verdichters bei Pluskühlern?	[h]	16	13	10	12	50	20	13
Wie viele % der Nebenaggregate (Lüfter) verfügen über Hocheffizienzmotoren (EC-Motor)	[%]	5	0,5	1	3	10	4	3
Wie viele % der Kühlräume verfügen über eine hocheffiziente LED-Beleuchtung?	[%]	5	0,5		0		2	1
Wie viele Kälteanlagen werden in Tirol pro Jahr neu errichtet(mit Ersatzanlagen)?	[Stk.]	170			500		335	335

Tabelle 15.1: Erhebung Kälteanlagenbauer, Auswertung

15.1.6 Übersicht ausgewertete Hotels und ähnliche Betriebe

1	Aktivhotel Hochfilzer	6352	Ellmau	4-Sterne
2	Naturhotel Waldklause	6444	Längenfeld	4-Sterne sup.
3	Gasthof Pension Steixner	6114	Weer	3-Sterne
4	Hotel Pension Jägerhof	6115	Kolsassberg	4-Sterne
5	Cafe Tirol	6334	Schwoich	Pension
6	Bio-Romantik-Natur-Hotel Grubachhof	6281	Gerlos	4-Sterne
7	Wohlfühlhotel Innertalerhof	6281	Gerlos	4-Sterne
8	Restaurant Hoferstubb	6114	Kolsassberg	Pension
9	Naturhotel Grafenast	6130	Schwaz	4-Sterne
10	Pension Gieringer	6345	Kössen	3-Sterne
11	Gasthof Schneerose	6311	Wildschönau	Pension
12	Sägerhof	6675	Tannheim	4-Sterne
13	Hotel Alpinpark	6020	Innsbruck	4-Sterne
14	Gästehaus Pfausler	6433	Oetz	Pension
15	Hotel Bergblick	6543	Nauders	3-Sterne
16	Hotel St. Peter deLuxe	6100	Seefeld	4-Sterne
17	Hotel Gridlon	6574	Pettneu am Arlberg	4-Sterne
18	Hotel Riml	6456	Obergurgl	4-Sterne
19	Theresienbräu	6020	Innsbruck	Gasthof
20	Hotel Garni Montana	6534	Serfaus	3-Sterne
21	Hotel Post am See	6213	Pertisau	4-Sterne
22	Hotel Laserz	9900	Amlach	3-Sterne
23	Hotel Arnika	6561	Ischgl	3-Sterne
24	Cordial Hotel	6370	Reith bei Kitzbühel	4-Sterne
25	Hotel Linde	6531	Ried	4-Sterne
26	Hotel Tirol	6561	Ischgl	4-Sterne
27	Sporthotel Xander	6105	Leutasch	4-Sterne
28	Hotel Ferienschlössl	6425	Haiming	4-Sterne
29	Landgasthof Lilie	6600	Höfen	Pension
30	Gasthaus Kirchenwirt Navis	6143	Navis	Gasthof
31	Alpendomizil Neuhaus	6290	Mayrhofen	4-Sterne
32	Walch's Rote Wand - Gasthof & Hotel	6764	Lech am Arlberg	4-Sterne
33	Cafe Wintergarten	6401	Inzing	Gasthof
34	Cafe Pension Kirchmair	6173	Oberperfuss	Pension
35	Wellnesshotel Zum Gourmet	6100	Seefeld	4-Sterne
36	Hotel Schwarzer Adler	6284	Ramsau im Zillertal	3-Sterne
37	Pension Mariandl	6167	Neustift	Pension
38	Eckertauerhof	6290	Mayrhofen	4-Sterne
39	Dagnhof	6344	Walchsee	Pension
40	Hotel Perauer	6290	Mayrhofen	3-Sterne
41	Hotel Sonnenhof	6213	Pertisau	4-Sterne
42	Spöttlinghof	9981	Kals am Großglockner	Pension
43	Landgasthof Reitherwirt	6370	Reith bei Kitzbühel	3-Sterne
44	Strumerhof	9971	Matrei	Gasthof
45	Sunneschlössli	6672	Nesselwängle	App./FeWo
46	Hotel Bichlingerhof	6363	Westendorf	3-Sterne
47	Hotel Post Steeg	6655	Steeg im Lechtal	3-Sterne
48	Stay Inn	6130	Schwaz	4-Sterne
49	Gradwirt	6342	Niederndorf	3-Sterne
50	Hotel Bergkristall	6764	Oberlech	4-Sterne sup.

Tabelle 15.2: Übersicht ausgewertete Hotels, Teil 1: 1 bis 50

51	Hotel Theodul	6764	Lech am Arlberg	4-Sterne
52	Hotel Jägerhof	6511	Zams	4-Sterne
53	Hotel Alpin	6215	Achenkirch	3-Sterne
54	Lanserhof	6072	Lans	5-Sterne
55	Kurzentrum Bad Häring	6323	Bad Häring	4-Sterne
56	Tirolerhof	6311	Wildschönau	3-Sterne
57	Liebes Rot Flüh	6673	Grän	5-Sterne
58	Hotel neue Post	6290	Mayrhofen	4-Sterne
59	Hotel Tyrol	6631	Lermoos	3-Sterne
60	Hotel Feichtnerhof	6524	Kaunertal	4-Sterne
61	Strandhotel Entner	6213	Pertisau	4-Sterne
62	Angerhof	6534	Serfaus	App./FeWo
63	Hotel Alpenherz	6532	Ladis	4-Sterne
64	Hotel Toalstock	6533	Fiss	4-Sterne
65	Landgasthof Schlossblick	6320	Angerberg	Gasthof
66	Hotel Hirschen	6460	Imst	3-Sterne
67	Hotel Andreas Hofer	6330	Kufstein	4-Sterne
68	Hotel Cappella	6167	Neustift	4-Sterne
69	Hotel Gasthof Tiroler Hof	6330	Kufstein	Gasthof
70	Hotel Astoria	6100	Seefeld	5-Sterne
71	Hotel Alpenbad Hohenhaus	6294	Hintertux	4-Sterne
72	Hotel Stern	6416	Obsteig am Sonnenplateau	3-Sterne

Tabelle 15.3: Übersicht ausgewertete Hotels, Teil 2: 51 bis 72

15.1.7 Ecofacility Benchmark-Tool von klima:aktiv

Bei den Mengenangaben Strom/Wasser/Wärme wurde direkt der arithmetische Mittelwert eingegeben, da das Tool sonst immer nur das jüngste vollständige Jahr ausgewertet hat (ist also für eine Nachverfolgung über die Jahre ausgelegt). Der Wert für das Jahr 01.01.2008-31.12.2008 ist also als Mittelwert der bekannten Jahre zu verstehen, eine detailliertere Aufschlüsselung ist der Excel-Tabelle zu entnehmen.

$$\text{BGF} = \text{NF} \cdot 1,25 \quad (= \text{NF} / 0,8) \quad \text{bzw.} \quad \text{KUBATUR} / 3$$

Vergleich nur nach „Typ + Klasse gleich“, da bei der Berücksichtigung der Ausstattung sehr wenig Referenzobjekte für das Benchmark vorhanden sind (Datenbank ist nicht besonders groß).

