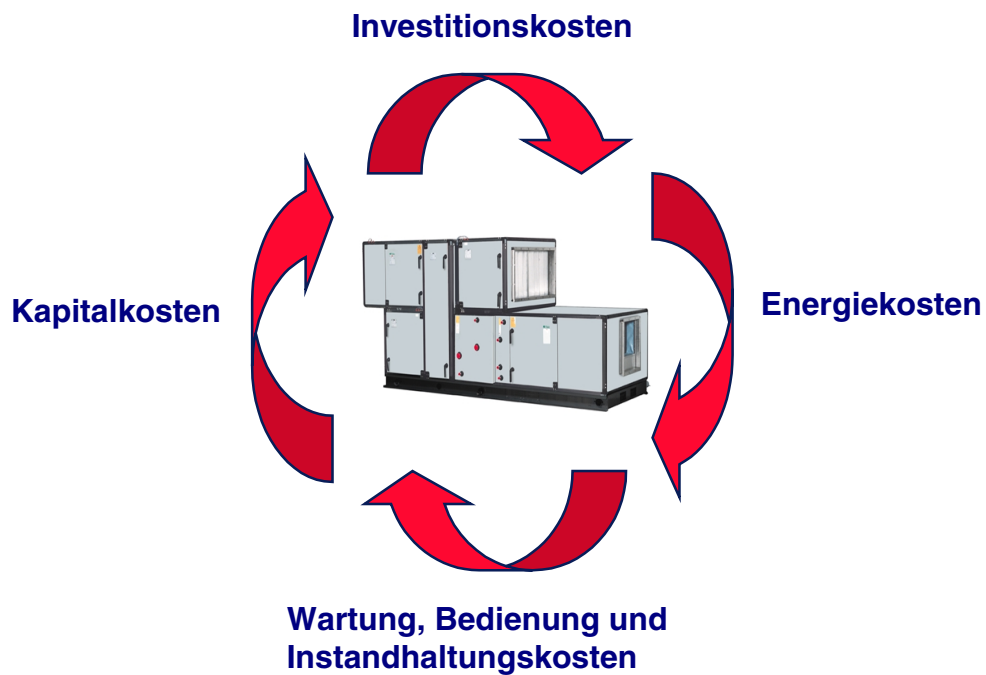


# Benutzeranleitung

# LCC – LifeCycleCost Berechnungsmodul

Version 1.0



Softwaretool für das Auslegungsprogramm EU 2000 Version 5.00.05

## I. Anwendervorteile = Kundenvorteile

### *Einführung*

Gemessen an der mit hoher Zuverlässigkeit möglichen thermischen und technischen Auslegung von RLT-Geräten, ist der rechnerische Nachweis ihres wirtschaftlichen Einsatzes oft nur mit grober Näherung und erheblichem Aufwand möglich.

Betreiber von Klimaanlage fordern jedoch verstärkt eine detaillierte Darstellung der Kosten, dabei genügt der Vergleich der Investitionskosten alleine nicht mehr.

Das vermeintlich günstigste Angebot kann durchaus die höchsten Betriebskosten nach sich ziehen. Höhere Investitionskosten hingegen können durch geringere Betriebsausgaben während der Nutzungsdauer kompensiert werden.

Das LCC-Berechnungsmodul ist eine neue und praktikable Hilfe zur schnellen Ermittlung der Lebensdauerkosten eines EU-Gerätes. Dabei werden unter Zugrundelegung der jährlich benötigten Energiemengen (Wärme, Kälte, Strom) sowie der Unterhaltskosten die sogenannten Kapitalwertkosten ermittelt.

### *Was bietet das neue Softwaretool ?*

- ◆ realistische Kalkulation der Gerätebetriebskosten über vorgegebene Nutzungszeiten.
- ◆ Transparenz: Investitionskosten  
Betriebskosten  
Einsparpotentiale.
- ◆ Entscheidungshilfe bei der Wahl der WRG-Variante.
- ◆ Vorgaben für die Ermittlung der Gesamtbetriebskosten einer RLT-Anlage oder eines gesamten Gebäudes.
- ◆ „Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte“: die Energieverbräuche und Energiegewinne übersichtlich im Diagramm.
- ◆ Optimierung der Gerätegrößen nach energetischen Gesichtspunkten.
- ◆ Ein Service-Pluspunkt für die Planer: Geräteskizze, Geräteauslegung,  
DXF-Zeichendatei  
**Energie- und Lebensdauerkosten**
- ◆ Enthapliberechnung und Berechnung der Kälterückgewinnung bei regenerativer WRG

## II. Rechenmethodik LCC-Programm

### Wie arbeitet das Berechnungsprogramm LCC ?

Das LCC-Programm dient ausschließlich zur Betrachtung der Betriebskosten eines EU-Gerätes über eine bestimmte Nutzungsdauer. Die Berechnungen basieren dabei auf vorgegebenen Klimadaten (meteorologischen Grunddaten) für bestimmte Orte. Dies bedeutet: für ein entsprechend den täglichen Betriebszeiten vorgegebenen Jahreszyklus, werden für alle Gradstunden<sup>1</sup> die Energieverbräuche Wärme, Kälte<sup>2</sup> und Strom errechnet und auf die gesamte Nutzungszeit (z.B. Abschreibungszeit) hochgerechnet.

Entscheidend ist dabei:

Da es sich um eine langfristige, in die Zukunft gerichtete Investition handelt, werden vom Programm die zeitabhängigen Parameter: Zinssatz

Inflationsrate bzw. Preissteigerungsrate  
sowie Energiepreise berücksichtigt.

Um nun die in der Zukunft liegenden Aufwendungen für Energie und Wartung mit der zum Investitionszeitpunkt - also dem Anschaffungszeitpunkt des Gerätes – zu tätigen einmaligen Ausgabe für den Kauf des Gerätes vergleichbar zu machen, wird die sogenannte **Kapitalwert bzw. Barwert- oder Diskontierungsmethode** angewendet.

Grundgedanke dieses Rechenansatzes ist die Tatsache, dass eine Zahlung die in der Zukunft liegt auf jetzt bezogen weniger Wert ist als eine Zahlung in gleicher Höhe, die sofort fällig ist.

