

Schlussbericht **April 2004**

# Energieeffiziente Hotel-Minibar

ausgearbeitet durch

Jürg Nipkow, Eric Bush  
Schweizerische Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E.  
Schaffhauserstrasse 34  
8006 Zürich

Mitarbeit:

Lukas Herzog, André Paris  
Alteno AG, 4057 Basel  
sowie  
Lorenz Perincioli, 3624 Goldwil

**Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.**

**Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:**

[www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Ausgangslage, Vorgehen .....</b>	<b>5</b>
1.1 Bedeutung .....	5
1.2 Projektpartner .....	6
1.3 Projektziele .....	6
1.4 Vorgehen .....	7
<b>2. Technik .....</b>	<b>8</b>
2.1 Funktionsprinzipien.....	8
Absorbtions-Kühlprinzip.....	8
Peltier-Kühlprinzip.....	9
Kompressor-Kühlprinzip.....	10
2.2 Steuerung.....	10
<b>3. Markt und Akteure.....</b>	<b>11</b>
3.1 Anbieter.....	11
3.2 Produkte .....	12
3.3 Zusammenfassung der Produkteigenschaften.....	13
<b>4. Messkampagne .....</b>	<b>14</b>
4.1 Messausrüstung.....	14
Temperatur .....	14
Energie.....	14
Messablauf.....	15
4.2 Ausgemessene Geräte .....	16
4.3 Messresultate .....	16
Gemessener Elektrizitätsverbrauch.....	16
Vergleich der 3 Geräte, spezifischer Verbrauch .....	17
<b>5. Umfrage bei Hotelbetreibern .....</b>	<b>20</b>
5.1 Alter der Geräte .....	20
5.2 Technik, Elektrizitätsverbrauch.....	20
5.3 Besitz / Leasing / Operation Agreements .....	20
5.4 Anteile der Hersteller .....	21
<b>6. Einspar-Möglichkeiten und -Potenziale .....</b>	<b>22</b>

---

6.1	Sparpotential.....	22
6.2	Sparpotential in Beispielbetrieb .....	23
6.3	Wirtschaftlichkeitsrechnung .....	23
	Massnahmen, die praktisch nichts kosten .....	23
	Grundlagen für die Energiekostenberechnung über die Nutzungsdauer .....	24
	Mögliche Hindernisse für einen vorzeitigen Ersatz .....	25
6.4	Was können Betreiber von Minibars tun? .....	25
<b>7.</b>	<b>Umsetzungsmöglichkeiten .....</b>	<b>26</b>
7.1	Information, Merkblatt, Publikation in Fachzeitschriften .....	26
7.2	Vorarbeiten für ein Energie-Label für Minibars .....	26
7.3	Recherche "Energieoptimierte Kompressor-Minibar" .....	27
<b>8.</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>28</b>
<b>9.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>28</b>
9.1	Datenblatt Bartech-Minibars, Energieverbrauch.....	29
9.2	Datalogger-Auswertungsgrafiken:.....	30
9.3	Öko-Minibar mit Latentkühlelementen [4] .....	34

## Zusammenfassung

Minibars zur Kühlung von Getränken werden in Hotels mit 4 und mehr Sternen praktisch immer angeboten, z.T. auch bei 3-Stern-Häusern. Weil diese Kühlgeräte direkt im Hotelzimmer stehen und die Nachtruhe der Hotelgäste nicht stören sollen, müssen sie praktisch geräuschlos sein. Deshalb werden bisher fast ausschliesslich Absorptionsgeräte eingesetzt, welche (physikalisch und technisch bedingt) einen Elektrizitätsverbrauch von 0.7 (vor wenigen Jahren noch 1.5) kWh/Tag Elektrizitätsverbrauch haben. Das Effizienz-Potenzial ist beträchtlich: nach Abschätzungen und Umfragen sind 50'000 bis 60'000 Absorptions-Minibars in der Schweiz im Einsatz, sie verbrauchen rund 24 GWh/a elektrische Energie und verursachen Stromkosten von rund 4.8 Mio. Fr./a. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, dass in klimatisierten Zimmern eine unerwünschte Erwärmung und ein Strom-Mehrverbrauch entstehen kann.

Aus technischer Sicht kann die Dienstleistung beim Einsatz der heute erhältlichen besten Kleinkühlschränke mit  $\frac{1}{4}$  des aktuellen Stromverbrauchs erbracht werden. Als kurzfristige Alternative stehen Minibars mit einem optimierten Peltierprozess (thermoelektrische Kühlung) zur Verfügung, welche gegenüber den besten heute erhältlichen Absorptionsgeräten 30% effizienter sind, gegenüber älteren Geräten bis zu 70%. Um Kompressorgeräte als Minibars zu optimieren, scheinen weitere Entwicklungsschritte nötig, da die angebotenen Geräte kaum effizienter sind als Absorptions-Modelle. Andere Alternativen für die Hotel-Dienstleistung "jederzeit kalte Getränke erhältlich" konnten sich aus verschiedenen Gründen bisher nicht durchsetzen. Mit Folgeprojekten sollen kurz- und längerfristige Effizienzverbesserungen umgesetzt bzw. verfolgt werden.

## Résumé

Les chambres d'hôtel de 4 étoiles ou plus sont pratiquement toutes équipées de minibars pour des boissons fraîches, certains hôtels 3 étoiles aussi. Ces appareils doivent être silencieux afin de ne pas déranger le repos dans les chambres d'hôtes. C'est la raison pour laquelle pratiquement tous les minibars installés jusqu'à présent sont des appareils à réfrigération par absorption. Cette technique silencieuse consomme environ 0.7 kWh par jour pour des appareils neufs et environs 1,5 kWh/jours il y a encore quelques années. Le potentiel d'économie d'électricité est considérable: d'après un sondage d'hôteliers et une évaluation 50'000 à 60'000 minibars à absorption sont aujourd'hui en service. Ils consomment 24 GWh/a et engendrent des coûts d'électricité de 4.8 millions Fr./a. Le supplément de consommation d'électricité en cas de climatisation des chambres n'est pas tenu en compte dans cette consommation.

Sur le pan technique on peut aujourd'hui remplacer un vieux minibar par un nouveau en consommant seulement  $\frac{1}{4}$  de la valeur actuelle. Les minibars du type Peltier (réfrigération thermo-électrique) consomme 30% de moins d'électricité par rapport au meilleurs minibars à absorption et 70% de moins par rapport aux vieux appareils en service. Les minibars à compression ont beaucoup progressés au niveaux sonore mais nécessitent encore un travail de développement. Une autre manière d'avoir des boissons fraîches à tout moment par exemple en plaçant un automate par étage n'a pas pu s'imposer jusqu'à maintenant. Nous voulons contribuer à l'augmentation de l'efficacité énergétique de minibars à court et long terme avec d'autres projet de recherche de ce genre.

## Abstract

Minibars are common in hotel rooms to provide cold drinks of the four-star or higher standard, sometimes also for the three-star houses these appliances are located inside the guest room and should not disturb the guests, they have to be noiseless. For that reason, up to now the vast majority is equipped with absorption refrigeration technology. That's why the daily electricity consumption is very rarely below 0.7 kWh/d, and was a few years ago rarely below 1.5 kWh/d. Energy efficiency potentials are therefore substantial: According to surveys and estimates 50'000 to 60'000 minibars are being operated in Switzerland, resulting in an electricity consumption of about 24 GWh/a and electricity cost of about 4.8 Mio. CHF/a. Additional electricity consumption for air conditioning due to the minibar waste heat is not yet included in these figures.

From a technical point of view this service might be performed at  $\frac{1}{4}$  of the actual electricity consumption, using the most efficient small household refrigerators. As a short-time alternative, minibars with Peltier technology are being offered, saving 30% electricity compared to the most efficient absorption models, and 70% compared to older models. Additional development steps seem to be necessary to optimize compressor technology minibars, as the efficiency of the actually sold models on the market seems hardly more efficient than absorption models. Other alternatives of the service "cool drinks available at every time" could not be established in hotels so far, for different reasons. The improvement of minibar efficiency in short and longer term should be pursued by subsequent projects.

# 1. Ausgangslage, Vorgehen

Hotel-Minibars bzw. eigentlich die Bereitstellung gekühlter Getränke rund um die Uhr sind in der Praxis (wenn auch nicht explizit gemäss dem Punktesystem) eine Voraussetzung für die Erteilung der 4-Sterne-Qualifikation; Minibars werden zunehmend auch in 3-Stern-Häusern eingesetzt. Weil diese Geräte direkt im Hotelzimmer stehen, müssen sie praktisch geräuschlos sein. Deshalb wurden bisher fast ausschliesslich Absorptionsgeräte eingesetzt, welche aber technisch bedingt noch vor kurzem kaum unter 1 bis 1.5 kWh/Tag Elektrizitätsverbrauch kamen und somit – als Kleingeräte – immer die Energie-Etikette G aufwiesen. Dies hat im Zusammenhang mit der Revision von SIA 380/4 (neu als Norm, [1]) zu Diskussionen geführt, da sonst Energie-Etikette A als Anforderung gelten soll.

Die Bezeichnung "Minibar" ist heute ein Firmenname, wird aber in der Praxis als Begriff für Hotel-Kleinkühlschränke gebraucht. In der Folge wird weiter dieser Begriff verwendet.



Fig. 1 Minibar (Bild aus Werbeunterlagen)

## 1.1 Bedeutung

Das Einspar-Potenzial ist beträchtlich: nach provisorischen Abschätzungen sind rund 55'000 Absorptions-Minibars im Einsatz, verbrauchen rund **24 GWh/a** und verursachen Stromkosten von rund 4.8 Mio. Fr./a, dabei nicht eingerechnet der Strom-Mehrverbrauch in klimatisierten Zimmern bzw. die unerwünschte Erwärmung. Der absolute Verbrauch ist gesamtschweizerische gesehen unbedeutend, kann jedoch in einem Hotel bedeutende Anteile – z.B. 10 bis 20% – des gesamten Elektrizitätsverbrauchs ausmachen. Wenn der Minibar-Stromverbrauch um 50 bis 75% vermindert werden kann, bedeutet dies auch ein interessantes Kosten-Einsparpotenzial.

### Hochrechnung Bestand und Elektrizitätsverbrauch, -kosten

Gemäss Schweizer Hotelführer 2003 bzw. hotelleriesuisse verteilen sich die 172'000 Hotelbetten und 94'000 Zimmer wie folgt nach Kategorien:

Kategorie	Betten	Zimmer
5-Stern	10.4%	11.2%
4-Stern	30.3%	31.2%
3-Stern	38.1%	37.6%
2-Stern und andere	21.2%	20.0%

Tab. 1 Hotelbetten nach Stern-Kategorien gemäss hotelleriesuisse [2]

In 5- und 4-Stern-Hotels kann mit nahezu vollständiger Ausstattung mit Minibars gerechnet werden. Auch 3-Stern Hotels werden zunehmend ausgestattet, wir rechnen dort mit einem Ausstattungs-

grad von 30%. Damit ergibt sich ein Bestand von 50'000 Minibars.  
 (11.2% + 31.2% von 94'000 = 39'856 4-/5-Stern-Zimmer, 30% von 37.6% von 94'000 = 10'603 3-Stern-Zimmer). Ein Brancheninsider spricht jedoch von 60...70'000 Stück, so dass wir für die Hochrechnung von 55'000 ausgehen.

Der Elektrizitätsverbrauch wird mit durchschnittlich 1.2 kWh/Tag pro Gerät des aktuellen Bestandes eingesetzt. Dieser Wert ergibt sich aus der Hochrechnung der Umfrageergebnisse (vgl. Abschnitt 5.2). Die im vorliegenden Projekt durchgeführte Messkampagne ergab jedoch deutlich tiefere Werte für moderne Absorbtions-Geräte, als aufgrund früherer Angaben (1 bis 1.5 kWh/Tag) erwartet wurde.

Mit dem Durchschnittswert von 1.2 kWh/Tag ergeben sich rund 440 kWh/Jahr und Gerät; für 55'000 Geräte resultieren 24 GWh/Jahr.

Bei einem mittleren Elektrizitätspreis von 20 Rp/kWh ergeben sich gesamtschweizerisch jährlich 4.8 Mio. Fr. Elektrizitätskosten der Minibars, ohne die Mehrkosten einer allfälligen Klimatisierung.

## 1.2 Projektpartner

Die Arbeiten wurden in enger Zusammenarbeit mit der Firma Alteno AG, Haustechnik & SolarEnergie, 4057 Basel, ausgeführt. Insbesondere konnte die Praxis-Messkampagne von Alteno AG im Zusammenhang mit Hersteller- und Hotelketten-Kontakten abgewickelt werden. Interessante Hinweise wurden auch von Lorenz Perincioli (Ingenieurbüro für Energie und Umwelt, 3624 Goldiwil) vermittelt, welcher im EnergieSchweiz Projekt "Hotel-Power" und als Gastgewerbe-Experte ebenfalls Erfahrungen mit Minibar-Betreibern hat.

