



Methodenvorschlag Kühlung bei Nicht- wohngebäuden

Verfasser: Robert Krawinkler
Auftraggeber: BMWA

Impressum

Herausgeberin: Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency,
Mariahilfer Str.136, A-1150 Wien; Tel. +43 (1) 586 15 24, Fax +43 (1) 586 15 24 - 340;
E-Mail: office@energyagency.at, Internet: <http://www.energyagency.at>

Für den Inhalt verantwortlich: Dr. Fritz Unterpertinger

Gesamtleitung: Mag.^a Heidelinde Adensam

Reviewing: Herbert Tretter

Lektorat und Layout: Carmen Marksteiner

Herstellerin: Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency

Verlagsort und Herstellungsort: Wien

Nachdruck nur auszugsweise und mit genauer Quellenangabe gestattet. Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Inhalt

Kühlung und Klimatisierung bei Nicht-Wohngebäuden	2
1 Allgemein.....	2
2 Luft-/Wassergekühlte Flüssigkeitskühler.....	3
2.1 Neuinstallation	3
2.2 Austausch der Kältemaschine nach Ende der Lebensdauer	4
2.3 ESEER-Werte.....	5
3 Raumklimageräte < 12 kW Kälteleistung für Anwendungen in Nicht-Wohngebäuden (Fix installierte Split-, Multi-Split-Geräte)	5
3.1 Neuinstallation	6
3.2 Austausch des Klimagerätes nach 10 Jahren.....	7
3.3 EER-Werte.....	7

Kühlung und Klimatisierung bei Nicht-Wohngebäuden

1 Allgemein

Der Klimatisierung wird in den nächsten Jahren eine immer größere Bedeutung beim Endenergieverbrauch zukommen. Vorrangig ist hier sicherlich auch eine Senkung bzw. Vermeidung des Kühlbedarfs. In jenen Fällen, in denen eine Kühlung und Klimatisierung unverzichtbar ist, stehen allerdings – so wie in anderen Bereichen – Erzeugungsanlagen mit unterschiedlicher Energieeffizienz zur Verfügung.

Aus der Vielfalt an Technologien wurden zwei (exkl. Fernkälte) herausgegriffen und dafür Bewertungsmethoden aufgestellt, da bei diesen Technologien eine Einteilung nach Energieeffizienzklassen vorhanden ist. Somit können hier bei Verwendung effizienter Technologien Endenergie-Einsparungseffekte näherungsweise quantifiziert werden – unter der Annahme, dass stets dieselbe Art der Erzeugungstechnologie zur Anwendung kommen würde.

Grundsätzlich werden zwei Möglichkeiten, wie der Endenergiebedarf für die Kühlung (**Kühlenergiebedarf**) berechnet werden kann, gesehen. Entweder ausgehend von einem **spezifischen Kühlbedarf (gemäß ÖNORM B 8110-6)** oder näherungsweise über die installierte **Kälteleistung und Volllaststunden**.

Die Schwierigkeit bei beiden Ansätzen liegt darin, repräsentative Kenngrößen zur Verfügung zu haben, da die Kennwerte von Nichtwohngebäuden aufgrund deren unterschiedlicher Charakteristik im Gegensatz zum Wohnbau eine hohe Bandbreite aufweisen. Im Energieausweis ist zwar eine Berechnung des Kühlbedarfs und Kühlenergiebedarfs (nach ÖNORM H 5058) vorgesehen, vor dem Hintergrund des Energieeffizienz-Monitorings wird dem Ausweis jedoch gerade bei Bestandsgebäuden noch eine zu geringe Durchdringung beigemessen. Streicher (2008) unterstreicht diese Problematik: „Für den Endenergiebedarf (für alle Arten der Nutzenergiebereitstellung, Anm.) gibt es für Nichtwohngebäude derzeit keine Vorgaben, da es in Österreich keine statistischen gesicherten Werte gibt. Diese Werte sollen in den nächsten Jahren gesammelt und darauf aufbauend Vorgabewerte entwickelt werden.“ Für eine Berechnung des Endenergiebedarfs auf Basis des Kühlbedarfs liegen zudem keine national akkordierten Werte für Aufwandszahlen vor.

Daher wird für die Bewertung von Einsparungsmaßnahmen folgender Ansatz vorgeschlagen. Ausgehend von der installierten Kälteleistung und einer ingenieurtechnischen Abschätzung der Volllaststunden (abgegebene Kühlenergie dividiert durch installierte Kälteleistung) für den konkreten Anwendungsfall wird unter Verwendung des **ESEER-Wertes** (European Seasonal Energy Efficiency Ratio; Jahresarbeitszahl für Kältemaschinen unter bestimmten Prüfbedingungen) bzw. des **EER-Wertes** (Energy Efficiency Ratio; Leistungszahl bei Raumklimageräten) der Endenergiebedarf an Strom berechnet.