#### **Beispiel:**

**Eine in 10 Jahren fällige Zahlung in der Höhe von DM 1.000,- ist bei einem Zinssatz von 10% p.a. zum jetzigen Zeitpunkt abdiskontiert**

$$1000,- / (1+0,10)^{10} = \text{DM } 385,54 \quad \text{wert.}$$

**Unter Berücksichtigung einer Inflationsrate von z.B. 4% p.a., wird daraus ein Barwert von**

$$1000,- \cdot (1+0,04)^{10} / (1+0,10)^{10} = \text{DM } 570,70.$$

1) Gradstunden: alle Stunden der vorgewählten jährlichen Betriebszeit, in denen die Außenlufttemperatur unter der geforderten Zulufttemperatur liegt, also Luftaufbereitungsenergie notwendig ist. Einheit: °Ch

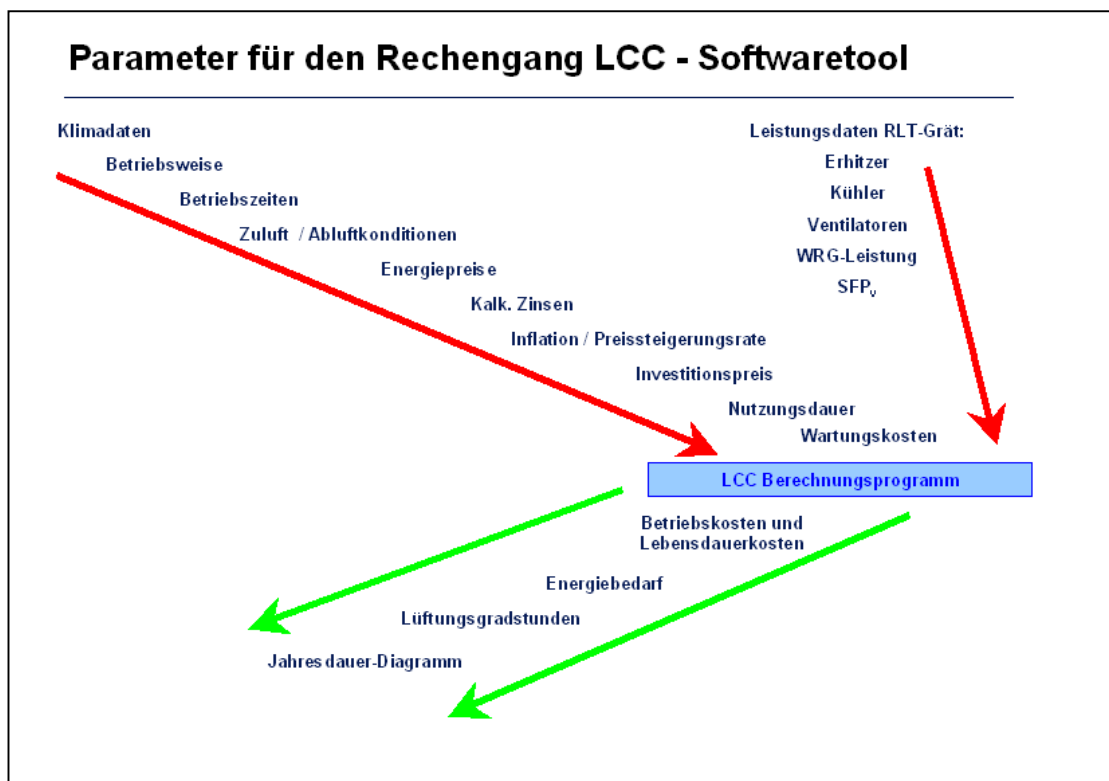
2) derzeit nur als jährliche Angabe ohne Ermittlung der Kosten für Kälteenergie

## Welche Parameter gehen in die Berechnung ein ?

Es ist wichtig zu wissen, daß eine Betriebskosten, Lebenszyklus oder Wirtschaftlichkeitsbetrachtung immer nur eine Annäherung an die tatsächlich entstehenden Kosten sein kann. Um eine möglichst gute Näherung an die Realität zu erreichen, benötigt das LCC-Programm eine ganze Reihe verschiedener Vorgabefaktoren. Diese werden zum Teil aus der aktuellen Geräteauslegung entnommen, andere wiederum müssen in der LCC-Eingabemaske vorgegeben werden.

Im wesentlichen sind zu unterscheiden:

<i>kapitalgebundene Vorgaben:</i>	<i>Gerätepreis, Wartungskosten, Zinssätze</i>
<i>gerätegebundene Vorgaben:</i>	<i>Wirkungsgrade, Leistungsdaten, <math>SFP_v</math></i>
<i>ortsgebundene Vorgaben:</i>	<i>Klimadaten des Aufstellungsortes</i>
<i>betriebsgebundene Vorgaben:</i>	<i>Betriebszeiten, Betriebskonditionen</i>



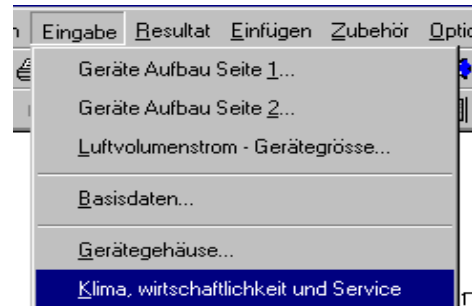
### III. Die Kurzübersicht zum LCC-Programm

#### 1. Schritt

Legen sie ein Klimagerät mit dem EU-Programm aus.

#### 2. Schritt

Nachdem der Preis des Gerätes ermittelt wurde, können Sie die Daten für die LCC und Energieberechnung eingeben. Dazu wählen sie im Menü "Eingabe" bitte das Feld "Klima, wirtschaftlichkeit und Service".



#### 3. Schritt

Es erscheint das Eingabefenster zur Vorgabe der Rechenparameter.

**Energieberechnung Eingabe : v1.0**

**Klima**

Ort:

Jahr max Temp:  °C

Sommer:

Jahr mittel Temp:

Winter:

Jahr min Temp:

**Aussenkompensation**

Winter dT:  Sommer dT:

Start/stop:   Stop/start:

**Information**

Anmerkung:

**Konditionen**

24 h, 7 Tag  
 12 h, 5 Tag  
 Stunden je Woche  
 andere  
 Betriebsstunden per Jahr

Montag	<input type="text" value="6"/>	-	<input type="text" value="18"/>
Dienstag	<input type="text" value="6"/>	-	<input type="text" value="18"/>
Mittwoch	<input type="text" value="6"/>	-	<input type="text" value="18"/>
Donnerstag	<input type="text" value="6"/>	-	<input type="text" value="18"/>
Freitag	<input type="text" value="6"/>	-	<input type="text" value="18"/>
Samstag	<input type="text" value="0"/>	-	<input type="text" value="0"/>
Sonntag	<input type="text" value="0"/>	-	<input type="text" value="0"/>