### Adressen des Projektteams:

- Jürg Nipkow, dipl. El. Ing. ETH, S.A.F.E., Schaffhauserstrasse 34, 8006 Zürich, T/F 01 362 91 83, Juerg.Nipkow@energieeffizienz.ch
- Eric Bush, Dr. phys., S.A.F.E./Bush Energie GmbH, Rebweg 4, 7012 Felsberg GR, T 081 252 63 64, F 081 252 63 65, Eric.Bush@energieeffizienz.ch
- Lukas Herzog und André Paris, Alteno AG, Efringerstrasse 32, 4057 Basel T 061 691 02 12, F 061 691 02 95, lukas.herzog@alteno.ch
- Lorenz Perincioli, Masch. Ing. HTL/NDS Umwelt, Schwendibachstrasse 24, 3624 Goldiwil, T/F 033 442 13 57, L.Perincioli@tcnet.ch

## 1.3 Projektziele

Auch technischer Sicht kann die Dienstleistung "gekühlte Getränke jederzeit im Hotelzimmer befürbar" mit  $\frac{1}{4}$ des aktuellen Stromverbrauchs erbracht werden. Für die höchst ineffizienten Hotel-Minibars sollen Alternativen gesucht werden. Der Geräte-Elektrizitätsverbrauch sollte von 0.7 bis 1.5 kWh/Tag (je nach Alter der Minibars und Nutzinhalt) auf unter 0.3 kWh/Tag gesenkt werden können. Es soll eine Auslegeordnung von Bestand, Elektrizitätsverbrauch, Akteuren, technischen Alternativen, wirtschaftlichen Aspekten und Vorgehensmöglichkeiten erstellt werden. Daraus ergeben sich konkrete Vorgaben für Umsetzungsprojekte, evtl. direkte Zusammenarbeit mit Geräteanbietern und -herstellern.

## 1.4 Vorgehen

- Abklärungen und Kontakte zu Akteuren und Wissensträgern im Bereich Minibar:
  - Recherche zu Daten der Hotellerie betr. Zimmer und Ausstattung
  - Technische Informationen von Minibar-Produkten
  - Personen mit Erfahrungen von Beratungen der Branche
- Messkampagne an 3 technisch unterschiedlichen Minibar-Typen; Auswertung
- Hochrechnung des Minibar-Bestands und Elektrizitätsverbrauchs, -kosten (gestützt auf die Daten der Hotellerie sowie Energieverbrauchsangaben und -Messungen)
- Übersicht technischer Möglichkeiten einer effizienten Minibar
- Untersuchung wirtschaftlicher Aspekte (wie viel mehr darf eine Energiespar-Minibar kosten? Ökonomie von Alternativlösungen?)
- Abklärung von Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit Industriepartnern, Definierung und Formulierung von Folge-Aktionen

## 2. Technik

Weil Minibars direkt im Hotelzimmer stehen, müssen sie praktisch geräuschlos sein. Deshalb wurden bisher fast ausschliesslich Absorbtiionsgeräte eingesetzt.

Kühlgeräte nach dem Absorbtiions-Prinzip erreichen technisch bedingt wesentlich schlechtere Leistungsziffern als Kompressorgeräte; bis noch vor kurzem musste für kleine Geräte (30 bis 60 Liter) noch mit 1 bis 1.5 kWh/Tag Elektrizitätsverbrauch gerechnet werden. Für das Peltier-Kühlprinzip, welches z.B. von mobilen Kühlboxen für Auto oder Boote bekannt ist, galt ungefähr dasselbe. Nun haben diese Techniken in den letzten Jahren offenbar doch deutliche Verbesserungen erzielt, wie die Messresultate beweisen (vgl. Kapitel 4).

### 2.1 Funktionsprinzipien

#### Absorbtiions-Kühlprinzip

Der Absorbtiionskühlprozess ist relativ komplex, weshalb auf eine eingehende Prozessbeschreibung verzichtet wird. Für unser Projekt sind zwei Eigenschaften dieser Aggregate wichtig:

1. Geräuschloser Kreisprozess, thermisch angetrieben durch ein Heizelement (Elektro-Heizpatrone, links unten im Bild).
2. Ungünstige Kälte-Leistungsziffer  $< \text{ca. } 0.3$   
Weil die Antriebs-Temperatur relativ tief bleibt, wird die Wertigkeit der Elektrizität nicht gut genutzt. Dafür wäre auch ein Antrieb mit Abwärme o.ä. ( $< 100^\circ\text{C}$ ) möglich.

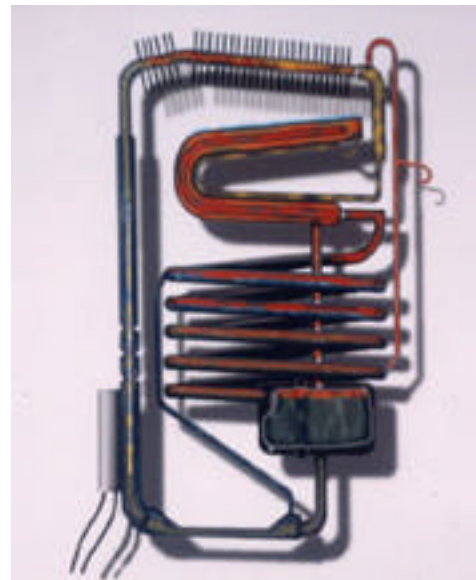
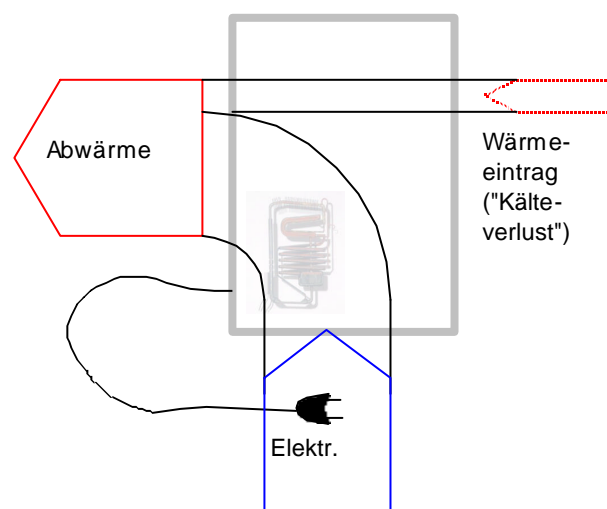


Fig. 2a Absorbtiions-Kühlaggregat

Fig. 2b Energieflüsse mit Absorbtiion

Die ungünstige Kälte-Leistungsziffer wird im Energieflussbild sichtbar: Die benötigte elektrische Energie ist etwa das Vierfache der Kälteleistung, welche zur Entfernung der eindringenden Wärme erforderlich ist, die an den Raum abgegebene Abwärme somit das Fünffache.



## Peltier-Kühlprinzip

Die thermoelektrische Kühlung (Peltierprinzip) beruht auf dem Effekt des erzwungenen Wärmeflusses geeigneter Paarungen von Metallen bzw. Halbleitern bei Stromdurchfluss. Das Prinzip ist reversibel und wird bei Thermoelementen zur Temperaturmessung genutzt. Die sehr kleinen Thermospannungen werden durch Serieschaltung vieler Elemente auf praktisch einsetzbare Spannungen gebracht (Fig. 3).

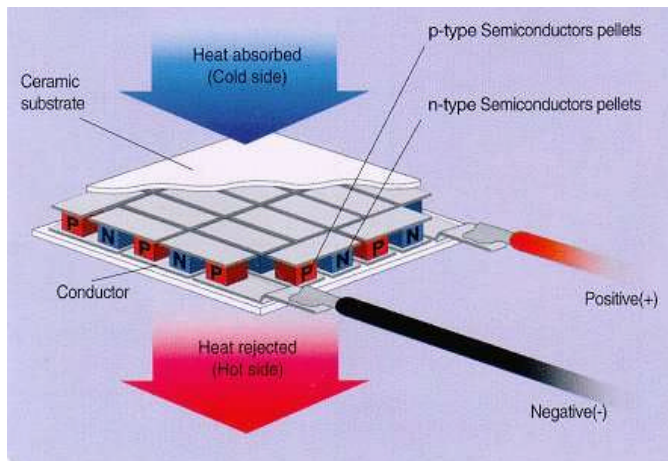
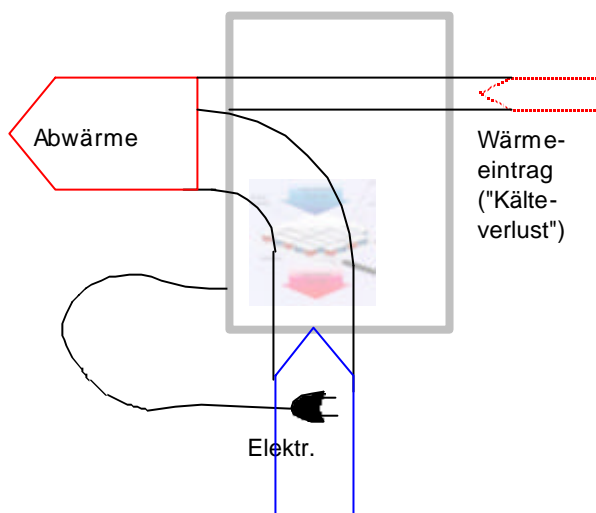


Fig. 3a Peltier-Funktionsprinzip

Fig. 3b Energieflüsse mit neuer Peltierkühlung

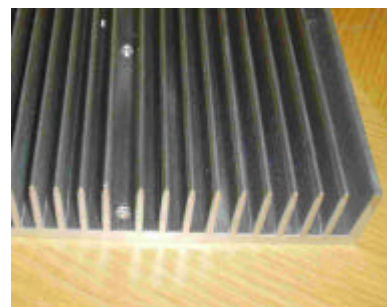
Die bisher sehr ungünstigen Leistungsziffern konnten durch den Einsatz von neuen Peltier-Werkstoffen und verbesserten Wärmeableitern zum effizienten Wärmetransport deutlich verbessert werden und liegen günstiger als Absorptionsaggregate. Damit werden Elektrizitätsverbrauch und Abwärme deutlich kleiner. Der für die Wärmeabfuhr eingesetzte Kleinlüfter ist kaum hörbar (23dB), in Hotelzimmern sind 31dB zugelassen. Nur im Spitzenleistungsbetrieb (nach Beschickung) kann der drehzahlgeregelte Lüfter evtl. ein vernehmbares Geräusch machen.



Die seit kurzem von der Firma Messerschmitt Zella-Mehlis GmbH (D - 98544 Zella-Mehlis, [www.messerschmitt.com](http://www.messerschmitt.com)) angebotene Kleinkühlschränke werden in der Schweiz durch die Firma KMS Elektronik und Handels AG, 3800 Interlaken ([www.kmsinfo.ch](http://www.kmsinfo.ch)) vertrieben.



Fig. 4 Peltier-Minibar,



Wärmeableitprofil

## Kompressor-Kühlprinzip



Das in allen üblichen Kühl- und Gefriergeräten verbreitete Kompressoraggregat muss nicht eingehend vorgestellt werden. Bekanntlich konnten die Leistungsziffern in den vergangenen Jahren noch etwas verbessert werden. Eine starke Effizienzsteigerung ist mit Magnetmotoren (EC-Motoren, Permanentmagnetmotoren) erreichbar, hat sich aber noch nicht durchgesetzt. Wie aus Tabelle 4 bzw. 3 ersichtlich, werden noch keine Minibars mit sehr guten Effizienzwerte angeboten. Die Leistungsziffer von Kompressor-Kühlaggregaten wird stark beeinflusst von der Verdampfungstemperatur, d.h. sie ist bei reiner Pluskühlung (für Minibar ausreichend) deutlich besser als bei Geräten mit Gefrierteil oder Eisfach. Offenbar lassen sich auch tiefe Geräuschpegel realisieren, die Firma Bartech gibt z.B. 24.9 dB an. Stören dürfte jedoch in Hotelzimmern vor allem die Geräusch-Änderung beim ein- und Ausschalten.

Fig. 5a Kompressor-Kühlaggregat

Die – theoretisch – erreichbare Effizienzverbesserung mit Kompressoraggregaten ist in den Energieflussbildern beeindruckend; sie liesse sich durch stärkere Wärmedämmung nochmals erhöhen (auf Kosten des Nutzinhalts). Leider sind so gute Geräte nicht auf dem Markt, jedenfalls nicht als Minibar (vgl. 3.2, Klein-Kühlschränke). Das gemessene Kompressor-Gerät war sogar weniger effizient als das Peltier-Gerät! Darauf wird weiter unten eingegangen.

