

# Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden

Handbuch: Excel-Arbeitshilfe Klimakälte

Version: 3.0

gefördert von





## Impressum

Projekt	<b>Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden</b>
Kurztitel	<b>MEG</b>
Gefördert mit Mitteln von	Deutsche Bundesstiftung Umwelt ( <b>DBU</b> ) E.ON Energie AG ( <b>E.ON</b> ) Energienstiftung Schleswig-Holstein ( <b>ESSH</b> ) Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung ( <b>HMWVL</b> )
Auftragnehmer	ARGE <sup>1</sup> DS-Plan GmbH ( <b>DSP</b> ) Institut Wohnen und Umwelt GmbH ( <b>IWU</b> )
Geschäftsadresse	DS-Plan GmbH Schmidtstraße 51 60326 Frankfurt am Main  Tel. +49 (0) 69 / 75 80 77- 70 Fax +49 (0) 69 / 75 80 77- 65
Verfasser Koreferat	Jens Knissel, IWU
Freigegeben	
Dokument	M:\Phase 1\Kälte\Handbuch\MEG - Handbuch Klimakälte-3.0.doc

---

<sup>1</sup> Das Projekt MEG wurde in Teilprojekt I von Herrn Hörner noch als Mitarbeiter von Amstein+Walthert, Niederlassung Frankfurt, erarbeitet. Mit Beginn von Teilprojekt II und dem Wechsel von Herrn Hörner wurde das Projekt an DS-Plan übertragen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Erfassung der Zonen und Anlagen .....</b>	<b>6</b>
2.1	Erfassung Zonen.....	6
2.2	Erfassung Kälteanlagen.....	24
<b>3</b>	<b>Nachweis „Rationelle Verwendung von Elektrizität“ .....</b>	<b>27</b>
3.1	Vergleichskennwerte.....	27
3.2	Ergebnisse – Zonendarstellung .....	30
3.3	Ergebnisse Gebäude .....	32
<b>4</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>34</b>

# 1 Einleitung

Die **Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden (Modul Klimakälte)** bietet Bauherren, Planern und Genehmigungsbehörden eine standardisierte Vorgehensweise zur Ermittlung des Strombedarfs zur Kühlung, Be- und Entfeuchtung. Die Berechnungsansätze sowie die Standardannahmen sind in der Excel-Arbeitshilfe Klimakälte umgesetzt. Die Anwendung der Arbeitshilfe wird in diesem Handbuch beschrieben.

Der Schwerpunkt der Berechnung liegt im Bereich der Kühlkälte. Entsprechend wird auch nur ein Nachweis für diese Luftbehandlungsfunktion geführt. Die Angaben zum Strombedarf für Be- und Entfeuchtung sind nur informativ zu verstehen. Sie basieren auf einfachen am Raumbedarf orientierten Abschätzungen. Die verwendeten Ansätze können bei Bedarf weiter differenziert werden.

Die Berechnungsergebnisse können verwendet werden für die

- **Energieberatung:** in dem Fall sollte der Strombedarf unter möglichst realitätsnahen Betriebsbedingungen ermittelt werden, um eine Analyse und eine Optimierung zu ermöglichen. Der sich berechnende Kennwert wird im Folgenden als Betriebs-Kennwert bezeichnet.
- zur Erstellung eines **Nachweises „Rationelle Verwendung von Elektrizität“** unter Standardnutzung und Standardklima. Der hierfür verwendete Kennwert wird als Nachweis-Kennwert bezeichnet.

Die beiden Anwendungsfälle unterscheiden sich in den in der Berechnung angesetzten Randbedingungen.

	Energieberatung	Nachweis
Ziel	Ermittlung unter möglichst realitätsnahe Betriebsbedingungen zur energetischen Analyse und Optimierung	Bewertung der energetischen Effizienz von Baukörper und Anlagentechnik unter vergleichbaren Bedingungen
Kennwert	Betriebs-Kennwert	Nachweis-Kennwert
Nutzung	Tatsächliche (geplante) Nutzung	Standardnutzung
Klima	Standortspezifisches Klima	Standardklima

Es ist offenkundig, dass der Nachweis-Kennwert deutliche vom Betriebs-Kennwert und damit vom tatsächlichen Bedarf/Verbrauch abweichen kann.

Für die praktische Anwendung ist es empfehlenswert, zunächst eine möglichst realistische Abbildung des Gebäudes und der Nutzung vorzunehmen. Auf dieser Ebene können die Energieeffizienz optimiert und unterschiedliche Varianten miteinander verglichen werden. Für den Nachweis kann dann eine separate Datei abgespeichert werden, in der Nutzung, Klima und Kälteanlage auf Standardwerte zurückgesetzt werden (siehe unten).

Die energetische Analyse eines Gebäudes erfolgt in drei Schritten:

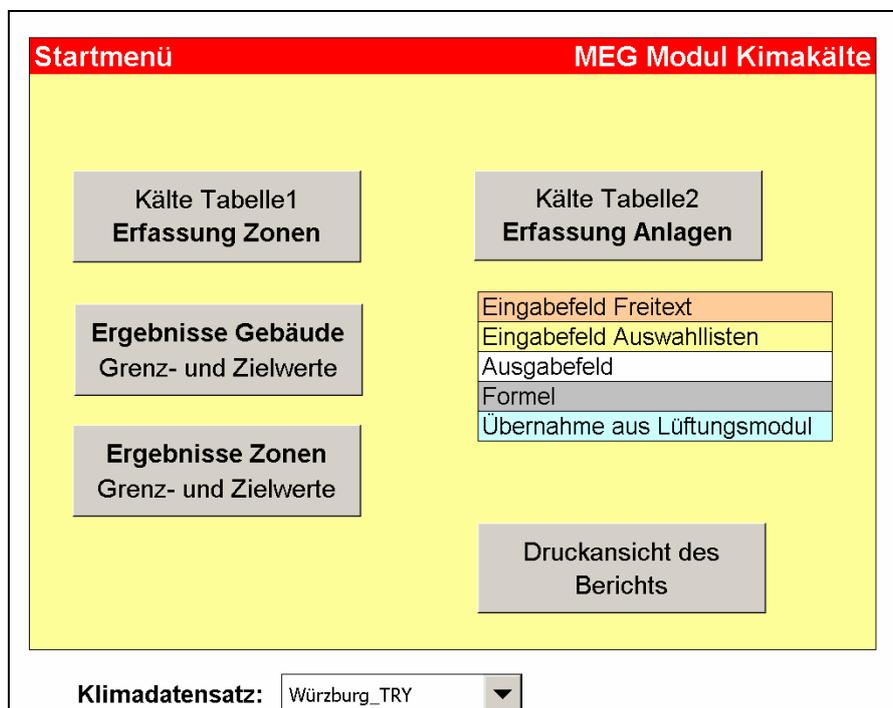
1. Erfassung Zonen: Zonenweise Festlegung von nutzungs-, raum- und anlagenspezifischen Parametern und Zuordnung der Kälteanlagen.
2. Erfassung Anlagen.
3. Ergebnisse: Die Energiekennwerte sowie der absolute Energiebedarf werden zonenweise bzw. gebäudeweise zusammengefasst. Werden Standardnutzungen und –klima verwendet,

dient diese Ergebniszusammenstellung als Nachweis „**Rationelle Verwendung von Elektrizität - Klimakälte**“



Der **Nachweis** (Zusammenfassung) ist erbracht, wenn der spezifische Elektrizitätsbedarf  $w^{KK}$  für Kühlkälte im Objekt nicht größer ist als die aus den Grenzwerten der Nutzungszonen gebildete Systemanforderung  $w_{Anf}^{KK}$  (siehe Abschnitt 3).

Die Navigation in der Excel-Arbeitshilfe Klimakälte erfolgt über das Tabellenblatt „Start“. Hier wird auch der in der Berechnung verwendete Klimadatensatz ausgewählt. Für den Nachweis ist mit dem Klimadatensatz „Standard Deutschland“ zu rechnen. Ab der Version 2.0 sind die neuen Testreferenzjahre des Deutschen Wetterdienstes als nutzbare Datensätze hinterlegt.



Es ist auch möglich, die Tabellenblätter direkt anzuwählen. Es sind folgende Blätter vorhanden:

**Start:** Startmenü

**Erfassung Zonen:** zonenweise Festlegung von nutzungs-, gebäude- und anlagenspezifischen Parametern

**Erfassung Kälteanlagen:** Festlegung von Parametern der Kälteanlagen

**Ergebnisse Zonen:** Zonenweiser Vergleich von Grenz- und Zielwerten mit den ermittelten objektspezifischen Werten.

**Ergebnisse Gebäude:** Dokumentation der wichtigsten Objektinformationen und Vergleich der gebäudebezogenen Grenz- und Zielwerte mit dem ermittelten Objektwert.

**Standarddatenbank:** Die Standarddatenbank ist zur Dokumentation der hinterlegten Werte vorhanden. Die Werte können nicht verändert werden. In diesem Blatt kann auch eine spezielle

Nutzung definiert werden. Ab der Version 3.0 sind die Standardnutzungen entsprechend den Profilen der DIN V 18599 (Stand 2005) definiert.

Der Button **Druckansicht des Berichts** ermöglicht den Ausdruck auf einem installierten Drucker.

## 2 Erfassung der Zonen und Anlagen

### 2.1 Erfassung Zonen

In der Tabelle **Erfassung Zonen** werden alle raumrelevanten Objektwerte für gekühlte Gebäudebereiche eingegeben. Das gesamte Gebäude wird dabei in unterschiedliche Zonen eingeteilt. Zonen sind Bereiche eines Gebäudes mit gleicher Nutzung und ähnlichen baulichen und anlagentechnischen Randbedingungen. Sie zeichnen sich durch ein weitgehend homogenes thermisches Verhalten aus.

lauf. Nr.	Zone (Raumgruppe)	Nutzung	interne Wärmequellen [-]	interne Wärmequellen in Nutzungszeit [W/m²]	Standardnutzung verwendet	Anzahl Räume [-]	Raumhöhe [m]	Raumbreite [m]	Raumtiefe [m]	Bodenfläche [m²]	Orientierung [-]	Geometrie-Kennziffer	Fensterfläche [%]	Baumasse [-]
1	Büro	Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)	mittel	13,7	x	1	3,00	6,00	6,00	36	S	0	60	mittel
2	Besprechung	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	mittel	16,9	x	1	3,00	6,00	6,00	36	S	0	60	mittel

#### 2.1.1 Allgemeine Hinweise

Die Eingabe der Zonen erfolgt zeilenweise. Um den Eingabeaufwand zu reduzieren, ist jede Zeile in zwei Bereiche aufgeteilt:

1. Standardeingabebereich (vordere Spalten)
2. Detaillierter Eingabebereich (hintere Spalten)

Der detaillierte Eingabebereich kann über die Schaltfläche **Detaillierte Nutzungsbedingungen anzeigen/verbergen** ausgeblendet bzw. wieder eingeblendet werden.

lauf. Nr.	Zone (Raumgruppe)	Nutzung	Personenbeleuchtungs-dichte [m²/Person]	max. Wärmeabgabe Personen [W/m²]	max. Wärmeabgabe Geräte [W/m²]	max. Wärmeabgabe Beleucht. [W/m²]	Vollbetriebszeit Personen [h/d]	Vollbetriebszeit Geräte [h/d]	Vollbetriebszeit Beleuchtung [h/d]	Nutzungspr [c]
1	Büro	Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)	14,0	5,0	7,0	12,7	6,0	6,0	6,2	2
2	Besprechung	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	3,0	24,0	2,0	12,8	4,0	4,0	6,4	2

## 1. Zonen mit Lüftungsanlage

In der Regel werden gekühlte Zonen eine Lüftungsanlage besitzen. Die Lüftungsanlagen werden in dem Modul „Luftförderung“ definiert. Bei der Eingabe im Kältetool muss auf eine konsistente Definition der Lüftungsanlage und der Zonen geachtet werden.