15.1.8 Benchmark online

<http://www.energymanagement.at/Branchen-Benchmarking.90.0.html>

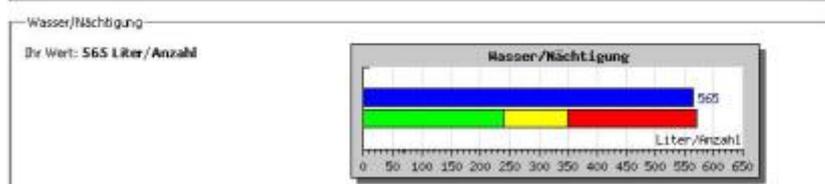
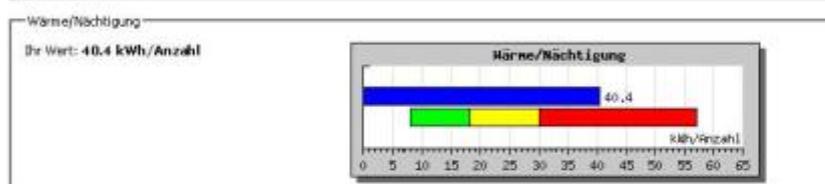
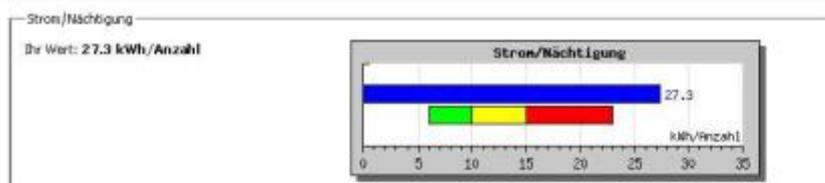
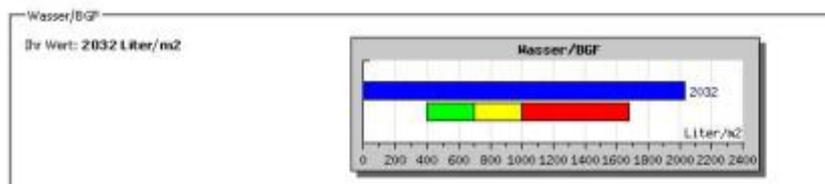
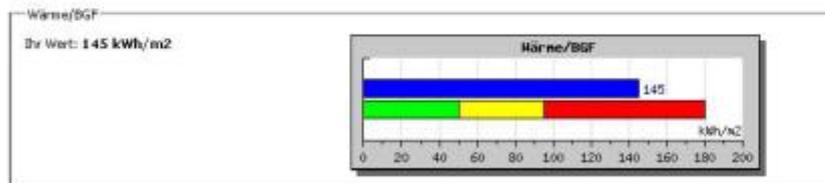
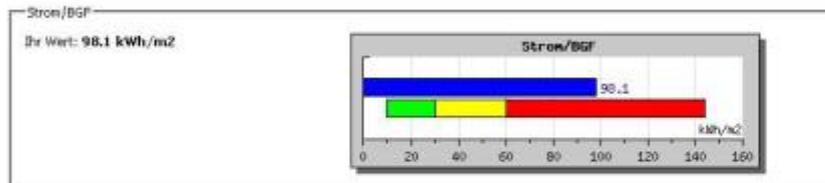
BENCHMARK

Auswertung für Hotel 3-4 Stern

Ihre Eingaben

Energieträger Strom	597735 kWh
Energieträger Wärme	884915 kWh
Wasser	12381000 Liter
Betriebsfläche BGF	6092 m ²
Nachtigungen	21929 Anzahl

Werte ändern
Zur Branchenauswahl



Quelle der branchenüblichen Werte: klimaaktiv ecofacility



Österreichs Umweltministerium



Abbildung 15.11: Beispiel einer Auswertung mittels Benchmark-Tool online

15.2 Anhang zu Kapitel 2: Ergänzung Studie Minibar Schweiz

Funktionsprinzipien:

Absorption:

Weitgehend geräuschlos, thermisch angetrieben mit einem elektrischen Heizelement, Kälte-Leistungsziffer $< 0,3$

Peltier-Effekt:

Prinzip der thermoelektrischen Kühlung, Wärmeabfuhr durch einen drehzahlregulierten Ventilator.

Kompressionskälte:

Standard-Verfahren zur Kälteerzeugung im Gewerbe, bei Minibars sehr selten angewendet;

Einsparmöglichkeiten bestehen darin, im Ersatzfall auf sparsame Peltiertechnik oder sehr gute Kompressorgeräte mit Zeitsteuerung zu setzen. Die Höhe der Energieeinsparung beträgt bei dieser Vorgangsweise bei Austausch alter Geräte über 50 %, gegenüber neuen Absorptionsgeräten ca. 30 %.

Eine Marktanalyse⁵⁶ der in Europa hergestellten Minibars ergibt, wie zu erwarten ist, einen hohen Anteil der Absorptionssysteme. Mit 15 % ist der Anteil der Systeme mit Kompressor immer noch dreimal so hoch wie der Anteil der Systeme nach dem Peltier-Prinzip.

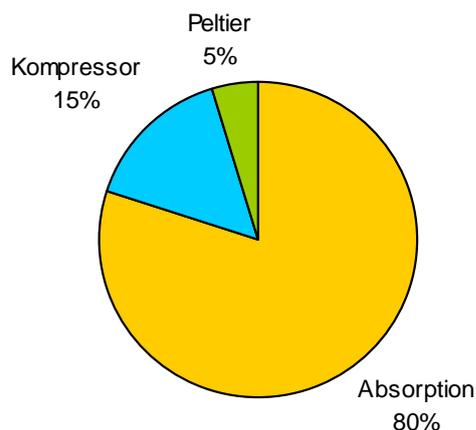


Abbildung 15.12: Verteilung der 3 Systeme

⁵⁶ Energieeffiziente Hotel-Minibar, Nipkow, Bush, u.a., Schlussbericht 2004, DIS-Projekt Nr.100394, Programm Elektrizität, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Schweiz

Eine detaillierte Analyse mittels Histogramm zeigt die Verteilung der verwendeten Systeme

