

Handbuch

IDA Raum 1.12 Online Berechnungsmodul

Einfache Eingabedaten

Standort und Berechnungsfall

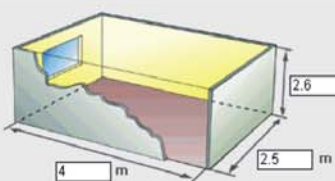
Berechnungsfall: Sommerfall Winterfall
 mit Kühlung: mit Kühlung ohne Kühlung

Simulationsdatum: 15 Jul 2003 / 15 Jan 2003

Standort: Berlin
 Max. Temp.: 29.9 °C
 Min. Temp.: 20.6 °C

Raum und Material

Gebäude Bauart: Mittel
 Fensterfläche einschl. Rahmen: 1.2 m²
 Glastype: Zweifachverglasung, Klar, 4-12-4
 Verschattung innenliegend: Kein innen liegender Sonnenschutz
 Orientierung: Süd



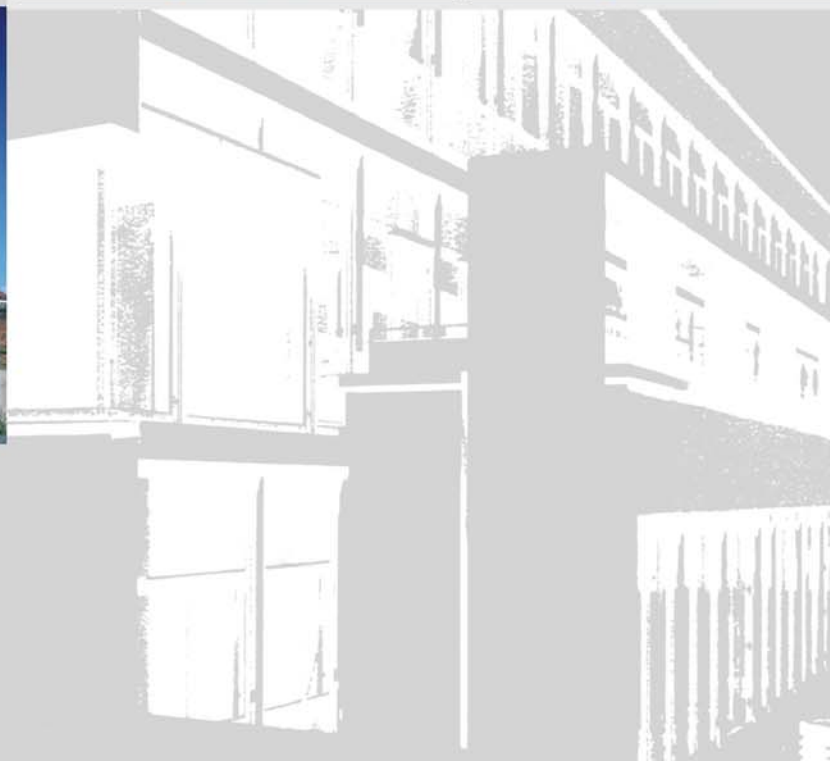
Interne Wärmelasten

Parameter	Value	Unit	Operational Time (h)
Anz. Personen	1		8
Beleuchtung	50	W	8
Sonstige Wärmelasten	150	W	8

Lüftungsbetrieb

Zuluftvolumenstrom	20	l/s	72	m ³ /h
Ventilatorbetrieb pro Tag	24	Stunden		
Zulufttemperatur	16	°C		
Sollwert Zulufttemperatur	22	°C		

Simulation starten | Daten an ICE 3.0 übergeben



Handbuch für:

IDA Raum 1.12 Online-Berechnungsmodul

**Dynamische thermische Simulation eines Raumes
Berechnung von Kühl- und Heizlasten**








Kassel, im Juni 2003

Universität Kassel, Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V.

Gottschalkstraße 28a
D-34127 Kassel

Telefon +49 561 - 804 3189
Telefax +49 561 - 804 3187
E-Mail zub@zub-kassel.de

Inhaltsverzeichnis

1	Hinweise für einen schnellen Einstieg	5
1.1	Zweck	5
1.2	Hintergrund.....	5
1.3	Allgemeine Programm-Bedienung.....	6
1.3.1	Ein rechteckiger Raum.....	7
1.3.2	Berechnungsfall zur Auslegung	7
1.3.3	Umgebende Räume.....	7
1.3.4	Klimadaten.....	7
1.3.5	Infiltration, Wärmebrücken, Möbel usw.	8
2	Allgemeine Handhabung des Programms	9
2.1	Start eines neuen Berechnungsfalls	9
2.2	Speichern von Berechnungsfällen 	9
2.3	Alten Berechnungsfall öffnen 	9
2.4	Eingabedatenbericht 	9
2.5	Simulation starten 	9
2.6	Zurück-Funktion 	10
2.7	Hilfe und Support 	10
2.8	Simulation beenden 	10
3	Eingabedaten	11
3.1	Datenbank	11
3.1.1	Seite für Standort	12
3.1.2	Seite für Glaskonstruktion.....	13
3.1.3	Seite für innenliegende Verschattung	14
3.1.4	Seite für Gebäude Bauart	15
3.1.5	Seite für Bauteilkonstruktion einschl. Material	16
3.2	Register Einfache Eingabedaten	17
3.3	Register Allgemeines.....	20
3.4	Register für Geometrie und Verbauung	21
3.5	Register für Bauteilflächen.....	23
3.6	Objekte auf Oberflächen.....	24
3.6.1	Kühleinheiten von Stifab Farex	24
3.6.2	Kühleinheit allgemein.....	26
3.6.3	Decken Konvektor allgemein	27

3.6.4	Heizkörper	28
3.6.5	Fenster.....	29
3.6.6	Beleuchtung.....	32
3.6.7	In der Zone befindliche Personengruppe.....	33
3.7	Register für Betriebsdaten	35
4	Ergebnis.....	38
4.1	Projektdaten	38
4.2	Simulationsergebnis	39
4.2.1	Extremwerte.....	39
a)	Raum	39
b)	Lüftungsgerät.....	39
4.2.2	Temperaturen, Lüftungsgerät.....	40
4.2.3	Von der Anlage abgegebene Leistungen.....	40
4.2.4	Haupttemperaturen	41
4.2.5	Gerichtete operative Temperaturen	41
4.2.6	Wärmebilanz.....	42

1 Hinweise für einen schnellen Einstieg

IDA Raum wurde als ein einfach zu bedienendes Berechnungs-Werkzeug konzipiert, das für den Anwender ohne vorherige Studien von Handbüchern und Anweisungen zu bedienen ist. Die Benutzerführung ist weitgehend selbsterklärend und auch nicht erfahrene Anwender können Eingaben intuitiv vornehmen. Das erste Fenster, welches sich dem Anwender nach dem Start zeigt, wird [Einfache Eingabedaten](#) genannt. Hier kann man direkt die wichtigsten Parameter auf einer Seite zusammengefasst wählen und anschließend eine Simulation starten. Über drei weitere Register, Geometrie und Verbauung, Bauteilflächen und Betriebsdaten kann man das Berechnungsobjekt ausführlicher beschreiben und spezifische Bau- und Anlagenkomponenten, auch aus dem Sortiment bestimmter Hersteller, wählen.

1.1 Zweck

Mit IDA-Raum können die Vorteile einer detaillierten dynamischen Berechnung des Heiz- und Kühlbedarfs für Auslegungsbedingungen schon mit einfachsten Eingaben und leicht verständlichen Abfragen genutzt werden. Die Berechnungen können jeweils für einen Auslegungstag für den Sommer- und den Winterfall durchgeführt werden. Als Ergebnis erhalten Sie:

- Eine vollständige Wärmebilanz des Raumes, einschließlich der benötigten Heiz-, beziehungsweise Kühlleistung.
- Genaue Informationen über das sich einstellende Raumklima in Bezug auf Lufttemperaturen, operative Temperaturen und gerichteter operativer Temperaturen.

Alle Ergebnisse werden in einem ausführlichen Bericht zusammengefasst und lassen sich selbstverständlich für Ihre Dokumentation ausdrucken.

1.2 Hintergrund

IDA-Raum ist ein Assistent zu der umfassenderen thermischen Gebäudesimulationsumgebung IDA Klima und Energie der Firma EQUA und steht auch als WEB-Berechnungsmodul zur Verfügung. IDA Klima und Energie ist in ganz Skandinavien das führende Berechnungsprogramm zur dynamischen Berechnung von innenraumklimatischen Zuständen und wurde von einem aus 30 schwedischen und finnischen Unternehmen, sowie der Technischen Universitäten in Stockholm und Helsinki bestehenden Konsortium entwickelt. Die in IDA-Raum beschriebenen Berechnungsfälle werden auf dem Server in IDA Klima und Energie in der Version 3.0 ausgeführt. Wer eine Vollversion von IDA Klima und Energie auf seinem Computer installiert hat, kann die in IDA-Raum eingegebenen Fälle direkt mit der Vollversion weiterbearbeiten. In der Vollversion können eine Vielzahl von Berechnungen durchgeführt werden, die jedoch außerhalb des Funktionsumfangs von IDA-Raum liegen. Zu diesem gehören unter anderem:

- Energieberechnungen mit stundenweise angegebenen Klimadaten, auch Simulationen von Jahresgängen
- Gebäude mit mehreren zusammenwirkenden Zonen und Lüftungsgeräten
- natürliche Lüftung durch offene Türen und Fenster, inklusive Auftriebsströmung
- Quell- und Verdrängungslüftung
- Räume mit willkürlicher prismatischer Geometrie
- Kohlendioxid- und Feuchtegehalt der Luft, einschließlich dem Transport von Feuchtigkeit
- Berechnung der Fanger'schen Komfortindices PPD und PMV
- Tageslichtberechnungen
- fortschrittliche Steuer- und Regelstrategien, auch vollständig eigendefiniert

Was IDA Klima und Energie so außergewöhnlich macht ist dessen Offenheit und Ausbaubarkeit. Die Berechnungsmodelle werden in einer besonderen auf Gleichungen basierten Sprache – NMF – beschrieben. Hierdurch wird es für einen fortgeschrittenen Anwender sehr einfach, eigene Modelle und Module zum Programm hinzuzufügen oder die mathematischen Modelle bis hinunter zur kleinsten Gleichung zu untersuchen.