Es ist auch möglich, dass Zonen ohne Lüftungsanlage gekühlt werden, z. B. durch einen Umluftkühler. Die türkisen Felder müssen in diesem Fall nicht ausgefüllt werden, da sie zur Definition der Lüftungsanlage dienen.

## Farblegende

Die Farben der Zellen stellen eine Eingabehilfe dar. Sie sind wie folgt zu interpretieren:

- **Beige Felder** sind von Hand auszufüllen
- **Gelbe Felder** werden durch die Auswahl eines der Auswahlfelder am Kopf der jeweiligen Spalte belegt. Hierbei ist es wichtig, die Markierung immer in die aktuell zu ändernde Zeile zu setzen.
- **Weißer Felder** enthalten Berechnungsergebnisse und können nicht editiert werden.
- **Türkise Felder** kennzeichnen im oberen Tabellenbereich „Zone mit Lüftungsanlage“ die Felder, die aus der Arbeitshilfe „Luftförderung“ übernommen werden und die hier nicht editiert werden können.

## Schaltflächen

Mit den Schaltflächen am oberen Bildrand können folgende Aktionen durchgeführt werden:

Mit **Aktuelle Zeile leeren** werden für die markierte Zeile alle Werte gelöscht.

**Zeile löschen** entfernt die letzte Zeile vor der Zusammenfassung der Ergebnisse (Zeile *Total*).

**Neue Zeile einfügen** fügt diese vor der letzten Zeile vor der Zusammenfassung der Ergebnisse (Zeile *Total*) ein.

**Vorbelegung wiederherstellen:** Hierdurch werden in allen Zellen der Zeile, in der der Cursor sich befindet, die zu der Nutzung korrespondierenden Startwerte (Vorbelegung) wiederhergestellt (Zahlenwerte dokumentiert in Blatt „Standarddatenbank“).

**Standardnutzung wiederherstellen:** setzt alle nutzungsbezogenen Zahlenwerte wieder auf die zur Nutzung korrespondierenden Standardwerte zurück (Zahlenwerte dokumentiert in Blatt „Standarddatenbank“).

Mit **Aktuelle Zeile berechnen** werden in der markierten Zelle für alle vorhandenen Zonen- und Nutzungsdaten Zwischenergebnisse (weiße Felder) berechnet. Einige Ergebnisse können jedoch erst nach der Eingabe der Anlagen auf dem Blatt *Erfassung-Kälteanlagen* berechnet werden und bleiben vorerst frei.

**Ergebnisfenster anzeigen** öffnet ein Fenster, das immer im Vordergrund steht und die Ergebnisse zusammenfasst sowie die Neuberechnung der aktuellen Zeile ermöglicht. Das Ergebnisfenster selbst beinhaltet folgende Schaltfelder:

- Zone berechnen: Zone der aktuellen Zeile wird berechnet (siehe oben).
- Anlagen berechnen: Das Gesamtsystem aus Zone und Anlage wird berechnet. Hierzu müssen die Anlagen im Blatt „Erfassung Kälteanlagen“ definiert sein.
- Fenster schließen: schließt das Fenster.

**Startmenü:** Sprung in das Startmenü.

### 2.1.2 Eingabefelder zur Zonendefinition

#### Erfassung der Zonen

lauf. Nr.	Zone (Raumgruppe)	Nutzung	interne Wärmequellen [-]	interne Wärmequellen in Nutzungszeit [W/m²]	Standardnutzung verwendet
34	1 Büro	Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)	mittel	13,7	x
35	2 Besprechung	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	mittel	16,9	x
36					
37					

**lauf. Nr.** wird automatisch erzeugt, wenn im Feld Zone ein Eintrag vorhanden ist. Sie darf nicht verändert werden. Zonen müssen nacheinander ohne Leerzeilen angelegt werden

**Zone (Raumgruppe):** Name oder Nummer der Zone. Ein Zusammenfassen von mehreren Räumen zu einer Zone ist möglich, wenn gleiche oder ähnliche nutzungs-, bauliche- und anlagenspezifische Eigenschaften vorliegen.

**Nutzung:** In der Auswahlliste stehen 33 Standardnutzungen zur Verfügung. Diese Nutzungen sind in Anlehnungen an die DIN 18599 definiert. Die jeweiligen Zahlenwerte sind in der Tabelle *Standardnutzungen* dokumentiert. Durch Auswahl einer Nutzung erfolgt neben den reinen Nutzungsparametern (siehe Modul Standardnutzungen) auch eine Vorbelegung der Zellen für Geometrie-, Baukörper- und Anlagentechnik. Es handelt sich dabei um die Werte, die für die Berechnung der Grenz- und Zielwerte verwendet wurden. Die Startwerte (Vorbelegung) müssen an die vorliegende Situation angepasst werden.

Werden spezielle Nutzungen definiert (siehe Abschnitt 3.1.2), erscheinen sie auch im Auswahlfeld „Nutzung“.

**Interne Wärmequellen:** In den Standardnutzungen sind drei Szenarien für die internen Wärmequellen beschrieben. Diese können durch dieses Auswahlfeld auf gering, mittel, hoch festgelegt werden. Alternativ dazu können die internen Wärmequellen in der detaillierten Eingabeebene manuell beschrieben werden. In diesem Fall muss die im Rahmen der Beleuchtungsberechnung ermittelte Wärmeabgabe der Beleuchtung des Gebäudes berücksichtigt werden. Die manuelle Änderung der internen Wärmequellen ist weiter hinten beschrieben. In der Berechnung werden immer die in der detaillierten Eingabeebene angegebenen Zahlenwerte verwendet.

**Mittlere interne Wärmequellen in der Nutzungszeit [W/m<sup>2</sup>]** (Ergebnis): Über die tägliche Nutzungszeit gemittelte Wärmequellen durch Personen, Beleuchtung und Arbeitshilfen.

**Standardnutzung verwendet:** Ein x in dieser Spalte besagt, dass die Standard-Nutzungen bzw. spezielle Nutzungen verwendet werden. Die Verwendung einer zu den Grenz- und Zielwerten korrespondierenden Nutzung ist für den „Nachweis“ erforderlich (siehe hinten).

Wird einer der folgenden Nutzungsparameter geändert, wird das x gelöscht.

Spalte	Bezeichnung
D	Interne Wärmequellen
AJ	Personenbelegungsdichte
bis	
AS	Maximale Raumtemperatur

*Tabelle 1: Nutzungsparameter, bei deren Änderung das „x“ in „Standardwerte verwendet“ gelöscht wird*

Hinweis: Durch die Schaltfläche „Standardnutzung wiederherstellen“ können eventuelle Änderungen in den Standardnutzungsbedingungen wieder auf die ursprünglichen Werte zurückgesetzt werden.

Raumabmessungen-Geometrie

Standardnutzung verwendet	Raum-Abmessung							Raum-Baukörper					
	Anzahl Räume [-]	Raumhöhe [m]	Raumbreite [m]	Raumtiefe [m]	Bodenfläche [m <sup>2</sup> ]	Orientierung [-]	Geometrie-kenn-ziffer	Fenster-fläche [%]	Baumasse [-]	U-Wert opak [W/m <sup>2</sup> K]	U-Wert Vergla-sung + Rahmen [W/m <sup>2</sup> K]	g-Wert Ver-glasung [-]	Abminde-rungsfaktor Sonnen-schutz [-]
x	1	3,00	6,00	6,00	36	S	0	60	mittel	0,25	1,4	0,6	0,25
x	1	3,00	6,00	6,00	36	S	0	60	mittel	0,25	1,4	0,6	0,25

**Anzahl Zone:** Gibt an, wie oft diese Zone im Gebäude vorkommt. Die Zone wird bei der Berechnung des Kältebedarfs und der Gesamtfläche (Summe) entsprechend oft berücksichtigt.

**Raumhöhe [m]:** Die lichte Höhe der Räume in der Zone in Meter.

**Raumbreite [m]:** Die lichte Breite der Räume in der Zone in Meter.

**Raumtiefe [m]:** Die lichte Tiefe der Räume in der Zone in Meter.

**Bodenfläche [m<sup>2</sup>]** (Ergebnis): Grundfläche der Zone in Quadratmeter. Wird aus den obigen Angaben berechnet.

**Orientierung:** Zur Bestimmung der solaren Energieeinträge muss hier die Himmelsrichtung der Hauptfassade eingetragen werden. Mögliche Werte sind: S für Süd, W für West, N für Nord und O für Ost.

**Geometrie-kenn-ziffer:** Bei der hier vorgenommenen einfachen Definition der Geometrie der Zonengeometrie wird standardmäßig nur die Hauptfassade als Außenfläche berücksichtigt. Entsprechend sind auch nur hier Fenster berücksichtigt. Um zusätzliche Außenflächen und Fensterflächen definieren zu können, wird die Geometrie-kenn-ziffer eingeführt (Standardfall nur eine Außenfassade mit Fenster: Geometrie-kenn-ziffer = 0). Möglich ist die zusätzlich Berücksichtigung einer Eckfassade, eine gegenüberliegende Fassade und eine Dachfläche. In allen drei zusätzlichen Außenflächen können Fenster vorhanden sein.