Fig. 5b Energieflüsse mit Kompressor

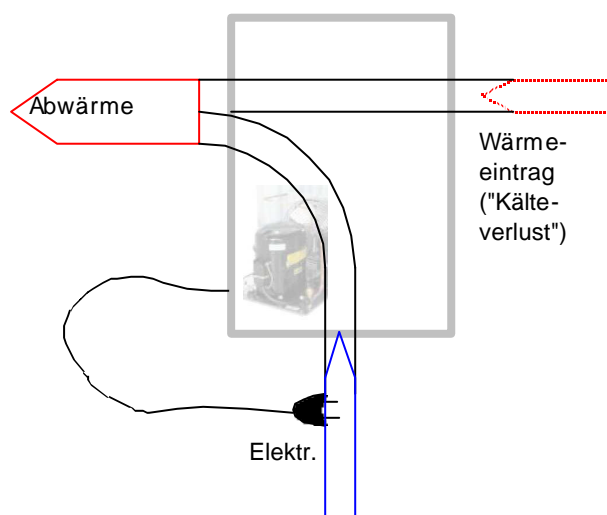
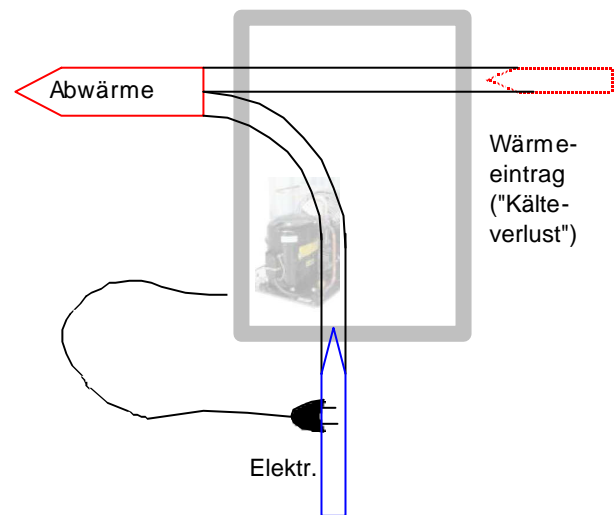


Fig. 5c Energieflüsse mit Kompressor und besserer Wärmedämmung



## 2.2 Steuerung

Da die Anforderungen an die Temperaturhaltung von Minibars zeitlich veränderlich sein können, ergibt sich ein Energiespar-Potenzial durch zeitweise Abschaltung mit resultierenden höheren Innentemperaturen. Bei Kompressorgeräten kann damit gleichzeitig das Geräuschproblem entschärft werden: der Kompressor wird nur zu Zeiten freigegeben, wenn das Geräusch nicht stört. Insbesondere nachts wird der Betrieb gesperrt, wobei dann auch das Ansteigen der Temperatur keine Probleme bereitet. Vgl. Messresultate, Kapitel 4.3.

### 3. Markt und Akteure

#### 3.1 Anbieter

Firma	Adresse	T/F	Internet
Bartech Deutschland GmbH	Tibergraben 15 D - 47877 Willich	TI: +49 (0)2154 95 27 86 F: +49 (0)2154 95 27 87	<a href="http://www.bartech.com">www.bartech.com</a>
Dometic	Dometic GmbH In der Steinwiese 16 D 57074 Siegen	T +49 271 692 135 F +49 271 692 313	<a href="http://www.dometic.com">www.dometic.com</a>
Electrolux AG	Industriestrasse 10 5506 Mägenwil	Tel 062 889 91 11 Fax 062 889 92 24	<a href="http://www.electrolux.ch">www.electrolux.ch</a>
FORS AG	Schaftenholzweg 10 2557 Studen	Tel 032 / 374 26 26 Fax 032 / 374 26 70	<a href="http://www.fors.ch">www.fors.ch</a>
Minibar AG	Blegistrasse 9 6340 Baar	01 41 767 23 00 01 41 767 23 23	<a href="http://www.minibar.ch">www.minibar.ch</a>
KMS Elektronik und Handels AG (Messerschmitt- Peltier)	Hauptstrasse 19 3800 Interlaken	T +41 33 823 32 23 F +41 33 823 33 23	<a href="http://www.kmsinfo.ch">www.kmsinfo.ch</a>
Messerschmitt Zella-Mehlis GmbH (Peltier)	Meiningerstrasse 33 D - 98544 Zella-Mehlis/Germany	T +49 911 91999 0 F +49 911 91999 22	<a href="http://www.messerschmitt.com">www.messerschmitt.com</a>
Sibra GmbH	Gewerbestrasse 7 D-79804 Dogern	T +49 7751/91 67 90 F +49 7751/91 67 99	<a href="http://www.sibra-gmbh.de">www.sibra-gmbh.de</a>

Tab. 2 Anbieteradressen

### 3.2 Produkte

Hersteller	Typ	Kühltechnik		Verbrauch		spezielles
				Katalog	gemessen	
Dometic	Hipro 4000	Absorbtion	neu 40 L	0.70 kWh/d		Fuzzy logic II
	RH 448 D	Absorbtion	40 L	0.80 kWh/d		Fuzzy logic
	RH 438 LD	Absorbtion		0.70 kWh/d	0.75 kWh/d	
	RH 440 LDG	Absorbtion	40 L	1.1 kWh/d		Glasfront! Dadurch schlechtere Isolation
Electrolux	WA3140	Absorbtion	40 L	1.1 / Klasse G		
	WA3080	Absorbtion	23 L	0.9 / Klasse G		
Bartech	B32	Compressor	40 L	0.40 kWh/d		Class B Compressor Computerized energy savings system
	H46	Compressor	72 L	0.49 kWh/d	0.69 kWh/d	cold sink
	B33	Absorbtion	40 L	0.78 kWh/d		Computerized energy savings system
Bartech liefert die meisten Geräte in allen 3 Ausführungen. Muss vom Kunden spezifiziert werden. In der Website wird allerdings Peltier kaum als Möglichkeit erwähnt. Bartech scheint auf den Kompressor zu setzen						
minibar	compact 40	Absorbtion	37 L	0.95 kWh/d		Cyclopentane
Messerschmitt	MS 30 PE	Peltier	30 L	0.45 kWh/d	0.43 kWh/d	Anwesenheitssteuerung
Messerschmitt	MS 40 IPE	Peltier	40 L	0.50 kWh/d		Anwesenheitssteuerung
Messerschmitt	MS 60 IPE	Peltier	60 L	0.70 kWh/d		Anwesenheitssteuerung
Fors	MV-35	Absorbtion	35 L	1.35 kWh/d		Eisfach
Fors	MB 50	Absorbtion	40 L	1.7 kWh/d		Eisfach
Fors	TA 60	Absorbtion	50 L	1.3 kWh/d		Eisfach
Sibra	E 129 L	Absorbtion	30 L	0.80 kWh/d		

Tab. 3 Übersichtstabelle der recherchierten Minibars

#### Weitere Klein-Kühlschränke zum Vergleich

Wenn man typische Minibars mit modernen Kompressor-Kleinkühlschränken vergleicht, so springen vor allem bei den spezifischen Verbrauchswerten (Wh/d u. Liter) die enormen Unterschiede ins Auge, auch wenn man die Effizienzverminderung bei kleineren Volumina berücksichtigt (u.a. wegen des Oberflächen/Volumen-Verhältnisses). Wie das Fors 150 Liter Gerät – allerdings ein reguläres freistehendes Gerät mit Energie-Etikette A++ – beweist, müsste mit Kompressortechnik und guter Wärmedämmung auch für die Minibar-Grösse noch ein enormes Einsparpotenzial realisierbar sein.

Hersteller	Typ	Kühltechnik	Nutz-volumen	Abmessungen cm	dekl. Verbr. kWh/d	% kWh/d	Wh/d u. Liter
Fors-Liebherr	KX1011	Compressor	86 L	63 x 55.1 x 62.3	0.40	44%	4.7
Fors-Liebherr	KTPes 1740	Compressor	<b>150 L</b>	85 x 60.1 x 60	<b>0.23</b>	<b>26%</b>	1.5
Electrolux	WA 3080 FL (Minibar)	Absorbtion	23 L	46.5 x 42.2 x 39.5	0.90	100%	39.1
Electrolux	WA 3140 FL (Minibar)	Absorbtion	40 L	58 x 42.2 x 45.1	1.10	122%	27.5
Electrolux	EA 3280	Absorbtion	66 L	59.2 x 52.5 x 53.3	1.80	200%	27.3

Tab. 4 Übersichtstabelle Klein-Kühlschränke

### 3.3 Zusammenfassung der Produkteigenschaften

#### Verbrauchsangaben

Der Elektrizitätsverbrauch wird allgemein nicht genau spezifiziert. Häufig erscheint die Angabe „nach ISO“, aber ohne Definition von Aussentemperatur, Kühlgrenze oder genauer ISO-Norm. Die deklarierten Werte sind daher nur bedingt vergleichbar.

Der Verzicht auf ein Eisfach ist – vgl. Tabelle 3 – offensichtlich wichtig für einen tiefen Verbrauch.

#### Kältetechnik

Traditionell und bisher am häufigsten wird die **Absorbtionstechnik** verwendet, da sie den Vorteil der Geräuschlosigkeit hat. Im gängigen Entscheidungsweg kommt der Nachteil des relativ grossen Energieverbrauchs nicht vor.

Die **Peltiertechnik** ist sowohl effizient als auch geräuschlos.

Bartech hat als einzige Firma eine **Kompressorminibar** im Programm. Diese Geräte sind effizienter. Der Nachteil des hörbaren Kompressors wird mit einer speziellen Steuerung umgangen, welche das Einschalten des Kompressors nur während jenen Zeitfenstern zulässt, während denen der Gast normalerweise abwesend ist.

Einzig Bartech bietet alle drei Technologien an. Bartech setzt offenbar vor allem auf den Kompressor, weniger auf die Peltiertechnik.

#### Nutzzinhalt

Die durchschnittliche Minibar hat 30 oder 40 L Nutzzinhalt. Normalerweise ist kein Eisfach vorhanden. Dies wird auch nur von einem Hersteller angeboten.

#### Leasing, Operation Agreements

Die grossen Hersteller bieten unterschiedlichste „Operation Agreements“ an. Ein Standard-Angebot ist etwa: Die Minibars werden vom Herstellern gestellt, mit Getränken bestückt. Das Hotel bietet den Platz, die Stromversorgung und führt die Konsumerfassung durch, falls nicht automatisiert. Der Gewinn wird je nach Arbeitsteilung zwischen den Partnern geteilt.

Die in der Umfrage (Kap. 5) erfassten 12 Hotels haben kaum solche Agreements abgeschlossen. Für den gesamte Bestand ist allerdings dazu keine Aussage möglich. Selbst das Leasing der (leeren) Geräte war in den von der Umfrage erfassten Betrieben nur mit 14% vertreten. Beim Leasing werden häufig 7-Jahres-Verträge abgeschlossen, wobei in der Jahresrate allfällige Reparaturen oder ein Geräteersatz bei Totaldefekt eingeschlossen sind.

## 4. Messkampagne

### 4.1 Messausrüstung

#### Temperatur

Die Temperatursensoren (Thermoelemente Typ K, Klasse 2) wurden mit dem Präzisionsthermometer ( $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ) bei einer Raumtemperatur von  $23^\circ\text{C}$  geeicht. Alle Temperatursensoren zeigten eine Abweichung von plus  $0.1^\circ\text{C}$ . Diese Abweichung haben wir bei der Auswertung der Messresultate nicht berücksichtigt, weil sie innerhalb der Genauigkeit des Testo Datenloggers von  $\pm 0.3^\circ\text{C}$  liegt.

Die Temperaturen wurden an vier Orten jede Minute gemessen und gespeichert:

- Raumtemperatur
- Innen in der Mitte
- Innen bei der Tür
- Innen hinten beim Rückwand

Datenlogger      TESTO AG 8617 Mönchaltorf  
 Testo 177-T4: 4-Kanal Temperaturlogger für externe Thermoelemente  
 Auflösung:  $0.1^\circ\text{C}$   
 Genauigkeit:  $\pm 0.3^\circ\text{C}$   
 Speicher: 48'000 Messwerte

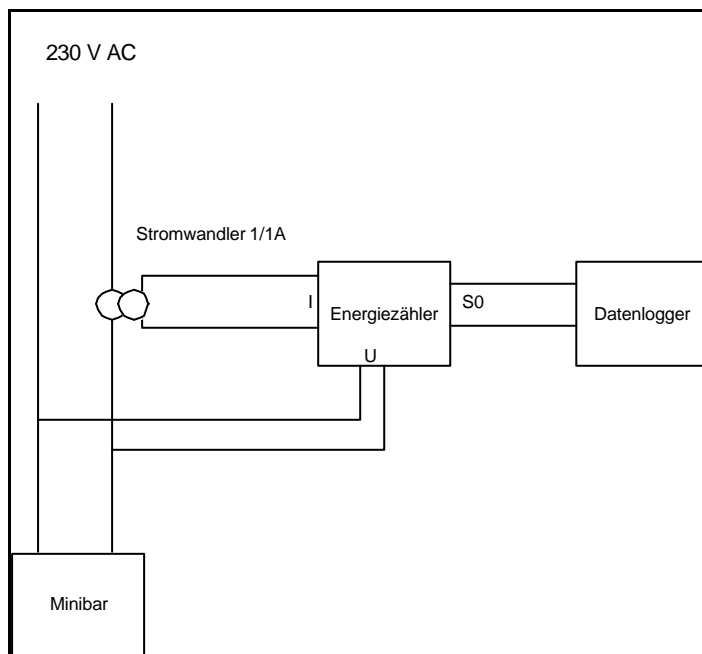


Fig. 6 Prinzipschema der Energiemessung



Fig. 7 Temperaturfühler "Mitte"

#### Energie

Der Stromverbrauch der Minibar wurde mit einem Wickelstromwandler und einem Energiezähler gemessen. Die Impulse am Ausgang S0 des Energiezählers wurden mit einem Datenlogger erfasst und jede Minute gespeichert.