Jährliche Betriebsstunden:

Stunden je Tag:  h

Tage je Woche:  d

Nr:  Zuluft Temperatur:  °C Abluft Temperatur:  °C

Feuchte:  g/kg

Luftvolumenstrom:  m3/s

**Temperatur**

Max Temp, mit Erhitzer:  °C

Abluft Temp, ENEU2000:

**Preis**

	Elektro	Wärme
Energiepreis	<input type="text" value="0,16"/>	<input type="text" value="0,04"/> /kWh
Geschätzte Inflation	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/> %

**Lebensdauerkosten**

Geräte Preis:

Wartungskosten:

alfa Wartung:

alfa Lebensdauerkosten:

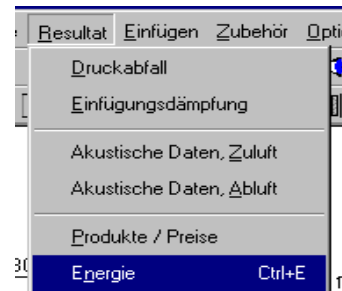
Kalk. Zinsen:  %

Abschreibungszeit:  Jahr

Enthalpyberechnung

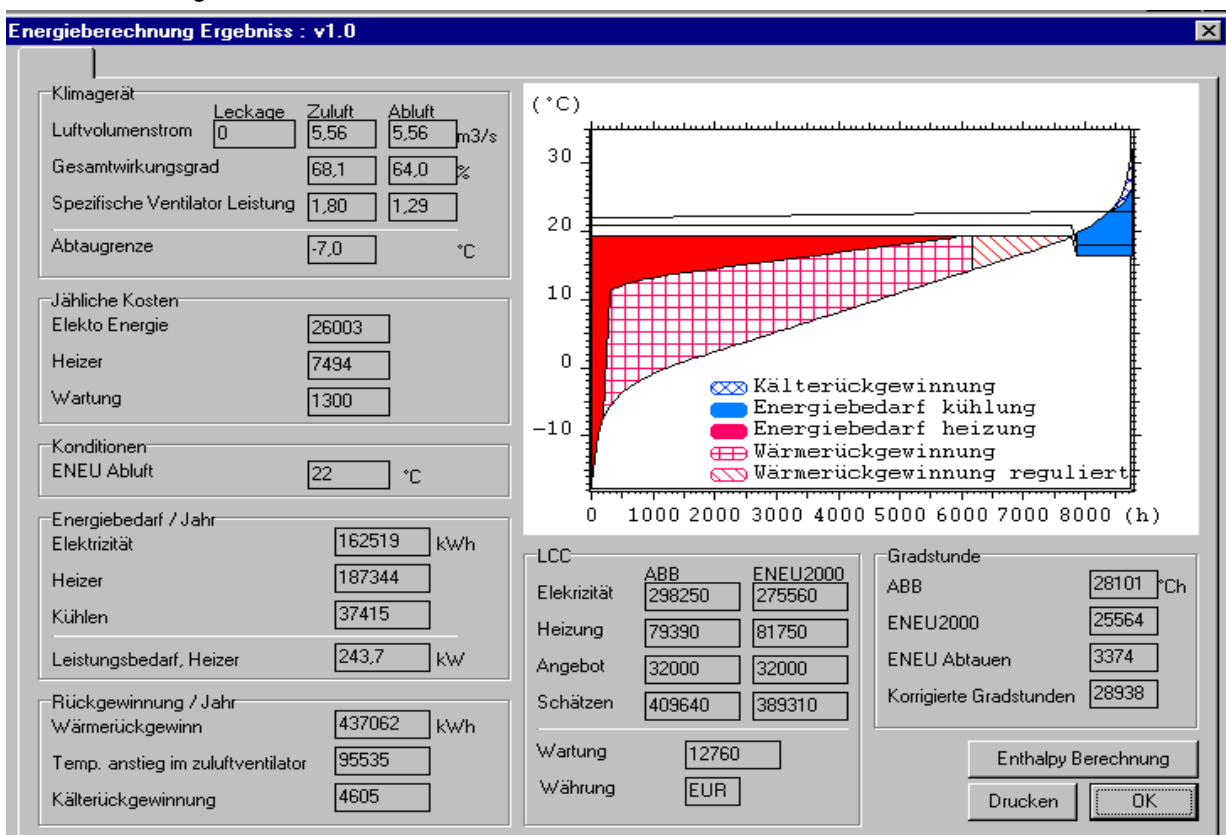
#### 4. Schritt

Nachdem Sie im Eingabefenster alle notwendigen Vorgaben gemacht haben, können Sie das Ergebnis prüfen. Dazu wird das Ergebnisfenster aufgerufen: Menü "Ergebnis" öffnen und das Feld "Energie" anklicken.



#### 5. Schritt

Es erscheint das Ergebnisfenster.



Die LifeCycleCost (LCC) – Kalkulation wird nach zwei Rechenmodellen ermittelt: Die ABB Rechenmethode arbeitet mit realen Datenvorgaben und stellt die flexiblere Kalkulationsmethode dar. Dies ist die für uns in Deutschland wichtige Rechenweise. Eine weitere Kalkulation erfolgt entsprechend der ENEU94, einer schwedischen Standardnorm für die Berechnung von LCC. Diese Rechenmethode ist nur für den schwedischen Markt bestimmt. (ENEU94 = Energy efficient equipment purchasing).

Für Geräte mit rotierendem Wärmetauscher und hygroskopischer Oberfläche, liefert das Programm auch eine Enthalpieberechnung mit Kälterückgewinnung in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt der Luft.