Jeder möglichen zusätzlichen Außenfläche ist eine Kennzahl zugeordnet. Als Geometrie-ziffer muss der Wert eingetragen werden, der sich als Summe der zutreffenden Fälle ergibt (Vorzeichen siehe unten). Die Fälle sind mit folgenden Kennzahlen belegt.

Fall	Kennzahl	Fall	Kennzahl
Eckfassade	1	Fenster in Eckfassade	10
Gegenüberliegende Fassade	2	Fenster in gegenüberliegender Fassade	20
Dach (Decke gegen Außenluft)	4	Fenster im Dach	40

**Beispiel:**

Raum mit Eckfassade gegen Uhrzeigersinn, gegenüberliegende Fassade und Dach gegen Außenluft sowie Fenster in der gegenüberliegenden Fassade:

Geometrie Kennziffer:  $(1+2+4+20) \cdot (-1) = -27$

Da bei der Definition von Fenstern in der Eckfassade die Orientierung berücksichtigt werden muss, werden die beiden möglichen Fälle durch ein unterschiedliches Vorzeichen der Geometrie Kennziffer wie folgt unterschieden:

- Eckfassade **in** Uhrzeigersinn: Geometrie Kennziffer wird mit **positivem** Vorzeichen eingetragen
- Eckfassade **gegen** Uhrzeigersinn: Geometrie Kennziffer wird mit **negativem** Vorzeichen eingetragen

**Hinweise zur Berechnung:**

Die zusätzlichen Außenflächen werden mit dem weiter unten definierten „U-Wert opak“ bei der Berechnung der Verluste berücksichtigt. Zur Ermittlung der Speichermasse wird für „Eckfassade“ bzw. „gegenüberliegende Fassade“ die Speicherkapazität der „Außenwand“ angesetzt.

Die Fenster werden mit den unten beschriebenen Angaben in der Berechnung berücksichtigt.

**Fensterfläche [%]:** Prozentualer Anteil der Fensterfläche an der vom Raum aus sichtbaren Außenwandfläche (Innenflächenbezug). Hinweis: Die Angabe von 100% führt zu Rechenproblemen. Hier ist ein Wert von 99% zu verwenden.

**Raum-Baukörper**

**Baumasse:** Mit Hilfe der Baumasse wird die spezifische Speicherkapazität der Zone berechnet. Für eine überschlägige Berücksichtigung kann eine der drei Kategorien für die Eingabe der wirksamen Baumasse gewählt werden:

- leicht: z. B. Holzbau
- mittel: z. B. Massivbau mit abgehängten Decken oder aufgeständerten Böden und leichten Innenwänden
- schwer: z. B. Massivbau mit thermisch aktiven Speichermassen und schweren Innenwänden

Als Speicherkapazität der Bauteile werden die in der Standarddatenbank angegebenen Werte verwendet. Sie entsprechen den Beispielen aus der VDI 2078. Ist die Speicherkapazität der einzelnen Bauteile bekannt, kann diese weiter hinten in der detaillierten Eingabeebene berücksichtigt werden.

**U-Wert opak [W/(m²K)]:** mittlerer U-Wert der nicht-transparenten (opaken) Außenbauteile.

**U-Wert Verglasung + Rahmen [W/(m²K)]:** U-Wert der Fenster (Verglasung + Rahmen)

**g-Wert Verglasung:** Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung (bei senkrechtem Strahlungsdurchgang).

**Abminderungsfaktor Sonnenschutz:** Abminderungsfaktor entsprechend DIN 4108 Teil 2.

**Anlagentechnik**

	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1									
2									
3	<b>Anlagentechnik</b>								
4		<b>Lüftungs- und Luftkühlsystem</b>				<b>Wasserkühlsystem</b>		<b>Ergebnisse K Zone</b>	
5	Abminderungsfaktor Sonnenschutz [-]	Art der Volumenstromregelung	maximaler Luftwechsel [h-1]	hyg. Grundluftwechsel (Tagesmittelwert) [h-1]	max. Zulufttemperaturdifferenz [K]	Kälteanlage Luftsystem Nr.	Art des Wassersystems	Kälteanlage Wassersystem Nr.	max. Kältelast (mit Luftwechsel) [W/m²] [kV]
34	0,25	konstant	1,3	1,3	3	1	Kühldecke	1	35,4
35	0,25	konstant	5,0	5,0	3	1	Kühldecke	1	68,7
36									

**Lüftungs- und Luftkühlsystem**

**Art der Volumenstromregelung:** Beschreibt das Regelverhalten des Luftkühlsystems. Es wird aus dem Lüftungsmodul übernommen. Mögliche Betriebsweisen für den Ventilator sind:

- konstant
- 2-stufig
- variabel.

**maximaler Luftwechsel [ $h^{-1}$ ]:** Der maximale Luftwechsel, der von dem Lüftungssystem während der Nutzungszeit gefördert werden kann. Er wird aus dem Lüftungsmodul übernommen.

**hyg. Grundluftwechsel (Tagesmittelwert) [ $h^{-1}$ ]:** Tagesmittelwert des Luftwechsels während der Nutzungszeit. Er wird aus dem Lüftungsmodul übernommen. In der Regel werden die Luftmengen im Lüftungsmodul nach den hygienischen Erfordernissen festgelegt. Nicht berücksichtigt in diesem Wert ist ein zu Kühlzwecken erhöhter Luftvolumenstrom. Dies ist Ergebnis der Kälteberechnungen.

**max. Zulufttemperaturdifferenz [K]:** Die Art des Zuluftventils legt die maximale Zulufttemperaturdifferenz fest. Neben einer manuellen Eingabe werden folgende Auswahlfelder angeboten:

<u>Drallauslass:</u>	8 K Temperaturdifferenz
<u>Weitwurfdüse:</u>	8 K Temperaturdifferenz
<u>Schlitzauslass:</u>	6 K Temperaturdifferenz
<u>Lüftungsgitter:</u>	4 K Temperaturdifferenz
<u>Quelllüftung:</u>	3 K Temperaturdifferenz
<u>Induktionsanlage:</u>	11 K Temperaturdifferenz

Hinweise:

**Induktionsanlage:** Für die Energiebilanz des Raumes ist entscheidend, mit welcher Untertemperatur und welchem Volumenstrom die Zuluft die Zonengrenze überschreitet. Eine Erhöhung des Volumenstroms durch Sekundärluft und die dadurch verbundene Absenkung der Zulufttemperaturdifferenz ist für die Berechnung nicht von Bedeutung.

**Konstante Zulufttemperatur:** Bei Anlagen mit konstanter Zulufttemperatur entspricht die maximale Zulufttemperaturdifferenz der Differenz aus maximaler Raumtemperatur und Zulufttemperatur.

**Raumtemperaturabhängige Zulufttemperaturregelung:** Wird die Zulufttemperatur abhängig von der Raumtemperatur variiert, wird bereits vor dem Erreichen der maximalen Raumtemperatur die Zulufttemperatur reduziert, bis beim Erreichen der maximalen Raumtemperatur die maximale Zulufttemperaturdifferenz auftritt. Eine derartige Regelung kann vom Programm nicht abgebildet werden.

**Berechnung:** Programmintern wird mit einer mittleren Zulufttemperaturdifferenz gerechnet, die um 2 Kelvin unter der maximalen Zulufttemperaturdifferenz liegt.

**Kälteanlage Luftsystem Nr.:** Nummer der Kälteanlage, die die Kälte für die Luftkühlung dieser Zone bereitstellt (eine Kälteanlage kann mehrere Zonen versorgen).

**Wasserkühlsystem**

**Art des Wassersystems:** Die Bezeichnung Wassersystem ergibt sich aus der Tatsache, dass nicht gekühlte Luft sondern kaltes Wasser in die Zone transportiert wird und dort in geeigneter Weise zu Kühlzwecken genutzt wird. Möglich sind folgende Wassersysteme:

- Kühldecke
- TAB (Thermisch aktivierte Bauteilsysteme)
- Umluftkühler.

Ist kein Wassersystem in der Zone vorhanden wird

- nicht vorh. gewählt.

**Kälteanlage Wassersystem Nr.:** Nummer der Kälteanlage, die die Kälte für die Wasserkühlung bereitstellt (eine Kälteanlage kann mehrere Zonen versorgen).

**Ergebnisse Kühlung**

Ergebnisse Kühlung Zone		Ergebnisse Kühlung Kältemaschine			Hilfsenergie	Ergebnisse Be- und Entfeuchtung		Gesamt	
max. Kältelast (mit Luftwechsel) [W/m²]	Nutzkältebedarf [kWh/(m²a)]	spez. elektr. Kälteleistung [W/m²]	Volllaststunden [h/a]	spez. el. Energiebedarf [kWh/(m²a)]	z.B. Pumpen, Regeung, Rückkühlwerk [kWh/(m²a)]	spez. Strombedarf Entfeuchungskälte [kWh/(m²a)]	spez. Strombedarf Befeuchtung [kWh/(m²a)]	spez. Strombedarf Klimatisierung [kWh/(m²a)]	
34	32,7	17,2	10,2	557	5,7	1,7	0,0	0,0	7,4
35	41,2	32,5	12,9	813	10,5	3,1	0,0	0,0	13,6
36	54,2	44,1	16,9	855	14,5	4,2	0,0	0,0	18,7
37	54,5	28,8	17,0	577	9,8	2,8	0,0	0,0	12,6
38	30,6	20,3	9,6	683	6,5	1,9	0,0	0,0	8,5

Diese Felder dienen der Ergebnisausgabe und können nicht verändert werden.

**Ergebnisse Kühlung - Zone**

Es werden zonenbezogene Kenngrößen angegeben, die noch nicht durch die Anlagentechnik beeinflusst sind. Diese Kenngrößen werden ermittelt und angegeben, wenn die Schaltfläche „aktuelle Zeile berechnen“ angeklickt wird.

**Max. Kältelast (mit Luftwechsel) [W/m²]:** Die maximale in der Zone auftretende Kältelast. Im Unterschied zu der aus der VDI 2078 bekannten Raumkühlleistung sind die thermischen Auswirkungen des hygienischen Grundluftwechsels auf die Leistungsbilanz berücksichtigt. Die

maximale Kältelast ist nur als eine Abschätzung anzusehen. Sie ist nicht nach dem Verfahren der VDI 2078 ermittelt (siehe Modul 1.3 Parameterstudie Kälte).

**Nutzkältebedarf** [kWh/(m<sup>2</sup>a)]: Flächenbezogener Nutzkältebedarf für den Raum/die Zone. Er entspricht dem Kältebedarf, der dem Raum zugeführt werden muss, um die vorgegebene max. Raumtemperatur einzuhalten.