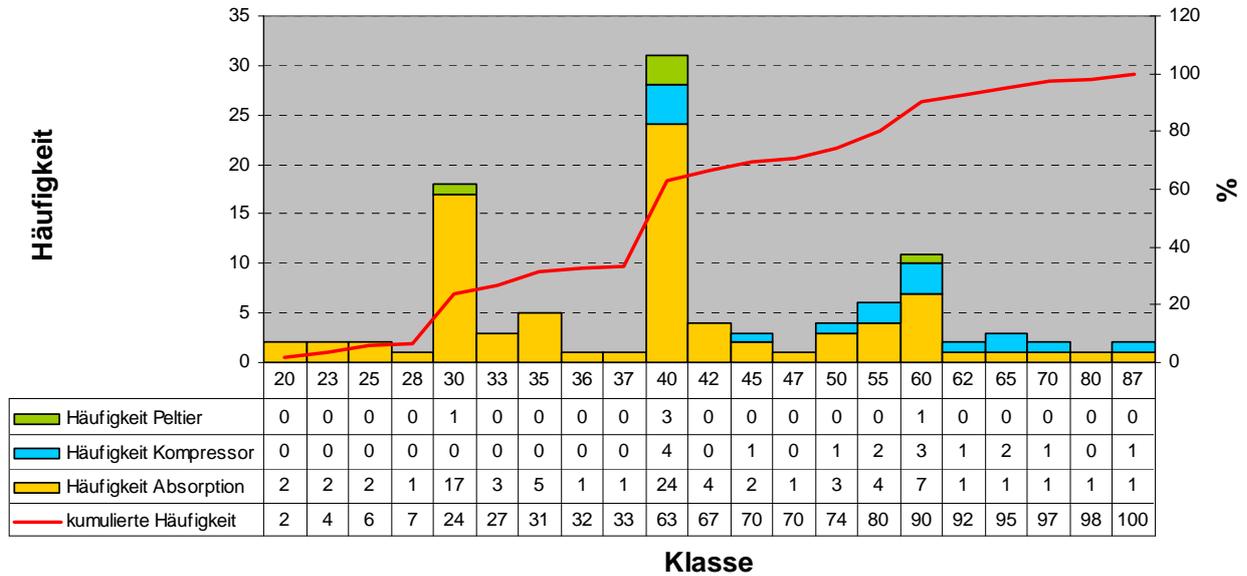


Abbildung 15.13: Histogramm der 3 Systeme am Markt

Mit einem Marktanteil von über 30 % dominieren die Geräte der 40 I-Klasse, dicht gefolgt von den 30 I Geräten mit 17 % und den Minibars mit 60 I Volumen mit 10 %. Mehr als die Hälfte aller Minibars (63 %) haben eine Größenordnung von 40 I oder kleiner.

Weiters fällt auf, dass Kompressionsgeräte erst ab 40 I oder größer zum Einsatz kommen. Minibars mit dem Peltier-Prinzip sind kaum am Markt erhältlich.

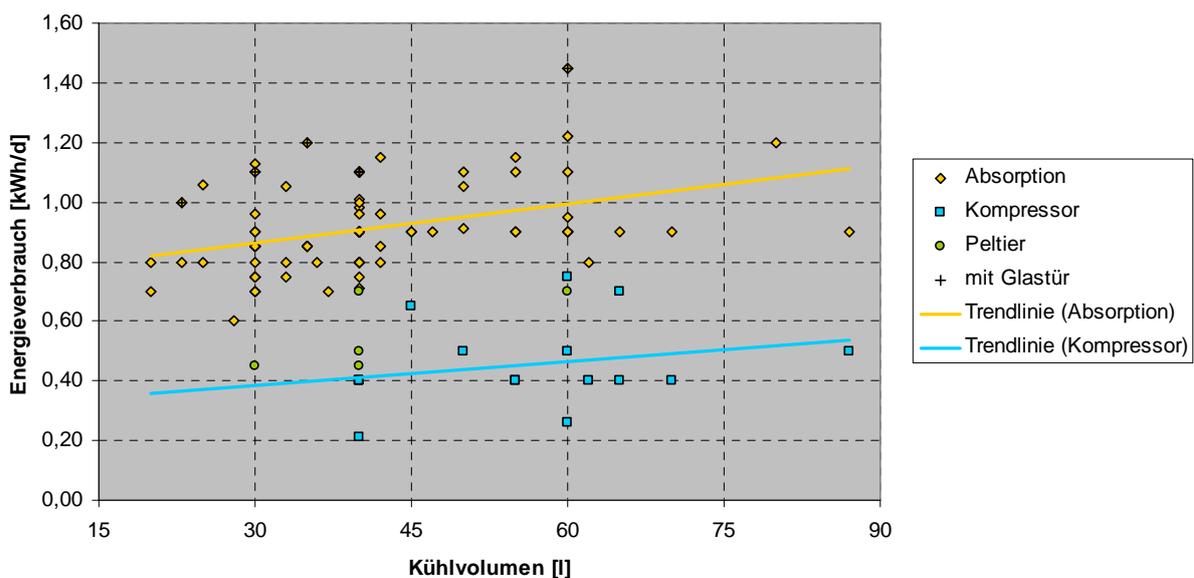


Abbildung 15.14: Energieverbrauch der Systeme nach Volumen

Die Angaben der Hersteller über den Energieverbrauch sind selten genormt und daher mit Vorsicht zu genießen. Aus dem Diagramm kann aber mit Bestimmtheit gesagt werden, dass Systeme mit Kompressor prinzipiell einen deutlich niedrigeren Energieverbrauch haben als Geräte mit Absorption. Aus der steileren Neigung der Trendlinie (Absorption) kann gefolgert werden, warum Geräte der 50 l-Klasse und größer oft mit Kompressorkälte ausgestattet sind.

Bemerkung am Rande: Minibars mit Glastür haben einen deutlich erhöhten Energieverbrauch, was aber nicht weiter verwundert.

Da das Peltier-Prinzip kaum am Markt verfügbar ist und die Verbrauchskennwerte maßgeblich von den Einbaubedingungen abhängen, werden im folgenden Geräte mit diesem System der Vollständigkeit halber aufgezeigt, aber nicht ausgewertet.