### 6. Schritt

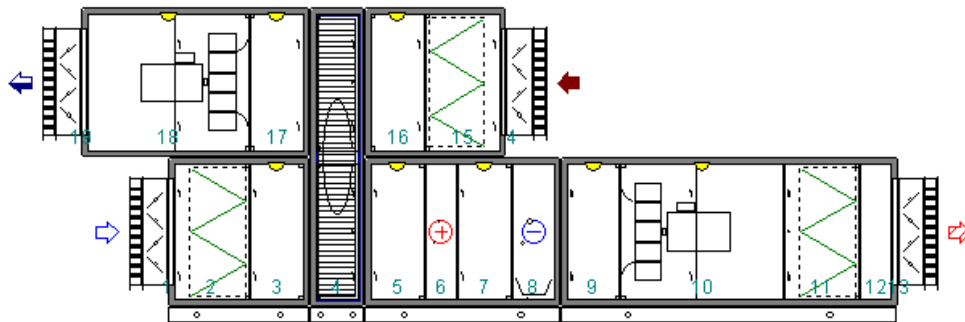
Als letzter Schritt kann eine Zusammenfassung der Ein- und Ausgabedaten incl. des Diagramms ausgedruckt werden. (Taste "Drucken" im Ergebnisfenster anklicken)



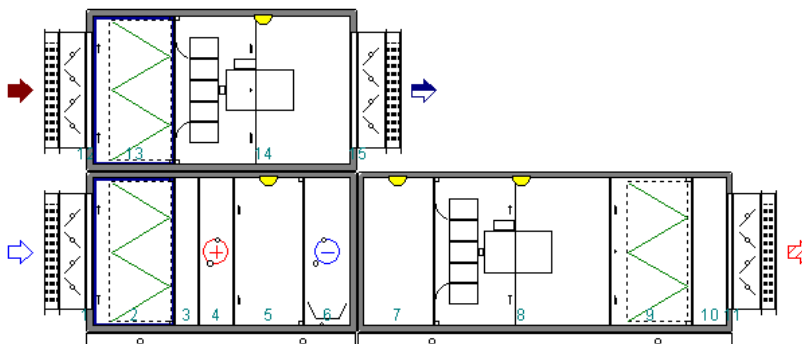
## IV. Schritt für Schritt durchs Programm

### Beginn: Auslegung eines RLT-Gerätes

Gerätevariante A: mit WRG



Gerätevariante B: ohne WRG



- Wählen Sie zunächst ein EU-Gerät incl. Wärmerückgewinnung mit dem EU-Programm aus (**Bitte beachten: Geräte mit Mischkammer können noch nicht mit dieser Version des LCC-Programmes berechnet werden. Die LCC-Berechnung ist derzeit möglich für EU und EC-Geräte.**)
- Zum Vergleich können Sie ein zweites Gerät ohne Wärmerückgewinnung auf Basis gleicher Grunddaten (Luftmengen,  $\Delta p_{\text{extern}}$ , Geräteaufbau, Funktionsteile u.s.w.) auslegen.
- Die komplette Auslegung des EU-Gerätes einschließlich der Preisermittlung ist wichtig, da das LCC-Programm Daten aus der Geräteauslegung benötigt.
- Folgende Daten für die LCC Berechnung werden aus der Projektdatei entnommen:

Projekt und Gerätedaten	Leistungsdaten
Luftvolumenstrom	Wirkungsgrade Ventilatoren
Lufttemperatur	Rückwärmegrad WRG
Luftfeuchtigkeit	SFP <sub>v</sub>
Ventilatorposition	Abtaugrenze WRG
Währung	Gesamtdruckerhöhung



## Eingabe der Rechenparameter

- Klima:** Im Eingabefeld **Klima** sind verschiedene Orte mit den jeweiligen meteorologischen Grunddaten eingegeben und können per Mausklick ausgewählt werden (Für Deutschland: Berlin). Alternativ besteht die Möglichkeit einen neuen Ort mit den entsprechenden Temperaturdaten einzugeben. Hierzu wird durch klicken auf **>ändern<** ein weiteres Fenster geöffnet, in dem die entsprechenden Vorgaben gemacht und abgespeichert werden können.

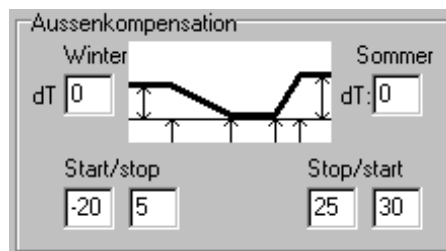
**Bitte beachten:** Um den neuen Ort in der Energieberechnung benutzen zu können, ist es erforderlich nochmals im Haupteingabefenster auf **OK** zu klicken und zum EU-Programm zurückzukehren. Nach erneutem Aufruf der Energieberechnung, steht der Ort dann zur Verfügung.

Ort	Dim. Winter	Normal Winter	Durchschnitt	Sommer	Jährliche Max.
Falun	-28	-23,5	4,2	24,5	29
Göteborg-Säve	-17	-12	7,1	23,5	28
Halmstad	-15	-11	7,2	23,5	29
Helsingborg	-12	-8	8,2	22	26
Jönköping	-20	-15,5	5,3	23,5	29
Karlstad	-22	-18	5,4	23,5	28
Luleå	-30	-26	1,5	21,5	26
Malmö	-13	-9,5	8,2	24	29
Norrköping	-20	-16	6,3	24	29
Riksgränsen	-30	-24	-1,1	18	23
Skellefteå	-30	-26	2,2	23	28
Stockholm	-17	-13	6,6	24	30
Sundsvall	-28	-23	3,2	22	27
Umeå	-28	-23,5	2,7	21,5	26
Uppsala	-22	-17,5	5,3	24,5	29

Maske: Ort und Klimadaten

## Betriebsbedingungen

- Falls das Gerät mit Außenluftkompensation, also "gleitend" betrieben werden soll, kann in der Eingabebox **Aussenkompensation** die entsprechende Vorgabe gemacht werden. Zur Erinnerung: Aussenluftkompensation oder "gleitend fahren" bedeutet, daß regelungstechnisch der Sollwert für die Zulufttemperatur bei bestimmten Außentemperaturen (Start / Stop-Temperaturen) angehoben oder abgesenkt wird.



Maske: Außenluftkompensation

- Im Feld **Information** können vom Anwender noch Angaben zum Projekt gemacht werden. Diese werden dann im schriftlichen Ausdruck mit angegeben.
- Für die Vorgabe der Betriebszeiten bestehen im Feld **Konditionen** sehr viele verschiedene Möglichkeiten. Zur Schnellauswahl kann zwischen 24-Stundenbetrieb an 7 Tagen oder 12 Stunden an 5 Tagen (werktäglichem Betrieb) gewählt werden. Sollen andere Zeiten versucht werden, so können diese sogar jeweils für jeden Wochentag vorgegeben werden.
- Die Betriebskonditionen für das aktuelle Gerät müssen für den Winter- und Sommerbetrieb eingegeben werden. Diese Werte sind unabhängig von den Auslegungstemperaturen des aktuellen Projektes.

Maske: Betriebszeiten

Mit Hilfe der Pfeil-Schaltflächen kann zwischen Sommer und Winter umgeschaltet

Maske: Betriebskonditionen

werden. Die Schaltflächen + und – haben keine Funktion. Die Werte für die Zuluft / Ablufttemperatur sowie die Abluftfeuchte nun in die Felder eingeben. (Bitte beachten: Absolute Feuchtigkeit in g/kg eingeben!) Der Luftvolumenstrom wird zur Information angezeigt.