1.3 Allgemeine Programm-Bedienung

Das in IDA Klima und Energie und damit auch im WEB-Berechnungsmodul IDA-Raum verwendete Gebäudemodell ist sehr detailliert und hat sich in mehreren Projekten bei der Validierung mit Messwerten und anderen Berechnungsmodellen bewährt. Im Unterschied zur Mehrzahl von vergleichbaren Programmen wird eine vollständige Strahlungsbilanz auf der Basis von Winkelfaktoren für den ganzen Raum erstellt. Hierdurch wird es möglich, die Variation der operativen Temperatur für verschiedene Positionen im Raum zu berechnen.

Es wird der korrekte dynamische Temperaturverlauf in Wänden, Böden und Decken berechnet. In vielen anderen Programmen wird dieser grundlegende Wärmetransportmechanismus des Strahlungsaustausches in Räumen in der Wärmebilanz mit Hilfe von groben Approximationen behandelt.

IDA arbeitet mit variablen Zeitschritten für die dynamische Berechnung. Diese können in Zeiten mit geringer Veränderung aller Parameter, wie zum Beispiel in der Nacht, bis circa eine Stunde lang sein. Durch die Berechnung mit variablen Zeitschritten kann die Lösung auch schnelle Veränderungen, große Steigungen in den Zeitverläufen von Temperatur und Leistung, zeigen, die man gewöhnlich in diesem Typ von Berechnungen in dieser Form nicht kennt. Ein Beispiel ist hier die Erwärmung der Raumluft zu Beginn des Arbeitstages.

Mit dem in IDA verwendeten Modelltyp können keine Luftbewegungen im Raum berechnet werden. Um diese berechnen zu können, ist ein sog. CFD-Modell erforderlich, das einen höheren Detaillierungsgrad aufweist und bis zu mehreren Millionen Variablen enthält. Das IDA-Modell für einen Raum enthält ca. sechshundert Variablen. Die erforderliche Berechnungszeit ist in hohem Maß von der Größe des Modells abhängig.

1.3.1 Ein rechteckiger Raum

Um die HTML-basierte Anwenderschnittstelle zu vereinfachen, wurde IDA-Raum auf Berechnungen für einen rechteckigen Raum begrenzt. Die exakte Geometrie des Raumes ist selten für die Genauigkeit der Berechnungen entscheidend. Wichtig ist, dass die betreffenden Raumumschließungsflächen die richtige Fläche haben und Konstruktionsdaten richtig zugewiesen werden, sowie dass Fenster und Verglasungen sorgfältig beschrieben werden.

Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass komplizierte Glaskonstruktionen immer häufiger in modernen Bauten verwendet werden, besonders in Dächern, steht in IDA ein besonderes Modell, das Dachfenster genannt wird, zur Verfügung. Mit Hilfe eines oder mehrerer Dachfenster kann die Mehrzahl der vorkommenden Lichteinlässe im Raum durch eine Belichtung von oben durch die Decke auf eine korrekte Art und Weise modelliert werden, ohne die grundlegende Anwenderschnittstelle zu komplizieren.

1.3.2 Berechnungsfall zur Auslegung

In IDA-Raum werden Berechnungen für Auslegungszustände durchgeführt. Es findet eine periodische Berechnung statt, d.h. der Raum wird einer unendlich langen Hitzewelle oder Kälteperiode ausgesetzt. Die Berechnung wird abgebrochen wenn das Ergebnis genügend exakt ist, das Ergebnis um einen Wert pendelt und keine bedeutenden Veränderungen von einem Tag zum anderen geschehen. Die Berechnung wird abgebrochen und das Ergebnis des letzten Tages präsentiert.

Der Anwender darf für die Berechnung selbst einen Tag des Jahres angeben, der für seinen Auslegungsfall relevant ist. Für Heizbedarfsberechnungen wird man vorzugsweise einen Januartag für die Berechnung wählen. Für den Kühlbedarf können es jedoch auch andere Tage als der vorgeschlagene Julitag sein, für den die Berechnungen durchgeführt werden. Man kann den am höchsten belasteten Tag des Jahres nicht automatisch finden.

1.3.3 Umgebende Räume

Im einfachen Grundfall (Registerblatt [Einfache Eingabedaten](#)) wird der zu berechnende Raum als ein von anderen identischen Räumen umgebener Raum betrachtet. In der ausführlicheren Beschreibung des Raumes (Registerblatt [Bauteilflächen](#)) besteht die Möglichkeit, Wände, Böden und Decken, wie auch Außenflächen anzugeben oder diese mit einer vorgegebenen Temperatur auf der Raum abgewandten Seite zu beaufschlagen.

1.3.4 Klimadaten

Für jeden in der Datenbank enthaltenen Standort sind die Temperatur- und Feuchtigkeitsdaten für einen extrem kalten bzw. warmen Tag gespeichert. Die Klimadaten sind künstlich für die Standortdaten generiert worden. Bei den Temperaturen werden mit den Tagesmaxima und –minima aus den ASHRAE Fundamentals sinusförmige Tagesverläufe erzeugt. Die Strahlungsdaten stammen aus dem Programm Meteororm 4.0. Die Daten geben einen mittleren Verlauf einer gemessenen Klimaperiode wieder. Für gewisse Räume mit z. B. vielen nach Westen oder Osten orientierten Glasflächen können extreme Situationen im Frühjahr oder Herbst auftreten, wenn die Sonne niedrig steht. Man sollte in diesen Fällen darauf

achten, dass die Außenlufttemperatur für einen extremen Sommertag eine unnötig pessimistische Annahme ist. Häufig hat jedoch die Außenlufttemperatur nur einen begrenzten Einfluss für ein extremes Innenraumklima im Sommer, da die die Berechnung vollständig dominierenden Lasten von der Sonne und inneren Wärmelasten bestimmt werden.

1.3.5 Infiltration, Wärmebrücken, Möbel usw.

Beim Betrieb einer Lüftungsanlage mit laufenden Ventilatoren wird die Infiltration aus dem Unterschied zwischen Zu- und Abluftmenge bestimmt. Bei stillstehenden Ventilatoren wird vereinfachend mit einem Standardwert von 0,1 Liter pro Sekunde und m² Außenflächen für die Infiltration gerechnet.



In der thermischen Berechnung wird der Einfluss von Wärmebrücken nicht berücksichtigt.

Zur Berücksichtigung der Wärmespeicherfähigkeit von Einrichtungsgegenständen werden für die Berechnung 20 % der Bodenfläche mit Möbeln, mit einem Flächengewicht von 25 kg pro möblierten Quadratmeter, als bedeckt angesetzt.

Keiner dieser Parameter kann vom Anwender in IDA-Raum geändert werden.

2 Allgemeine Handhabung des Programms

2.1 Start eines neuen Berechnungsfalls

Ein neuer Berechnungsfall wird automatisch geöffnet, wenn man sich für das Programm angemeldet hat. Alle Felder für Eingabedaten haben einen definierten, vorgegebenen Standardwert. Eine Simulation kann somit direkt gestartet werden, indem man auf die Taste  drückt. Für das Zurücksetzen des Programms in seine Ausgangslage mit allen Standardwerten, ohne sich jedoch erneut anmelden zu müssen, drücken sie bitte die Taste . Das Programm wird damit beendet und es kann mit der Taste **Neustart** neu gestartet werden.

2.2 Speichern von Berechnungsfällen

Indem die Taste mit dem Diskettensymbol in der Symbolleiste gedrückt wird, kann man den aktuellen Berechnungsfall auf seiner eigenen Festplatte speichern. Diese Prozedur entspricht dem Herunterladen einer Datei aus dem Internet, weswegen man diesen Vorgang explizit akzeptieren muss. Es muss dann ebenfalls ein Platz angegeben werden, auf dem die Datei abgespeichert werden kann. Wurde IDA Klima und Energie, Version 3.0 oder eine spätere Version auf dem eigenen Computer installiert, kann der Berechnungsfall auch direkt in IDA geöffnet werden.

2.3 Alten Berechnungsfall öffnen

Um einen alten, früher gespeicherten, Berechnungsfall zu öffnen, drückt man die Taste mit dem Ordnersymbol in der Symbolleiste. Drückt man die Taste **Durchsuchen**, kann nach der aktuellen Datei auf der eigenen Festplatte gesucht werden. Der gewünschte Berechnungsfall wird durch drücken der Taste **Öffnen** in das System übernommen.

2.4 Eingabedatenbericht

Ein kompletter formatierter Bericht mit allen Eingabedaten für einen aktuellen eingegebenen Fall wird erstellt, wenn man auf die Berichtstaste in der Symbolleiste drückt.

2.5 Simulation starten

Die einfachste Art und Weise, eine Simulation zu starten, ist die Taste mit dem grünen Pfeil in der Symbolleiste zu drücken. In einigen Registern gibt es außerdem Tasten mit dem Text "**Simulation starten**" mit der gleichen Funktion.

2.6 Zurück-Funktion

Das Programm besitzt eine unbegrenzte Zurück-Funktion. Indem die Zurück-Taste in der Symbolleiste gedrückt wird, kann man durch alle früheren Kommandos zurückgehen. Auf die gleiche Art und Weise kann man vorgehen, wenn ein Kommando, das man zuvor bereut hat, wieder Gültigkeit besitzen soll, indem man die Wiederherstellen-Taste drückt.

2.7 Hilfe und Support

Die Taste mit dem Fragezeichen startet die Anzeige dieser Hilfstexte. Finden Sie beim Lesen der Hilfstexte keine Antwort auf seine Frage, oder glauben Sie, einen Fehler im Programm gefunden zu haben, wenden Sie sich bitte an den Support. Senden Sie dazu bitte eine Mitteilung an support@zub-kassel.de

Bitte geben Sie ausreichend Informationen an, so dass das Supportpersonal die ursprüngliche Situation wieder herstellen kann. Häufig ist es am besten, eine Datei mit dem eigentlichen Berechnungsfall hinzuzufügen. Es kommt oft vor, dass sich ein HTML-basiertes Programm in verschiedenen Web-Browsern verschiedenartig verhält. Es kann deshalb eine große Hilfe sein, wenn die exakte Version des Web-Browser-Programms ebenfalls angegeben wird.