Berücksichtigt in der Raumbilanz ist die Auswirkung des hygienische Grundvolumenstrom. Die Zulufttemperatur ergibt sich dabei aus der maximalen Zulufttemperaturdifferenz (bei niedrigen Außentemperaturen) bzw. der Außenlufttemperatur erhöht um die Temperaturerhöhung durch den Ventilator und die Wärmeeinträge in die Kanäle (hohe Außentemperatur). In der Berechnung wird die mittlere Zulufttemperaturdifferenz verwendet, die um 2 Kelvin unter der maximalen liegt.

Der Zahlenwert des Nutzkältebedarfs wird nicht beeinflusst von

- einer aktiven Kühlung der Zuluft (da Nutzkältebedarf den Bedarf der Zonenkennwert beschreibt)
- eine Erhöhung des Zuluftvolumenstroms über den Grundvolumenstrom (per Definition)
- der maximale Leistung des Wassersystems (da Nutzkältebedarf den Bedarf der Zonenkennwert beschreibt).

**Die folgenden Ergebnisse werden nur angezeigt, wenn die Kälteanlagen definiert sind und eine entsprechende Berechnung durchgeführt wurde.**

**Spez. elektrische Kälteleistung** [W/m<sup>2</sup>]: Flächenbezogene maximale, elektrische Kälteleistung der Zone. Zur Berechnung wird zunächst der kleinere Wert aus maximaler Kältelast und installierter Kälteleistung (Luft + Wassersystem) ermittelt. Dieser wird durch die Arbeitszahl der Kälteanlage dividiert. Dieser Wert gibt damit einen Anhaltswert, welcher Anteil der gesamten Leistung der Kälteanlage auf die jeweilige Zone entfällt.

**Volllaststunden** [h/a]: Volllaststunden einer fiktiven, nur diese Zone versorgenden Kälteanlage. Sie werden berechnet durch Division des spezifischen Strombedarfs Kühlkälte der Zone durch die entsprechende spezifische elektrische Kälteleistung.

**Spez. el. Energiebedarf** [kWh/(m<sup>2</sup>a)]: Flächenbezogener elektrischer Energiebedarf für die Kühlung der Zone. Werden von einer Kälteanlage mehrere Zonen versorgt, wird der Strombedarf der Kälteanlage entsprechend der Kälteanforderung auf die einzelnen Zonen aufgeteilt. Die Kälteanforderung einer Zone entspricht dem Nutzkältebedarf vermindert um die freie Kühlung mit einem (über den Grundluftwechsel) erhöhten Luftwechsel und vermindert um die freie Kühlung mit dem Wassersystem (siehe Modul 2.3. Klimakälte).

**Hilfsenergie** [kWh/(m<sup>2</sup>a)]: Elektrischer Energiebedarf für die Hilfsenergie bei der Kälteerzeugung. Unter Hilfsenergie wird der elektrische Energiebedarf von Umwälzpumpen, der Regelung und des Rückkühlwerkes verstanden. Der Hilfsenergieaufwand wird prozentual zum elektrischen Energiebedarf der Kältemaschine definiert. Dies ist weiter unten erläutert.

#### **Hinweis:**

Werden die Zahlenwerte „rot“ dargestellt, ist dies ein Zeichen dafür, dass die im Raum vorhandene maximale Kühlleistung (Luft- und Wassersystem) geringer ist, als die maximal auftretende Kältelast. Die gewählte Solltemperatur kann damit nicht in jedem Fall eingehalten werden. Eine Unterdimensionierung bewirkt die Berechnung eines zu geringen Strombedarfs Kühlung für die Zone.

#### *Ergebnisse Be- und Entfeuchtung*

**spez. Strombedarf Entfeuchungskälte [kWh/(m<sup>2</sup>a)]:** Flächenbezogener Strombedarf für die Entfeuchtung. Die Kälteanforderung zur Entfeuchtung wird aus dem Entfeuchtungsbedarf der Zone ermittelt (stationäre Feuchtebilanz unter Berücksichtigung der internen Feuchteproduktion, des Luftvolumenstroms und der Feuchte-Sollwerte). Verluste durch die Anlagentechnik, Regelung oder Prozessführung können durch einen entsprechenden Wirkungsgrad berücksichtigt werden (siehe Blatt „Eingabe-Kälteanlage“).

Das Forschungsprojekt MEG befasst sich mit dem Strombedarf von Gebäuden. Da die Luftbehandlungsfunktion „heizen“ in der Regel über einen Wärmeerzeuger durch Verbrennen fossiler Brennstoffe erfolgt, wird dies an dieser Stelle nicht untersucht. Die Nachheizung der Zuluft nach einer Entfeuchtung ist entsprechend in den Ergebnissen nicht berücksichtigt.

Lüftungsanlage, die mehrere Zonen entfeuchtet, können nicht abgebildet werden. In dem Fall wird üblicherweise die Zuluftfeuchte geregelt. Die Zonenfeuchte ergibt sich dann in Abhängigkeit von den internen Feuchtelasten und dem Luftvolumenstrom.

**spez. Strombedarf Befeuchtung [kWh/(m<sup>2</sup>a)]:** Flächenbezogener Strombedarf für die Befeuchtung. Der Befeuchtungsbedarf wird aus einer stationären Feuchtebilanz für die Zone ermittelt. Verluste der Anlagentechnik und der Prozessführung können über entsprechende Wirkungsgrade berücksichtigt werden (siehe detaillierte Eingabeebene). In der Berechnung wird ein elektrischer Dampferzeuger angenommen.

Auch hier wird von einer zonenweisen Regelung der Raumluftfeuchte ausgegangen. Systeme mit einer Regelung der Zuluftfeuchte können nicht abgebildet werden.

### *Gesamt*

**spez. Strombedarf Klimatisierung [kWh/(m<sup>2</sup>a)]:** Gesamter flächenbezogener Strombedarf für die Klimatisierung der Zone. Er ergibt sich als Summe aus dem spezifischen Strombedarf für Kühlkälte, Hilfsenergie, Entfeuchungskälte und Befeuchtung.

## Detaillierte Eingabeebene

### Nutzung

	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS
3	Detaillierte Eingabeebene									
4	Nutzung									
5	Personen- beleuch- tungsdichte [m <sup>2</sup> /Person]	max. Wärme- abgabe Personen [W/m <sup>2</sup> ]	max. Wärme- abgabe Geräte [W/m <sup>2</sup> ]	max. Wärme- abgabe Beleucht. [W/m <sup>2</sup> ]	Vollbetriebs- zeit Personen [h/d]	Vollbetriebs- zeit Geräte [h/d]	Vollbetriebs- zeit Beleuchtung [h/d]	Nutzungstag e pro Jahr [d/a]	tägliche Nutzungszei t [h/d]	maximale Raumtemp. [°C]
6	14,0	5,0	7,0	11,5	6,0	6,0	4,0	250	11,0	26,0
7	14,0	5,0	7,0	14,0	6,0	6,0	6,0	250	11,0	26,0
8	10,0	7,0	10,0	18,0	6,0	6,0	11,0	250	11,0	26,0
9	3,0	23,5	2,0	10,0	4,0	4,0	6,0	250	6,0	26,0

**Personenbelegungsdichte [m<sup>2</sup>/Person]:** Zonenfläche die pro Person zur Verfügung steht.

**max. Wärmeabgabe Personen [W/m<sup>2</sup>]:** Maximale flächenbezogene Wärmeabgabe der Personen.

**max. Wärmeabgabe Geräte [W/m<sup>2</sup>]:** Maximale flächenbezogene Wärmeabgabe von Geräten und Arbeitshilfen.

**max. Wärmeabgabe Beleuchtung [W/m<sup>2</sup>]:** Maximale flächenbezogene Wärmeabgabe der Beleuchtung. Hier ist der objektspezifische Wert aus der Beleuchtungsberechnung zu verwenden (siehe Teilbericht MEG-Modul 2.1 Beleuchtung und Excel-Arbeitshilfe Beleuchtung).

**Vollbetriebszeit Personen [h/d]:** Entspricht dem Quotienten aus der pro Werktag durch Personen der Zone zugeführte Wärme und der maximalen Wärmeleistung der Personen.

**Vollbetriebszeit Geräte [h/d]:** Entspricht dem Quotienten aus der pro Werktag durch Geräte der Zone zugeführten Wärme und der maximalen Wärmeleistung der Geräte.

**Vollbetriebszeit Beleuchtung [h/d]:** Entspricht dem Quotienten aus der pro Werktag durch Beleuchtung der Zone zugeführten Wärme und der maximalen Wärmeleistung der Beleuchtung. Hier ist der objektspezifische Wert aus der Beleuchtungsberechnung zu verwenden.

**Wärmeabgabe einer Person [W]:** Wärmeleistung einer Person bei dem entsprechenden Aktivitätsgrad.

**Nutzungstage pro Jahr [d/a]:** Anzahl der Tage im Jahr, an der die Zone genutzt wird.

**tägliche Nutzungszeit [h/d]:** Stunden pro Tag, an denen die Zone genutzt wird.

**maximale Raumtemperatur [°C]:** maximal zulässige Raumlufttemperatur in der Zone.  
Anmerkung: In der Berechnung wird der Monatsmittelwert der Raumtemperatur bei Kühlzuständen verwendet. Dieser liegt aufgrund von Regelabweichungen und der in der Praxis häufig realisierten gleitenden Raumtemperatur (DIN 1946 Teil 2) unter der maximal zulässigen Raumtemperatur. In der Berechnung wird eine Temperaturdifferenz von 2 Kelvin angenommen.

**Stoffwerte**

	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ
4	<b>Stoffwerte</b>						
	Speicher- kapazität Decke [Wh/m <sup>2</sup> K]	Speicher- kapazität Boden [Wh/m <sup>2</sup> K]	Speicher- kapazität Außen-wand [Wh/m <sup>2</sup> K]	Speicher- kapazität Innen-wand [Wh/m <sup>2</sup> K]	spez. Speicher- kapazität der Zone [Wh/(m <sup>2</sup> K)]	Fenster Rahmen Anteil [%]	Redukt. Faktor Verschattung/ Verschmutzung [- ]
5							
6	1,0	54,0	54,0	21,0	118,3	30	0,75
7	1,0	54,0	54,0	21,0	97,3	30	0,75
8	1,0	54,0	54,0	21,0	76,2	30	0,75
9	1,0	54,0	54,0	21,0	97,3	30	0,75

**Speicherkapazität Decke [Wh/(m<sup>2</sup>K)]:** Mittlere wirksame Speicherkapazität aller zur Zone gehörenden Decken (nach EN 832)

**Speicherkapazität Boden [Wh/(m<sup>2</sup>K)]:** Mittlere wirksame Speicherkapazität aller zur Zone gehörenden Bodenflächen (nach EN 832)

**Speicherkapazität Außenwand [Wh/(m<sup>2</sup>K)]:** Mittlere wirksame Speicherkapazität aller zur Zone gehörenden Außenwände (nach EN 832)

**Speicherkapazität Innenwand [Wh/(m<sup>2</sup>K)]:** Mittlere wirksame Speicherkapazität aller zur Zone gehörenden Innenwände (nach EN 832)

**spez. Speicherkapazität der Zone [Wh/(m<sup>2</sup>K)]** /Ergebnis: Speicherkapazität der Zone bezogen auf die Grundfläche. Berechnet wird der Wert aus der Speicherkapazität der Bauteile und den geometrischen Daten.