2 Luft-/Wassergekühlte Flüssigkeitskühler

Diese spielen im Nicht-Wohngebäudebereich ab einer Kälteleistung von rund 100 kW eine wichtige Rolle. Mit dieser Methode soll auch der Entwicklung auf diesem Sektor Rechnung getragen werden. Der aktuelle Stand der Technik sind bei wassergekühlten Aggregaten hocheffiziente Kompressionskältemaschinen (KKM) mit verbesserten (Teillast-) Leistungszahlen (unter Prüfbedingungen). Dabei handelt es sich um (drehzahlgeregelte) Kompressionskältemaschinen, die aus mehreren parallel geschalteten Scroll- (100 – 600 kW) oder Turbokompressoren (200 – 2000 kW Kälteleistung) zusammengesetzt sind. Diese können einen ESEER-Wert von 6 bis 9 bei wassergekühlten Maschinen erreichen.

Für Flüssigkeitskühler besteht eine freiwillige Klassifizierung nach den Eurovent-Klassen¹, die jedoch nach der EER – Energy Efficiency Ratio (Leistungszahl der Kältemaschine) – erfolgt. Für die Auswahl der effizientesten Technologie und eines Referenzsystems wird diese Kategorisierung verwendet, zur Berechnung der Energieeinsparung wird hingegen der ESEER-Wert herangezogen. Dieser spiegelt zwar nicht eine Aufwandszahl für ein konkretes Gebäude und somit auch keine exakte Umrechnung von Nutzenergie in Endenergie wider, und er vernachlässigt auch den Energiebedarf der Nebenaggregate und Verluste, jedoch würde er die Komplexität der Berechnung der Energieeinsparung reduzieren. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass hier wiederum eine Differenzbetrachtung von zwei Systemen erfolgt.

Da – wie bereits eingangs erwähnt – die Bandbreite bei Nichtwohngebäuden sehr groß ist, werden projektspezifische Formeln vorgeschlagen. Dazu sind die maßgeblichen Werte hinsichtlich installierter Leistung und Volllaststundenzahl von den Energieversorgungsunternehmen, die diese Energieeffizienzmaßnahmen setzen, heranzuziehen und die entsprechenden ESEER-Werte zu wählen.

2.1 Neuinstallation

Maßnahmenbeschreibung

Die Installation einer hocheffizienten Kompressionskältemaschine kann als Maßnahme zur Endenergie-Einsparung erachtet werden. Dazu werden Kältemaschinen der höchsten Energieeffizienzklasse „Eurovent Klasse A“ hinterlegt. Als Referenzsystem für eine durchschnittliche Standardanlage werden in dieser Betrachtung bei Neuinstallationen luft- bzw. wassergekühlte Flüssigkeitskühler der „Eurovent Klasse C“ in Betracht gezogen. Als Basis für diese Annahme wird auf eine Häufigkeit der Verteilung der Kältemaschinen in den einzelnen Energieeffizienzklassen Bezug genommen.²

¹ Eurovent Certification: Programme Description. http://www.eurovent-certification.com/en/Programmes/Programme_Descriptions.php?rub=02&srub=01&ssrub=&lg=en&select_prog=LCP (06/2008)

² siehe: ICS coolenergy: Energy efficiency – Classification of chillers. http://www.industrialcooling.co.uk/downloads/sales_aids/Eurovent.pdf (06/2008)

Projektspezifische Formel

$$EE_{ges} = (P_K \times h_{Vlst}) \times (1 / ESEER_{Sta} - 1 / ESEER_{neu}) \times rb \times so \times cz$$

EE_{ges}	gesamte Endenergieeinsparung Strom [kWh pro Jahr]
P_K	installierte Kälteleistung der Kältemaschine im Gebäude [kW]
h_{Vlst}	Volllaststunden bezogen auf die maximale installierte Kälteleistung [h]
$ESEER_{Sta}$	Jahresarbeitszahl (European Seasonal Energy Efficiency Ratios) einer durchschnittlichen Standard-Kompressionskältemaschine [-]
$ESEER_{neu}$	European Seasonal Energy Efficiency Ratio einer Kompressionskältemaschine der höchsten Energieeffizienzklasse [-]
rb	Rebound Effekte, Erhöhung des Energieverbrauchs durch geringeren Kosten des Energieservice
so	Spill over Effekte = Multiplikatoreffekte
cz	Sicherheitszu/abschlag

Lebensdauer Kompressionskältemaschine: 15 Jahre (nach ÖNORM H 7140)

2.2 Austausch der Kältemaschine nach Ende der Lebensdauer

Maßnahmenbeschreibung

Bei Bestandsgebäuden, bei denen ein Austausch der Kompressionskältemaschine nach Ende der Lebensdauer erfolgt, soll eine Kältemaschine der höchsten Effizienzklasse mit einer der „Eurovent Klasse E“ verglichen werden.