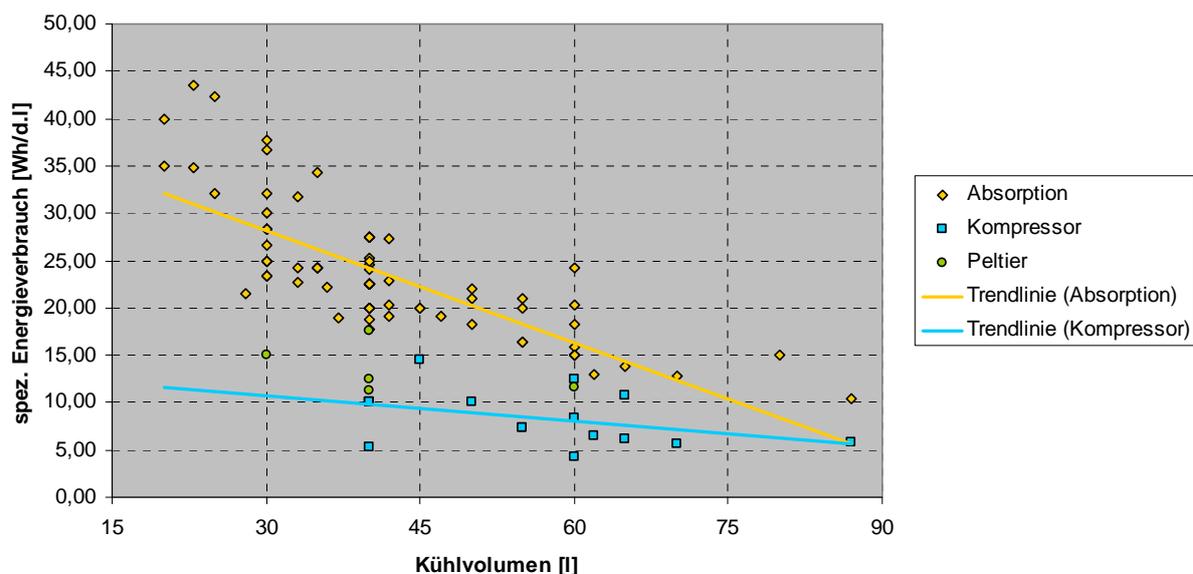


Abbildung 15.15: Spezifischer Energieverbrauch der Systeme nach Volumen

Bezieht man nun den Energieverbrauch auf das tatsächlich damit gekühlte Volumen, erhält man die Effizienz: Je größer die Minibar, desto geringer ist auch der Verbrauch je Liter Kühlvolumen. Das erscheint auch durchaus logisch, da bei kleinen Minibars oft bei den Wandstärken (Dämmwirkung!) gespart wird.

Während Kompressor-Systeme einen relativ konstanten Verbrauch je Liter Kühlvolumen liefern, steigt bei Absorptionsgeräten die Effizienz mit dem Kühlvolumen beträchtlich.

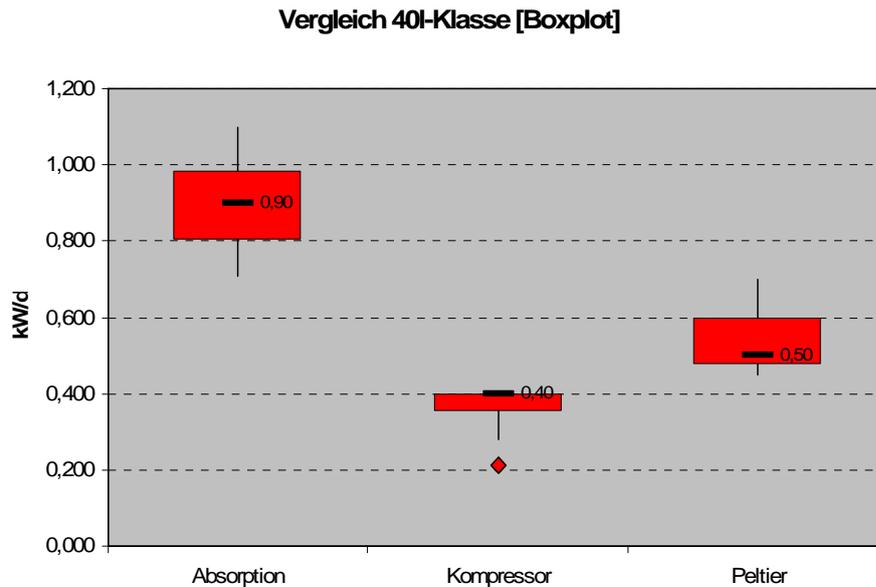


Abbildung 15.16: Boxplot für den Vergleich der Geräte 40 l-Klasse

15.3 Anhang zu Kapitel 5: Recherche Forschungsberichte zum Thema

Die vorliegenden Studien können nur einen Auszug der Recherchen im Internet darstellen und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auffallend ist jedoch, dass sich die Verbreitung von Unterlagen zum Einsparpotenzial der Kälteanlagentechnik (in der Hotellerie) sehr überschaubar gestaltet – ein Grund mehr, auf das Potenzial hinzuweisen.

Die Studien sind nach Ihrer Relevanz für dieses Forschungsprojekt gereiht.

Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Wirtschaftskammer Österreich (Fachverband Hotellerie, Fachverband Gastronomie), Österreichische Hotelierversammlung: *Energiemanagement in der Hotellerie und Gastronomie - Ein Leitfaden*, Oktober 2009

[leitfaden_energiemanagement_web.pdf](#); [Energiemanagement_Hotellerie.pdf](#)

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (www.lfu.bayern.de), *Klima schützen – Kosten senken: Energie sparen bei Kälteanlagen im Lebensmittelhandel*, 2006

[Lebensmittel.pdf](#)

Via ki-portal.de: Prof. Dr.-Ing. Martin Becker: *Energetische Bewertung und optimierte Betriebsführung von Kälteanlagen*, erschienen ki-10/2009

28_wissen_becker.pdf

Verband Deutscher Kühlhäuser und Kühllogistikunternehmen e.V. (VDKL), www.vdkl.com, *Leitfaden für eine Verbesserung der Energieeffizienz in Kühlhäusern*

Initiative EnergieEffizienz (www.industrie-energieeffizienz.de): *Kältetechnik: Energieeffizienz spart Strom und Kosten*

Flyer_Kaeltetechnik.pdf

Via Ki-portal.de: Dipl.-Phys. Peter Roth: *Energieeinsparung auf der Hochdruckseite einer Kälteanlage, Allgemeine Hinweise für Planer und Betreiber*, erschienen KI-03/2008

30_35_wissen_roth.pdf

FFG laufend: RENET Kompetenzknoten Güssing Forschungsinstitut für erneuerbare Energie GmbH (Bgld): *Sunsorber3: Optimierung einer Adsorptionskältemaschine, Entwicklung eines Prototypen*, 2008

Sunsorber3.pdf

Energieeinsparungen bei Kälteanlagen

Quelle: http://www.hlk.co.at/veranstaltungen/weitere/energieeinsparungen-bei-kaelteanlagen/82481/?__p=1

Die Schiessl Kälte GmbH blickt auf eine erfolgreiche Vortragsreihe quer durch Österreich zurück. Das Unternehmen hat seinen Partnern in den Fachbetrieben zwei wichtige Themen nahe gebracht: "Wärmerückgewinnung" sowie "Energieeinsparungen durch korrekte Verflüssiger- und Verdampferauswahl".

15.4 Anhang zu Kapitel 6: Bestehende Klassifizierung der Hotels in D-A-CH

15.4.1 Begriffsdefinitionen⁵⁷

Hotels: sind Gastgewerbebetriebe, die in erster Linie der Beherbergung von Gästen dienen, jedoch in der Regel auch allgemein zugängliche Verabreichungsbetriebe (z.B. Restaurant, Kaffeehaus, Bar) im räumlichen und organisatorischen Zusammenhang mit dem Hotelbetrieb einschließen.

In der Regel ist das Angebot an Gästezimmern größer und deren Ausstattung besser als bei anderen Beherbergungsbetrieben. (Sperrzeit 02.00 Uhr)

Wird die Berechtigung nicht in vollem Umfang ausgeübt (z.B. keine Verabreichung von Hauptmahlzeiten), so bezeichnet man diese Betriebe als „Hotel Garni“.