**Fensterrahmen Anteil [%]:** Fensterrahmenanteil am Rohbaumaß der Fensterfläche. In Anlehnung an DIN 4108 Teil 2 wird als Standardwert 30 % angesetzt.

**Reduktionsfaktor Faktor Verschattung/Verschmutzung [-]:** Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung von Verschattungen und Fensterverschmutzung bei der Solareinstrahlung durch die Fenster. In Anlehnung an [EPHW 1996] wird als Standardwert für eine weitgehend unverschattete Lage ein Wert von 0,75 angesetzt. Bei verschatteter Lage kann ein Wert von 0,57 angenommen werden. Liegen genauere Angaben vor, sind diese zu verwenden.

## Freie Lüftung

4	freie Lüftung		Luftkühlung					Wasserkühlung	
5	Luftwechsel durch Undichtigkeiten [h <sup>-1</sup> ]	Fensterluftwechsel in Nutzungszeit [h <sup>-1</sup> ]	Grundlastsystem	Zuluftkühlung möglich? ja = x nein = 0	Nachtlüftung	Temperaturerhöhung Ventilator und Wärme-eintrag Kanäle [°C]	max. Kühlleistung Luftsystem [W/m <sup>2</sup> ]	max. Kühlleistung Wasserkühlsystem [W/m <sup>2</sup> ]	freie Kühlung möglich? ja = x nein = 0
6	0,10	0,00	Luftkühlung	x	nein	1,5	3,2	90,0	0
7	0,10	0,00	Luftkühlung	x	nein	1,5	3,2	90,0	0
8	0,10	0,00	Luftkühlung	x	nein	1,5	6,8	90,0	0
9	0,10	0,00	Luftkühlung	x	nein	1,5	8,3	90,0	0

**Luft Wechsel durch Undichtigkeiten [h<sup>-1</sup>]:** Zusätzlicher Luftwechsel im Gebäude durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle. Dieser Wert wird in der Berechnung als konstanter Beitrag angesetzt, d. h. 24 Stunden an 7 Tagen die Woche.

**Fensterluftwechsel in Nutzungszeit [h<sup>-1</sup>]:** Zusätzlicher Luftwechsel durch geöffnete Fenster während der Nutzungszeit.

**Grundlastsystem:** Wird ein Raum sowohl durch die Zuluft als auch durch ein Wassersystem gekühlt, muss für die Berechnung angegeben werden, welches System als Grundlastsystem arbeitet und welches als Spitzenlastsystem hinzugeschaltet wird, wenn die Leistung des Grundlastsystems nicht ausreicht. Als Grundlastsystem sind folgende Ausprägungen möglich:

**Luftkühlung:** Zunächst wird die maximale Zulufttemperaturdifferenz und der maximale Luftvolumenstrom realisiert, bevor das Wassersystem hinzugeschaltet wird.

**Wasserkühlung:** Zunächst wird die Leistung des Umluftkühlers, der Kühldecke oder der TABs bis auf den Maximalwert erhöht, bevor der Luftvolumenstrom gekühlt oder über den hygienischen Mindestvolumenstrom angehoben wird (hygienischer Mindestvolumenstrom wird immer berücksichtigt).

## Luftkühlung

**Zuluftkühlung möglich?:** Wenn die Zuluft der Zone aktiv gekühlt wird, dann x (ja) eintragen, sonst 0 (nein) eintragen.

**Nachtlüftung:** Beschreibt die Möglichkeiten, mit dem Lüftungssystem nachts die Zone mit Außenluft abzukühlen. Nachtlüftung wird in der Berechnung nur berücksichtigt, wenn die Außenlufttemperatur über der minimalen Zulufttemperatur liegt. Die Anzahl der Stunden, an denen die Außentemperatur in einem Monat über der minimalen Zulufttemperatur liegt, ist Ausgangspunkt für die Quantifizierung der Nachtlüftung. Die Stundenanzahl Nachtlüftung wird durch Multiplikation dieses Wertes mit folgenden Faktoren ermittelt

nein:	Faktor = 0
gering:	Faktor = 0,25
mittel:	Faktor = 0,75
stark:	Faktor = 1,5

### Hinweise zur Berechnung:

Abhängig von der Speicherkapazität des Gebäudes und der Höhe des Nachtluftwechsels (entspricht maximalen Zuluftvolumenstrom) wird nur ein Teil der zusätzlichen Lüftungsverluste in der Bilanz berücksichtigt. Die Nachttemperatur entspricht dem Tagesmittelwert vermindert um die Standardabweichung der Außenlufttemperatur in dem jeweiligen Monat. Weitere Erläuterungen sind im Modul 2.3 Klimakälte zu finden.

**Temperaturerhöhung Ventilator und Wärmeeintrag Kanäle [°C]:** Durch den Ventilator und die Wärmeeinträge in die Kanäle erfährt der Zuluftvolumenstrom eine Temperaturerhöhung. Der Betrag ist an dieser Stelle anzugeben.

**maximale Kühlleistung Luftsystem [W/m<sup>2</sup>] (Ergebnis):** Die maximale Kühlleistung des Luftsystems wird aus dem maximalen Zuluftvolumenstrom, der maximalen Zulufttemperaturdifferenz und der Zonengrundfläche berechnet.

## Wasserkühlung

**max. Kühlleistung Wasserkühlsystem [W/m<sup>2</sup>]:** Flächenbezogene installierte (maximale) Leistung des Wasserkühlsystems.

**freie Kühlung möglich?:** Besteht die Möglichkeit, das Kälteübertragungsmedium des Wassersystems direkt über die Außenluft zu kühlen (z. B. Kühlturm), so ist hier für ein x (ja) einzutragen. Steht eine Wärmesenke mit konstanter Temperatur (Erdreich, Flusswasser, ...) zur Verfügung, ist die mittlere Temperatur [°C] der Wärmesenke in der Kühlperiode einzugeben. Ist keine freie Kühlung möglich, ist 0 einzutragen.

**Be- und Entfeuchtung**

	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ
4	<b>Be- und Entfeuchtung</b>							
5	Entfeuchtung vorhanden? ja = "Nr. Kälteanlage" nein = 0	Befeuchtung vorhanden ja= x nein = 0	minimale Innenfeuchte [g/kg]	maximale Innenfeuchte [g/kg]	Wasserdampf-abgabe sonstiger Quellen [g/(m²h)]	Wasserdampf-abgabe einer Person [g/(h Person)]	Befeuchtungswirkungsgrad [-]	Verteilungswirkungsgrad Befeuchtung (Zuluftreg=0) [-]
34	1	x	5,0	11,5	0,0	40	1,00	1,00
35	1	x	5,0	11,5	0,0	40	1,00	1,00
36	1	x	5,0	11,5	0,0	40	1,00	1,00
37	1	x	5,0	11,5	0,0	40	1,00	1,00
38	1	x	5,0	11,5	0,0	40	1,00	1,00

**Entfeuchtung vorhanden?:** Wird die Raumluft der Zone entfeuchtet, so ist hier die Nr. der zugehörigen Kälteanlage einzutragen, die die Entfeuchungskälte bereitstellt. Andernfalls ist ein Wert von 0 einzusetzen

**Befeuchtung vorhanden:** Wird die Raumluft der Zone befeuchtet, ist x (ja), andernfalls 0 einzutragen. In der Berechnung wird von einem elektrischen Dampfbefeuchter ausgegangen.

**minimale Innenfeuchte [g/kg]:** Sollwert der minimalen Raumluftfeuchte.

**maximale Innenfeuchte [g/kg]:** Sollwert der maximalen Raumluftfeuchte.

**Wasserdampf-abgabe sonstiger Quellen [g/(m²h)]:** Flächenbezogene stündliche Wasserdampf-abgabe z. B. von Pflanzen oder Geräten.

**Wasserdampf-abgabe einer Person [g/(h Person)]:** Stündliche Wasserdampf-abgabe pro Person.

**Befeuchtungswirkungsgrad [-]:** Wirkungsgrad der Befeuchtung zwischen 0 und 1 (elektrischer Dampferzeuger in der Berechnung berücksichtigt)

**Verteilungswirkungsgrad Befeuchtung [-]:** Wirkungsgrad für den Transport des Dampfes vom Dampferzeuger zum Luftstrom zwischen 0 und 1.

**Parameter**

	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ
4	<b>freie Kühlung / Wassersystem</b>						
5	Untertemperatur Verdunstungskühlung gegen Außenlufttemperatur [K]	Anzahl der Wärmetauscher bei Flächenkühlung [-]	Anzahl der Wärmetauscher bei Umluftkühlung [-]	Temp.-diff. Wärmeübertragung Luft-Wasser [K]	Temp.-diff. Wärmeübertragung Wasser - Wasser [K]	Temperaturspannung Luft [K]	Temperaturspannung Wasser [K]
6							
31							
32							
33	<b>Parameter/Konstanten</b>						
34	5,0	2,0	1,0	5,5	2,5	10,0	3,0
35	5,0	2,0	1,0	5,5	2,5	10,0	3,0
36	5,0	2,0	1,0	5,5	2,5	10,0	3,0
37	5,0	2,0	1,0	5,5	2,5	10,0	3,0
38	5,0	2,0	1,0	5,5	2,5	10,0	3,0
39	5,0	2,0	1,0	5,5	2,5	10,0	3,0

**Freie Kühlung/Wassersystem**

**Untertemperatur Verdunstungskühlung gegen Außenlufttemperatur [K]:** Ein feuchtes Rückwerk kann tiefere Temperaturen als eine reine trockene Außenluftkühlung erzielen. Der Standardwert von 5 Kelvin kann an dieser Stelle angepasst werden.