- Stromwandler: MBS Sulzbach Messwandler GMBH, D - 74429 Sulzbach - Laufen  
WSK 30: Wickelstromwandler 1/1A, Klasse 1, Messbereich:10 A
- Energiezähler Optec GmbH, 8344 Bäretswil  
ULYS / ETI Elektronische Energiezähler, Klasse 1  
Schnittstellen: 1 Impulsausgang auf 0.1 Wh/Imp parametriert
- Datenlogger **MEDATEC** - Dipl.-Ing. Wolfgang Dietz, D-35460 Staufenberg  
Enerlog ML02D: 4 Kanal-Datenlogger zur Lastganganalyse



Fig. 8 Datenlogger, Energiezähler mit Stromwandler, Kontrollzähler (EMU 1.24)

### Messablauf

Die Minibars wurden in der Werkstatt des Hotel Hilton Basel gemessen (Februar / März 2004). Die Raumtemperatur der Werkstatt war ziemlich konstant mit einem Durchschnitt von 21.3 °C (Minimum: 20.4°C, Maximum: 23°C). Die Messperiode für jede Minibar dauerte minimal 3 Tage, so dass während mindestens zwei ganzen Tagen das thermische Gleichgewicht erreicht war. Diese zwei Tage werden als Vergleichsbasis für die Auswertung benutzt.

Umgebungstemperatur	21.3°C
Innentemperatur	8°C
Ablauf	Einfahren während 24 h Messung während 48 h
Resultat	Verbrauch pro 24h im thermischen Ruhezustand mit einer Standardfüllung

## Temperaturregelung

Die Genauigkeit der Temperaturführung spielt bei Minibars nicht eine entscheidende Rolle. Die Grenze von 12°C darf aber nicht überschritten werden. Das Regelungsverhalten kann anhand der Messresultat-Grafiken (4.3, Anhang 9.2) beurteilt werden.

## 4.2 Ausgemessene Geräte

Technologie	Absorbtion	Peltier	Kompressor *
Lieferant / Hersteller	Dometic	Messerschmitt	Bartech
Typ	RH 438 LD	MS 30 IPE	H46C020TBX
Volumen	30 L	30 L	<b>72 L</b>
Anschlussleistung	65 W	35 W	75 W
Füllung	3 Liter Getränke	3 Liter Getränke	7 Liter Getränke
Verbrauch (dekl.)	0.7 kWh/d	0.45 kWh/d	0.49 kWh/d
* Zwei Messperioden: ohne Zeitsteuerung für das Einschalten des Kompressors mit Zeitsteuerung (BUS) für das Einschalten des Kompressors			

Tab. 5 Daten der gemessenen Minibars (Achtung: Kompressorgerät 72 Liter Inhalt!)

## 4.3 Messresultate

### Gemessener Elektrizitätsverbrauch

Hersteller	Typ	Technik	Verbrauch Katalog	Verbrauch gemessen
Dometic	RH 438 LD	Absorbtion	0.7 kWh/d	0.75 kWh/d
Messerschmitt	MS 30 IPE	Peltier	0.45 kWh/d	0.43 kWh/d
Bartech ohne BUS*	H46	Kompressor 72 L		0.75 kWh/d
Bartech mit BUS*	H46	Kompressor 72 L	0.49 kWh/d	0.69 kWh/d
* Die Bartechgeräte lassen sich über einen Datenbus zentral steuern. So kann der Kompressor nur zu Zeiten freigegeben werden, während denen der Gast normalerweise nicht im Raum ist. Ist das Zimmer nicht vermietet, kann die Temperatur erhöht werden. Gemäss Messung wurde allerdings nur eine sehr kleine Einsparung von 8% erzielt.				

Tab. 6 Gemessener Elektrizitätsverbrauch pro Tag

Die Messwerte entsprechen im Falle Dometic und Messerschmitt recht genau den Herstellerangaben. Das Gerät von Bartech weist dagegen einen um 30% höheren Verbrauch auf als im Katalog angegeben. Eine Begründung war von Bartech nicht zu erhalten.

Die Temperaturverläufe der Datalogger-Auswertung (Fig. 9) lassen die charakteristischen Eigenschaften der Systeme erkennen. Weitere Grafiken mit Temperaturen verschiedener Messstellen und mit der Leistungsaufnahme finden sich im Anhang.

"Kompressor mit BUS": über das Betriebszeitenmanagement sind täglich zwei grössere Sperrzeiten (1 nachts) programmiert, um Energieverbrauch und Geräusch zu reduzieren. Mit der Nachmittags-Sperrzeit kann Geschäftsleuten mit Tages-Schlafbedürfnis entgegengekommen werden.

### Vergleich der 3 Geräte, spezifischer Verbrauch

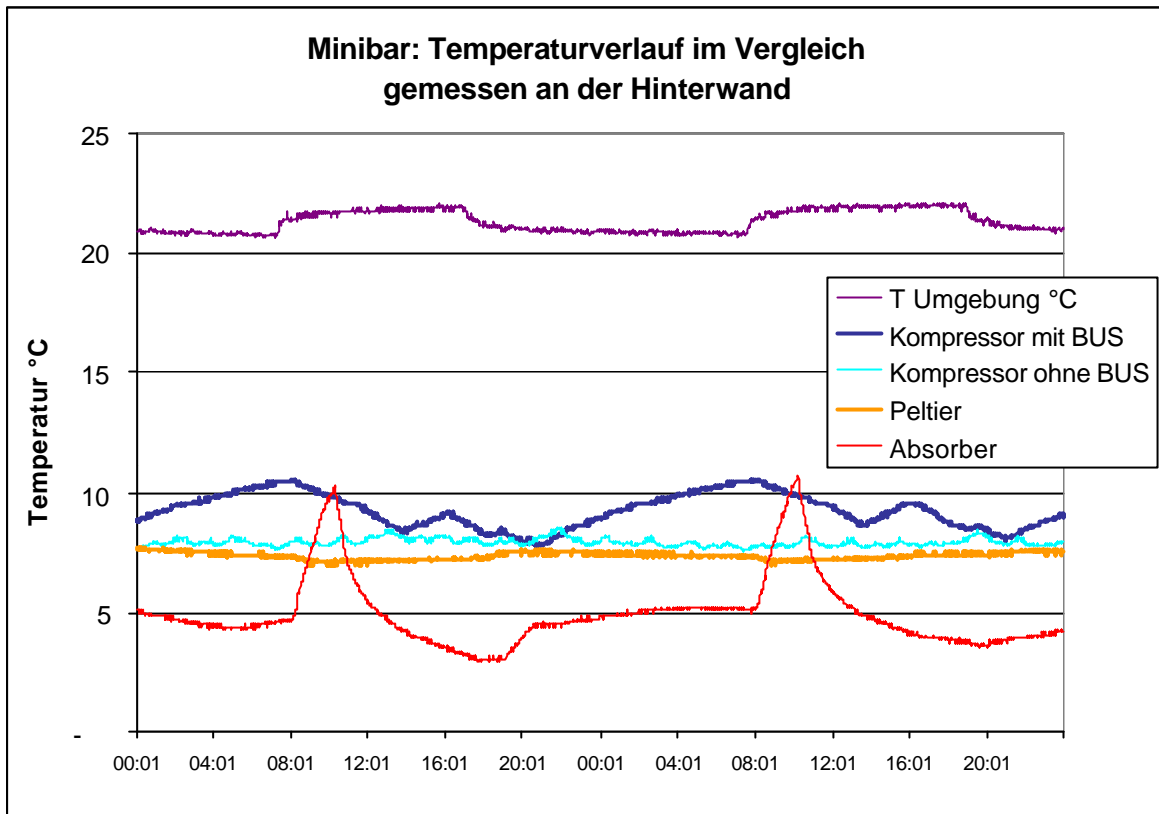


Fig. 9 Temperaturverlauf der 3 Minibars im Vergleich

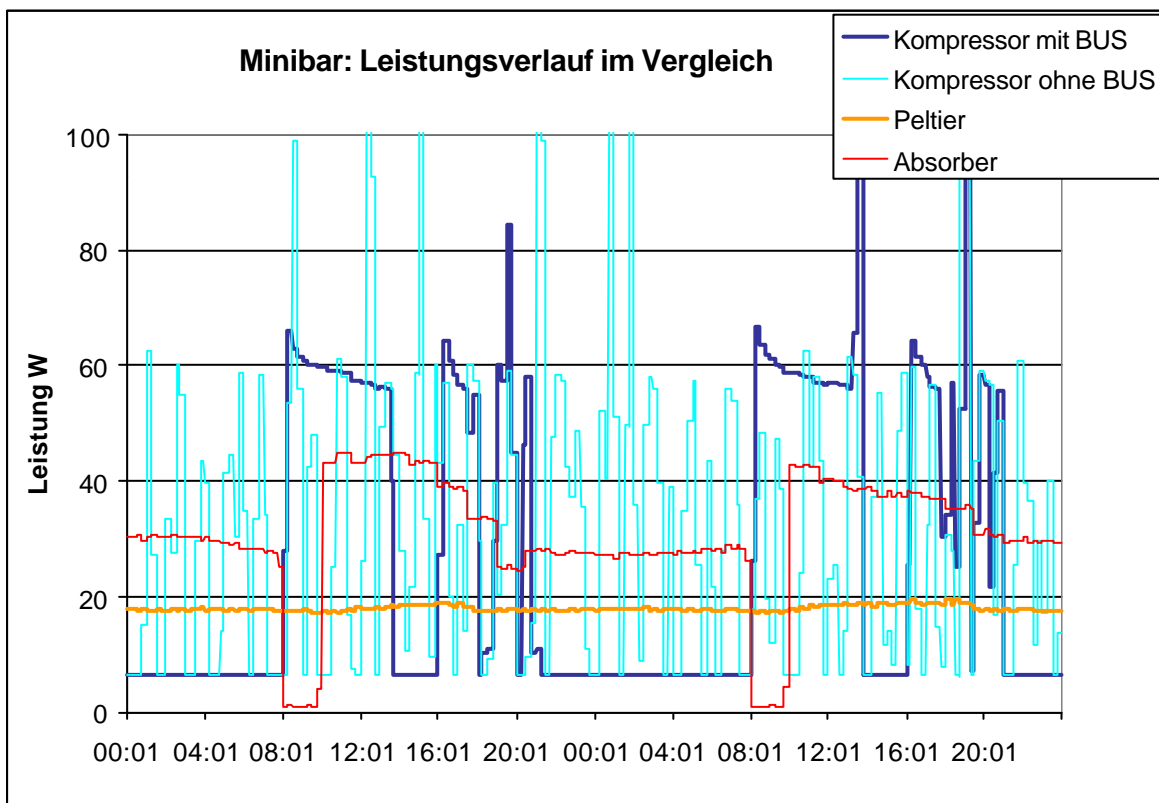


Fig. 10 Leistungsverlauf der 3 Minibars im Vergleich

Zu Fig. 9: die **Umgebungstemperatur** wurde von der Peltier-Messung übernommen, sie ist typisch für alle Messungen. Bei der Messung "Kompressor mit BUS" fehlt allerdings am ersten Tag die charakteristische Temperaturerhöhung.

Auffallend sind in Fig. 9 die starken Schwankungen beim Absorbionsgerät, welcher beim Abtauprozess offenbar sogar Wärme ins Innere überträgt (steiler Anstieg!), während bei den Unterbrüchen "Kompressor mit BUS" ein viel langsamerer Temperaturanstieg zu beobachten ist.

Bezüglich Reaktion auf den Umgebungstemperatur-Anstieg verhalten sich Kompressor (ohne BUS) und Peltier gegensätzlich: Beim Kompressorgerät folgt die Innentemperatur der Umgebungstemperatur (allerdings kaum merklich), während beim Peltier-Gerät eine "Überkompensation" erfolgt, bei Erhöhung der Umgebungs- sinkt die Innentemperatur.

Fig. 10 lässt deutlich die verschiedenen Steuerungsarten erkennen (vgl. auch Grafiken und Kommentare im Anhang):

- Typische Ein-Aus-Zyklen beim Kompressor ohne BUS
- 2 längere Betriebsunterbrüche beim Kompressor mit BUS
- Absorbionsgerät mit Abtaupausen, Leistung offenbar stufenlos geregelt
- Peltier praktisch konstante Leistungsaufnahme, stufenlos geregelt.