Gasthöfe: sind Gastgewerbebetriebe, bei denen sowohl die Beherbergung von Gästen gegenüber der Speisenverabreichung und Getränkeauschanktätigkeit überwiegen kann als auch umgekehrt.

Im Bericht werden beide Betriebe gemeinsam betrachtet und (wie auch in den statistischen Auswertungen der WKO) als „Hotels und ähnliche Betriebe“ bezeichnet

15.4.2 Stand bis Dezember 2009

Mittels Kriterienkatalogen werden in Deutschland, der Schweiz und in Österreich die Kategorien zugewiesen. Während der deutsche Katalog mit einem Punktsystem die Muss-Kriterien und zusätzlichen Leistungen bewertet, wird in Österreich ein Hotel nach Mindestkriterien beurteilt. In der Schweiz wird ein weitaus detaillierteres System zur Beurteilung verwendet.

⁵⁷ Quelle: Wirtschaftskammer Österreich, www.wko.at

Bereich	Nr.	Kriterium	Punkte	★	★★	★★★	★★★★	★★★★★
	163	Türspion	2					
	164	Zusätzliche Schließvorrichtung an Zimmertür	3					
II. Service								
Zimmereinrichtung / Wäschewechsel	165	Tägliche Zimmereinrichtung	1	M	M	M	M	M
	166	Täglicher Handtuchwechsel auf Wunsch	1	M	M	M	M	M
	167	Bettwäschewechsel mind. einmal pro Woche	1	M	M			
	168	Bettwäschewechsel mind. zweimal pro Woche	2			M	M	M
	169	Täglicher Bettwäschewechsel auf Wunsch	4				M	M
	170	Nicht belegt						
Getränke	171	Getränkangebot im Betrieb	1	M	M			
	172	Getränkautomat im Betrieb	1					
	173	Getränkangebot auf dem Zimmer	2			M		
	174	16 Stunden Getränke im Roomservice	2					
	175	24 Stunden Getränke im Roomservice	4				M ³⁾	M
	176	Mitarbeiter	5				M ³⁾	M

Abbildung 15.17: Auszug aus dem Deutschen Kriterienkatalog

3) Oder Mitarbeiter (siehe Nr. 176).
 4) Oder 24 Stunden Getränke im Roomservice (siehe Nr. 175).
 20. September 2020 / Seite 14 von 20

Normen

	Selbstdeklaration			Regionalnormen			KIN		
	Mindestanforderung	Standard	Best Practice	Mindestanforderung	Standard	Best Practice	Mindestanforderung	Standard	Best Practice
1. Sicherheitsnormen									
1.1 Persönliche Sicherheit im Zimmer und auf dem Hotelgelände									
Schriftliche Normorganisation für Normen 2424 001 mit aktuellen ISO-Normen (technische Anforderungen, anerkannte Ressourcen für alle Mitarbeiter sowie gut zugängliche Formulare auf S. 22)									
Sicherheitsaufträge mit präzisierender Pflichthaftung (mit Kennzeichen befristet, Rückmeldung anrichtendes Personal auf S. 65)									
Rundfunk- und Fernsehgeräte sind vollständig eingetrippt und abschirmbar (Formular auf S. 31)									
Die Mitarbeiter des Hotels sind über die Sicherheitsaspekte im schriftlich erstellt auf dem Zimmer gelagert und über die Sicherheitsaspekte ausgebildet									
Die Zugangsbereiche des Hotels werden demnach sind und nachts geschlossen (Hauszugang, Nebeneingänge, Nord- und Südosteingänge)									
Der Hauszugang ist in jedem Zimmer gut sichtbar im Bereich der Zimmertüre angebracht									
Mindestens erfüllt jährlich									
Brandvertrag mit Servicevertrag (Vollüberwachung betrieblicher Räume des Betriebs)									
Brandvertrag mit Servicevertrag (Vollüberwachung betrieblicher Räume des Betriebs)									
Brandvertrag (24/7 oder 24/7)									
Videos- oder elektronische Überwachung von betriebl. Zugängen zum Betrieb 7x24 h									
Zusätzliche nicht erfüllte Normen können bei regionalen Normen oder Standards Punkte aus SuperNormen									

Abbildung 15.18: Auszug aus dem Schweizer Kriterienkatalog für 4 Sterne

Damit können die Mindestkriterien direkt verglichen werden:

Tabelle 15.5: Kriterienvergleich

	Österreich	Deutschland	Schweiz
3-Sterne	12h Service <u>oder</u> Minibar	nichts	1 Automat/30 Zimmer <u>oder</u> Minibar
4-Sterne	16h Service <u>oder</u> Minibar	24h Service <u>oder</u> Minibar	1 Automat/25 Zimmer und Etage <u>oder</u> Minibar
5-Sterne	24h Service	24h Service <u>und</u> Minibar	Minibar

Minibars sind demnach nur in Deutschland und der Schweiz in Hotels der Kategorie 5-Sterne und 5-Sterne Superior vorgeschrieben. In Österreich ist ein dementsprechender Hinweis nicht zu finden, Minibars sind aber in der Kategorie 5-Sterne Standard, auch wenn sie nicht als Mindestkriterium im Katalog aufgeführt werden.

15.4.3 Stand ab Jänner 2010

Mit 1.1.2010 wurde der Kriterienkatalog umgestellt. Das System wurde länderübergreifend (Deutschland, Schweden, Tschechien) auf Basis der Hotelstars Union (21 HOTREC Prinzipien) umgesetzt. 2010 wird sich noch Ungarn anschließen, mit 1.1.2011 auch die Schweiz und die Niederlande.

Der Kriterienkatalog ist analog dem alten Kriterienkatalog von Deutschland aufgebaut (Musskriterien mit Punkten kombiniert)

Muss-Kriterien⁵⁸

Ab 3 Sterne: Getränke am Zimmer (auch ungekühlt) (Pos. 163)

Ab 4 Sterne: Minibar oder 24h-Roomservice (Pos 165+166)

5 Sterne: Minibar **und** 24h-Roomservice (Pos 165+166)

Superior ist nun für alle Sterne möglich (abhängig von der erreichten Punktezahl)

⁵⁸ Siehe Kriterienkatalog zur österreichischen Hotelklassifizierung 2010, www.hotelsterne.at

15.4.4 Unterlagen der Recherche

Österreichische Hotelklassifizierung: *Kriterienkatalog 2010-2014*, Dezember 2009

Kriterienkatalog_zur_oesterreichischen_Hotelklassifizierung_2010_-_2014_01.pdf

Österreichische Hotelklassifizierung: *Erläuterungen zur Anwendung des Kriterienkataloges zur Österreichischen Hotelklassifizierung*

Erlaeuterungen_zum_Kriterienkatalog.pdf

Deutsche Hotelklassifizierung: *Kriterienkatalog 2010-2014*, Juli 2009

Hotelklassifizierung_Kriterienkatalog_2010-2014_2009_07_21.pdf

hotelleriesuisse Swiss Hotel Association: *Hotelklassifikation 2006-2010, Antrag 2-Sterne*, Februar 2005