2.8 Simulation beenden

Nach Abschluss der Simulation meldet man sich von dem Programm ab, man loggt sich aus. Dies geschieht indem man auf das rote Kreuz in der Symbolleiste drückt. Beendet man die Simulationsarbeit auf eine andere Art, verbleibt ein Teil der Daten der Anwendung als „Abfall“ auf dem Server, der für andere Nutzer die Anwendung des WEB-Berechnungsmoduls IDA-Raum erschweren kann.

3 Eingabedaten

Eingabedaten werden entweder auf einer einzigen Bildschirmseite unter [Einfache Eingabedaten](#) oder detailliert auf mehreren Bildschirmseiten angegeben. Es wird empfohlen, die Daten für einen Berechnungsfall zunächst über das Register [Einfache Eingabedaten](#) einzugeben, und, wenn nötig, danach auf folgenden Seiten eine ausführlichere Beschreibung einzugeben. Hat man eine der Seiten für vollständige Eingabedaten geöffnet, kann man danach nicht zu dem Registerblatt [Einfache Eingabedaten](#) zurückkehren.

Eingabedaten werden hauptsächlich auf drei Arten eingegeben:

- 1 indem man Zahlen in das Eingabedatenfeld schreibt;
- 2 indem man in sog. Comboboxen das Objekt in der Datenbank des Programms wählt;
- 3 indem man eines der Applets (interaktive Figuren) des Programms zieht oder bewegt.

Alle Datenbankobjekte können für nähere Kontrolle und Änderung geöffnet werden. Dies erfolgt, indem man den beschreibenden Text (Hyperlink) anklickt.

3.1 Datenbank

Das Programm besitzt eine Datenbank für die Vereinfachung der Beschreibung von Eingabedaten. Fertige Eingabedatenobjekte gibt es für:

Standort	Geographische Position des Gebäudes. Klimadaten für ausgelegten Sommer- bzw. Winterfall.
Glaskonstruktion	Optische und thermische Parameter für die Verglasung.
Verschattung, innenliegend	Daten für Verschattung von Fenstern in der Glasebene, d.h. Gardinen und Jalousien auf der Innenseite, zwischen oder auf der Außenseite der Fensterscheiben.
Gebäude Bauart	Konstruktion von Böden sowie Innen- und Außenwänden.
Wand- oder Bodenkonstruktion	Beschreibung des Wandaufbaus in verschiedenen Schichten. Für jede Schicht werden Dicke und Material angegeben.
Material	Thermische Eigenschaften für das gewählte Material.

Wenn man eine Angabe in einem Datenbankobjekt ändert, wird automatisch ein neues Objekt mit der Bezeichnung „anwenderdefiniert“ erzeugt. Um dem neuen Objekt eine genauere Bezeichnung zu geben, drückt man die Taste **Speichern** und gibt eine besser beschreibende Bezeichnung an.

Auf diese Art und Weise generierte Datenbankobjekte werden in der aktuellen Programmversion nicht auf dem Server gespeichert. Um eine eigene Datenbank mit anwenderdefinierten Materialien, Konstruktionen usw. aufzubauen, generiert man die neuen Datenbankobjekte in einem Berechnungsfall und speichert diesen auf der eigenen Festplatte ab. Jedes Mal, wenn man Zugang zu seiner eigenen Datenbank benötigt, geht man einfach von diesem gespeicherten Fall aus.

3.1.1 Seite für Standort

Zu dieser Seite gelangt man von dem Registerblatt [Einfache Eingabedaten](#) und [Allgemeines](#). Hier werden die geographische Position des Gebäudes und die Klimadaten für den auszulegenden Sommer- bzw. Winterfall beschrieben.

Beschreibung der Felder

Position: Land

Land oder geographisches Gebiet für die Berechnung [Text]

Position: Stadt

Standort für die Berechnung [Text]

Position: Geogr. Breite

Geographische Breite des Objektstandortes [°]

Position: Geogr. Länge

Geographische Länge des Objektstandortes [°]

Position: Höhe über dem Meeresspiegel

Höhe über dem Meeresspiegel für den Standort des Objektes [m]

Position: Zeitzone

Zeitzone des Objektstandortes, z. B. -1 für Zentraleuropa [h]

Auslegungstage: Min. Trockentemp.

Niedrigste Trockentemperatur eines Tages [°C]

Auslegungstage: Max. Trockentemp.

Höchste Trockentemperatur eines Tages [°C]

Auslegungstage: Max. Feuchtkugeltemp.

Es wird angenommen, dass die höchste Feuchtkugeltemperatur (wet bulb) eines Tages um 15.00 Uhr eintritt [°C].

Auslegungstage: Windrichtung

Hat in dieser Anwendung keine Bedeutung [°]

Auslegungstage: Windgeschwindigkeit

Hat in dieser Anwendung keine Bedeutung [m/s]

Auslegungstage: Faktor für Sonneneinstrahlung

Reduktionsfaktor für direkte und diffuse Sonneneinstrahlung. 0 = ganz dunkel, 1 = klar, trockene und wolkenlose Atmosphäre, 1,15 = extrem klare Verhältnisse [0-1,5]

Die Außenlufttemperatur in den Klimadatensätzen variiert im Laufe eines Tages sinusförmig zwischen den vorgegebenen min. und max. Werten. Es wird angenommen, dass die wärmste Zeit eines Tages um 15 Uhr eintritt, sowohl in Bezug auf trockene als auch auf Feuchtkugelttemperaturen.

Ein Reduktionsfaktor gibt den Einfluss von Wolken oder die Absorption in der Atmosphäre an. Für klare, trockene Luft und wolkenlosen Himmel wird 1 angegeben. Ein normaler Mittelwert für einen klaren Sommertag ist 0,8. Im Englischen wird dieser Faktor *Clearness Number* genannt. Die Definition finden Sie in ASHRAE, Fundamentals, Kap. 27.

3.1.2 Seite für Glaskonstruktion

Beschreibung der Felder

Parameter: Energiedurchlassgrad

Anteil der wärmenden Sonneneinstrahlung, die den Raum erwärmt [0-1]. In diesem Faktor ist sowohl die gesamte einfallende Strahlung, die gerade durchs Fenster fällt, als auch der Teil enthalten, der zuerst vom Glas absorbiert und danach an den Raum in Form von Konvektion und langwelliger Strahlung abgegeben wird. Der Faktor wird als g-Wert bezeichnet und wird auch SF (Solar Factor) und SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) genannt.

Parameter: Direkte Lichttransmissionsgrad

Anteil der einfallenden Sonneneinstrahlung, die das Glas passiert [0-1]. Dies ist die Sonnenstrahlung, die das Fenster in Form von kurzwelliger Strahlung passiert. Der Faktor wird als T (Transmission) und auch als DET (Direct Energy Transmission) bezeichnet.

Parameter: U-Wert für die Verglasung

Wärmedurchgangskoeffizient für das Glas (ohne Rahmen) einschließlich des inneren und äußeren Wärmeübergangswiderstandes [W/m^2K]. Das Fenstermodell berechnet

fortlaufend den inneren und äußeren (windabhängigen) Wärmeübergangswiderstand. Vom vorgegebenen Wärmedurchgangswiderstand subtrahiert deshalb das Programm $0,17 \text{ (m}^2\text{K)/W}$, der verbleibende Wert wird als Wärmeleitwiderstand der eigentlichen Verglasung angenommen.

Parameter: Emissionsgrad innen

Emissionsgrad des innersten Glases (nach innen) für langwellige Strahlung. [0-1]

Parameter: Emissionsgrad außen

Emissionsgrad des äußersten Glases (nach außen) für langwellige Strahlung. Beeinflusst das Ergebnis im Normalfall nur geringfügig [0-1].

g - DET gibt den Teil der Solarstrahlung an, der den Raum über nach vorheriger Absorption in den Fensterscheiben erreicht.

Die direkte Sonneneinstrahlung (der DET-Teil) wird diffus auf den Flächen des Raumes verteilt. Bei dieser Berechnung wird die Geometrie des Raumes berücksichtigt.

Für Kombinationen zwischen Verglasung und innenliegender Verschattung, z. B. Gardinen und Jalousien, werden Daten für die Fensterverschattung angegeben, die die vorgegebenen Parameter für die Verglasung modifizieren. Siehe Seite für [innenliegende Verschattung](#).

3.1.3 Seite für innenliegende Verschattung

Daten für Verschattungseinrichtungen in der Ebene der Verglasung, d.h. Gardinen und Jalousien auf der Innenseite, zwischen oder auf der Außenseite der Fensterscheiben.

Beschreibung der Felder

Parameter: Multiplikator für Gesamtverschattungsfaktor

Modifiziert den g-Faktor für das Glas [-]

Parameter: Multiplikator für kurzwelligen Verschattungsfaktor

Modifiziert den DET-Faktor für das Glas [-]

Parameter: Multiplikator für U-Wert

Modifiziert den U-Wert für das Glas [-]

Die Parameter sind Multiplikatoren, die den Effekt der Verschattung in Kombination mit der Verglasung angeben. Siehe Seite für Glaskonstruktion für Definition von g, DET und U für die Verglasung.

Wenn die innenliegende Verschattung, vorgezogen ist, werden die effektiven Parameter demzufolge

$$g_{\text{effektiv}} = g * \text{Multiplikator für } g$$

$$\text{DET}_{\text{effektiv}} = \text{DET} * \text{Multiplikator für DET}$$

$$U_{\text{effektiv}} = U * \text{Multiplikator für } U$$

Die innenliegende Verschattung der Fenster wird automatisch vorgezogen, wenn die Solarstrahlungsintensität auf der inneren Glasscheibe (ohne Verschattung) 100 W/m^2 überschreitet und wieder aufgezogen, wenn die Strahlungsintensität (ohne Verschattung) den gleichen Wert unterschreiten sollte.

Eigentlich ist es die Kombination von Glas und Verschattung, die in der Datenbank gespeichert werden sollte, z. B. wirkt eine Jalousie zwischen den Gläsern auf ganz verschiedene Art in einem Zweiglasfenster mit Klarglas und in entsprechendem Fenster mit einem Energieglas. Dies ist jedoch unpraktisch, da dazu eine größere Menge Daten erforderlich sein würde. Der Hauptteil der Daten, die in der Datenbank abgelegt wurden, bezieht sich auf klare Zweiglasfenster. Bei genauen Berechnungen sollte man also die korrekten Daten für gerade die verwendete Verglasung und die verwendete Verschattung beschaffen.