Projektspezifische Formel

$$EE_{ges} = (P_K \times h_{Vlst}) \times (1 / ESEER_{Bestand} - 1 / ESEER_{neu}) \times rb \times so \times cz$$

EE_{ges}	gesamte Endenergieeinsparung Strom [kWh pro Jahr]
P_K	installierte Kälteleistung der Kältemaschine im Gebäude [kW]
h_{Vlst}	Volllaststunden bezogen auf die maximale installierte Kälteleistung [h]
$ESEER_{Bestand}$	Jahresarbeitszahl (European Seasonal Energy Efficiency Ratios) einer durchschnittlichen Kompressionskältemaschine im Bestand [-]
$ESEER_{neu}$	European Seasonal Energy Efficiency Ratio einer Kompressionskältemaschine der höchsten Energieeffizienzklasse [-]
rb	Rebound Effekte, Erhöhung des Energieverbrauchs durch geringeren Kosten des Energieservice
so	Spill over Effekte = Multiplikatoreffekte
cz	Sicherheitszu/abschlag

Lebensdauer Kompressionskältemaschine: 15 Jahre (nach ÖNORM H 7140)

2.3 ESEER-Werte

Bei der Vorgabe von Default-Werten für die Jahresarbeitszahlen der Kältemaschinen wird zumindest hinsichtlich luft- und wassergekühlter Kältemaschinen unterschieden.

Wassergekühlt

Das Leistungsspektrum von wassergekühlten Kompressionskältemaschinen wird von rund 100 kW Kälteleistung bis 2000 kW eingegrenzt. Die untere Grenze der Default-Werte gilt dabei für Scrollverdichter ab einer Kälteleistung von 100 kW, und der obere Grenzwert für Turboverdichter bis 2000 kW. Werte für dazwischen liegende Leistungsgrößen können interpoliert werden.

	Eurovent Klasse	ESEER [-]
ESEER _{neu}	A	6 - 9
ESEER _{Sta}	C	5 – 6
ESEER _{Bestand}	E	3,5 – 4,5

Luftgekühlt

Die Kennwerte von luftgekühlten Kompressionskältemaschinen gelten für Kältemaschinen mit Scroll-Verdichtern mit einer Kälteleistung von rund 100 bis 500 kW.

	Eurovent Klasse	ESEER [-]
ESEER _{neu}	A	5,5
ESEER _{Sta}	C	4
ESEER _{Bestand}	E	3,5

3 Raumklimageräte < 12 kW Kälteleistung für Anwendungen in Nicht-Wohngebäuden (Fix installierte Split-, Multi-Split-Geräte)

Bei der Anwendung von Raumklimageräten mit einer Kälteleistung kleiner 12 kW könnten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz gesetzt und nachvollziehbar gemacht werden, da hier eine Kategorisierung nach Energieeffizienzklassen und ein verpflichtendes Labelling für diese Geräte auf Grundlage der EU-Richtlinie 2002/31/EG der Kommission vom 22. März 2002 zur Durchführung der Richtlinie 92/75/EWG des Rates betreffend die Energieetikettierung für Raumklimageräte existiert.

Dabei sollen allerdings nur fix installierte Geräte (Split-, Multi-Split), die im Nicht-Wohngebäudebereich, wo eine Kühlung erforderlich ist, eingesetzt werden (beispielsweise in Geschäften/Gebäuden des Einzelhandels, kleinen und mittleren Gewerbebetrieben, etc.), Berücksichtigung finden. Hinsichtlich der Kategorisierung ist allerdings anzumerken, dass der Grenzwert für die Energieeffizienzklasse „A“ von 3,2 – je nach Leistungsgröße – von

guten Split-Geräten mit Werten über 4 schon weit übertroffen wird. Dennoch befinden sich nach wie vor zahlreiche Produkte mit einer niedrigeren Energieeffizienzklasse am Markt.³

Die Berechnung des Endenergieverbrauchs und der Einsparung erfolgt auf Basis der installierten Leistung, der für die Energieeffizienzklassen entsprechenden EER-Werte (siehe Default-Werte) und einer angenommenen Volllaststundenzahl von 500 Stunden (vgl. Berechnung des Energieverbrauchs⁴). Dieser Wert gilt für wohnbauähnliche Gebäude, gegebenenfalls können davon abweichende, projektspezifische Werte eingesetzt werden.