- Im Feld **Temperatur** kann eine Grenztemperatur für den Erhitzer festgelegt werden. Das Programm rechnet dann für die Zeiten in denen Heizbedarf besteht die für den Erhitzer notwendige Energie nur bis zu dieser Grenztemperatur. Überschreitet die Außenlufttemperatur diesen Wert, so wird nur noch die Wärmerückgewinnung berücksichtigt.

Maske: Grenztemperatur

- Ablufttemperatur ENEU2000 bezieht sich auf die schon erwähnte schwedische Kalkulationsmethode und ist für unsere Betrachtung ohne Bedeutung. Der Wert steht immer auf 20 oder 22°C.

## Zum Abschluß: Preise, Kosten, Zinsen und Nutzungsdauer

- Um eine möglichst praxisnahe und realistische Berechnung der Lebensdauerkosten zu erhalten, ist bei der nun folgenden Vorgabe der Preise und Zinssätze mit besonderer Sorgfalt und Überlegung vorzugehen. **Sehr wichtig : Das LCC-Programm rechnet immer mit der im EU-Programm vorgewählten Währung. Deshalb achten Sie bitte immer sowohl bei dem Energie-, als auch dem Gerätepreis auf die richtige Währung in Euro oder DM.**
- Zunächst ist der Energiepreis für Strom und Wärme in Euro/kWh oder DM/kWh einzugeben. Die Vorgabe des Einheitspreises für Kälteenergie ist in dieser Programmversion noch nicht möglich.
- Im nächsten Feld kann die geschätzte Inflations- oder Preissteigerungsrate pro Betriebsjahr berücksichtigt werden.
- Der Gerätepreis in Euro oder DM wird nicht aus dem aktuellen Projekt entnommen sondern muß ebenfalls von Hand eingegeben werden. Bitte berücksichtigen Sie dabei, daß für eine korrekte Betrachtung der Budgetpreis für den Betreiber vorgegeben werden sollte.
- Im Feld Wartungskosten sind die für das Gerät pro Jahr anfallenden Kosten für Wartung, Bedienung und Instandhaltung einzusetzen. Sie betragen in guter Näherung üblicherweise 2 –5% des Gerätepreises.
- Mit den beiden Bewertungsfaktoren *alfa Wartung* und *alfa Lebensdauerkosten* kann in der Berechnung der gesamten Lebensdauerkosten eine Gewichtung zwischen dem Investitionspreis (Gerätepreis) und den Lebensdauer- oder Wartungskosten vorgenommen werden. Es handelt sich um eine in Schweden bei öffentlichen Bauvorhaben übliche Vorgehensweise, die jedoch für uns in Deutschland noch keine Relevanz hat. **Die Faktoren sind daher immer gleich 1 zu setzen.**

### Die Berechnung der energiebezogenen Lebensdauerkosten (vereinfachte Darstellung) :

$$LCC_e = \text{Gerätepreis} + (EK_{\text{Elektro}} \cdot K_{\text{WFElektro}} + EK_{\text{Wärme}} \cdot K_{\text{WFWärme}}) \cdot \alpha_{\text{Lebensdauer}}$$

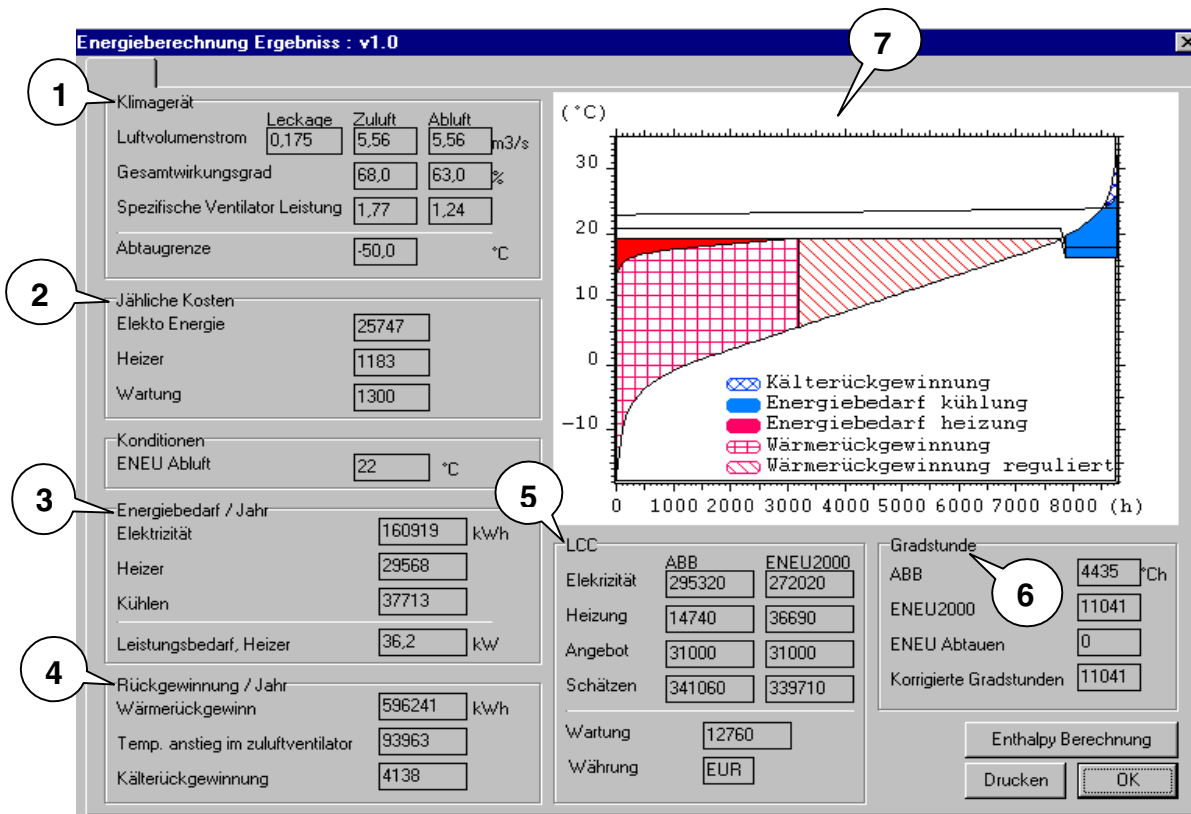
$K_{\text{WFElektro}}, K_{\text{WFWärme}}$  : Kapitalwertfaktoren ;  $EK_{\text{Elektro}}, EK_{\text{Wärme}}$  : jährliche Energiekosten

Wie eingangs beschrieben, führt das Programm eine dynamische Berechnung der Lebensdauerkosten mit Hilfe der Kapitalwertmethodik durch. Die kalkulatorischen Zinsen, Preissteigerungsrate und Nutzungsjahre gehen dabei über den Kapitalwertfaktor in die Berechnung ein.