Zu beachten sind, mit Hinblick auf die Messergebnisse von Tabelle 6, die jeweiligen mittleren Innentemperaturen; der Elektrizitätsverbrauch muss auf die **effektive Temperaturdifferenz** bezogen werden (vgl. aber auch 3.3, uneinheitliche Verbrauchsangaben!). Aus den Messdaten wurden im Minutenschritt die Mittelwerte der Temperaturdifferenzen Umgebung - Innen ermittelt und in Tabelle 7 zusammengestellt. Bezieht man die Werte auf "Kompressor ohne BUS", so zeigt sich mit BUS eine um ca. 12% kleinere Temperaturdifferenz, welche gemäss Messergebnissen allerdings nur eine Einsparung von 8% bewirkte. Beim Absorbionsgerät resultiert eine um 27% grössere wirksame Temperaturdifferenz.

Absorbtion	17.18 K	126.9%
Peltier	13.92	102.7%
Kompressor ohne BUS	13.54	100.0%
Kompressor mit BUS *	11.88	87.7%

Tab. 7 Temperaturdifferenzen Umgebung - Innen der Messungen

\* Die höhere mittlere Innentemperatur mit BUS ist beabsichtigt.

In Tabelle 8 sind die gemessenen Verbrauchswerte auf die effektiven Temperaturdifferenz bezogen, d.h. korrigiert. Da die höhere Innentemperatur mit BUS-Betrieb beabsichtigt ist, wird für diesen Fall kein temperatur-korrigierter Wert angegeben.

Da die Energieverbräuche von Kühlgeräten sich keineswegs linear mit dem Nutzvolumen verändern, ist eine entsprechende Korrektur für **das abweichende Volumen des Kompressorgerätes** nicht ohne weiteres möglich. Die Korrektur mit der Volumenformel der Energie-Etikette ist bei diesen sehr kleinen Volumina kaum sinnvoll, da sich für 30 bis 70 Liter fast der gleiche Standard-Jahres-Elektrizitätsverbrauch ergibt (< 5% Differenz). Ausserdem gilt die Energie-Etikette nur für Haushaltgeräte. Eine Volumenkorrekturformel war auch in den Verbrauchszielwert-Merkblättern des BFE von 1995 enthalten; diese ergäbe eine etwas grössere Differenz von ca. 10% zwischen 30 und 70 Liter Inhalt. Werden die von Bartech deklarierten Verbrauchswerte von 72 und 40 L (0.49, 0.40 kWh/d) ins Verhältnis gebracht, so ergäbe sich ein Minderverbrauch eines 30 L (vs. 70 L) von 25%, was wohl einen für das Gerät sehr günstigen Vergleich ergibt (Tab. 8).

Hersteller	Technik, Nutzinhalt	Verbrauch Katalog kWh/d	Verbrauch gemessen	Verbrauch gem., korr. auf DT 13.5 K	Verbrauch, gem., korr. Vol., korr. DT
Dometic	Absorbtion 30 L	0.7	0.75	0.59	<b>0.59</b>
Messerschmitt	Peltier 30 L	0.45	0.43	0.42	<b>0.42</b>
Bartech	Kompressor 72 L		0.75	0.75	<b>0.57</b>

Tab. 8 Gemessener Elektrizitätsverbrauch pro Tag (kWh/d), korrigiert mit effektiver Temperaturdifferenz sowie volumenkorrigiert (Annahme 25% Minderverbrauch für 30 statt 72 L),

**Die Energieeinsparung des Peltier-Gerätes gegenüber dem Absorbtionsgerät beträgt, temperaturkorrigiert: 29% (1 – 42/59).**

**Das Bartech-Kompressorgerät liegt, auch bei sehr grosszügiger Volumenkorrektur, in der Grössenordnung des Absorbionsgerätes.**

*Der deklarierte Verbrauchswert wäre immer noch höher als jener des Peltier-Gerätes.*

Die Ergebnisse des Bartech-Kompressorgerätes sind enttäuschend, da von der Technologie bessere Werte als bei Peltier-Geräten erwartet wurden. Insbesondere zeigen die besten kleinen "normalen", d.h. nicht Minibar-Kühlschränke, deutlich günstigere Verbrauchswerte (vgl. Tabelle 4, Fors-Liebherr Kompressorgeräte; die massgebende normgerechte Temperaturdifferenz ist mit 20 K (EN 28187) wesentlich höher als die in Tabelle 8 zugrunde gelegten 13.5 K.

In einem Folgeprojekt könnte untersucht werden, weshalb diese Geräte nicht effizienter sind und womit allenfalls die Effizienz verbessert werden könnte (vgl. Abschnitt 7.3).

### **Anmerkung zu früheren Messungen eines Peltier-Gerätes**

Die Firma Messerschmitt hat im Jahr 2001 bereits die Messung eines 40 L Gerätes beim TÜV Nürnberg in Auftrag gegeben. Das Ergebnis war ein Energieverbrauch von 0.821 kWh/d bei 16.6 K Temperaturdifferenz. Auf die Vergleichs-Temperaturdifferenz von 13.5 K korrigiert ergibt sich ein Wert von 0.67 kWh/d. Dieser wäre, bezogen auf 40 L Inhalt, mit dem in unserem Projekt ermittelten Wert von 0.42 kWh/d bei 30 L zu vergleichen. Laut Angaben der Messerschmitt-Vertretung ist die Differenz auf seither erzielte technische Fortschritte bei der Effizienz zurückzuführen, u.a. verbesserte Wärmeableitung sowie Regelung.

## 5. Umfrage bei Hotelbetreibern

Unter den in der Gruppe "Kongresshotels" organisierten Drei- und Vierstern-Hotels sowie einigen Betrieben in Basel wurde im Februar - März 2004 eine i.d.R. schriftliche Umfrage zum Betrieb von Minibars durchgeführt. Damit konnten total 2'623 Minibars erfasst werden, also ein bedeutender Anteil von knapp 5% der geschätzten vorhandenen 55'000 Minibars. Die Ergebnisse sind nachstehend zusammengefasst.

Die **typische Minibar** des erfassten Bestandes weist folgende Eigenschaften auf:

Absorbtionstechnik, Gerät gekauft bei Lieferant Minibar oder Elektrolux, knapp 5 Jahre alt, manuelle Erfassung des Konsums der Gäste.

### 5.1 Alter der Geräte

Die erfassten Geräte sind durchschnittlich 4.9 Jahre alt, z.T. bis 12 Jahre.

Somit ist – wenn markante Bestandesveränderungen vernachlässigt werden – von einer mittleren Einsatzdauer im Bereich von 10 Jahren auszugehen. Dies ist für die Amortisationsdauer im Zusammenhang mit der Wirtschaftlichkeitsrechnung von Bedeutung.

### 5.2 Technik, Elektrizitätsverbrauch

Es wurden grossmehrheitlich Absorbionsgeräte genannt. Nur das Dolder Waldhaus (Zürich) teilweise und das Hilton Basel verwenden Kompressorgeräte (Hilton: konzernweite Vorschrift)

Absorbion	2'355	90%
Kompressor	268	10%

Die wenigsten Betriebe verfügen über Verbrauchsangaben ihrer Minibars. Aus den erhaltenen Angaben (gewichtetes Mittel von etwa 500 von der Umfrage erfassten Geräten) errechnet sich mit den Katalogangaben zum Elektrizitätsverbrauch ein Geräte-Durchschnitt von **1.03 kWh/d**.

In der Umfrage wurden 125 ganz und 243 fast neue Geräte erfasst, so dass das durchschnittliche Alter tiefer als jenes des gesamtschweizerischen Bestandes liegt. Eine korrigierte Hochrechnung führt zu einem Durchschnittswert von

**1.2 kWh/d,**

der sich auch mit früheren Einzelmessungen von EnAW Moderatoren im Gastgewerbebereich [3] deckt.

### 5.3 Besitz / Leasing / Operation Agreements

- Der überwiegende Teil der Geräte wurde von den Hotels **gekauft**, nur 14% sind geleast.
 

Gekauft	2'246
Geleast	355

- **Operating Agreements** sind nicht geläufig.

Die Angebote zu Operation Agreement der Hersteller werden von den 12 befragten Hotels kaum genutzt. Sie wollen möglichst unabhängig bleiben. Einige Betriebe betrachten die Minibar als Dienstleistung am Kunden und erfassen den Konsum z.T. nicht aktiv. Normalerweise erfolgt die Erfassung durch den Zimmerservice, nur 2 Hotels haben ein zentrales Datenerfassungssystem für automatisches Billing installiert.

#### **Erfassung des Konsums:**

Manuell	1'981	75.6%
nein	174	6.6%
zentral	468	17.8%

## **5.4 Anteile der Hersteller**

- Die **Vertriebswege** sind unübersichtlich.  
Baugleiche Modelle weisen verschiedene Gerätebezeichnungen auf, was auf den gleichen Produzenten hindeutet, obwohl der Vertrieb über unterschiedliche Firmen erfolgt. Electrolux baut Geräte für Dometic und Minibar, ist also als Hersteller dominant im Markt.
- In der erfassten Gesamtheit vertretene **Anbieter mit Stückzahlen:**

Electrolux	742	28.29%
Minibar	716	27.30%
Dometic	497	18.95%
Sibra	450	17.16%
Bartech	218	8.31%

## 6. Einspar-Möglichkeiten und -Potenziale

### 6.1 Sparpotential

Das Einspar-Potenzial ist beträchtlich: nach unseren Abschätzungen und Hochrechnungen sind rund 55'000 Absorbtiions-Minibars im Einsatz, verbrauchen rund **24 GWh/a** und verursachen Stromkosten von rund 4.8 Mio. Fr./a, dabei nicht eingerechnet der Strom-Mehrverbrauch in klimatisierten Zimmern bzw. die unerwünschte Erwärmung. Mit heute im Handel erhältlichen Geräten könnte die Dienstleistung mit ca. 1/3 des aktuellen Stromverbrauchs erbracht werden.

Die einfachste und kostengünstigste Möglichkeit der Elektrizitätseinsparung bei Minibars besteht darin, im Ersatzfall (Alter, Renovation, etc.) die sparsamere Peltiertechnik oder sehr gute Kompressorgeräte mit Zeitsteuerung einzusetzen. Gegenüber den alten Geräte beträgt die Einsparung über 50%, gegenüber neuen Absorbtiionsgeräten gemäss den Messungen rund 30%. Zu Gunsten der Peltiertechnologie spricht auch, dass damit keinerlei Kältemittel eingesetzt werden müssen.

Obwohl das Nutzvolumen keinen starken Einfluss auf den Energieverbrauch hat, sprechen auch andere Argumente für kleine Geräte; 30 – 40 L sollten ausreichen. auf energieverwendende Extras wie Eiswürfelfach oder Glasfront soll verzichtet werden.

Wird somit von einem durchschnittlichen Energieverbrauch neuer (Peltier-) Minibars von 0.45 kWh/d ausgegangen, so beträgt das **Sparpotenzial** schweizweit gegenüber einem **Bestandes-Durchschnittswert von 1.2 kWh/d**, bei vollständiger Ausschöpfung:

**15 GWh/a**  $(1.2 - 0.45) * 55'000 * 365 \text{ kWh/a}$ , bzw.  
**62%** des aktuellen geschätzten Elektrizitätsverbrauchs der Minibars.

Allerdings scheinen die z.Zt. angebotenen neuen Geräte noch nicht alle Effizienzmöglichkeiten konsequent auszunutzen. Bei konsequentem Einsatz moderner Technologien müssten zusätzliche Einsparungen, d.h. tiefere spezifische Verbräuche realisierbar sein, allerdings nicht ohne Mehrkosten:

- Dickere Wärmedämmung oder Vakuumisolierung
- Effizientere Kompressorgeräte (s. unten)
- Zeitsteuerung auch bei Peltier- und Absorbtiionsgeräten.

Erstaunlich ist die vergleichsweise schlechte Effizienz des Kompressorgerätes: gemessener Elektrizitätsverbrauch 0.75 bzw. 0.69 kWh/d; aber auch der deklarierte Wert (0.49 kWh/d) wäre nicht besser als jener des Peltier-Gerätes (vgl. Tab. 8). Dass die Kompressortechnologie viel höhere Effizienz erbringen kann, zeigt der 150 L A++ Kühlschranks von Fors-Liebherr mit 0.23 kWh/d bei höherer Temperaturdifferenz als die Minibar-Messungen (vgl. Tab. 4 sowie [www.topten.ch](http://www.topten.ch) > Haushalt, Kühlschränke freistehend < 200 L).

Die gewünschte "Minibar"-Dienstleistung, nämlich jederzeit kalte Getränke auf dem Zimmer bzw. auf der Etage erhalten zu können, lässt sich auf unterschiedliche Weise mit z.T. drastisch kleinerem Energieverbrauch realisieren. Allerdings haben die Umfrage sowie Erkundigungen in der Branche ergeben, dass die Hoteliers Wert auf eine diskrete Dienstleistung, also die Minibar im Zimmer, legen und somit die energieeffizientesten Möglichkeiten mit grösseren Kühlgeräten auf der Etage nicht als Alternative in Betracht ziehen.