3.1.4 Seite für Gebäude Bauart

Diese Seite gibt die Möglichkeit, zwischen alternativen Konstruktionen von Böden, Innen- und Außenwänden unter dem Registerblatt für [Einfache Eingabedaten](#) zu wählen.

Beschreibung der Felder

Ein Klick auf die Gebäudeauart expandiert die Beschreibung der entsprechenden Konstruktion. Die expandierende Beschreibung wird näher auf der Seite für [Bauteilkonstruktion](#) erklärt.

Combobox für die Wahl der Konstruktion aus der Datenbank [Datenbankwahl der Konstruktion]

U-Wert Darstellung des gesamten U-Werts einschl. innerer und äußerer Wärmewiderstand [$\text{W/m}^2\text{K}$] der Konstruktion.

3.1.5 Seite für Bauteilkonstruktion einschl. Material

Diese Seite beschreibt den Material und Schichtaufbau mit den spezifischen Werten für eine Bauteilkonstruktion, für Wand- oder Bodenkonstruktionen.

Beschreibung der Felder

Für jede Materialschicht werden folgende Angaben gemacht:

Dicke

Gesamtdicke der Materialschicht [m]

Material

Wahl des Materials für die Schicht [Datenbankwahl des Materials]

Wärmeleitfähigkeit

Maß für die Wärmeleitfähigkeit des Materials [W/mK]

Dichte

Maß für die Materialdichte [kg/m^3]

Spezifische Wärmekapazität

Maß für die Wärmespeicherfähigkeit des Materials [J/kgK]

Jede Materialschicht in der Konstruktion kann markiert werden, indem irgendein Feld auf der Zeile angeklickt wird. Die Tastenzeile rechts bezieht sich auf Operationen in der markierten Schicht. Folgende Operationen können ausgeführt werden:

Material speichern

Den Namen eines anwenderdefinierten Materials angeben.

Schicht hinzufügen

Die neue Materialschicht ganz unten auf der Liste hinzufügen. Die neue Schicht wird eine Kopie der markierten Schicht, wenn eine solche markiert ist.

Schicht entfernen

Markierte Materialschicht löschen.

Nach oben bewegen

Markierte Materialschicht in der Liste nach oben bewegen

Nach unten bewegen

Markierte Materialschicht in der Liste nach unten bewegen.

3.2 Register Einfache Eingabedaten

Dieses Registerblatt erscheint beim Start des Programms automatisch. Wenn eines der Registerblätter für eine ausführlichere Beschreibung des Raumes aktiviert wurde, kann man nicht mehr zu der vereinfachten, pauschalisierten Eingabe in „Einfache Eingabedaten“ zurückkehren.

Beschreibung der Felder

Standort und Berechnungsfall: **Auslegung**

Wahl des Berechnungsfalls [Sommerfall mit Kühlung, Sommerfall ohne Kühlung, Winterfall]

Standort und Berechnungsfall: **Simulationsdatum**

Hat Bedeutung für die Sonnenhöhe, das Außenklima wird unter „Standort“ [Wahl des Datums für Sommer- oder Winterfall] angegeben.

Standort und Berechnungsfall: **Standort**

Die Wahl des Orts führt auch die Wahl von Klimadaten für diesen gewählten Ort mit sich [Datenbankwahl des [Standorts](#)]

Standort und Berechnungsfall: **Max. Temp.**

Höchste Trockentemperatur eines Tages, wird durch Öffnen von [Standort](#) geändert [°C]

Ort und Berechnungsfall: **Min. Temp.**

Niedrigste Trockentemperatur eines Tages, wird durch Öffnen von [Standort](#) geändert [°C]

Raum und Material: **Gebäude Bauart**

Führt die Wahl der Bauteilkonstruktion und der jeweiligen Materialien und Schichtenaufbauten der in Innen- und Außenwänden mit sich [Datenbankwahl von [Gebäude Bauart](#)]

Raum und Material: **Fensterfläche einschl Rahmen**

Gesamte Fensterfläche, 10 % dieser Flächen werden als Rahmenanteil in der Berechnung angenommen [m²]

Raum und Material: **Glastyp**

Wahl der optischen und thermischen Eigenschaften der Verglasung [Datenbankwahl der [Glaskonstruktion](#)]

Raum und Material: **Innenliegende Verschattung**

Wahl der Gardine oder Jalousie. Wird vorgezogen, wenn die Solarstrahlungsintensität 100 W/m² überschreitet [Datenbankwahl der [Innenliegende Verschattung](#)]

Raum und Material: **Orientierung**

Wahl der Himmelsrichtung, in welche das Fenster zeigt [Wahl aus einer festgelegten Liste]

Raum und Material: **Raumhöhe**

Abstand zwischen oberem Boden und Decke [m]

Raum und Material: **Breite**

Abstand zwischen Seitenwänden (Innenwände, seitlich vom Fenster), Innenmaße [m]

Raum und Material: **Länge**

Abstand von der Fensterwand zur entgegengesetzt liegenden Innenwand, Innenmaße [m]

Interne Wärmelasten: **Anzahl Personen**

Anzahl ruhende Personen, die den Raum mit Feuchte und Wärme belasten (trocken und nass) [-]

Interne Wärmelasten: **Anwesenheitszeit für Personen**

Stunden pro Tag für die Anwesenheit von Personen, zentriert um 13:00 [Stunden]

*Interne Wärmelasten: **Beleuchtung***

Eingangsleistung für Beleuchtung (Nennleistung) [W]

*Interne Wärmelasten: **Betriebszeit für Beleuchtung***

Stunden pro Tag für Beleuchtung, zentriert um 13:00 [Stunden]

*Interne Wärmelasten: **Sonstige Wärmelasten***

Konvektive, trockene Heizleistung von Geräten im Raum [W]

*Interne Wärmelasten: **Betriebszeit für sonstige Wärmelasten***

Stunden pro Tag für sonstige Wärmelasten, zentriert um 13:00 [Stunden]

*Lüftungsbetrieb: **Zuluftvolumenstrom***

Totaler Zuluftvolumenstrom = Abluftvolumenstrom (wenn die Ventilatoren in Betrieb sind [l/s] oder [m³/h])

*Lüftungsbetrieb: **Ventilatorbetrieb pro Tag***

Stunden pro Tag für mechanische Lüftung, zentriert um 13:00 [Stunden]

*Lüftungsbetrieb: **Zulufttemperatur***

Temperatur der eingeblasenen Zuluft in der Nähe der Luftdurchlässe (unzugänglich beim Sommerfall ohne Kühlung) [°C]

*Lüftungsbetrieb: **Sollwert, Zulufttemperatur***

Sollwert für Raumthermostat für Kühl- oder Heizeinheit (unzugänglich beim Sommerfall ohne Kühlung) [°C]

Das Registerblatt [Einfache Eingabedaten](#) ermöglicht es, mit minimalem Aufwand für die Dateneingabe eine Kühl- oder Heizleistungsbedarfsberechnung eines rechteckigen Raumes mit einem Fenster durchzuführen. Der Raum hat eine Außenwand und ist an den übrigen Flächen von Räumen mit den gleichen Temperaturverhältnissen umgeben. Es wird davon ausgegangen, dass der Raum eine vollkommen balancierte mechanische Zu- und Abluftanlage hat. Es wird eine periodische Berechnung ausgeführt, die gegen einen Wert pendelt, der zu einem Ergebnis führt, das genügend exakt ist, d.h. der Raum wird einer unendlich langen Hitzewelle oder Kälteperiode ausgesetzt. Entsteht keine Veränderung von einem Tag zum anderen, wird die Berechnung abgebrochen, und das Ergebnis des letzten Tages präsentiert.

Drei Berechnungsfälle sind möglich: Sommerfall mit Kühlung, Sommerfall ohne Kühlung und Winterfall. Beim Sommerfall mit Kühlung wird der Raum teils mit Hilfe von Zuluft und teils durch eine lokale Kühleinheit im Raum gekühlt, die automatisch eine große max. Leistung hat (200 W/m^2 Bodenfläche). Das primäre Ergebnis sind in diesem Fall die abgeführte Leistung und die resultierende operative Temperatur im Raum. Die Raumeinheit sollte in den meisten Fällen eine ausreichende Leistung haben, um die Lufttemperatur in der Nähe des vorgegebenen Sollwertes zu halten. Die operative Temperatur (und die gerichteten operativen Temperaturen) beziehen sich auf eine Person, die mitten im Raum sitzt.

Im Sommerfall ohne Kühlung erfolgt eine reine Temperaturberechnung ohne Einbeziehung von mechanischer Kühlung. Die Zuluft hat in diesem Fall eine Temperatur, die sich aus der Außenlufttemperatur plus zwei Grad entsprechender Temperatursteigerung durch Ventilatoren und durch die Luftführung in Kanälen ergibt.

Im Winterfall erhält der Raum einen Heizkörper mit einer großen max. Leistung (50 W/m^2). Der Heizkörper sollte in den meisten Fällen ausreichend sein, um die Temperatur der Raumluft in der Nähe des vorgegebenen Sollwertes zu halten. Eine Raumeinheit für Kühlung wird in diesem Fall nicht ausgelegt.

3.3 Register Allgemeines

Dieses Registerblatt ist immer verfügbar. Hier werden teils allgemeine Angaben für das Projekt gemacht und teils gewisse Eingabedatenfelder von [Einfache Eingabedaten](#) wiederholt, deren Änderung auch bei einer ausführlicheren Beschreibung des Raumes erforderlich sein kann.

Beschreibung der Felder

Standort und Berechnungsfall: **Auslegung**

Wahl der Klimadaten und des Simulationsdatums [Sommerfall, Winterfall]

Standort und Berechnungsfall: **Simulationsdatum**

Hat Bedeutung für die Sonnenhöhe, das Außenklima wird unter „Standort“ [Wahl des Datums für Sommer- oder Winterfall] angegeben.