Die Wartungskosten werden nicht mit aufsummiert sondern separat und ebenfalls unter Berücksichtigung der Kapitalwertmethode berechnet .

- Bei Geräten mit rotierendem Wärmetauscher und hygroskopischer Oberfläche, kann mit dem Programm auch eine Enthalpieberechnung durchgeführt werden. Hierzu ist der entsprechende Button anzuklicken.
  - Zum Abschluß wird durch drücken der OK-Taste das Eingabefenster verlassen, das LCC-Programm prüft nun alle Vorgaben auf Zulässigkeit und kehrt zurück zum EU-Programm.
-

## Ergebnis: Alle wichtigen Daten im Ausgabefenster



### 1 Ausgabefeld: **Klimagerät**

Die Kenndaten des Lüftungsgerätes werden für dieses Feld aus der aktuellen Geräteauslegung entnommen. Bei rotierendem Wärmetauscher als WRG wird auch der Leckageluftstrom für die Bemessung des Abluftventilators berücksichtigt und in diesem Feld separat angezeigt.

Gesamtwirkungsgrad und  $SFP_v$  – Faktor sind für jeden Ventilator angegeben.

Abtaugrenze: kleinste zulässige Betriebstemperatur für die aktuelle WRG.

### 2 Ausgabefeld: **Jährliche Kosten**

Anzeige der jährlichen Gesamtkosten für Elektroenergie (Ventilatoren), Wärmebedarf (Heizer) sowie Wartungskosten. Die Berechnungen erfolgen auf Basis der aktuellen Geräteauslegung sowie den Vorgaben für Klima, Betriebskonditionen und Betriebszeiten.

### 3 Ausgabefeld: **Energiebedarf / Jahr**

Gesamtenergiebedarf für Wärme, Kälte und Strom. Im Heizbedarf, ist der Rückgewinn durch eine WRG bereits berücksichtigt. Der Energiebedarf "Kühlen" wird in dieser Programmversion noch nicht in die LCC-Berechnung eingebunden und nur zur Info angezeigt. Ebenfalls als Information: aktueller Leistungsbedarf des Erhitzers.

### 4 Ausgabefeld: **Rückgewinnung / Jahr**

Für alle Typen von Wärmerückgewinnern, wird immer der sensible Anteil an rückgewonnener Energie angezeigt. Desweiteren der durch die Ventilatorabwärme des Zuluftventilators erzielbare Wärmegewinn und bei Geräten mit WRG der **mögliche** Kälterückgewinn.

### 5 Ausgabefeld: **LCC LifeCycleCost**

LCC – Ergebnisse. *Wichtig: Die Ergebnisse nach ENEU2000 sind für uns nicht von Bedeutung sondern nur das ABB-Modell.*

Die Berechnungen erfolgen entsprechend der Kapitalwertmethodik sowie der auf Seite 9 angegebenen Formel für alle Betriebsjahre. Leider gibt es hier noch Übersetzungsfehler, bitte berücksichtigen Sie:

**Elektrizität = Gesamtkosten Strom**

**Heizung = Gesamtkosten Wärme**

**Angebot = Gerätepreis**

**Schätzen = LCC = Lebensdauerkosten nach Formel S.11**

### 6 Ausgabefeld: **Gradstunde**

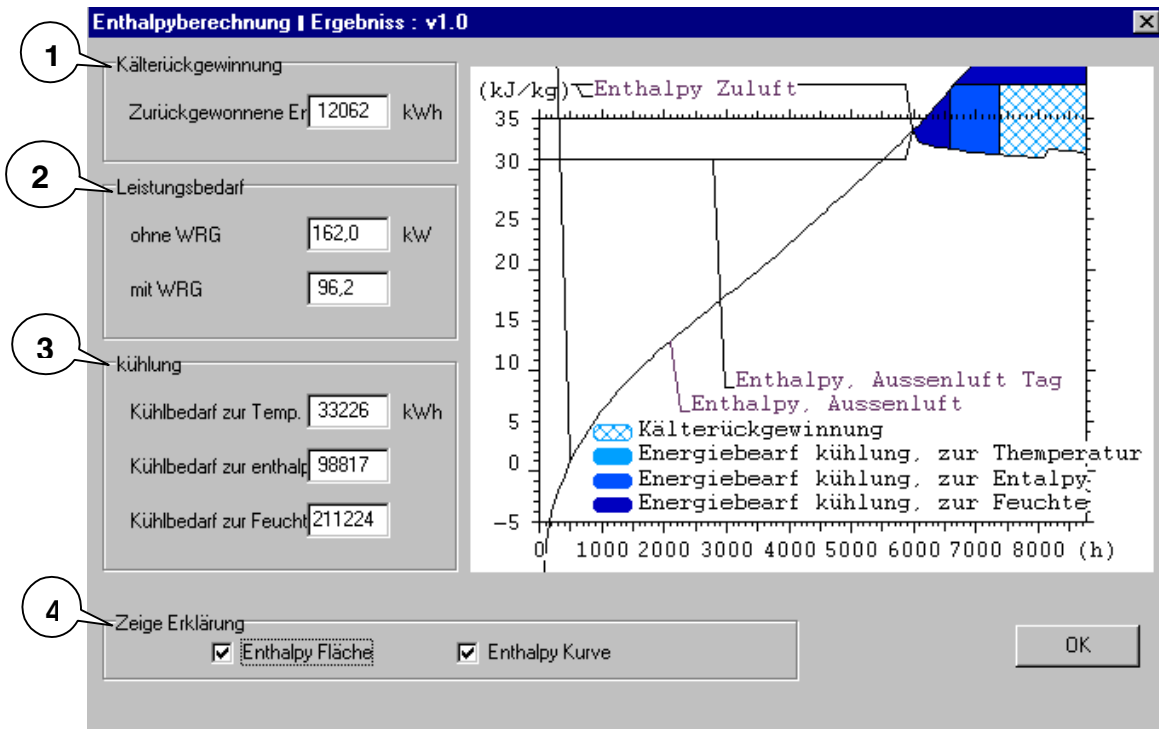
Nur die ABB-Angabe ist wichtig: Anzahl der Stunden für die vorgegebene Jahres-Betriebszeit, in denen vom Erhitzer Wärme bereitgestellt werden muß.