Eine weitere Möglichkeit der zentralen effizienten Kälteerzeugung wurde 1996 in Arbeiten von Studierenden untersucht: In den Zimmern befinden sich passive wärmeisolierte Kühlschränke, welche beim Zimmerservice mit frisch gekühlten **Latentspeicher-Elementen** beschickt werden. Die zentrale Kühlanlage kann zudem nachts betrieben werden (Niedertarif) und die Abwärme für die Wassererwärmung o.ä. genutzt werden. Dieses Konzept wurde dann auch tatsächlich für das Hotel "Adler" in Zürich erfolgreich umgesetzt; es funktioniert auch heute noch zur Zufriedenheit. Eine breite Umsetzung scheitert bisher an den Kosten, da die Herstellung der Kühlgehäuse etwa das Dreifache einer herkömmlichen Minibar kosten soll. Weitere Angaben vgl. **Anhang 9.3**.

## 6.2 Sparpotential in Beispielbetrieb

Der nachstehend beschriebene Fall ist real. Es handelt sich um einen \*\*\*-Betrieb in Zürich mit folgender Ausrüstung:

Anzahl	Alter	Verbrauch (Datenblatt)	Peltier	Einsparung kWh	Einsparung Fr.
180	12	1.50 kWh/d	0.45 kWh/d	68'985	12'072.--
80	10	1.20 kWh/d	0.45 kWh/d	21'900	3'833.--
90	4	0.80 kWh/d	0.45 kWh/d	11'497	2'012.--
Strompreis 17.5 Rp/kWh				<b>102'382</b>	<b>17'917.--</b>

Tab. 9 Alle Minibars mit Absorptionstechnik, Verbrauchswerte und Einsparungen pro Jahr.

Der beschriebene Hotelbetrieb spart bei der Umstellung auf das effiziente Peltier-Gerät jährlich insgesamt über 100'000 kWh Strom bzw. knapp Fr. 18'000.-- .

Wenn nur die 10- bis 12-jährigen – also praktisch amortisierten – Geräte sofort ausgetauscht werden, beträgt die jährliche Einsparung rund 90'000 kWh bzw. knapp Fr. 16'000.--.

Als **wirtschaftlich interessante Möglichkeit** bietet sich an, die 260 Stück 10- bis 12-jährige Geräte sofort durch Peltier-Geräte zu ersetzen. Angesichts des Alters ist ein Restwert von max. 15% zu kalkulieren. Wird ein Gerätepreis von 750 Fr. eingesetzt, so bedeutet dies eine Mehrinvestition (für vorzeitigen Ersatz) von 29'250 Fr, welche somit in 2 Jahren amortisiert ist. Unter Berücksichtigung des etwas günstigeren Preises der Peltier-Geräte und der höheren Qualität neuer Geräte (Unterhalt!) ist die Wirtschaftlichkeit noch besser, d.h. als ausgezeichnet, zu bezeichnen.

## 6.3 Wirtschaftlichkeitsrechnung

### Massnahmen, die praktisch nichts kosten

Für solche Massnahmen ist keine Wirtschaftlichkeitsrechnung nötig. Dies sind einerseits betriebliche Massnahmen wie Temperatur-Einstellung, Ausschalten bei nicht belegten Zimmern, saubere Belüftungswege (vgl. Kapitel 7).

Andererseits ist beim Ersatz von Minibars bei Defekt, Zimmer-Renovation etc. die Wahl eines sparsameren Produktes nicht mit zusätzlichen Kosten verbunden; u.U. sind die Beschaffungskosten sogar tiefer. Eine Wirtschaftlichkeitsrechnung ist auch dafür nicht nötig, ausser ggf. zur Auswahl des optimalen Gerätes bei unterschiedlichen Investitionskosten. Ein Problem scheint jedoch die Deklaration des Elektrizitätsverbrauchs zu sein; so ist z.B. auf der Website des führenden Anbieters

[www.Bartech.com](http://www.Bartech.com) überhaupt keine Angabe eines Elektrizitätsverbrauchs zu finden, dies obwohl Bartech alle drei gängigen Technologien anbietet!

## Grundlagen für die Energiekostenberechnung über die Nutzungsdauer

Tabelle 10 zeigt beispielhaft die Energiekosten für jeweils zwei Nutzungsdauern und Strompreise für vier Energieverbrauchskategorien. Letztere lassen sich den heute erhältlichen Geräten wie folgt zuordnen:

0.3 kWh/Tag	Beste Kompressorgeräte mit Sparmassnahmen (Temperatur-Zeit-Management) oder beste "normale" Kleinkühlschränke
0.45 kWh/Tag	Peltier-Geräte 30 L oder Kompressorgeräte bis 60 L
0.9 kWh/Tag	Gute Absorbtiionsgeräte (0.7 von Bestgeräten oder mit Temperatur-Zeit-Management erreichbar)
1.5 kWh/Tag	Ältere durchschnittliche und neue schlechte Absorbtiionsgeräte

Strompreise:

Beim tiefen Preis (16 Rp/kWh) wird ein Anteil von ca. 30% Niedertarif (NT) angenommen, z.B.: Hochtarif 18 Rp/kWh, 70%, NT 12 Rp/kWh, 30% >> Ø 16.2 Rp/kWh.

Beim hohen Strompreis ist höchstens ein kleiner Anteil NT enthalten, was z.B. bei Nacht-Ausschaltung zutreffen kann (Zeitmanagement wegen Kompressorgeräusch).

Verbrauchskategorie (kWh/Tag):	0.3	0.45	0.9	1.5
<b>12 Jahre Nutzungsdauer</b>				
22 Rp./kWh = hoher Strompreis	289	434	867	1445
16 Rp./kWh = tiefer Strompreis	210	315	631	1051
<b>8 Jahre Nutzungsdauer</b>				
22 Rp./kWh = hoher Strompreis	193	289	578	964
16 Rp./kWh = tiefer Strompreis	140	210	420	701

Tab. 10 Energiekosten von Minibars über 8 bzw. 12 Jahre Nutzungsdauer, in Fr.

Tabelle 10 zeigt klar, dass die Stromkosten bei Minibars einen gewichtigen Kostenfaktor darstellen; bei verschwenderischen Geräten übersteigen sie die Anschaffungskosten. Dabei sind zusätzliche Klimatisierungskosten aufgrund der Minibar-Abwärme noch nicht enthalten. Aufgrund dieser Ergebnisse kann ein vorzeitiger Ersatz von über 6-jährigen Geräten durchaus wirtschaftlich sein.

## Gerätekosten, Beispiel

Der Kaufpreis einer Minibar bewegt sich zwischen ca. 450 und 1'500 Fr., je nach Grösse, Ausstattung (z.B. BUS-Steuerung oder EDV-Schnittstelle) und Anbieter; typischer Bereich 600 bis 900 Fr.. Die Kühl-Technologie scheint keinen entscheidenden Preiseinfluss zu haben. Zur Zeit werden in der Schweiz Peltier-Minibars zur Ankurbelung des Absatzes günstiger als vergleichbare Absorbtiionsgeräte angeboten.

Konkretes Rechenbeispiel: der (vorzeitige) Ersatz einer typischen (1.5 kWh/d) 30 Liter-Absorbtiions-Minibar, nach 6 Jahren:

- kalkulatorischer Restwert 400 Fr.
- Energiekosten des alten Geräts für **6 Jahre** (vgl. Tab. 10, hoher Strompreis): 722 Fr.
- Energiekosten des neuen Geräts für 6 Jahre (0.45 kWh/d) 217 Fr.
- Einsparung Energiekosten während Restnutzungsdauer 505 Fr.

Ein neues Peltier-Gerät kann somit schon in 6 Jahren den Restwert des ersetzten Gerätes durch Energiekosteneinsparungen überkompensieren. Zudem dürfte es z.Zt. weniger kosten als ein weniger sparsames Absorbtiionsgerät.

### Mögliche Hindernisse für einen vorzeitigen Ersatz

Minibar-Betreiber, die ihre Geräte gekauft haben, sollten in den meisten Fällen sparsame Ersatzgeräte finden, die in die **vorhandenen Möbel** passen.

Peltier-Geräte verursachen im Normalbetrieb kein vernehmbares **Geräusch** (vgl. 2.1), bei Kompressorgeräten sollte ein Zeit-Management nächtlichen Betrieb vermeiden.

**Leasing-Verträge** (typisch: 7-Jahresvertrag mit ca. 140 Fr./Jahr Rate) können meist nicht ohne empfindliche Abschreiber vorzeitig gekündigt werden. Wichtig ist, die Vertragsbedingungen genau zu kennen und ggf. automatische Verlängerungen zu vermeiden.

Warten auf die super-sparsame **Zukunftslösung** kann nicht empfohlen werden, da entsprechende Entwicklungen, selbst wenn schon im Gange, bis zur Marktreife viele Jahre dauern können – wenn sie überhaupt vorankommen. Hingegen können alternative Lösungen der "kalte Getränke-Dienstleistung", etwa Getränkeautomaten auf der Etage, sehr wohl wirtschaftlich interessant sein und bei gesicherter Planung einen Geräteersatz hinausschieben lassen.

## 6.4 Was können Betreiber von Minibars tun?

Wie in Abschnitt 6.1 angesprochen, ist die wirklich effiziente Kompressor-Minibar auf absehbare Zeit nicht auf dem Markt erhältlich (technisch Machbares in vgl. 3.2, Tabelle 4). Gemäss unseren Untersuchungen und der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (6.3) ist daher beim notwendigen Ersatz von Minibars z.Zt. das **Peltier**-Produkt zu empfehlen. Je nach sonstigen Umständen (Renovation, Vereinheitlichung der Modelle etc.) kann es auch für einen vorzeitigen Ersatz, nach etwa 6 oder mehr Jahren interessant sein.

Um das Bedürfnis nach effizienteren Minibars zu markieren, sollten Minibar-Käufer bei allen Beschaffungen ausdrücklich danach fragen, evtl. sogar sich nach effizienten Kompressor-Minibars erkundigen. Als Hintergrund dafür könnte ein Merkblatt dienen (vgl. 7.1).

## 7. Umsetzungsmöglichkeiten

Zur Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in konkrete Energieeinsparungen schlagen wir 3 Wege bzw. Folgeprojekte vor, welche parallel angegangen werden können:

### 7.1 Information, Merkblatt, Publikation in Fachzeitschriften

Verschiedene im Bericht beschriebene sowie bei den Experten vorhandene Erkenntnisse sollen in geeigneten Formen zusammengestellt werden. In Frage kommen vor allem:

- Präsentation für Vorträge, Seminarien (Folien bzw. Power-Point-Präsentation)
- Fachartikel für Gastgewerbe-Fachzeitschriften
- Merkblatt zum Abgeben bzw. Verteilen, inkl. PDF-Version für Download von Websites.

Die "Gefässe" zur Platzierung solcher Informationen sind vorhanden und können ohne weiteres genutzt werden. Insbesondere bieten sich die EnAW Erfa-Gruppen bzw. EnAW-Moderatoren an, das EnergieSchweiz Projekt "Hotel-Power", ENAK (Energetischer Anforderungskatalog an Geräte für die Verpflegung und Beherbergung), aber auch die Fachverbände und -Zeitschriften dürften interessiert sein.

Kostenschätzung für die Erstellung eines Fachartikels, einer Präsentation sowie eines Merkblattes: ca. 10'000 Fr. (davon Druckkosten ca. 1'500 Fr.).

Zeitbedarf: ca. 4 Monate

### 7.2 Vorarbeiten für ein Energie-Label für Minibars

Die Energie-Etikette für Haushaltgerät ist auf Minibars nicht anwendbar, weil sie definitionsgemäss nur für Haushaltgeräte gilt und weil die Effizienzberechnung der Kühlgeräte-Energie-Etikette für die kleinen Volumina unter 70 Litern nicht anwendbar ist. Somit müsste eine eigene Berechnungsmethode sowie ein "neues" Label gefunden bzw. vorgeschlagen oder eine bestehende Institution (z.B. Blauer Engel) angegangen werden. Da Minibars kaum in der Schweiz hergestellt werden, ist ein europäischer Ansatz anzustreben. Die Vorarbeiten sollten somit folgende Teile umfassen:

- Recherche in Europa, ob Bestrebungen, allenfalls Projekte existieren; Zuständigkeiten, Vorgehensweisen etc.
- Erarbeiten von Kriterien und Prüfmethode
- Erarbeiten einer Effizienz-Skala (u.a. Volumengewichtung etc.), Vorschlag für Klassierung.

Mit diesen Vorarbeiten würde ein eigentliches (möglichst internationales) Label-Projekt erst gestartet werden können.

Kostenschätzung Vorprojekt: ca. 10'000 Fr.