**Anzahl der Wärmetauscher bei Flächenkühlung [-]:** Üblicherweise werden drei Kreisläufe „Frostschutzkreislauf (gegen Außenluft)“ – „Transportkreislauf zu Zone“ – „Kühlkreislauf Flächenkühlung (diffusionsdichte Rohre)“ durch zwei Wärmetauscher voneinander getrennt. Der Standardwert von 2 kann an dieser Stelle angepasst werden. Die Anzahl der Wärmetauscher ist zur Berechnung des Beitrages der freien Kühlung über das Wassersystem erforderlich.

**Anzahl der Wärmetauscher bei Umluftkühlung [-]:** Üblicherweise werden zwei Kreisläufe „Frostschutzkreislauf (gegen Außenluft)“ und „Transportkreislauf zu Umluftkühler“ durch einen Wärmetauscher voneinander getrennt. Der Standardwert von 1 kann an dieser Stelle angepasst werden. Die Anzahl der Wärmetauscher ist zur Berechnung des Beitrages der freien Kühlung über das Wassersystem erforderlich.

**Temperaturdifferenz Wärmeübertragung Luft-Wasser [K]:** Für die Wärmeübertragung in einem Wärmetauscher sind Temperaturdifferenzen erforderlich. Diese müssen bei der Berechnung des Beitrags der freien Kühlung (Wassersystem) berücksichtigt werden. An dieser Stelle kann der Standardwert von 5,5 K zur Wärmeübertragung zwischen Luft (Gas) und Wasser (Flüssigkeit) modifiziert werden.

**Temperaturdifferenz Wärmeübertragung Wasser - Wasser [K]:** Für die Wärmeübertragung in Wärmetauschern sind Temperaturdifferenzen erforderlich. Diese werden bei der Berechnung des Beitrags der freien Kühlung (Wassersystem) berücksichtigt. An dieser Stelle kann der Standardwert von 2,5 K zur Wärmeübertragung zwischen Wasser (Flüssigkeit) und Wasser (Flüssigkeit) modifiziert werden.

**Temperaturspreizung Luft [K]:** Bei dem Durchgang durch einen Wärmetauscher erfährt das Medium eine Temperaturänderung. An dieser Stelle kann der Standardwert von 10 K für die Temperaturspreizung bei Luft (Gas) verändert werden. Dieser Wert wird zur Berechnung des Beitrages der freien Kühlung verwendet.

**Temperaturspreizung Wasser [K]:** Bei dem Durchgang durch einen Wärmetauscher erfährt das Medium eine Temperaturänderung. An dieser Stelle kann der Standardwert von 3 K für die Temperaturspreizung bei Wasser (Flüssigkeit) verändert werden. Dieser Wert wird zur Berechnung des Beitrages der freien Kühlung verwendet.

## 2.2 Erfassung Kälteanlagen

In der Tabelle **Erfassung-Kälteanlagen** können alle Daten zu den vorhandenen bzw. geplanten Kälteanlagen definiert werden. Es müssen alle bei den Zonen eingetragenen Kälteanlagen auf diesem Blatt vorhanden sein, damit die Berechnungen durchgeführt werden können. Es dürfen aber auch nicht mehr Kälteanlagen eingetragen sein, als in dem Tabellenblatt **Erfassung-Zonen** verwendet sind.

Das Blatt untergliedert sich in die beiden Bereiche *Kälteanlagen* und *Parameter*. Soll eine neue Kälteanlage hinzugefügt werden, muss die Markierung in die erste freie Zeile gesetzt werden und mit dem Auswahlfeld der *Jahresarbeitszahl* eine Jahresarbeitszahl für die entsprechende Kältemaschine ausgewählt werden. Danach werden alle Eingabefelder mit Startwerten vorbelegt. Diese müssen angepasst werden.

Kälteanlagen									
Nummer der Kälteanlage	Jahresarbeitszahl	max. el. Leistung (Kühlkälte) [kW]	Vollbetriebszeit Kälteanlage [h/a]	elektrischer Energiebedarf Kühlkälte [kWh/a]	Hilfsenergie (Pumpen, Regelung, Rückkühlwerk) [kWh/a]	elektrischer Energiebedarf Entfeuchtungskälte [kWh/a]	elektrischer Energiebedarf Kühl.+Entf.+Hilf. [kWh/a]	Kondensator-kühlung: [- bzw. °C]	Nutzungsgrad Übergabe, Verteilung, Speicherung; ungewollte Entfeuchtung [0-1]
1	4,0						103	L	0,8
2	4,0						488	L	0,8
3	4,0						2693	L	0,8
4	4,0						455	L	0,8
5	4,0						1218	L	0,8

### Schaltflächen

**Aktuelle Zeile leeren** entfernt alle Werte aus der Zeile, in der sich der Cursor befindet.

**Alle Zonen und Kälteanlagen neu berechnen** führt erst für jede Zone auf dem Blatt *Erfassung-Zonen* eine Neuberechnung durch und berechnet anschließend für alle auf dem Blatt *Erfassung-Kälteanlagen* vorhandenen Anlagen den Strombedarf für die Kühlung. Danach werden die Stromverbräuche der Kälteanlagen anteilig auf die einzelnen Zonen aufgeteilt. Dieser Vorgang schließt die Berechnungen der Kälteanlagen ab.

## Eingaben

### **Kälteanlagen**

**Nummer der Kälteanlage:** Die Nummer der Kälteanlage wird automatisch erzeugt, wenn in der Zeile eine Jahresarbeitszahl der Kälteanlage eingetragen wird. Die Kälteanlagen müssen nacheinander ohne Leerzeile angelegt werden.

**Jahresarbeitszahl:** Die Jahresarbeitszahl der Kälteanlage wird über das Auswahlfeld oben in der Spalte eingetragen. Möglich sind folgende Eingaben:

3 (mit Entfeuchtung; Kälteübertragungsmedium 6°C – 12°C)

4 (effiziente Anlage; höhere Temperaturen des Kälteübertragungsmediums; ohne Entfeuchtung)  
manuelle Eingabe

Über in der Praxis realisierte Werte der Jahresarbeitszahl gibt es keine statistisch abgesicherten Angaben. In der neuen DIN V 18599 sind im Teil 7 Hinweise zur Ermittlung der Jahresarbeitszahl (dort als „mittlere Jahreskälteleistungszahl“ bezeichnet). Sofern keine belegbaren genaueren Angaben vorliegen, sollte insbesondere für den Nachweis mit den Vorschlagswerten gerechnet werden.

**Maximale elektrische Leistung (Kühlkälte) [kW] (Ergebnis):** Maximale elektrische Kälteleistung für Kühlkälte. Dieser Wert entspricht der Summe der maximalen Kälteleistungen der Zonen, die dieser Kälteanlage zugeordnet sind, dividiert durch die Arbeitszahl der Kälteanlage. Ein Gleichzeitigkeitsfaktor ist nicht berücksichtigt. Sollte eine Zone von zwei Kälteanlagen versorgt werden (Luftsystem und Wassersystem haben unterschiedliche Kälteanlagen), wird die maximale Kälteleistung der Zone entsprechend dem jeweiligen Anteil an der Kälteanforderung der Zone aufgeteilt.

**Vollbetriebszeit [h/a] (Ergebnis):** Fiktive Betriebszeit, in der die Kälteanlage bei maximaler Leistung (Volllast) betrieben werden muss, um den errechneten elektrischen Energiebedarf zu erreichen. Dieser Wert wird als Quotient aus dem elektrischen Energiebedarf und der maximalen elektrischen Leistung ermittelt.

**Elektrischer Energiebedarf Kühlkälte [kWh/a] (Ergebnis):** Elektrischer Energiebedarf der Kältemaschine zur Bereitstellung des erforderlichen Kühlkältebedarfs.

Wird sowohl Kühlkälte als auch Entfeuchungskälte von der Kälteanlage bereitgestellt, wird der gesamte elektrische Energiebedarf der Kältemaschine entsprechend der Kälteanforderung auf Kühlung und Entfeuchtung aufgeteilt.

**Hilfsenergie [kWh/a] (Ergebnis):** Zusätzlicher elektrischer Energiebedarf für erforderliche Hilfsenergien, wie z. B. Umwälzpumpen, Regelung und Rückkühlwerk. Dieser wird quantifiziert als Prozentwert (siehe hinten) bezogen auf den elektrischen Energiebedarf der Kältemaschine, bzw. die Anteile für Flächen und Umluftkühlung.

**Elektrischer Energiebedarf Entfeuchungskälte [kWh/a] (Ergebnis):** Elektrischer Energiebedarf der Kältemaschine zur Bereitstellung des erforderlichen Entfeuchungskältebedarfs..

**Elektrischer Energiebedarf Kühl. – Entf. – Hilf. [kWh/a] (Ergebnis):** Summe aus dem elektrischen Energiebedarf für Kühlkälte, Entfeuchungskälte und der Hilfsenergie.

**Kondensatorkühlung:** Für die Bewertung des Beitrags der freien Kühlung ist das Rückkühlwerk (Kühlturm, Kondensator) von Bedeutung. Als Auswahl für die Art des Kondensators stehen folgende Systeme zur Verfügung:

Luftkühlung (trockener Kühlturm)

Verdunstungskühlung (Nasskühlturm)

Wasser/Erdreichkühler [°C]: hier muss die über die Kühlzeit gemittelte Temperatur der Wärmesenke angegeben werden

**Nutzungsgrad Übergabe, Verteilung, Speicherung; ungewollte Entfeuchtung [-]:** (0 bis 1)  
Berücksichtigt Kälteverluste bei der Kälteerzeugung, die durch Übergabe, Verteilung und Speicherung entstehen. Zudem kann hier der Kältemehrbedarf auf Grund einer ungewollten Entfeuchtung der Luft berücksichtigt werden. Angaben zu den Zahlenwerten der einzelnen Teile sind in der DIN V 18599 Teil 7 zu finden. Als Standardwert wird 0,8 angesetzt.

### Parameter

Parameter		
Hilfsenergie allgemein [%]	Hilfsenergie Flächenkühlung [%]	Hilfsenergie Umluftkühlung [%]
20	10	6
20	10	6
20	10	6

**Hilfsenergie allgemein [%]:** Hierunter werden der Strombedarf des Rückkühlwerkes (Kühlturm), die Pumpen des Kühlmittelkreises (Kälteanlage zum Rückkühlwerk und zurück), eventuelle Speicherladepumpen und die Regelung der Kälteanlage verstanden. Es gibt kaum Aussagen zu der Größenordnung dieses Wertes. Als Standardwert werden 20 % des Strombedarfs der Kälteanlage angesetzt. Bei der Interpretation ist zu beachten, dass der Strombedarf der Kälteanlage deutlich geringer ist als die Kälteanforderung der Zonen (Arbeitszahl > 1). Bezogen auf die Kälteanforderung läge der Wert für „Hilfsenergie allgemein“ geringer (z. B. 5 % bei Arbeitszahl 4).