### 7 Ausgabefeld: **Summen – Diagramm**

Siehe Erläuterungen auf Seite 16

## Ergebnis: Enthalpieberechnung

(nur möglich bei Geräten mit rot. Wärmetauscher und hygroskopischer Speichermasse)



**Achtung! : Die Darstellung der Enthalpiekurven im Summen-Diagramm ist noch fehlerhaft und daher nicht repräsentativ für die durchgeführte Berechnung.**

### 1 Ausgabefeld: **Kälterückgewinnung**

In der jährlichen Betriebszeit zurückgewonnene Kälteenergie in kWh. Dieser zurückgewonnene Anteil ist in dem weiter unten angegebenen Kühlbedarf berücksichtigt.

### 2 Ausgabefeld: **Leistungsbedarf**

Angabe des Kühlleistungsbedarfes ohne Wärmerückgewinner und mit Wärmerückgewinner. Mit Kälterückgewinnung kann beispielsweise der jährliche Gesamtkühlbedarf vermindert und im Gerät ein kleinerer Kühler platziert werden.

### 3 Ausgabefeld: **Kühlung**

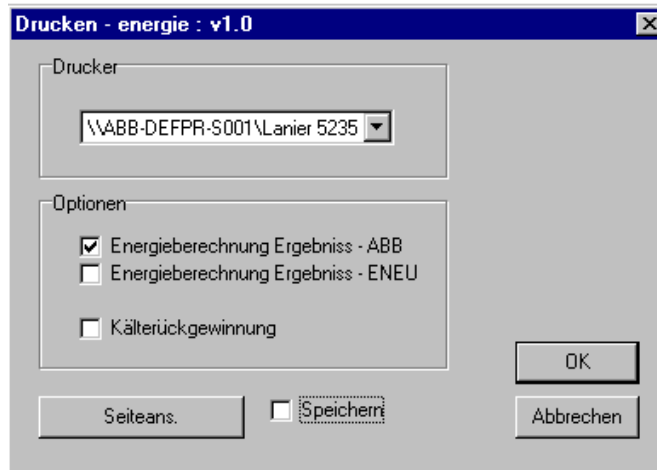
Die Abkühlung von warmer und feuchtehaltiger Luft an kalten Oberflächen läßt sich thermodynamisch in verschiedene Zustandsänderungen einteilen, die bei der Bemessung von Kälteversorgungsanlagen von erheblicher Bedeutung sind. In diesem Fenster sind die ermittelten Bedarfswerte für:

sensible Kühlung zur Soll-Temperatur  
 latente Kühlung zur Soll-Enthalpie und  
 latente Kühlung zur Soll-Feuchte angegeben.

### 4 Ausgabefeld: **Zeige Erklärung**

Durch anklicken der Buttons werden im Diagramm die Kurven und Flächenbezeichnungen angezeigt.

### **Abschluß: Ausdruck oder Speicherung der Ergebnisse**

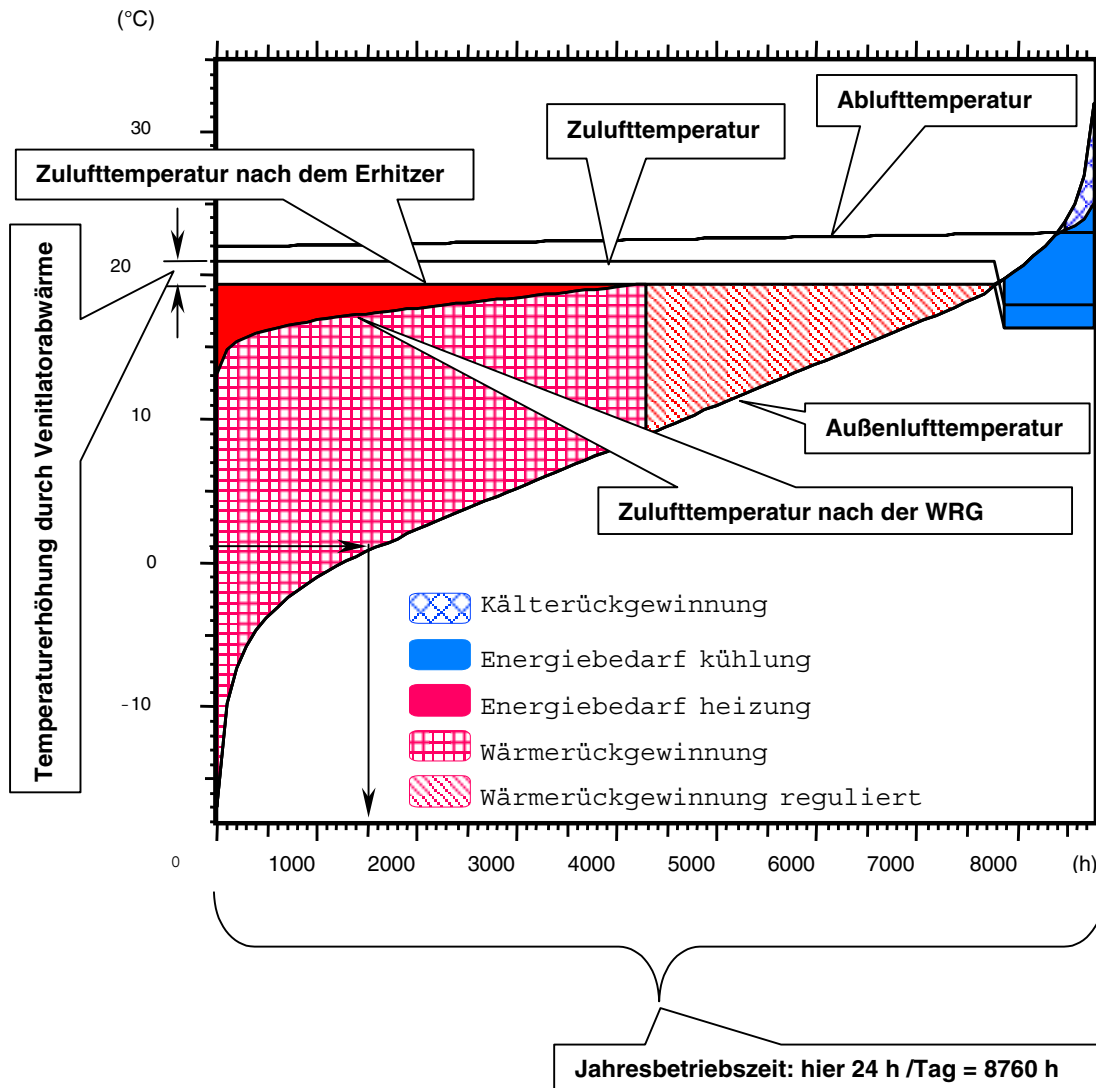


Es stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

- Ausdruck des Ergebnisses direkt auf einen Drucker: Es werden einschließlich Diagramm 4 Seiten ausgedruckt.
- Speichern des Ergebnisses als .RTF-Datei auf der Festplatte: Die Datei kann dann mit Word bearbeitet werden
- Seitenansicht des Ergebnisses auf dem Bildschirm: Der Ausdruck kann kontrolliert werden.