Zeitbedarf: ca. 6 Monate

### 7.3 Recherche "Energieoptimierte Kompressor-Minibar"

Wie die Untersuchungen gezeigt haben, scheinen die z.Zt. angebotenen Kompressor-Minibars (Bartech) technisch keineswegs optimiert zu sein; jedenfalls gibt es Haushalt-Kleinkühlschränke mit viel kleinerem Elektrizitätsverbrauch bei grösserem Volumen. Um die Möglichkeiten eines Entwicklungsprojekts "Energieoptimierte Kompressor-Minibar" abzutasten, wurden Industriepartner kontaktiert und die folgenden Antworten erhalten:

- WEMO-Geräte AG, 8252 Schlatt TG:  
Spezialist für Solar-Kühlgeräte etc., Sonderanfertigungen und Kleinserien. Wegen der aus Kostengründen erforderlichen Seriengrösse kommt eine Kleinstserienfertigung kaum in Frage.
- Minibar AG, 6340 Baar ZG:  
Laut Auskunft des Technologie-Leiters ist die Firma lediglich interessiert an "silent technologies", d.h. Geräte mit Kompressoren sind momentan nicht auf der Prioritätenliste.
- Electrolux AG, Zürich:  
Für eine Neuentwicklung in diesem Bereich verfügt Electrolux leider über keine eigenen Ressourcen mehr, nachdem die Produktion von Minibar an die Firma Dometic (D) verkauft wurde.

Somit besteht z.Zt. offenbar kein unmittelbares Interesse der einschlägigen Industrie in der Schweiz an einer entsprechenden technischen Entwicklung. Für eine tiefer gehende Abklärung dieser Situation müsste mit etwas grösserem Aufwand die Ausgangslage dokumentiert werden und damit weitere potenzielle Industriepartner, evtl. auch im Ausland, angegangen werden, was jedoch Besuche bei den Firmen mit der notwendigen Vorarbeit erfordern würde.

Im Rahmen der Umsetzung der Projektergebnisse (Abschnitt 7.1, 7.2) zeigen sich evtl. weitere Möglichkeiten derartiger Kontakte. Es ist ein Aufwand von einigen Arbeitstagen dafür zu veranschlagen.

## 8. Quellenverzeichnis

- [1] **Elektrische Energie im Hochbau**, SIA-Norm 380/4 (in Vernehmlassung ab Mai 2004, bisher Empfehlung, 1995, Schweiz. Ingenieur - und Architektenverein, Zürich).
- [2] Schweizer Hotelier-Verein *hotelleriesuisse*, [www.swisshotel.ch](http://www.swisshotel.ch) (div. Daten)
- [3] EnAW Moderatoren im Gastgewerbebereich, u.a. Alteno Ag und Lorenz Perincioli:  
Alteno AG, Efringerstrasse 32, 4057 Basel, [www.alteno.ch](http://www.alteno.ch)  
T 061 691 02 12, F 061 691 02 95, Lukas Herzog  
Lorenz Perincioli, Masch. Ing. HTL/NDS Umwelt, Schwendibachstrasse 24, 3624 Goldiwil,  
T/F 033 442 13 57
- [4] **Minibar für Hotelzimmer mit Latent-Kühlelementen**, Vogt, Bruno, et al, Infel-Info 1/1998 (Hotel Adler, Zürich, Innovationspreis 1997 "hotel + tourismus revue", IGEHO 97)

## 9. Anhang

- 9.1 Datenblatt Bartech-Minibars, Energieverbrauch
- 9.2 Datalogger-Auswertungsgrafiken:  
- Absorbtions-Minibar  
- Peltier-Minibar  
- Kompressor-Minibar ohne BUS  
- Kompressor-Minibar mit BUS
- 9.3 Öko-Minibar mit Latentkühlelementen [4]

## 9.1 Datenblatt Bartech-Minibars, Energieverbrauch

### Energy performance Compressor VS Absorption technology

Energy Performance - what to look for?

This table gives an indication on the levels of energy efficiency, which can be achieved for Bartech e-Fridge system compared to a usual and traditional minibar. Performance wills differences according to climate and the contents of the minibars.

Calculations based on an energy cost of \$0,10 per Kw (USA in 99) in average for Daytime or nighttime. (Except for Bartech with CESS).

A saving up to 30% can be achieved depending on occupancy and hotel's preference for the level of cooling.

Capacity and Bartech Models	Compressor Based systems		Absorption Technology	
Below indicated values may vary according to the insulation (i.e. material/thickness of the casing).				
	Good	Poor	Bartech	Traditional
	With Bartech online control & electronic thermostat	Class C or D with traditional thermostat	With online Bartech CESS (may vary according to occupancy)	With good quality cooling unit
<b>40 Litre Capacity - B32</b>				
Energy consumption (KW/24h)	0.40	1.20	0.78	0.88
Annual cost of one minibar (US\$)	14.60	48.80	22.80	32.12
Annual Energy cost to run 250 Minibars (US\$)	3 650.00	10 950.00	5 697.00	8 030.00
<b>50 Litre Capacity- B41</b>				
Energy consumption (KW/24h)	0.43	1.25	0.89	1.00
Annual cost of one minibar (US\$)	15.70	45.63	25.98	36.50
Annual Energy cost to run 250 Minibars (US\$)	3 925.00	11 406.00	6 497.00	9 125.00
<b>60 Litre Capacity-H41 &amp; B46</b>				
Energy consumption (KW/24h)	0.45	1.35	0.95	1.07
Annual cost of one minibar (US\$)	16.42	49.27	27.74	36.50
Annual Energy cost to run 250 Minibars (US\$)	4 106.00	12 317.00	6935.00	9 125.00
<b>72 Litre Capacity-H46</b>				
Energy consumption (KW/24h)	0.49		0.99	1.11
Annual cost of one minibar (US\$)	17.88		28.90	40.50
Annual Energy cost to run 250 Minibars (US\$)	4 471.00		7 227.00	10 128.00

#### Bartech Compressor

Good compressor correspond to energetic efficiency Class A or B and poor one to Class E. Bartech uses a Class B

#### Bartech Absorption

Bartech uses a good absorption-cooling unit together with the online CESS, which allows the hotel to save energy in vacant rooms for example and save money with a major coldness production during the nighttime.

## 9.2 Datalogger-Auswertungsgrafiken:

### A Absorbtiions-Minibar

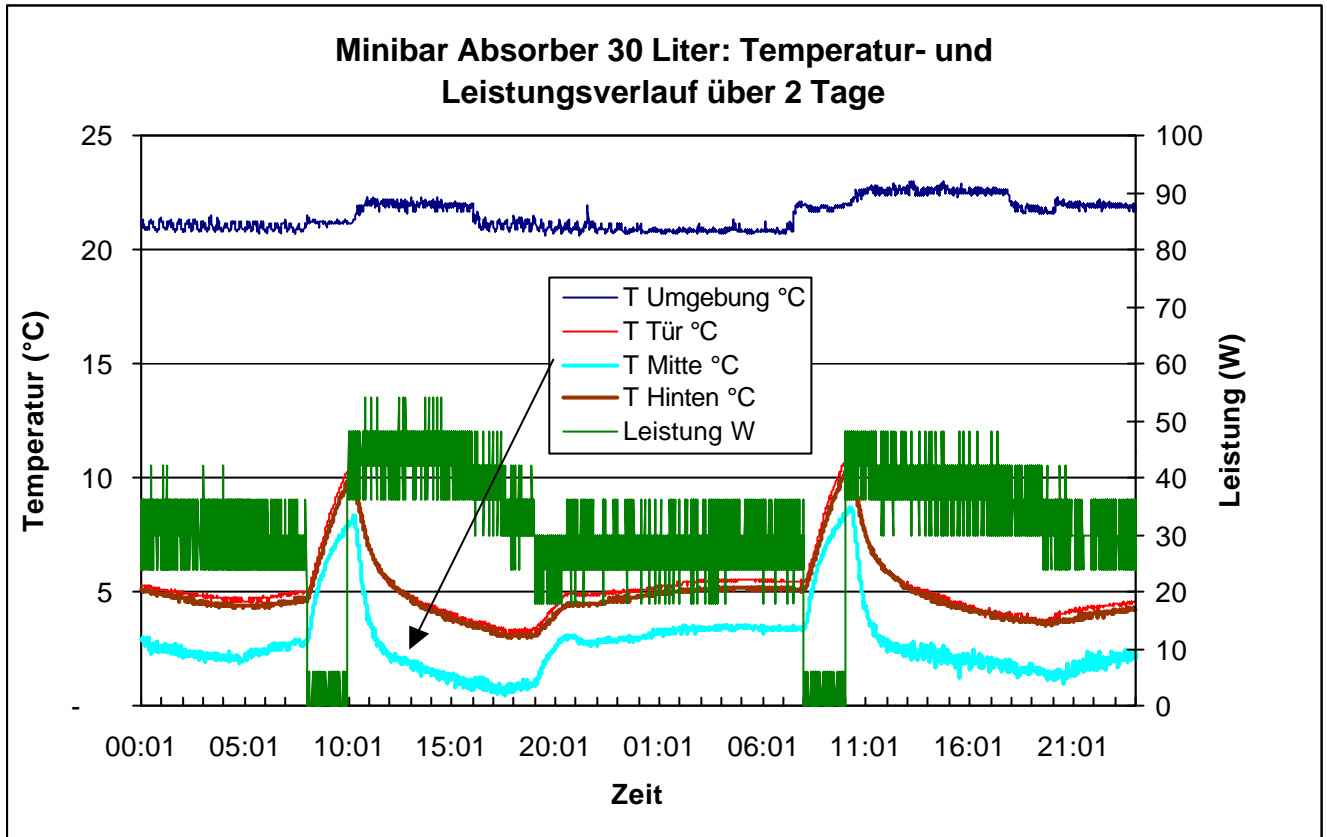


Fig. 11 Absorbtiions-Minibar

- Der Verlauf der Leistungsaufnahme ist nur grob aufgelöst, deshalb die „Sprünge“.
- Die Innentemperatur weist sehr tiefe Minima auf (Mitte:  $<1^{\circ}\text{C}$ ) und ist im Mittel ca. 3.5 K tiefer als bei den anderen Geräte (Reglereinstellung). Während der Abtauung ergeben sich hohe Maxima, weil offenbar sogar Wärme zugeführt wird (vgl. Erläuterungen zu Fig. 10). Die Leistungsaufnahme wird – ausser der Abtaupause – offenbar stufenlos geregelt und zeigt eine kompensierende Erhöhung nach dem Abtauen.

## B Peltier-Minibar

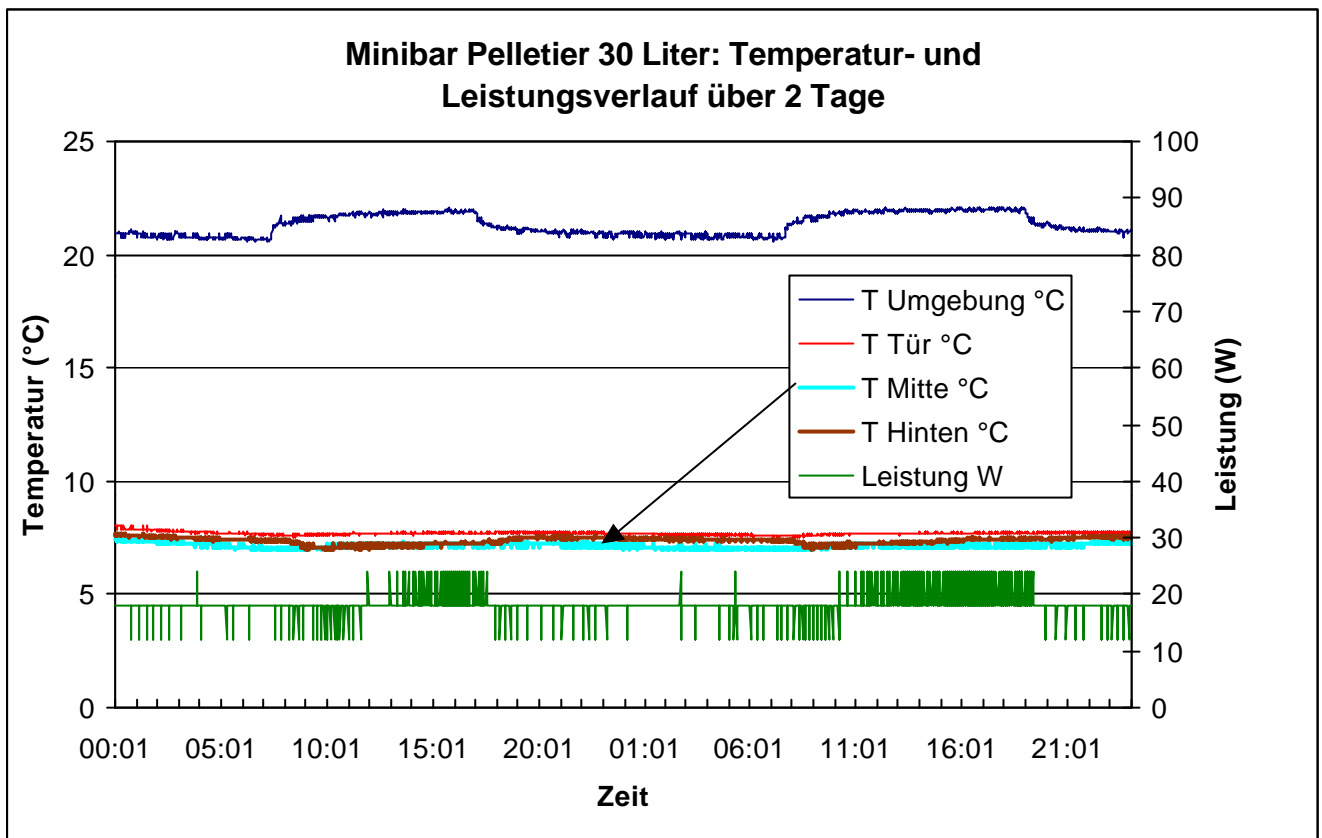


Fig. 12 Peltier-Minibar

- Der Verlauf der Leistungsaufnahme ist nur grob aufgelöst, deshalb die „Sprünge“. Auch hier gibt es offenbar eine stufenlose Leistungsregelung, aber keine Abtaupausen, da die Verdampferetemperatur  $> 0^{\circ}\text{C}$  bleibt.
- Sehr gleichmässiger Verlauf der Temperaturen, welche ausserdem kaum Unterschiede an den verschiedenen Messorten aufweisen.