**Hilfsenergie Flächenkühlung [%]:** Zusätzliche Hilfsenergie für die Flächenkühlung. Verstanden wird hierunter der Strombedarf zum Transport des Kälteübermittlers von der Kälteanlage durch die Kühlflächen und zurück. Es wird ein Standardwert von 10 % des Strombedarfs zur Kälteerzeugung angesetzt.

**Hilfsenergie Umluftkühlung [%]:** Zusätzliche Hilfsenergie bei Umluftkühlung. Verstanden wird hierunter der Strombedarf zum Transport des Kälteübermittlers von der Kälteanlage zu den Umluftkühlern sowie deren Ventilatorstrombedarf. Es wird ein Standardwert von 6 % des Strombedarfs zur Kälteerzeugung angesetzt.

### 3 Nachweis „Rationelle Verwendung von Elektrizität“

Um die rationelle Energieverwendung im Bereich Klimakälte nachweisen zu können, muss der Energiekennwert des zu bewertenden Objektes einem entsprechenden Vergleichskennwert – der so genannten Systemanforderung - gegenübergestellt werden.

Die Systemanforderungen werden über flächenbezogenen Grenzwerte beschrieben, die für die unterschiedlichen Nutzungen berechnet wurden. Durch die Multiplikation der flächenbezogenen Grenzwerten mit den entsprechenden Zonenflächen des Gebäudes wird die Systemanforderung (Gebäudekennwert) individuell für die vorliegende Nutzung ermittelt.

Bei dem Energiekennwert des zu bewertenden Objektes wird zwischen dem Betriebs-Kennwert und dem Nachweis-Kennwert unterschieden.

- Der Betriebs-Kennwert wird mit möglichst realistischen Betriebsbedingungen berechnet. Er dient im wesentlichen der Energieberatung und der energetischen Optimierung.
- Der Nachweis-Kennwert wird für den Nachweis herangezogen. Ziel des Nachweises ist es, Anforderungen an die Effizienz des Baukörpers und der Anlagentechnik zu stellen. Um hier einheitliche Ausgangsbedingungen zu schaffen werden in Vergleich zum Betriebs-Kennwert folgende Vereinheitlichungen vorgenommen:
  - Als Klimadatensatz wird „Standard Deutschland“ verwendet. Begründung: Der Strombedarf Kühlkälte wird vom Klima beeinflusst. Objekt- und Vergleichskennwert müssen deswegen für den Nachweis unter gleichen klimatischen Randbedingungen ermittelt werden. Um nicht mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Grenz- und Zielwerte für die einzelnen Klimaregion in Deutschland arbeiten zu müssen, wird aus Gründen der Übersichtlichkeit der Nachweis-Kennwert immer für das Standardklima Deutschland bestimmt.
  - Es wird die Standardnutzung der einzelnen Nutzungszonen verwendet. Begründung: Da die Nutzung in der frühen Planungsphase häufig noch nicht im erforderlichen Detaillierungsniveau bekannt ist und sich die Nutzung im Zeitverlauf ändern kann, werden für den Nachweis die Standardnutzungen verwendet, die auch bei der Ermittlung der Vergleichskennwerte herangezogen wurden.

#### 3.1 Vergleichskennwerte

Als Vergleichskennwerte werden Grenz- und Zielwerte definiert. Für den Nachweis werden die Grenzwerte herangezogen.

Grenzwerte beschreiben ein Niveau der energetischen Effizienz, das heute im Bereich der Neubauten bei guter energetischer Planung in der Regel wirtschaftlich erreicht werden kann.

Zielwerte sollen einem ambitionierten Effizienzniveau entsprechen, das mit heute am Markt verfügbaren und wirtschaftlich vertretbaren Techniken sowie einer ambitionierten energetischen Planung erreicht werden kann.

Für die Berechnung werden folgende Randbedingungen angesetzt:

- Standardnutzungsbedingungen,
- Standardannahmen für die bau- und anlagenspezifischen Randbedingungen sowie
- das Standardklima Deutschland der 4108 Teil 6 (Stand 2003)

Die geringeren Zahlenwerte des Zielwertes ergeben sich durch eine kleiner Fensterfläche und die Nutzung von freier Kühlung.

### **3.1.1 Standardnutzungen / bau- und anlagenspezifische Randbedingungen**

Das Prinzip zum Entwickeln und Arbeiten mit Standardnutzungen ist im Teilbericht „MEG-Modul 1.2 Standardnutzungen“ beschrieben. Um konsistent zu der im Jahr 2005 als Vornorm veröffentlichten DIN V 18599 wurden die Standardnutzungsprofile aus „MEG-Modul 1.2 Standardnutzungen“ entsprechend angepasst (hier waren nur geringe Anpassungen erforderlich, da die MEG-Standardnutzungen als Vorlage für die Profile der DIN V 18599 dienen) bzw. um die zusätzlichen Profile ergänzt. Als Standardwert für die internen Wärmequellen wird jeweils das Szenario „mittel“ verwendet.

Die bau- und anlagenspezifischen Randbedingungen sind im Teilbericht „MEG-Modul 2.3 Klimakälte“ dokumentiert. Als Speichermasse des Gebäudes wird ebenfalls das Szenario „mittel“ verwendet.

Der gesamte Datensatz, der zur Berechnung der Grenz- und Zielwerte verwendet wird, entspricht der Vorbelegung der Zellen bei der Auswahl einer Standardnutzung.

Details zum Berechnungsgang sind im Teilbericht „MEG Modul 2.3 Klimakälte“ zu finden.

### 3.1.2 Spezielle Nutzungen

Weist ein Gebäude eine Nutzung auf, die sich deutlich von den Standardnutzungen unterscheidet, so kann diese als „spezielle Nutzung“ definiert werden. Hierzu begibt man sich in das Tabellenblatt „Standarddatenbank“. Hier klickt man auf das Auswahlfeld „zu den speziellen Nutzungen“ bzw. geht an das Ende der Standarddatenbank.

Standarddatenbank für Kälteanlagen / Eingabe von speziellen Nutzungen													zu den speziellen Nutzungen		Startmenü	
Nutzungen	Raumabmessungen					Pers.-Belegung	Betriebszeiten		Lüftung							
	Anzahl der Räume	Raumhöhe [m]	Raumlänge [m]	Raumtiefe [m]	Bodenfläche [m²]		Belegungsichte mittel[m·p]	Nutzungszeit pro Tag [h/d]	Tage pro Jahr [d/a]	Art der Volumenstromregelung - konstant - 2-stufig	Mindestluftwechsel [h⁻¹]	maximaler Luftwechsel	hygienischer Grundluftwechsel [h⁻¹]	Luftkühlung möglich? Ja = x		
Umkleideraum	1	3	6	6	36		4,0	250	konstant	1,30	1,30	1,30	x			

Hier finden sich folgende Auswahlfelder:

**Neue spezielle Nutzung anlegen:** Wird dieses Feld gewählt, muss zunächst ein Name für die neue spezielle Nutzung festgelegt werden. Für die Vorbelegung der Felder ist eine Standardnutzung oder eine bereits existierende spezielle Nutzung auszuwählen. Durch Drücken des Feldes „anlegen“ wird der neue Datensatz erzeugt. Die Zahlenwerte der orangen Felder können nun an die spezielle Nutzung angepasst werden. Die spezielle Nutzung erscheint in Tabellenblatt „Erfassung-Zonen“ in dem Auswahlfeld „Nutzung“.

**Grenz- und Zielwerte berechnen:** Ist die spezielle Nutzung definiert, müssen die zugehörigen Grenz- und Zielwerte ermittelt werden (es wird eine komplette Neuberechnung des Projektes durchgeführt). Die Zahlenwerte werden in den Datensatz eingetragen. Nach der Ermittlung der Grenz- und Zielwerte kann die spezielle Nutzung nicht mehr editiert werden.

**Aktuelle spezielle Nutzung löschen:** löscht die spezielle Nutzung, in der sich der Cursor befindet. Weitere spezielle Nutzungen, die sich in den Zeilen darunter befinden werden nach oben verschoben.

**Spezielle Nutzung ändern:** ermöglicht die Änderung von Zahlenwerten in einer existierenden speziellen Nutzung. Um die Konsistenz zu sichern, werden die Grenz- und Zielwerte gelöscht und müssen für die geänderten Randbedingungen neu ermittelt werden.

Für den Nachweis ist schlüssig darzulegen, warum eine spezielle Nutzung definiert werden musste und die Standardnutzungen nicht herangezogen werden konnten. Die Randbedingungen der speziellen Nutzung sind zu dokumentieren.

## 3.2 Ergebnisse – Zonendarstellung

In der Tabelle werden die Objektwerte den Grenz- und Zielwerten gegenübergestellt. Die Tabelle wird in der Software automatisch generiert. Mit Hilfe der Schaltfläche „**Übersicht erstellen**“ muss die Tabelle jeweils neu berechnet werden, wenn Änderungen bei der Erfassung von Räumen oder Anlagen vorgenommen wurden.

**Nutzungen:** Die Tabelle umfasst stets gleich viele Zeilen wie die Tabelle „Erfassung-Zonen“. Sind bei der Ermittlung der Objektwerte Standardnutzungen oder spezielle Nutzungen verwendet worden, ist die Spalte „Standardnutzung verwendet“ mit einem „x“ gekennzeichnet. Dies ist für den Nachweis erforderlich. Das „x“ erscheint nicht, wenn in der Tabelle „Erfassung-Zonen“ einer der in Tabelle 1 genannten Nutzungsparameter verändert wurde.

**Anforderungen (Grenzwert/Zielwerte):** Die Anforderungen sind dreiteilig: spezifische Leistung, Volllaststunden und spezifischer Energiebedarf. Die Interpretation der Zahlenwerte ist in Abschnitt 2.1.2 zu finden.

Die zonenweise Anforderung für den spezifischen Energiebedarf bezeichnet man als *Einzelanforderungen*.

**Objektwerte:** Installierte Leistung, Volllaststunden, spezifischer und absoluter Strombedarf Kühlung des Objekts werden den Anforderungen (Vergleichskennwerte) zonenweise gegenübergestellt. In der Software sind nicht erfüllte Anforderungen (Grenzwerte) automatisch in roter, eingehaltene in grüner Farbe angezeigt.