Standort und Berechnungsfall: **Standort**

Wahl des Orts führt auch die Wahl von Klimadaten für den Ort mit sich [Datenbankwahl des [Standort](#)]

Standort und Berechnungsfall: **Max. Temp.**

Höchste Trockentemperatur eines Tages, wird durch Öffnen von [Standort](#) geändert [°C]

*Standort und Berechnungsfall: **Min. Temp.***

Niedrigste Trockentemperatur eines Tages, wird durch Öffnen von [Standort](#) geändert [°C]

*Systemtemperaturen: **Heizung, Vorlauf***

Vorlauftemperatur zu Raumeinheiten für Heizung [°C]

*Systemtemperaturen: **Heizung, Rücklauf***

Rücklauftemperatur zum Wärmeerzeuger (Kessel) bei Auslegungsbedingungen [°C]

*Systemtemperaturen: **Kühlung, Vorlauf***

Vorlauftemperatur zu Raumeinheiten für Kühlung [°C]

*Systemtemperaturen: **Kühlung, Rücklauf***

Rücklauftemperatur zur Kälteerzeugung bei Auslegungsbedingungen [°C]

*Projektdatei: **Objekt***

Text, der das Objekt der Berechnung beschreibt, wird in Berichten angegeben [Text]

*Projektdatei: **Sachbearbeiter***

Text, der den verantwortlichen Sachbearbeiter benennt, wird in Berichten angegeben [Text]

*Projektdatei: **Datum***

Das Datum der Berechnung, wird in Berichten angegeben [Datum]

*Projektdatei: **Beschreibung***

Text, der das Objekt und Projekt beschreibt, wird in Berichten angegeben [Text]

3.4 Register für Geometrie und Verbauung

Dieses Registerblatt ist das erste der detaillierten Beschreibung des Raumes. Wird einer der drei Registerblätter für die ausführlichere Beschreibung aktiviert, ist es nicht länger möglich, zu der vereinfachten Eingabe in „Einfache Eingabedaten“ zurückzukehren. Alle Eingabedaten, die bereits im Registerblatt für Einfache Eingabedaten eingetragen wurden, sind noch vorhanden und können geändert werden.

Beschreibung der Felder

Geometrie: Raumhöhe

Abstand zwischen oberem Boden und Decke [m]

Geometrie: Breite

Abstand zwischen Seitenwänden, Innenmaße [m]

Geometrie: Länge

Abstand von der Außenwand zur der auf der gegenüber liegenden Innenwand, Innenmaße [m]

Geometrie: Orientierung

Richtung des Nordpfeils im Verhältnis zum Raum (Zeichnung) [°]

Geometrie: Applet für Nordpfeil

Richtung des Nordpfeils im Verhältnis zum Raum (Zeichnung) [Ein- und Ausgabedaten]

Geometrie: Applet für Raumform

Zeigt Form und Fenster des Raumes, anklickbare Flächen [Ausgabedaten]

Flächen und Objekte: Liste über alle Raumflächen

Anklickbare Liste über alle Objekte im Raum [Ausgabedaten]

Verbauung und Horizont: Applet für die Verbauung und die Horizontlinie

Gibt die Sonnenhöhe an, für welche die Sonne von der Umgebung beschattet wird [Ein- und Ausgabedaten]

In dem Registerblatt für Geometrie und Verbauung kann man die Form des Raumes, die Orientierung und Verschattung ändern. Man erhält auch einen Überblick über den Raum mit all dessen Flächen und Objekten, die für das Raumklima von Bedeutung sind. Alle Objekte für Flächen sind anklickbar und leiten weiter zu neuen Feldern für genauere Eingabedaten.

Die blaue Linie im Diagramm in der unteren Kante gibt die Möglichkeit einen sonnenabschirmenden Horizont für den Raum zu beschreiben. Für jede Himmelsrichtung wird ein Winkel angegeben [0 - 90°], der die Höhe des beschatteten

Objekts über einen vorgestellten Horizont in der Ferne angibt. Betrachtungspunkt ist die Mitte des Raumbodens.

Zur Änderung der Linie zieht man den Marker mit gedrückter Maustaste zur Seite. Vertikale Segmente, die die neue Linie mit der alten verbinden, werden automatisch gebildet. Schräge Linien sind nicht zugelassen. Bei fehlerhafter Eingabe überzeichnet man entweder die falsche Verbauung wieder, oder man drückt die *Zurück*-Taste in der Symbolleiste.

Sehen wir uns ein Beispiel mit einem Raum an, der 30 m über dem umgebenden Erdboden liegt und der am Vormittag von einem 80 m hohem Gebäude in einem Abstand von 100 m verschattet wird. Weiterhin nehmen wir an, dass das verschattende Gebäude gerade im Südosten liegt und 40 m breit ist. Die Höhe des beschattenden Liniensegments soll in diesem Fall $\arctan((80 - 30)/100) = 27^\circ$ sein. Die Breite soll $\arctan(40/100) = 22^\circ$ zentriert um Südost (135°) sein. Da die Auflösung begrenzt ist, ziehen wir eine Linie mit der Höhe 25° von der Himmelsrichtung 120° bis 150° .

3.5 Register für Bauteilflächen

Das Registerblatt für Bauteilflächen, für Wände und Böden, kann aktiviert werden, indem man auf eine Fläche oder ein Objekt auf einer Fläche im Registerblatt für Geometrie und Verbauung klickt. Eine der sechs Hauptflächen des Raumes ist immer aktiv. Häufig ist auf der aktiven Fläche auch ein Objekt markiert. Eine Zeichnung der aktiven Fläche wird im Applet Objekt auf der Fläche gezeigt. Die Decke wird in dieser Ansicht von oben gesehen. Alle anderen Flächen sieht man vom Inneren des Raumes aus.

Die verschiedenen Objekte in der Zeichnung werden durch Anklicken markiert. Daten für das markierte (gewählte) Objekt werden rechts in der Abbildung gezeigt. Das Objekt kann bewegt werden, indem es in der Zeichnung angeklickt und gezogen wird.

Beschreibung der Felder

Eigenschaften: **Oberfläche wählen**

Felder für die Wahl der aktiven Hauptfläche [Boden, Decke, Wand 1-4]

Eigenschaften: **Bauelement**

Typ der Wand oder Boden [Innen, Außen, Gegen konstante Temperatur]

Eigenschaften: **Konstruktion**

Wahl der Konstruktion für Wände oder Böden [Datenbankwahl der [Bauteilkonstruktion](#)]

Eigenschaften: Oberflächentemperatur auf der anderen Seite

Eine feste Temperatur der Oberfläche auf der entgegengesetzten Seite. Achtung!
Keine Lufttemperatur [°C]

Objekte auf der Oberfläche: Applet für Objekte auf der Oberfläche

Zeigt Objekte auf der aktiven Hauptfläche, Objekte werden hier markiert [Ein- und Ausgabedaten]

Markiertes Objekt: <Typ von Objekt>

Teil der Seite, die Daten für das markierte Objekt zeigt

Beschreibung von Formularen für mögliche Objekte auf den Oberflächen

Folgende Objekte können auf Oberflächen platziert werden:

Decke	Deckenmontiertes Kühlaggregat von Stifab Farex Kühlaggregat allgemein Kühldecke allgemein Heizkörper Fenster Dachfenster Beleuchtung
Boden	Gruppe von Personen, die Zone belastet
Wand	Brüstungsmontiertes Kühlaggregat von Stifab Farex Kühlaggregat allgemein Heizkörper Fenster

3.6 Objekte auf Oberflächen

3.6.1 Kühleinheiten von Stifab Farex

Beschreibung der Felder

Geometrie: X

Position in x-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Y

Position in y-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Länge

Länge der Einheit, Wahl aus der Liste [m]

Geometrie: Breite

Breite der Einheit, Wahl aus der Liste [m]

Konstruktion: Ausführung

Ausführungsbezeichnung aus dem Stifab Farex-Sortiment

Konstruktion: Luftmenge

Mechanische Luftmenge durch die aktive Kühldecke per laufenden Meter Aggregat [l/s m]

Leistung: Kühlleistung (Wasser)

Maximale Kühlleistung, die dem Zirkulationswasser bei vorgegebenen Temperaturen entnommen wird [W]

Leistung: Kühlleistung (Luft)

Maximale Kühlleistung, die der Zuluft bei vorgegebenen Temperaturen entnommen wird [W]

Leistung: Heizleistung

Maximale Heizleistung, die dem Zirkulationswasser bei vorgegebenen Temperaturen entnommen wird [W]

Die maximale Gesamtkühlleistung einer aktiven Kühleinheit ist die Summe der direkt durch die kühle Oberfläche in den Raum emittiert Kühlleistung (Wasser,) und der durch die Lüftung übertragenen Kühlleistung (Luft). Je nach Art der Kühleinheit erfolgt die Abgabe der Kühlleistung überwiegend nur durch Luft (Konvektor) oder Wasser (Kühldecke).

Der ausgegebene Wert für die durch Konvektion an die Luft übertragene Kühlleistung ist nur von der gewählten Luftmenge durch die Einheit und deren Temperatur im Verhältnis zur Raumlufthtemperatur 24°C abhängig. Man geht davon aus, dass die Zulufttemperatur in diesem Fall ihren höchsten Sollwert hat, der im Registerblatt für [Betriebsdaten](#) angegeben wird.

Die tatsächliche an den Raum übertragene Kühlleistung wird von den während der Berechnung erzielten Werten der Raumlufthtemperatur, sowie dem durch die Einheit strömenden Volumenstrom, beeinflusst. Der Volumenstrom kann im Verhältnis zum vorgegebenen Wert geändert werden, indem der Ventilator mit erhöhter oder verringerter Förderleistung gefahren wird (wird im Registerblatt für [Betriebsdaten](#) angegeben).

Der im Formular angegebene Wert der Kühlleistung (Wasser) ist auf eine Raumlufthtemperatur von 24°C und auf die im Registerblatt [Allgemeines](#) angegebenen Systemtemperaturen bezogen.

Die tatsächliche Kühlleistung bei Wasserkühlung kann vom gezeigten Wert aus folgenden Gründen abweichen: Die Raumlufthtemperatur weicht von 24°C ab, der Regler verlangt nie die volle Wassermenge oder das Kühlwasser hält seinen Temperatursollwert nicht, weil die Kälteerzeugung / Kühlmaschine ausgeschaltet ist.

Für die Berechnung der Heizleistung wird von einer Raumlufthtemperatur von 20°C und von Systemtemperaturen, die unter dem Registerblatt [Allgemeines](#) angegeben werden, ausgegangen. Ansonsten gilt die gleiche Erklärung wie für die Kühlleistung (Wasser).