2_Stern_dt_neu.pdf

hotelleriesuisse Swiss Hotel Association: *Hotelklassifikation 2006-2010, Antrag 3-Sterne*, Februar 2005

3_Stern_dt_neu.pdf

hotelleriesuisse Swiss Hotel Association: *Hotelklassifikation 2006-2010, Antrag 4-Sterne*, Februar 2005

4_Stern_dt_neu.pdf

hotelleriesuisse Swiss Hotel Association: *Hotelklassifikation 2006-2010, Antrag 5-Sterne*, Februar 2005

5_Stern_dt_neu.pdf

Veraltet: Deutsche Hotelklassifizierung: *Kriterienkatalog 2005-2009*, September 2008

Hotelklassifizierung_Kriterienkatalog_2005-2009_2008.09.25.pdf

Veraltet: Österreichische Hotelklassifizierung: *Richtlinie für die Klassifizierung von Hotel- und Beherbergungsbetrieben*

09_richtlinien_hotel_beherbergungsbetriebe.pdf

15.5 Anhang zu Kapitel 9: Für die Kälteanlagentechnik relevante Normen, Gesetze, Richtlinien und Verordnungen in Österreich

15.5.1 Vorwort

Die aufgelisteten Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien beziehen sich speziell auf Kälteanlagen. Unberücksichtigt bleiben jene Vorgaben, die grundsätzlich für die Fertigung, insbesondere der einzelnen Komponenten einer Kälteanlage sowie deren Verbindungen, gelten.

Des Weiteren wird auch auf allgemeine Rahmenbedingungen wie etwa Beleuchtung, allgemeiner Arbeitnehmerschutz (ArbeitnehmerInnenschutzgesetz ASchG, Arbeitsstättenverordnung AStV,...), Lebensmittelhygiene (Verordnung über Lebensmittelhygiene,...), Elektrotechnik und Explosionsschutz, Energieeffizienz,... nicht weiter eingegangen.

Besondere Bedeutung kommt der Kälteanlagenverordnung (KAV) zu: Diese ist lt. WKO ein aushangpflichtiges Gesetz im Rahmen des technischen ArbeitnehmerInnenschutzes.

Die Unterlagen lassen sich in 4 maßgebliche Sparten gliedern:

- ArbeitnehmerInnenschutz
- Ausbildung, Sachkunde und Zertifizierung
- Planung und Ausführung
- Betrieb und Wartung

15.5.2 ArbeitnehmerInnenschutz

EN 378-3:2009-12

Kälteanlagen und Wärmepumpen, Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen – Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen

KAV:1969-08

Kälteanlagenverordnung

15.5.3 Ausbildung, Sachkunde und Zertifizierung

EN 378-1:2009-12

Kälteanlagen und Wärmepumpen, Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen – Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien

EN 13313:1992-06; (E:2009-06)

Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sachkunde von Personal

EN ISO 23953-1:2006-02

Verkaufskühlmöbel – Teil 1: Begriffe

EN ISO 23953-2:2006-02

Verkaufskühlmöbel – Teil 2: Klassifizierung, Anforderungen und Prüfbedingungen

EG 303/2008, 2008-04

Verordnung zur Festlegung der Mindestanforderungen für die Zertifizierung von Unternehmen und Personal in Bezug auf bestimmte fluorierte Treibhausgase enthaltende ortsfeste Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen sowie die Bedingungen für die gegenseitige Anerkennung der diesbezüglichen Zertifikate.

ON M 7611:1982-03

Lüftungstechnische Anlagen; Größen, Einheiten und Bezeichnungen in der Heizungs- und Lüftungstechnik

ON M 7770:1997-10

Kälteanlagen und Wärmepumpen mit brennbaren Kältemittel der Gruppe L3

ON Z 1001:2001-12

Kennzeichnung von Rohrleitungen nach deren Inhalt

VDI 6028, Blatt 4.2:2007-04

Bewertungskriterien für die Technische Gebäudeausrüstung – Anforderungsprofile und Wertungskriterien für Kälteanlagen

VDMA 24020-1:2008-11

Betriebliche Anforderungen an Kälteanlagen – Teil 1:Ammoniak-Kälteanlagen

VDMA 24020-2:2008-11

Betriebliche Anforderungen an Kälteanlagen – Teil 2 Kälteanlagen mit nicht brennbaren Kältemitteln

VDMA 24243-1:2005-08

Kältemaschinen und –anlagen - Dichtheit von Kälteanlagen und Wärmepumpen – Lecksuche/Dichtheitsprüfung – Teil 1: Grundsätze

VDMA 24243-2:2005-08

Kältemaschinen und –anlagen - Dichtheit von Kälteanlagen und Wärmepumpen – Lecksuche/Dichtheitsprüfung – Teil 2: Prüftechnologie

VDMA 24243-3:2005-08

Kältemaschinen und –anlagen - Dichtheit von Kälteanlagen und Wärmepumpen – Lecksuche/Dichtheitsprüfung – Teil 3: Fachausbildung

VDMA 24246:2010-01

Umsetzung der Sicherheitsanforderungen an Kälteanlagen – Anwendung des Regelwerks DIN EN 378

BGBl. Nr. 2009 II 196, 2009-06

Kälteanlagentechnik – Ausbildungsverordnung

15.5.4 Planung und Ausführung

EN 378-2:2009-07

Kälteanlagen und Wärmepumpen, Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen – Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation

EN 14114:2002-07

Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von haus- und betriebstechnischen Anlagen – Berechnung der Wasserdampfdiffusion – Dämmung von Kälteleitungen

VDI 2078:1996-07

Berechnung der Kühllast klimatisierter Räume (VDI-Kühllastregeln)

VDMA 24244:1994-07

Software zur Auswahl und Auslegung von Komponenten für die Kältetechnik

VDMA 24247-1:2010-01

Energieeffizienz von Kälteanlagen – Teil 1: Klimaschutzbeitrag von Kälte- und Klimaanlage – Verbesserung der Energieeffizienz – Verminderung von treibhausrelevanten Emissionen

VDMA 24247-2:geplant

Energieeffizienz von Kälteanlagen – Teil 2: Mindestanforderungen an das Anlagenkonzept und die Komponenten, Regelung und Energiemanagement, Anlagenkomponenten

VDMA 24247-3:2009-12E

Energieeffizienz von Kälteanlagen – Teil 3: Energieeffizienz in Kühlhäusern verbessern

15.5.5 Betrieb und Wartung

EN 378-4:2009-12

Kälteanlagen und Wärmepumpen, Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen – Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung

VDMA 11499:2008-08

Betrieb und Nutzung von Verkaufskühlmöbeln

VDMA 24186-3:2002-09

Leistungsprogramm für die Wartung von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden – Teil 3: Kältetechnische Geräte und Anlagen zu Heiz- und Kühlzwecken