### C Kompressor-Minibar ohne BUS

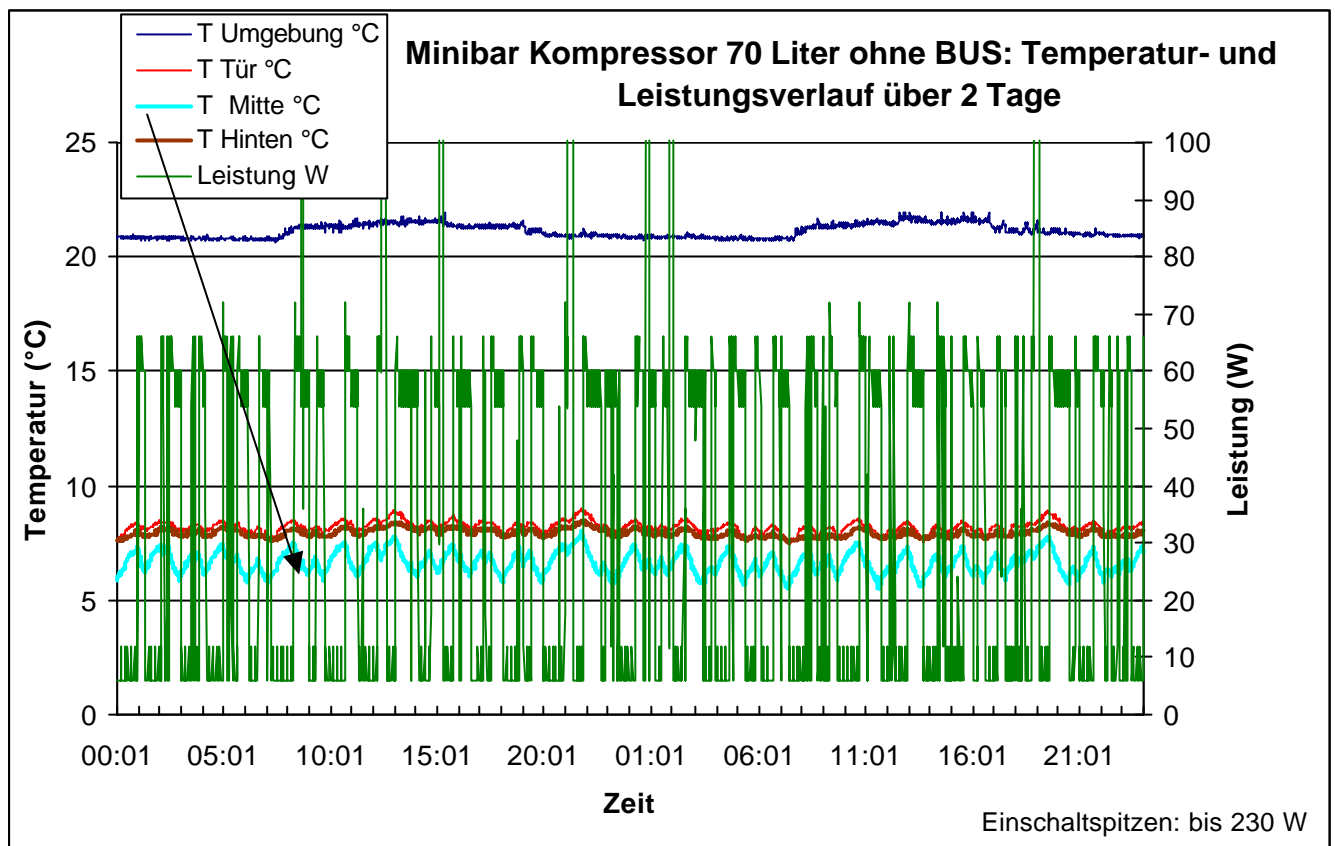


Fig. 13 : Minibar Kompressor ohne Bus

- Für Kompressorgeräte üblicher Ein-Aus-Betrieb des Kompressors mit Einschaltspitzen über 200 W. Auffallend die unregelmässigen Zykluszeiten im Bereich von 10...30 Minuten.
- Mittlere Leistungsaufnahme bei Kompressorbetrieb ca. 60 W, im Standby hohe 8...12 W (wegen Auflösung 6 W nicht genauer anzugeben).
- Die Schwankungen der Innentemperaturen sind gedämpft. Die Temperatur „Mitte“ ist zwar etwas tiefer als „Tür“ und „Hinten“, aber nicht so ausgeprägt wie beim Absorbionsgerät (Fig. 10).

## D Kompressor-Minibar mit BUS

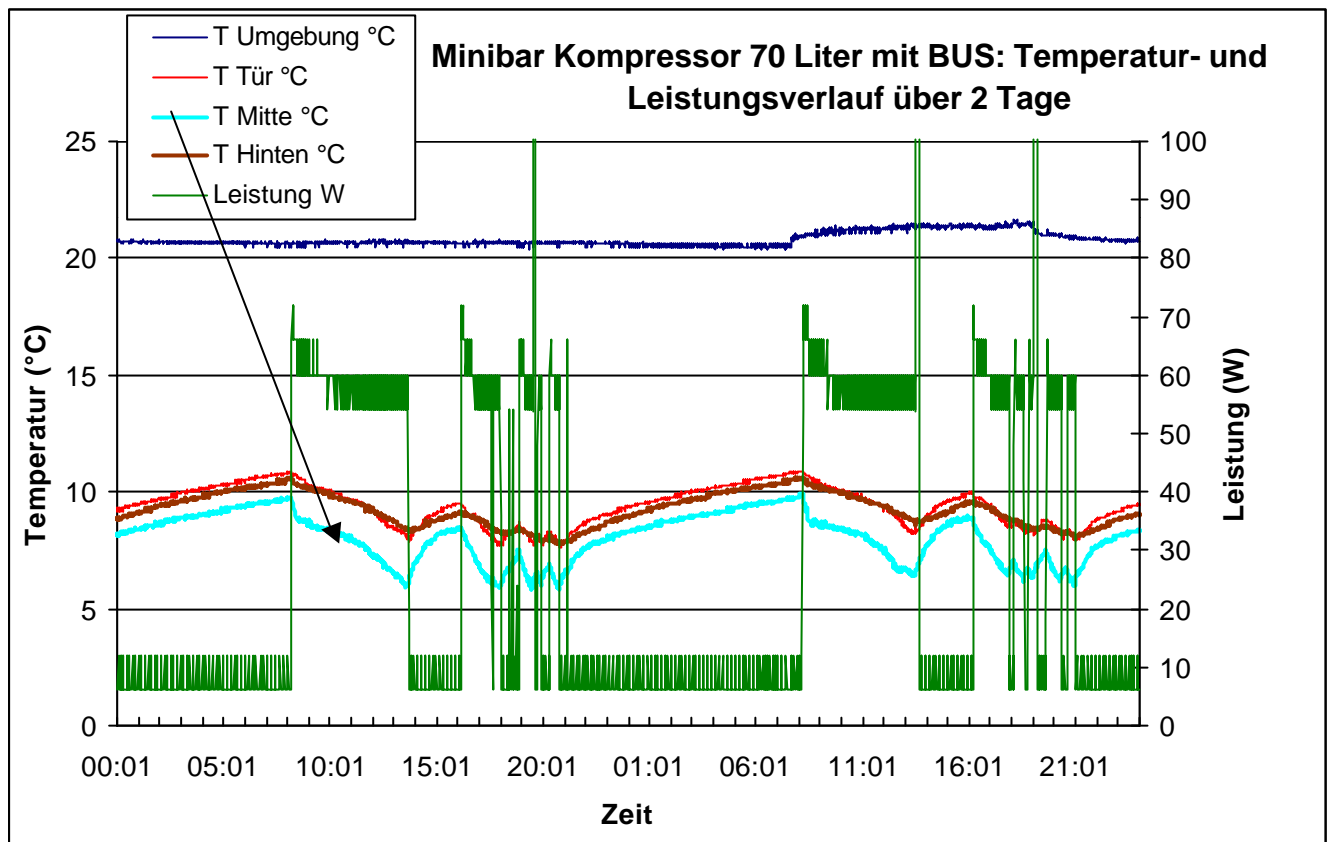


Fig. 14 Minibar Kompressor mit Bus (Zeitsteuerung)

- Der Verlauf der Leistungsaufnahme ist nur grob aufgelöst, deshalb die „Sprünge“.
- Die Zeitsteuerung erlaubt das Einschalten von 8<sup>00</sup> bis 13<sup>30</sup> und von 16<sup>00</sup> bis 21<sup>00</sup> Uhr. Die Temperatur steigt im Laufe der Nacht, erreicht aber während der Nutzungszeit am Abend die gewünschten Werte unter 10°C.
- Die Standby-Leistungsaufnahme unterscheidet sich nicht merklich vom Betrieb ohne BUS

### 9.3 Öko-Minibar mit Latentkühlelementen [4]

Als Folgeprojekt einer Diplomarbeit des Nachdiplomstudiums Energie der Fachhochschule Beider Basel FHBB wurde 1997 ein neuartiges Minibar-Konzept im Hotel Adler (Rosengasse 10, 8001 Zürich) realisiert, vgl. untenstehenden Text.

- Energieverbrauch: Grössenordnung 10% herkömmlicher Minibars
- Investitionskosten: wegen kleiner Stückzahl ca. dreimal höher als herkömmliche Minibars
- Erfahrungen im Betrieb: keine Probleme. Im extrem heissen Sommer 2003 mussten die Kühlelemente in gewissen Zimmern nachmittags nochmals erneuert werden.

Es sind bisher keine weiteren Projekte mit diesem Ansatz bekannt geworden. Für eine breitere Umsetzung wäre eine Serienproduktion der (passiven) Kühlschränke in grösserer Stückzahl notwendig. Dem steht mangelndes Interesse der Hersteller entgegen, da nicht einfach andere Geräte, sondern ein anderes Gesamtsystem mit Einbezug des Zimmerservice-Prozederes (Rolli mit Fächern für Latentkühlelemente, Platz in der zentralen Tiefkühleinheit) anzubieten ist.

(Text von der Website Turicum-Hotels, Presse + Bilder, "Hotel Adler ökologische Vorgaben"):

#### Mini-Öko-Bar

Eine herkömmliche Minibar in einem Hotelzimmer hat insbesondere zwei Nachteile. Zunächst verbraucht das Kühlaggregat verhältnismässig viel Strom, auch dann, wenn die Minibar gar nicht benutzt wird oder das Hotelzimmer leer ist. Deshalb entfallen auf die herkömmlichen Minibars in der Regel nicht weniger als 15% des gesamten Stroms verbrauchs eines Hotels. Ausserdem gibt der kleine Kühlschrank auch Wärme ab, die (vor allem im Sommer) über die Klimaanlage abgeführt werden muss, was wiederum zusätzliche Energie verbraucht. Die neuartige Minibar im Hotel Adler basiert auf dem System der Kühlbox: Ein Kühlschrank ohne Kühlaggregat, dafür mit einem speziellen Fach für Kühlelemente. Diese Elemente werden im Tiefkühlraum zentral aufbereitet und beim täglichen Servicegang durch die Zimmer ausgewechselt, so dass die Getränke in der Minibar stets gekühlt sind. Die Energieeinsparung gegenüber den herkömmlichen Minibars beträgt 90%! Als weitere, sinnvolle energetische Massnahme wird die Abwärme der zentralen Kühleinheit für die Heizung und die Warmwasseraufbereitung genutzt.

(4.6.1997)

*Eine Plausibilitäts-Abschätzung ergibt, dass die angegebenen 90% Einsparung etwas optimistisch sein dürften. Zwar darf die Effizienz der zentralen Kälteerzeugung, bezogen auf die "nebenbei" gekühlten Speicherelemente durchaus um einen Faktor 5 bis 7 höher als bei (Absorptions-) Minibar-Aggregaten veranschlagt werden. Hingegen dürften die "Kälteverluste" der Kühlboxen kaum mehr als 30% kleiner sein als bei herkömmlichen Minibars. Nur wenn auch ein kleinerer Kältebedarf zugelassen wird (d.h. spät abends nicht mehr sehr kalte Getränke), dürften sich 90% Einsparung ausweisen lassen.*