Es wird davon ausgegangen, dass Konvektoren die Wärme nur konvektiv abführen. Kühldecken und Strahlungseinheiten haben auch eine Strahlungskomponente, die von der Oberfläche und deren Oberflächentemperatur abhängig ist. Einheiten, die Wärme auch durch Strahlung übertragen, beeinflussen die operative Temperatur im Raum.

3.6.2 Kühleinheit allgemein

Beschreibung der Felder

Geometrie: X

Position in x-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Y

Position in y-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Länge

Länge der Einheit in x-Richtung [m]

Geometrie: Breite

Breite der Einheit in y-Richtung [m]

Leistung: Leistung

Maximale Kühlleistung, die dem Zirkulationswasser bei vorgegebenen Temperaturen entnommen wird [W]

Der im Formular angegebene Leistungswert steht in Relation zu einer Temperatur der Raumluft von 24°C sowie zu den Wassertemperaturen, die unter dem Registerblatt [Allgemeines](#) angegeben werden.

Die tatsächliche Kühlleistung kann vom gezeigten Wert aus folgenden Gründen abweichen: Die Raumlufttemperatur weicht von 24°C ab, der Regler verlangt nie die volle Wassermenge oder das Kühlwasser hält nicht seinen Temperatursollwert, weil die Kühlmaschine ausgeschaltet ist.

Die Kühleinheit nimmt Wärme durch Strahlung und in geringem Masse auch über Konvektion auf. Die Größe der Strahlungskomponente ist von der dem Raum ausgesetzten Fläche und deren Temperatur abhängig. Allgemein betrachtet führt eine größere physische Fläche der Kühleinheit eine größere Strahlungskomponente mit sich.

Einheiten, die Wärme oder Kälte auch durch Strahlung übertragen, beeinflussen die operative Temperatur im Raum.

3.6.3 Decken Konvektor allgemein

Der Decken Konvektor überträgt die Kühlleistung auf zwei Arten. Einerseits wird kühle Zuluft über den Konvektor in den Raum geblasen und andererseits wird aufsteigende warme Raumluft an der Wasserbatterie gekühlt und zusammen mit der Zuluft wieder in den Raum geblasen. Die Größe des Zuluftvolumenstroms beeinflusst auch die Menge der aufsteigenden Raumluft (Induktionswirkung) und somit die maximale Kühlleistung des Decken Konvektors.

Beschreibung der Felder

Geometrie: X

Position in x-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Y

Position in y-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Länge

Erstreckung der Einheit in x-Richtung [m]

Geometrie: Breite

Erstreckung der Einheit in y-Richtung [m]

Auslegungsleistung: bei maximalem Volumenstrom

Maximale Kühlleistung, die dem Zirkulationswasser bei vorgegebenen Temperaturen entnommen wird [W]

Auslegungsleistung: bei Null-Volumenstrom

Maximale Kühlleistung, die dem Zirkulationswasser bei vorgegebenen Temperaturen entnommen wird [W]

Auslegungsleistung: Volumenstrom

Mechanische geförderte Luftmenge durch die aktive Kühldecke [l/s m]

Die im Formular angegebenen Kühlleistungswerte stehen in Relation zu einer Temperatur der Raumluft von 24°C sowie zu den Systemtemperaturen, die unter dem Registerblatt [Allgemeines](#) angegeben werden.

Die tatsächliche Kühlleistung bei Wasserkühlung kann vom gezeigten Wert aus folgenden Gründen abweichen: Die Raumlufttemperatur weicht von 24°C ab, der Regler verlangt nie die volle Wassermenge, der mechanisch geförderte Luftvolumenstrom weicht vom gewählten Wert aufgrund von Variationen der Ventilatorgeschwindigkeit oder aufgrund dessen ab, dass das Kühlwasser seinen Temperatursollwert nicht hält, weil die Kälteerzeugung / Kühlmaschine ausgeschaltet ist.

3.6.4 Heizkörper

Beschreibung der Felder

Geometrie: X

Position in x-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Y

Position in y-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Länge

Erstreckung der Einheit in x-Richtung [m]

Geometrie: Breite

Erstreckung der Einheit in y-Richtung [m]

Auslegungsleistung: Heizleistung

Maximale Heizleistung, die dem Zirkulationswasser bei vorgegebenen Temperaturen entnommen wird [W]

Der im Formular angegebene Wert der Heizleistung steht in Relation zu einer Raumlufthtemperatur von 20°C, sowie zu den Systemtemperaturen (Wasser), die im Registerblatt [Allgemeines](#) angegeben werden.

Die tatsächliche Heizleistung kann vom angegebenen Wert aus folgenden Gründen abweichen: Die Raumlufthtemperatur weicht von 20°C ab, oder der Regler verlangt nie die volle Wassermenge.

Die Einheit gibt Wärme sowohl durch Strahlung als auch Konvektion ab. Die Größe der Strahlkomponente ist von der ausgesetzten Fläche und deren Temperatur abhängig. Allgemein betrachtet führt eine größere physische Größe der Einheit eine größere Strahlkomponente mit sich. Einheiten, die Wärme auch durch Strahlung übertragen, beeinflussen die operative Temperatur im Raum.

3.6.5 Fenster

Beschreibung der Felder

Konstruktion: Rahmenanteil

Fläche des nicht verglasten Teils des Fensters, geteilt durch die gesamte Fensterfläche, definiert von den Rahmenaußenmaßen, Rohbaumaß [%]

Konstruktion: Glastyp

Wahl der optischen und thermischen Eigenschaften der Verglasung [Datenbankwahl der [Glaskonstruktion](#)]

Konstruktion: Innenliegende Verschattung

Wahl der Gardine oder Jalousie. Wird vorgezogen, wenn die Solarstrahlungsintensität auf der inneren Scheibe 100 W/m² überschreitet [Datenbankwahl der [Verschattungsvorrichtungen](#)]

Geometrie: X

Position in x-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Y

Position in y-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Höhe

Größe des Fensters in x-Richtung (Rahmenaußenmaße / Rohbaumaß) [m]

Geometrie: Breite

Größe des Fensters in y-Richtung (Rahmenaußenmaße / Rohbaumaß) [m]

Geometrie: Nischentiefe

Abstand des äußeren Fensterscheibe von der Fassadenfläche [m]

Geometrie: Markisenbreite

Gesamtbreite der Markise [m]

Geometrie: Markisenhöhe

Gesamthöhe der Markise, projiziert auf die Fassade [m]

Geometrie: Markisentiefe

Größter Abstand der Markise von der Fassadenfläche [m]

Geometrie: Markise, Montagehöhe über dem Fenster

Abstand zwischen Markisenfixierung und Fensternische [m]

Die thermischen und optischen Eigenschaften werden in hohem Ausmaß von der Wahl des [Verglasungstyps](#) und der [innenliegenden Verschattung](#) beeinflusst. Siehe entsprechendes Objekt für nähere Beschreibung.

Die innenliegende Verschattung für das Fenster wird automatisch vorgezogen, wenn die Strahlungsintensität der Sonne auf der inneren Glasscheibe 100 W/m^2 überschreitet.

Es wird davon ausgegangen, dass der Rahmen einen U-Wert von $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ besitzt.

Die Markise wird nicht geregelt, und es wird vorausgesetzt, dass sie vollständig undurchsichtig ist. Deckenmontierte Fenster dürfen nicht mit einer Markise versehen werden.

Dachfenster

Ein Dachfenster kann benutzt werden, um die Tageslichtnutzung und Konsequenzen für das Innenraumklima bei der Nutzung von Lichtkuppeln und Dachfenstern für diverse Formen von Fenstern im Dach, z. B. Satteldach mit Glas, zu studieren. Das entsprechende Objekt hat die Form einer Pyramide mit einer rechteckigen Basis und einer horizontal abgeschnittenen (rechteckigen) Spitze. Hiermit werden fünf Flächen gebildet, die zu verschiedenen Teilen verglast sein können.

Es wird eine detaillierte Berechnung des Strahlenverlaufs durchgeführt, so dass z. B. direktes Sonnenlicht, das durch ein Glas scheint und ein anderes passiert, korrekt behandelt wird. Licht, das durch die Basis des Studienobjekts nach unten in den Raum dringt, breitet sich diffus auf die Raumumschließungsflächen aus.

Beschreibung der Felder

Geometrie: X

Position in x-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Y

Position in y-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Länge

Erstreckung der Basis in x-Richtung [m]

Geometrie: Breite

Erstreckung der Basis in y-Richtung [m]

Geometrie: Höhe

Gesamthöhe des Objekts über Dachfläche [m]

Geometrie: L1

Abstand in Dachebene zwischen den Begrenzungslinien der Spitze und Basis zur Wand 1 des Raumes [m]

Geometrie: L2

Abstand in Dachebene zwischen den Begrenzungslinien der Spitze und Basis zur Wand 2 des Raumes [m]

Geometrie: L3

Abstand in Dachebene zwischen den Begrenzungslinien der Spitze und Basis zur Wand 3 des Raumes [m]

Geometrie: L4 Abstand in Dachebene zwischen den Begrenzungslinien der Spitze und Basis zur Wand 4 des Raumes [m]

Glasfläche: **Wand 1**

Größe der Glasfläche in Wand 1 der Pyramide [m²]

Glasfläche: **Wand 2**

Größe der Glasfläche in Wand 2 der Pyramide [m²]

Glasfläche: **Wand 3**

Größe der Glasfläche in Wand 3 der Pyramide [m²]

Glasfläche: **Wand 4**

Größe der Glasfläche in Wand 4 der Pyramide [m²]

Glasfläche: **Dach**

Größe des Glases, das im Dach der Pyramide montiert ist [m²]

Konstruktion: **Wand**

Wahl der Konstruktion für nicht verglaste Teile (auch Decke) [Datenbankwahl der [Bauteilkonstruktion](#)]

Konstruktion: **Glastyp**

Wahl der optischen und thermischen Eigenschaften des Glases [Datenbankwahl der [Glaskonstruktion](#)]

Thermisch wird die Basis des Studienobjekts (Dachfenster) als eine temperierte Fläche aus der Perspektive der Zone betrachtet. Die Temperatur der Oberfläche entsteht durch eine gewichtete Mittelwertbildung der Temperaturen der Gläser und der nicht verglasten Wände. Das Modell gibt die langwellige Strahlungsbilanz und die Konvektion von einem warmen Dachfenster relativ gut wieder. Phänomene, wie Konvektion in Form von Kaltluftabfall von vertikalen Bauteilen wird hingegen nicht im Detail voll naturgetreu wiedergegeben.