15.5.6 Abkürzungsverzeichnis

EN... Europäische Norm, nationale Ergänzungen variieren

ÖN Österreichische Norm (www.as-institute.at)

DIN Deutsches Institut für Normung (www.din.de, www.beuth.de)

ISO Internationale Organisation für Normung (www.iso.org)

VDI... Verein Deutscher Ingenieure (www.vdi.de)

VDMA... Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (www.vdma.org)

15.5.7 Unterlagen der Recherche

Arbeitsausschuss Kälte- und Klimatechnik: *Auflistung der in Österreich unmittelbar zutreffenden Gesetze, Verordnungen und Normen*, 08.08.2008

20 RS 2 2008 KKT Anlage ÖKKV Auflistung Vorschriften.pdf

Diverse Online-Portale wie z.B. www.treffpunkt-kaelte.de (vorschriften_gesamt_schutz.pdf)

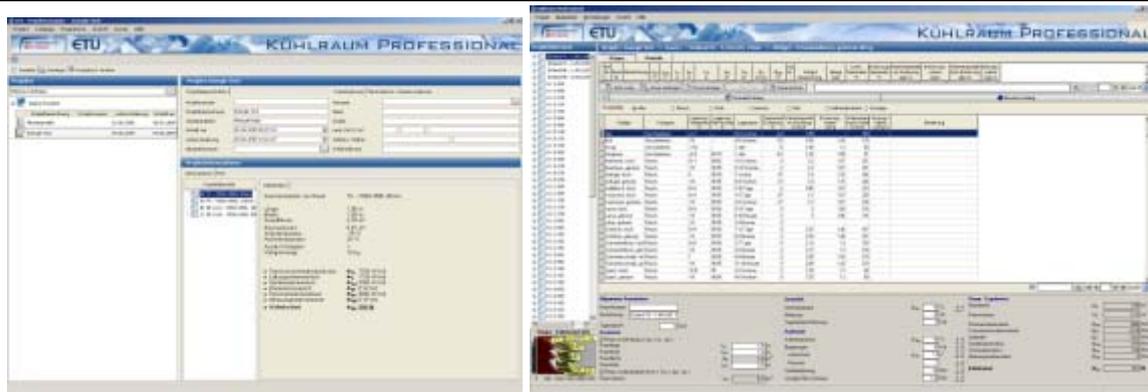
Mittels dieser Zusammenstellungen wurde auf den Seiten der Norm- und Richtlinieninstitutionen (siehe Punkt 2.1.5) recherchiert und der derzeit gültige Stand festgelegt.

15.5.8 Software zur Berechnung des Kältebedarfs und von Kältekomponenten

Für die Berechnung des Kältebedarfes und von Kältekomponenten stehen zahlreiche Programme zur Verfügung. Anbei eine kleine Auswahl die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

15.5.8.1 Software zur Berechnung des Kältebedarfs

ETU Kühlraum Professional



<http://www.etu.de/kuehraum/index.php>

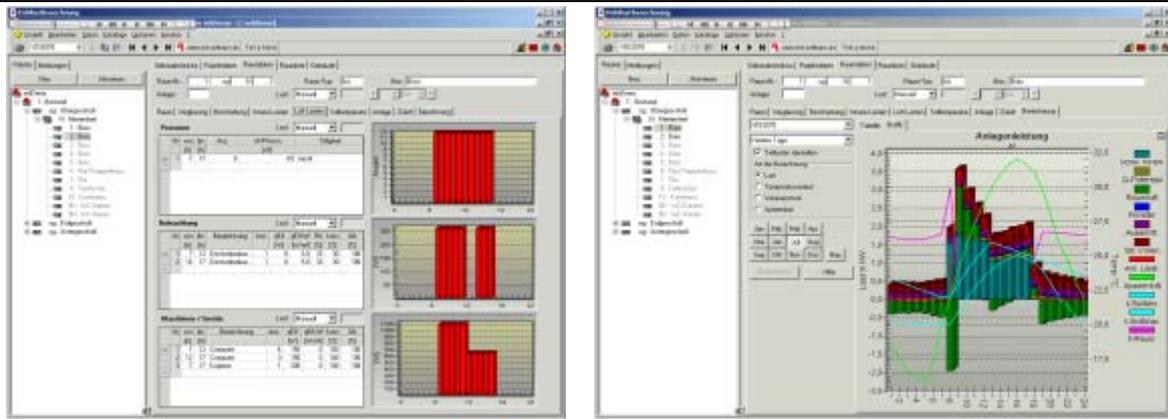
Berechnung des Kältebedarfs für Kühl- und Tiefkühlräume mit beliebiger Größe; Auswahl der Kühlgüter durch umfangreiche Kühlgut-Datenbank; Schnelle Zuordnung von Bauteilen und U-Wert-Berechnung; Einfache Eingabe der Wärmequelle durch Aufschlüsselung nach Personen, Transmissionen, Außenluft, Geräten, Waren und Abtauung;

KTP

<http://www.richter.de>

Kühllast- und Klimaberechnungen; Kältemittel; Kühlgut; Räume; Personen- und Maschinenwärme. Ob Sie nun Spezifikationen bei einem Verdampfer über die Oberfläche (in m²), die Ventilatorwurfweite oder den Lamellenabstand erfahren möchten - KTP gibt Ihnen darüber genauso Auskunft wie über die Kälteleistung Ihres gewünschten Kältemittels bei verschiedensten Verdampfungstemperaturen.

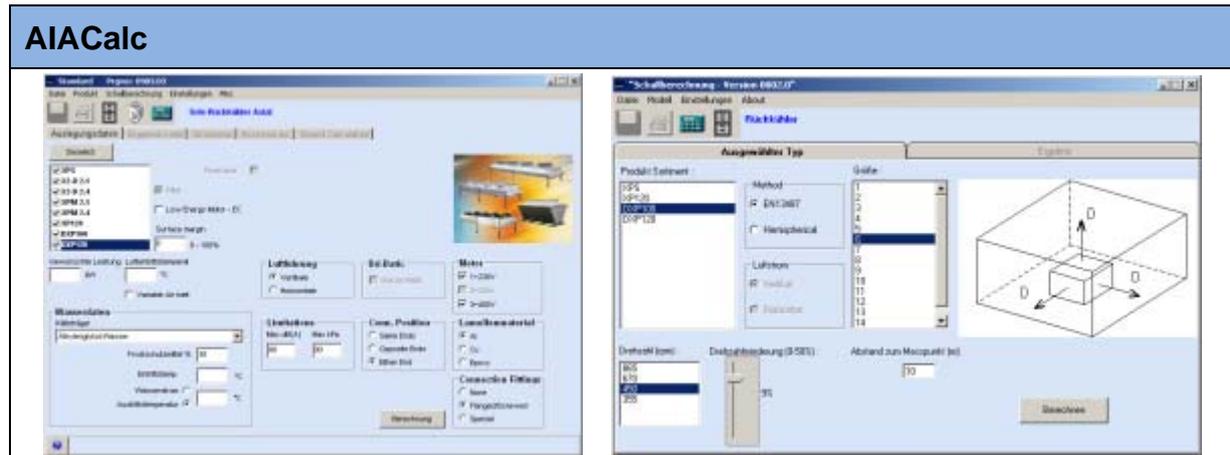
mh-Software – Klimatechnik (Modul Kühllastberechnung VDI2078)