Beim EER-Wert handelt es sich zwar um eine Leistungszahl, durch die keine exakte Umrechnung von Nutzenergie in Endenergie erfolgt und durch die auch nicht die Vielfalt und tatsächlichen Bedingungen in der Anwendung wiedergegeben werden, jedoch reduziert die Verwendung dieser Zahl – für die klassifizierte Werte vorliegen – die Komplexität für den Nachweis von Energieeinsparungen, insbesondere für den vorliegenden Fall einer Differenzbetrachtung.

3.1 Neuinstallation

Maßnahmenbeschreibung

Die Installation eines neuen, hocheffizienten Raumklimagerätes der Energie-Effizienzklasse „A“ wird mit einem durchschnittlichen Standardgerät der Effizienzklasse „C“ verglichen.

Default-Formel

$$EE_{ges} = (P_K \times h_{Vlst}) \times (1 / EER_{Sta} - 1 / EER_{neu}) \times rb \times so \times cz$$

EE _{ges}	gesamte Endenergieeinsparung Strom [kWh pro Jahr]
P _K	installierte Kälteleistung des Raumklimagerätes [kW]
h _{Vlst}	Volllaststunden bezogen auf die maximale installierte Kälteleistung [h] = 500 h
EER _{Sta}	Leistungszahl (Energy Efficiency Ratio) eines durchschnittlichen Raumklimagerätes [-]
EER _{neu}	Leistungszahl eines Raumklimagerätes der höchsten Energieeffizienzklasse [-]
rb	Rebound Effekte, Erhöhung des Energieverbrauchs durch geringeren Kosten des Energieservice
so	Spill over Effekte = Multiplikatoreffekte
cz	Sicherheitszu/abschlag

Lebensdauer Raumklimagerät: 10 Jahre (nach ÖNORM H 7140)

³ Riviere Philippe (Hrsg.): Preparatory study on the environmental performance of residential room conditioning appliances (airco and ventilation). Ecodesign Lot 10.

⁴ Topprodukte.at: Auswahlkriterien Klimageräte. http://www.topprodukte.at/index.php?cccpage=topprodukte_14 (06/2008)

3.2 Austausch des Klimagerätes nach 10 Jahren

Die Maßnahme betrifft die Installation eines Raumklimagerätes (der gleichen Bauart und Leistungsgröße) mit der höchsten Energieeffizienzklasse beim Austausch eines alten Gerätes nach Ende der Lebensdauer von 10 Jahren. Dazu wird als Referenzsystem ein Raumklimagerät mit der Energieeffizienzklasse „E“ herangezogen.

Default-Formel

$$EE_{ges} = (P_K \times h_{Vist}) \times (1 / EER_{Bestand} - 1 / EER_{neu}) \times rb \times so \times cz$$

EE_{ges}	gesamte Endenergieeinsparung Strom [kWh pro Jahr]
P_K	installierte Kälteleistung des Raumklimagerätes [kW]
h_{Vist}	Volllaststunden bezogen auf die maximale installierte Kälteleistung [h] = 500 h
$EER_{Bestand}$	Leistungszahl (Energy Efficiency Ratio) eines durchschnittlichen Raumklimagerätes im Bestand [-]
EER_{neu}	Leistungszahl des Raumklimagerätes der höchsten Energieeffizienzklasse [-]
rb	Rebound Effekte, Erhöhung des Energieverbrauchs durch geringeren Kosten des Energieservice
so	Spill over Effekte = Multiplikatoreffekte
cz	Sicherheitszu/abschlag


Lebensdauer Raumklimagerät: 10 Jahre (nach ÖNORM H 7140)

3.3 EER-Werte

Folgende Default-Werte werden angenommen. Dabei wird ein Durchschnittswert der vorhandenen Produktkategorien (Split bzw. Multi-Split) über das gesamte Leistungsspektrum bis 12 kW Kälteleistung angenommen⁵

	Energieeffizienzklasse	EER [-]
EER_{neu}	A	3,75
EER_{Sta}	C	2,90
$EER_{Bestand}$	E	2,50

⁵ vgl. Toptest GmbH: Auswahlkriterien Klimageräte.
http://www.topten.ch/index.php?page=auswahlkriterien_klimagerate&fromid= (06/2008)



Versorgungssicherheit
Wettbewerbsfähigkeit
Nachhaltigkeit
Perspektiven