**Alle Zonen:** In der Zeile „alle Zonen“ am unteren Ende der Tabelle sind Anforderungen (Vergleichskennwerte) und Objektwerte als Mittelwerte über alle Zonen zusammengefasst (Ausnahme: absoluter Energiebedarf). Die berechneten Werte sind das Summenprodukt aus spezifischem Bedarf und Zonenflächen, bezogen auf die Energiebezugsfläche. Durch diese Flächengewichtung wird der Einfluss kleiner Räume geringer als derjenige großer Räume. Beispiel: Viele kleine Räume können die Anforderungen überschreiten; sofern eine große Raumgruppe die Anforderung einhält, kann die Anforderung erfüllt sein.

Die über die gesamte Fläche, respektive für das ganze Objekt berechnete Anforderung für den spezifischen Elektrizitätsbedarf heißt *Systemanforderung*.

**Es ist das Ziel einer Planung, die Systemanforderung einzuhalten, die Erfüllung der Einzelanforderungen ist nicht entscheidend.**

**Hilfsenergie (Pumpen, Regelung, Rückkühlwerk):** In dieser Zeile wird der Energieaufwand für die Hilfsenergie angegeben. Für den Grenz- und Zielwert wird die Hilfsenergie als pauschalen Anteil von 25 % (Zeile 109) des elektrischen Energiebedarfs Kühlkälte berücksichtigt. Im Objektwert ergibt sich der Zahlenwert für die Hilfsenergie aus der Berechnung.

**Gesamt:** el. Energiebedarf für Kühlkälte und Hilfsenergie als Mittelwert über alle Zonen bzw. als Absolutwert (Spalte O).

**Alle Zonen mit Standardnutzungen gerechnet?** Durch die Kennzeichnung „ja“ wird angegeben, dass für die Berechnungen ausschließlich Standardnutzungen (bzw. bei speziellen Nutzungen die entsprechenden Werte) verwendet wurden. Dies ist für den Nachweis erforderlich.



**Übersicht der Zonen - Grenz- und Zielwerte für Kühlkälte**

Übersicht erstellen Startmenü

		Standardnutzungen (Vergleichskennwerte)			Anforderungen						Objektwert			
		Nutzungen			Grenzwerte			Zielwerte						
lauf. Nr.	Zone(Raumgruppe)	Standardnutzung	Standard-nutzung verwen-de t	Zonen-fläche [m²]	max. el. Leistung [W/m²]	Vollbetriebs-zeit [h/a]	el. Energie-bedarf Kühlkälte [kWh/(m²a)]	max. el. Leistung [W/m²]	Vollbetriebs-zeit [h/a]	el. Energie-bedarf Kühlkälte [kWh/(m²a)]	max. el. Leistung [W/m²]	Vollbetriebs-zeit [h/a]	el. Energie-bedarf Kühlkälte [kWh/(m²a)]	absoluter el. Energiebeda rf Kühlkälte [kWh/a]
6	1 Einzelbüro	Einzelbüro	x	14	10,2	557,3	5,7	9,1	234,2	2,1	10,2	557,3	5,7	80
7	2 Gruppenbüro	Gruppenbüro	x	36	10,6	592,7	6,3	9,8	216,9	2,1	10,6	592,7	6,3	226
8	3 Grossraumbüro	Grossraumbüro	x	144	16,9	854,6	14,5	16,5	262,2	4,3	16,9	854,6	14,5	2084
9	4 Sitzungszimmer	Sitzungszimmer	x	36	15,2	435,7	6,6	14,4	198,8	2,9	15,2	435,7	6,6	238
10	5 Schalterhalle	Schalterhalle	x	144	9,6	682,9	6,5	9,0	214,1	1,9	9,6	682,9	6,5	940
11	6 Verkauf (Non-Food, ohne Kühlge	Verkauf (Non-Food, ohne K	x	400	12,8	529,8	6,8	12,5	309,2	3,9	12,8	529,8	6,8	2723
12	7 Verkauf (Food, mit Kühlprodukt	Verkauf (Food, mit Kühlpro	x	400	8,1	170,3	1,4	7,8	153,7	1,2	8,1	170,3	1,4	551
13	8 Warenhaus, Einkaufszentrum	Warenhaus, Einkaufszentru	x	1600	16,3	359,5	5,9	16,1	253,8	4,1	16,3	359,5	5,9	9372
14	9 Klassenzimmer (Realschule, G	Klassenzimmer (Realschu	x	74	19,0	145,2	2,8	18,4	134,1	2,5	19,0	145,2	2,8	205
15	10 Klassenzimmer (Grundschule)	Klassenzimmer (Grundsch	x	36	19,9	117,8	2,3	18,7	103,7	1,9	19,9	117,8	2,3	85
16	11 Hörsaal (Hochschule, Universi	Hörsaal (Hochschule, Univ	x	400	30,3	736,6	22,3	29,9	257,3	7,7	30,3	736,6	22,3	8917
17	12 Bettzimmer (2 Betten, Kkh., F	Bettzimmer (2 Betten, KK	x	16	12,5	499,0	6,2	11,9	445,7	5,3	12,5	499,0	6,2	99
18	13 Hotelzimmer (Doppelzimmer)	Hotelzimmer (Doppelzimm	x	16	10,7	616,2	6,6	9,7	431,9	4,2	10,7	616,2	6,6	105
19	14 Kantine	Kantine	x	400	24,3	146,7	3,6	23,9	130,6	3,1	24,3	146,7	3,6	1423
20	15 Restaurant	Restaurant	x	144	22,0	362,2	8,0	21,6	287,3	6,2	22,0	362,2	8,0	1148
21	16 Küche zu Kantine	Küche zu Kantine	x	144	110,8	439,2	48,7	110,3	212,2	23,4	110,8	439,2	48,7	7009
22	17 Küche zu Restaurant	Küche zu Restaurant	x	36	114,1	814,4	92,9	113,3	372,6	42,2	114,1	814,4	92,9	3345
23	18 Werkstatt	Werkstatt	x	400	33,2	150,2	5,0	32,8	143,6	4,7	33,2	150,2	5,0	1995
24	19 Serverraum, Rechenzentrum (U	Serverraum, Rechenzentru	x	36	40,4	6376,6	257,8	40,0	1566,1	62,6	40,4	6376,6	257,8	9283
106	<b>Alle Zonen</b>				<b>4476</b>	<b>22,7</b>	<b>11,1</b>	<b>22,4</b>	<b>5,4</b>	<b>22,7</b>	<b>11,1</b>	<b>49827</b>		
107	<b>Hilfsenergie (Pumpen, Regelung, Rückkühlwerk)</b>						<b>2,8</b>		<b>1,4</b>		<b>2,7</b>	<b>12172</b>		
108	<b>gesamt</b>						<b>13,9</b>		<b>6,8</b>		<b>13,9</b>	<b>61999</b>		
109	Anteil Hilfsenergie für Grenz- und Zielwert			25%										
110	<b>Alle Zonen mit Standardnutzungen gerechnet?</b>			<b>Ja</b>										

### 3.3 Ergebnisse Gebäude

Die Gebäudezusammenfassung ergibt sich als Aggregation der Zonendarstellung. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, wird hier nur dargestellt, ob die Anforderungen (Grenzwert) bezogen auf das gesamte Gebäude eingehalten werden. Neben dem elektrischen Energiebedarf der Kältemaschine enthalten die Kennwerte in diesem Blatt auch den Aufwand für die Hilfsenergien (Pumpen, Regelung, Rückkühlwerk). Damit kann die Systemanforderung auch durch nachgewiesene Optimierungen in diesem Bereich positiv beeinflusst werden.

#### Objekt:

Die Objektdaten und die am Projekt beteiligten Firmen werden hier dokumentiert.

#### Nachweis Rationelle Verwendung von Elektrizität:

**Nettogrundfläche/Energiebezugsfläche  $A_{EBF}^{KK}$  [ $m^2_{NGF}$ ]:** Die Energiebezugsfläche (EBF) ist die gekühlte Fläche (mit Netto-Maßen ermittelt) eines Gebäude. Die gekühlte Fläche ergibt sich aus der Tabelle „Ergebnisse-Zonen“.

Bei der Nettogrundfläche wird zwischen gekühltem und nicht gekühltem Anteil unterschieden. Die nicht gekühlte Fläche ergibt sich als Differenz aus der gekühlten und „total“. Die Nettogrundfläche „total“ wird mit dem Umrechnungsfaktor von 0,9 aus der Bruttogrundfläche ermittelt.

**Bruttogrundfläche  $A_{BGF}$  [ $m^2_{BGF}$ ]:** Die Bruttogrundfläche (BGF) wird immer für das gesamte Gebäude angegeben. Sie beinhaltet also auch nicht klimatisierte Flächen, wie z. B. Flure oder Abstellräume.

**Elektrischer Energiebedarf Kühlkälte  $E^{KK}$  [MWh/a]:** Berechneter jährlicher elektrischer Energiebedarf zur Kühlung des Gebäudes.

**Spezifischer elektrischer Energiebedarf Kühlkälte  $w^{KK}$  [ $kWh/(m^2_{NGF} a)$ ]:** Auf die gekühlte

Fläche bezogener jährlicher el. Energiebedarfs für Kühlung:  $w^{KK} = \frac{E^{KK}}{A_{EBF}^{KK}}$ .

**Systemanforderung:** Grenz- und Zielwerte für den spezifischen el. Energiebedarfs eines ganzen Verwendungszwecks, hier Kühlkälte. Die Grenz- und Zielwerte der Systemanforderung werden als flächengewichteter Mittelwert aus den Vergleichskennwerten der Nutzungszonen gebildet.

**Teilkennwert elektrische Energie Kühlkälte  $e^{KK}$  [ $kWh/(m^2_{BGF} a)$ ]:** Auf die BGF bezogener

jährlicher Elektrizitätsbedarf für Kühlkälte:  $e^{KK} = \frac{E^{KK}}{A_{BGF}^{KK}}$ .

**Klimadatensatz:** Der Klimadatensatz wird in dem Tabellenblatt „Start“ festgelegt. Für den Nachweis ist mit dem Klimadatensatz „Standard Deutschland“ zu rechnen.

**Standardnutzungen verwendet?** Der Eintrag „Ja“ besagt, dass in der Berechnung der Objektwerte in jeder Zone mit der Standardnutzung bzw. einer speziellen Nutzung gerechnet wurde. Dies ist für den Nachweis erforderlich.

Der Eintrag „nein“ zeigt an, dass die Nutzungen in wenigstens einer Zone modifiziert wurde. Der Nachweis ist damit nicht gültig.

## 4 Technische Daten

Mindestanforderung Hardware	
Mindestanforderung Software	Microsoft Excel 2000
Maximale Anzahl von Zonen:	100
Maximale Anzahl von Kälteanlagen	40
Maximale Anzahl spezieller Nutzungen	40