<http://www.mh-software.de/index.php?m=Prd&sm=KT&ssm=KL>

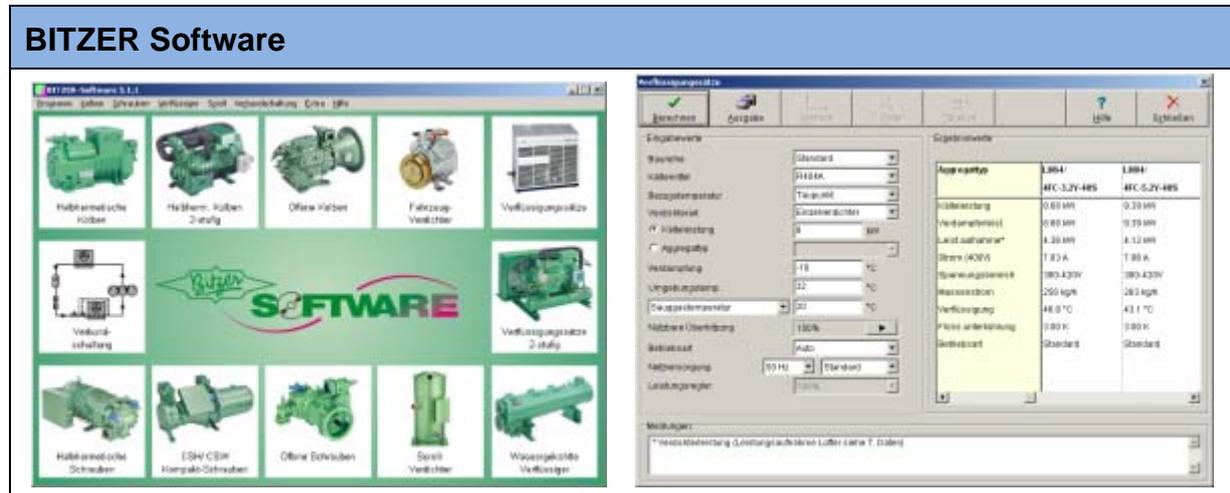
Kühllast; Temperaturverlauf während einer Hitzeperiode; Zuluft-Volumenströme und -Temperaturen; Monatliche Spitzenlasten;

15.5.8.3 Selektions-Software diverser Hersteller (Auszug)



http://www.aia.se/_de/Default.aspx?PaId=96

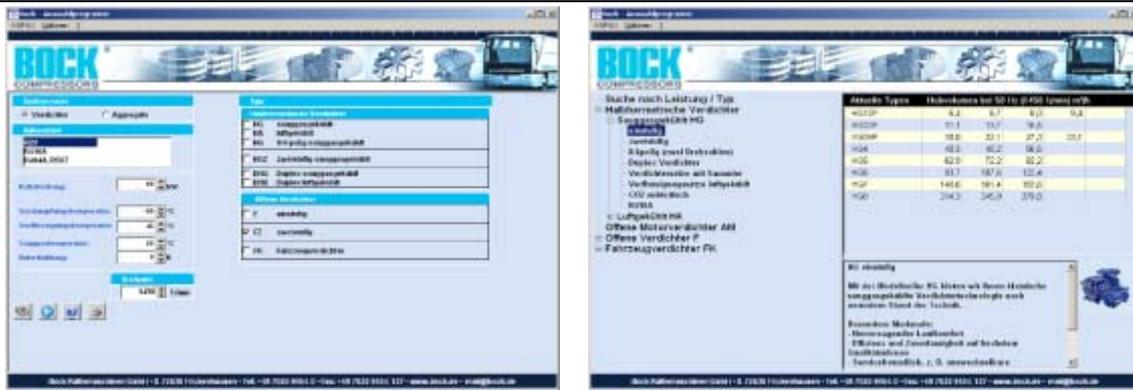
Auswahlprogramm für AIA Wärmeübertrager;



<http://www.bitzer.de/ger/Produkte-Service/Software/BITZER-Software>

Auslegungssoftware für die Auswahl von Produkten aus der Bitzer Produktpalette; Hubkolbenverdichter; Verflüssigungsätze; Schraubenverdichter; Scroll-Verdichter; wassergekühlte Verflüssiger;

Bock VAP

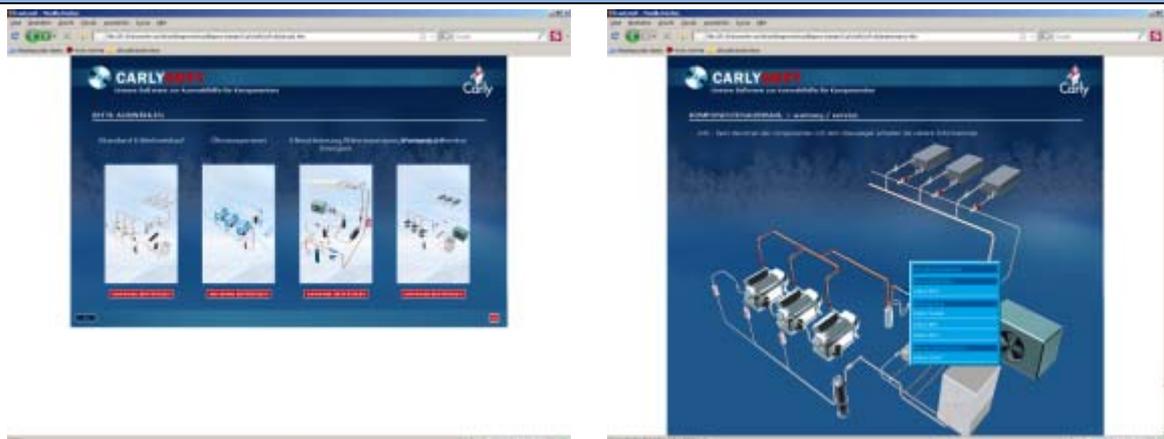


<http://www.bock.de/software.html>

Bestimmen Sie die Randbedingungen (Kältemittel, Kälteleistung, Verdampfungstemperatur, Kondensationstemperatur).

Das VAP wählt Ihnen die/den passenden Verdichter aus.

CARLYSOFT



<http://www.carly-sa.com/carlysoft/soft-de/index.htm>

Komponenten bestimmen (Auswahlsoftware), Stücklisten, firmenbezogen;

Das Projektteam:

- Dipl.-Ing. Roland Kapferer – ENERGIE TIROL (Projektleitung)
- Dipl.-Ing. Andreas Greml – TB Greml
- Dipl.-Ing. Wolfgang Kreuzer – TB Kreuzer
- Michael Brait, Energie Tirol



Projekthomepage: www.effizientekälte.at