## V. Erläuterungen zum Diagramm (Jahresdauerdiagramm)

### Aufbau des Diagramms



### Wozu dient das Diagramm?

Für manche Berechnungen ist die Frage wichtig, an wievielen Tagen oder Stunden im Jahr die Tagestemperaturen über oder unter einem bestimmten Wert liegen. Hierzu werden die **Summenhäufigkeitskurven** oder **Jahresdauerlinien** verwendet.

#### Ablesebeispiel (Standort Berlin-Tempelhof):

An 1500 Stunden im Jahr liegt für den 24-h Betrieb die Außenlufttemperatur bei 1°C oder darunter.



Die Flächen zwischen der AU-Temperaturlinie und der ZU-Temperaturlinie sind die sogenannten **Gradstunden** in °Ch, also die Stunden im Jahr, in denen Heiz- oder Kühlenergie notwendig ist um eine bestimmte Zulufttemperatur zu erreichen.

Mit diesem Diagramm können also folgende Aussagen getroffen werden:

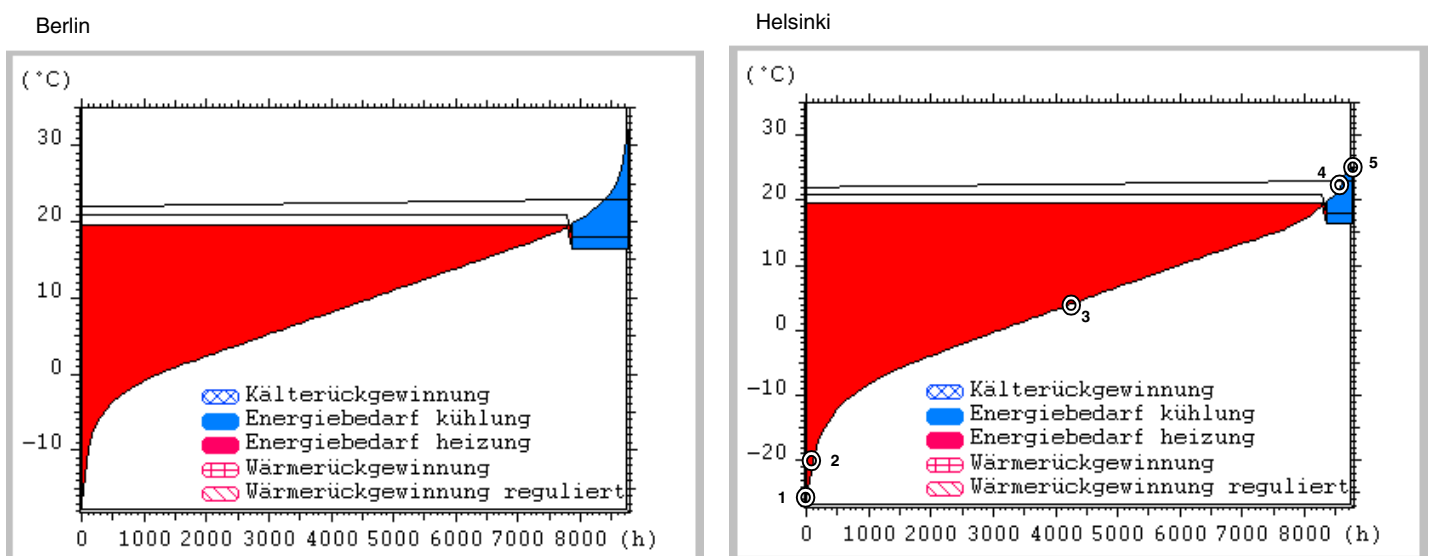
- Effizienz der Wärmerückgewinnung
- Stundengang der Außenlufttemperatur
- Sinn oder Unsinn einer Kälterückgewinnung
- Anteil der Erhitzerleistung am gesamten Wärmebedarf
- Regelbereiche der WRG

### Die Außenlufttemperaturlinie

Ausgangspunkt für die Darstellung im Diagramm und alle Energieberechnungen des LCC-Programmes ist die Außenlufttemperaturlinie. Es ist also selbstredend das diese Kurve möglichst dicht an den tatsächlichen meteorologischen Grunddaten für bestimmte Orte liegen muß um vertrauenswürdige Rechenergebnisse zu liefern. Für Deutschland sind die aktuellen Klimadaten sehr umfangreich in der DIN 4710 angegeben. Für das LCC-Programm wären derartige Datenmengen allerdings viel zu umfangreich, sodaß man sich mit hinreichender Genauigkeit eines mathematischen Näherungsverfahrens bedient um die Außenlufttemperaturkurve zu berechnen.

Die Kurve wird auf Grundlage der in der Klimabox hinterlegten oder eingegebenen durchschnittlichen Jahrestemperaturen errechnet. Auf Basis einer Referenzkurve (im LCC-Programm ist dies die Jahreskurve für Berlin-Tempelhof), wird dann für alle anderen Orte die entsprechend adäquate Kurve aus den 5 Vorgabewerten durch Kurveninterpolation (mathematisches Näherungsverfahren) berechnet.

### Beispiel: Kurvenvergleich Berlin / Helsinki



## VI. Literaturhilfen

VDI 2067 Blatt 3	Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen; Raumluftechnik
VDI 2067 Blatt 10	Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Energiebedarf beheizter und klimatisierter Gebäude
DIN 4710	Meteorologische Daten zur Berechnung des Energieverbrauches von heiz- und raumluftechnischen Anlagen
VDI 2071	Wärmerückgewinnung in raumluftechnischen Anlagen
Verlag Oldenburg	Recknagel / Sprenger Taschenbuch Heizung + Klimatechnik
Verlag C.F. Müller	Handbuch der Klimatechnik Band 2 <i>Berechnung und Regelung</i>