3.6.6 Beleuchtung

In diesem Formular werden die Lage und Größe der Beleuchtung in der Decke beschrieben. Dies kann eine Bedeutung für die Berechnung der operativen Temperatur im Raum haben. Beleuchtungsleistung und Zeitplan für die Beleuchtung werden unter dem Registerblatt [Betriebsdaten](#) aufgeführt.

Beschreibung der Felder

Geometrie: Position in x-Richtung

Position in x-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Position in y-Richtung

Position in y-Richtung für untere linke Ecke, kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Größe in x-Richtung

Größe in x-Richtung [m]

Geometrie: Größe in y-Richtung

Größe in y-Richtung [m]

Nur ein Beleuchtungsobjekt ist zugelassen. Will man die Beleuchtung über die Decke „ausbreiten“, muss das Objekt groß sein. Die Lichtausbeute der Leuchte, die automatisch gewählt wird, ist 12 Lumen pro Watt. Von der zugeführten Leistung werden 30 % als Konvektion und der Rest in Form von lang- oder kurzwelliger Strahlung abgegeben.

3.6.7 In der Zone befindliche Personengruppe

Dieses Objekt funktioniert teils als eine Personenlast, d.h. eine Quelle für Wärme und Feuchtigkeit, und teils als Fühler, Sensor, für die operative Temperatur. Die Position des Objekts im Raum hat im Prinzip nur für die Fühlerfunktion Bedeutung.

Die Anzahl der Personen, die die Zone belastet, und der Zeitplan für deren Anwesenheit werden unter dem Registerblatt [Betriebsdaten](#) angegeben.

Beschreibung der Felder

Geometrie: Position in x-Richtung

Position in x-Richtung kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Position in y-Richtung

Position in y-Richtung kann im Applet angegeben werden [m]

Geometrie: Schwerpunkthöhe über dem Boden,

Höhe des Fühlers / Sensors über dem Boden [m]

Aktivitätsgrad und Kleidung: Aktivitätsgrad

Grad der Aktivität der Personen gemäß Fanger [met]

Aktivitätsgrad und Kleidung: Kleidung

Dämmwert der Bekleidung in der Definition gemäß Fanger [met]

Nur ein Personenlastobjekt ist zugelassen. Wenn mehrere Personenlasten mit verschiedener Anzahl und Zeitplänen modelliert werden sollen, muss man die max. Anzahl unter dem Registerblatt [Betriebsdaten](#) angeben und einen neuen Zeitplan erstellen, indem man Punkt für Punkt einen Mittelwert der enthaltenen Zeitpläne bildet.

Der Aktivitätsgrad und die Kleidung der Personen haben einen Einfluss auf die Feuchte- und Wärmeabgabe, besonders für die Berechnung eines Winterfalls, indem eine Person mit Sommerkleidung ca. 20 % zu viel Wärme abgibt, im Vergleich zu einer Person mit Winterbekleidung.

Wie wählt man den Aktivitätsgrad (met)?

Der Aktivitätsgrad und in gewisser Hinsicht die Bekleidung einer Person bestimmen wie viel Wärme (trocken oder nass) und Kohlendioxid eine Person abgibt. 1 met entspricht $58,2 \text{ W/m}^2$ Körperfläche, d.h. das, was von einer sitzenden Person in Ruhelage abgegeben wird. Die Körperfläche wurde in IDA Klima und Energie auf $1,8 \text{ m}^2$ festgelegt, was einem durchschnittlichen Erwachsenen entspricht. Nachstehend werden Beispiele für die abgegebene Leistung und der Aktivitätsgrad bei verschiedenen Aktivitäten, die kontinuierlich durchgeführt werden, aufgeführt (Quelle: ASHRAE Fundamentals, Tabelle 8.4).

Aktivität	met	Leistung [W]:
Schlaf	0,7	72
Liegend, Ruhe	0,8	81
Sitzend, Ruhe	1,0	108
Stillstehend	1,2	126
Spaziergang (3,2 km/h)	2,0	207
Spaziergang (4,3 km/h)	2,6	270
Spaziergang (6,4 km/h)	3,8	396
Stillsitzend Lesen/Schreiben	1,0	108
Maschinenschreiben	1,1	117
Bürorundgang	1,7	180
Packen/Heben (Büro)	2,1	216
Kochen	1,6-2,0	171-207
Saubermachen	2,0-3,4	207-360
Leichte Maschinenarbeit	1,8-2,4	189-252
Schwere Maschinenarbeit	4,0	423
Manuelles Graben	4,0-4,8	423-504
Sozialer Tanz	2,4-4,4	252-504
Aerobics/Workout	3,0-4,0	315-423
Tennis	3,6-4,0	378-486
Basketball	5,0-7,6	522-792
Wettkampfringen	7,0-8,7	738-909

Die Wahl der Kleidung (clo):

1 clo entspricht einem Wärmewiderstand von 0,155 m²K/W. Nachstehend werden Beispiele für clo-Werte für verschiedene Kleidungen aufgeführt (Quelle: ASHRAE Fundamentals, Tabelle 8,7).

Kleidung	clo
Shorts, kurzärmeliges Hemd	0,36
Lange Hosen, kurzärmeliges Hemd	0,57
Lange Hosen, langärmeliges Hemd	0,61
wie oben, mit Jacke	0,96
wie oben, mit Weste und T-Shirt	1,14
Lange Hose, Hemd, Pullover, T-Shirt	1,01
wie oben, mit Jacke und langen Unterhosen	1,30
Trainingsoverall aus Baumwolle	0,74
Rock, kurzärmelige Bluse, dünne Strumpfhosen, Sandalen	0,54
Rock, langärmelige Bluse, Unterkleid, dünne Strumpfhosen	0,67
Rock, Bluse, Unterrock, dünne Strumpfhosen, Pullover	1,10
wie oben, mit Jacke anstelle von Pullover	1,04
Halblanger Rock, langärmelige Bluse, Jacke, Strumpfhosen	1,10
Overall, T-Shirt	0,72
Overall, Pullover, T-Shirt	0,89
Isolierter Overall, Unterbekleidung	1,37

3.7 Register für Betriebsdaten

Beschreibung der Felder

Interne Wärmelasten: Anzahl Personen

Anzahl der Personen, die die Zone belastet [Stück]

Interne Wärmelasten Applet für Personen

Schema für den Zeitverlauf* der Personenlasten, 'An' entspricht voller Belastung [0-1]

Interne Wärmelasten: Beleuchtung

Aufgenommene Leistung der Beleuchtung, die die Zone belastet [W]

Interne Wärmelasten Applet für Beleuchtung

Schema für den Zeitverlauf* der Beleuchtung, 'An' entspricht voller Belastung [0-1]

Interne Wärmelasten: Sonstige Wärmelast

Geräte und andere Raumausstattung, die die Zone belasten [W]

Interne Wärmelasten Applet für sonstige Wärmelast

Schema für den Zeitverlauf* der Gerätelast, 'An' entspricht voller Belastung [0-1]

Lüftungsbetrieb: Sollwert Raumtemperatur, Kühlung

Die Lufttemperatur, die durch kühlende Raumeinheiten gehalten werden soll [°C]

Lüftungsbetrieb: Sollwert Raumtemperatur, Heizung

Die Lufttemperatur, die durch heizende Raumeinheiten gehalten werden soll [°C]

Lüftungsbetrieb: Applet für Kühlmaschinenbetrieb Schema für den Betrieb der Kälteerzeugung / Kühlmaschine¹ [0-1] Bei ausgeschalteter Kälteerzeugung ist sowohl für die Kühlung der Zuluft als auch für den Betrieb von kühlenden Raumeinheiten keine Kühlung verfügbar.

Lüftungsbetrieb: Rückwärmzahl, Wärmerückgewinnung

Temperaturwirkungsgrad für den Wärmetauscher im zentralen Lüftungsaggregat [0-1]

Lüftungsbetrieb: Zuluftvolumenstrom

Mechanisch geförderte Zuluft zur Zone [l/s oder m³/h] Dies ist der gesamte Zuluftvolumenstrom zur Zone, einschl. Luft durch aktive Kühldecken². Ein Fehler ist aufgetreten, wenn die Summe der Luft durch die aktiven Kühldecken diesen Wert überschreitet. Unterschreitet die Summe diesen Wert, bedeutet dies, dass Luft in den Raum gelassen wird, ohne eine aktive Kühldecke zu passieren.

Lüftungsbetrieb: Abluftvolumenstrom

Mechanisch geförderte Abluft von der Zone [l/s oder m³/h]

Lüftungsbetrieb: Applet für Ventilatorbetrieb

¹ Zur Änderung der Linie zieht man den Marker mit gedrückter Maustaste zur Seite. Vertikale Segmente, welche die neue Linie mit der alten verbinden, werden automatisch gebildet. Schräge Linien sind nicht zugelassen. Bei fehlerhafter Eingabe überzeichnet man entweder die falschen Betriebsdaten wieder, oder man drückt die Zurück-Taste in der Symbolleiste.

² Mit aktiver Kühldecke sind aktive Kühl- oder Heizdecken oder ein anderer raumgeregelter Wärmetauscher im Zuluftkanal gemeint.

Schema für den Betrieb der Ventilatoren [0-1.4] 0=ausgeschaltet, 1=die gewünschte Menge. Eine forcierte Menge wird erhalten, indem Werte > 1 angegeben werden. Wird zum Beispiel 1,2 angegeben, werden alle Auslässe eine 20 % höhere Menge generieren als festgelegt wurde. Auf die gleiche Art und Weise erzeugen 0,5 die halbe Menge.

Sollwert, Zulufttemperatur: Maximale Zulufttemperatur

Die höchste Temperatur, die in den Raum geblasen wird (wenn Kühlmaschine in Betrieb) [°C]

Sollwert, Zulufttemperatur: Minimale Zulufttemperatur

Die niedrigste Temperatur, die in den Raum geblasen wird [°C]

Sollwert, Zulufttemperatur: Temperaturerhöhung, Ventilator und System

Die Temperaturerhöhung der Zuluft aufgrund von Ventilator- und Friktionswärme in Kanälen [°C]

Sollwert, Zulufttemperatur: Applet für Zulufttemperatur

Sollwert der Zulufttemperatur im Verhältnis zur Außentemperatur; kann in Kurven gezogen werden [Ein- und Ausgabedaten]

4 Ergebnis

In diesem Abschnitt finden Sie einen kompletten Ergebnisbericht einer Simulation. Der Text aus dem Ergebnisbericht wird in Grau wiedergegeben. Kommentare zu den verschiedenen Ausgabedatenfeldern sind in Schwarz, kursiv, dargestellt.

 Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V.	IDA Raum Version 1.1 Simulation durchgeführt von Erik Mustermann Datum: 15. Mai 2003	 SIMULATION TECHNOLOGY GROUP
---	--	---

4.1 Projektdaten

Diese Daten werden vom entsprechenden Feld im Registerblatt Allgemeines kopiert.

Beschreibung	Demofall für Hilfstexte
Ort	Berlin
Berechnungsfall	Sommerfall mit Kühlung
Datum	16. Juli 2002
Objekt	Beispiel Bau

4.2 Simulationsergebnis

4.2.1 Extremwerte

a) Raum

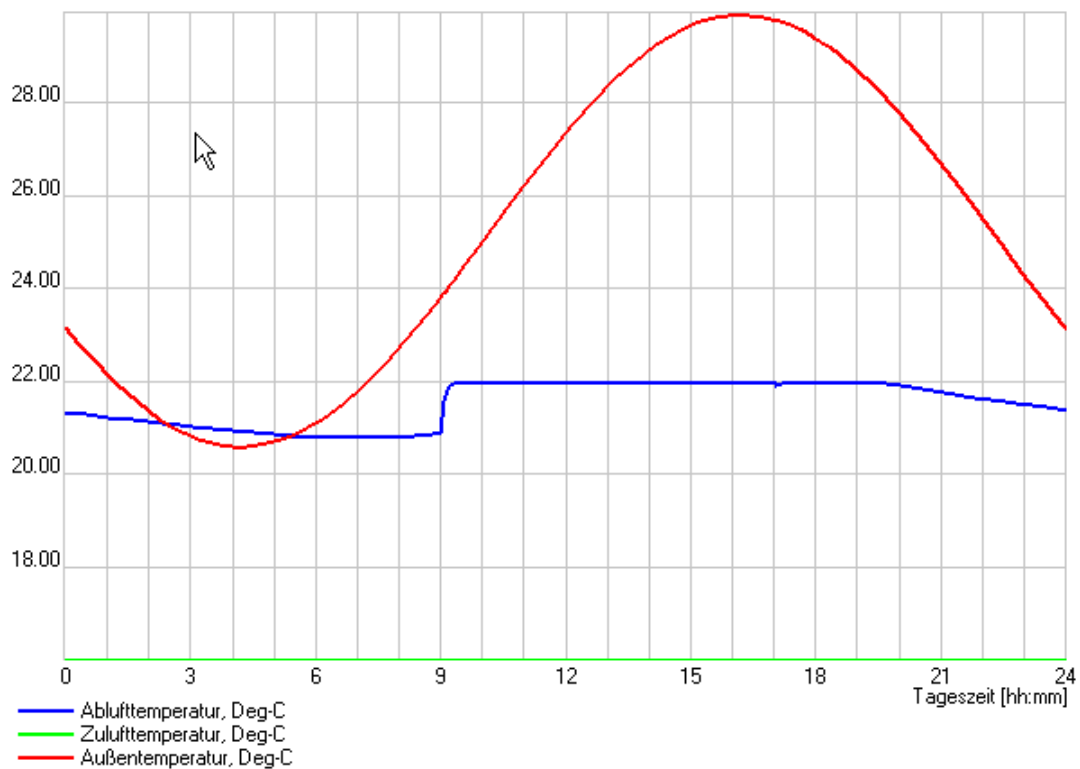
		Wert	Eintreffen, Uhrzeit
Operative Temperatur während der Aufenthaltszeit [°C] <i>Die operative Temperatur ist ein Maß für die vom Menschen empfundene Temperatur, eine gewichtete Mittelwertbildung von Luft- und Strahlungstemperaturen.</i>	min.	21.9	9:00
	max.	22.9	14:14
Maximale Kühlleistung am Tag [W]	Wassersystem	410.5 <i>max. Wert der dem Raum durch lokale Einheiten durch Strahlung und Konvektion zugeführten Kühlleistung</i>	14:14
	Lüftung*	181.4 <i>max. Wert der gesamten durch die Lüftung zum Raum übertragenen Kühlleistung</i>	10:54
Maximale Heizleistung am Tag [W]	Wassersystem	Wie oben für Heizung	
	Lüftung*	Wie oben für Heizung	

*einschl. Infiltration

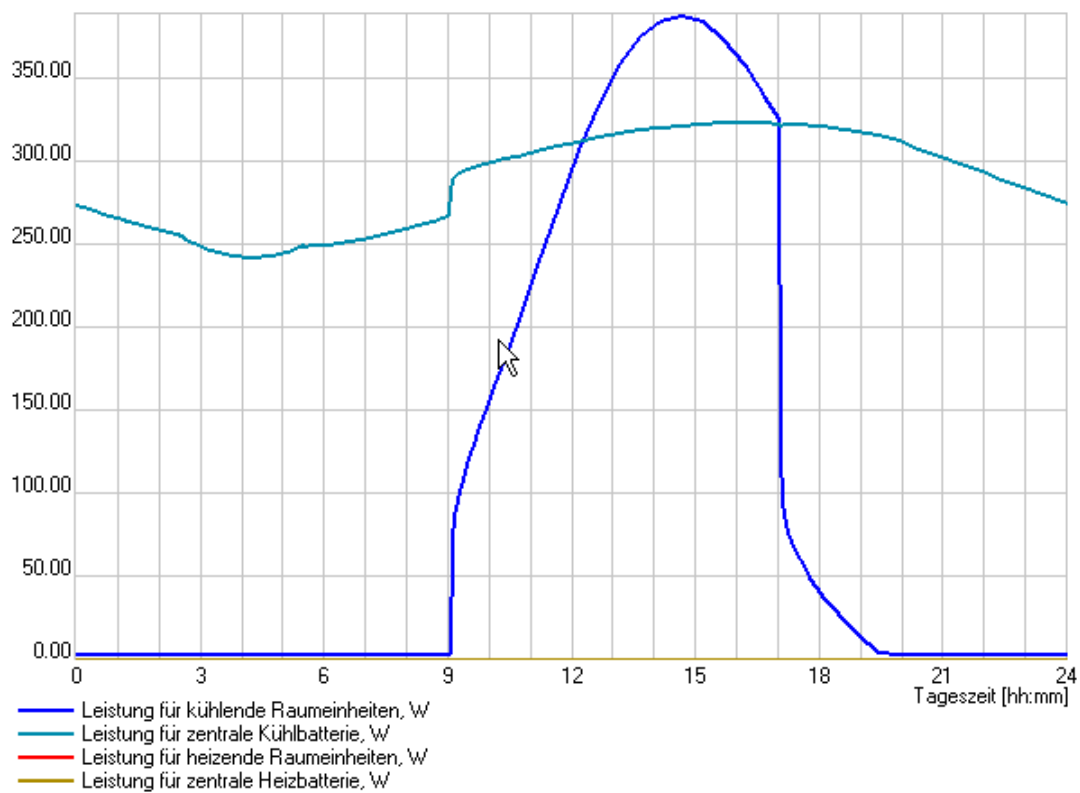
b) Lüftungsgerät

	Wert	Eintreffen, Uhrzeit
Maximale Kühlleistung am Tag [W]	379.1 <i>max. Wert der Kühlung der zentralen Kühlbatterie Achtung! einschl. Entfeuchtung der Zuluft</i>	15:44
Maximale Heizleistung am Tag [W]	Wie oben zur zentralen Heizbatterie	

4.2.2 Temperaturen, Lüftungsgerät

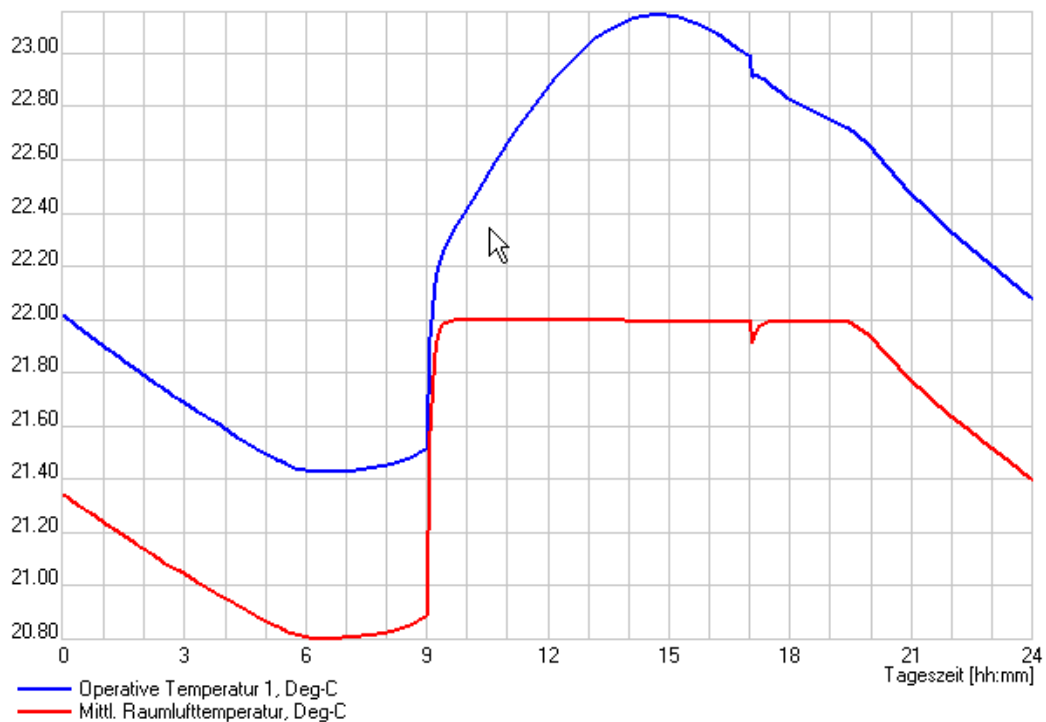


4.2.3 Von der Anlage abgegebene Leistungen



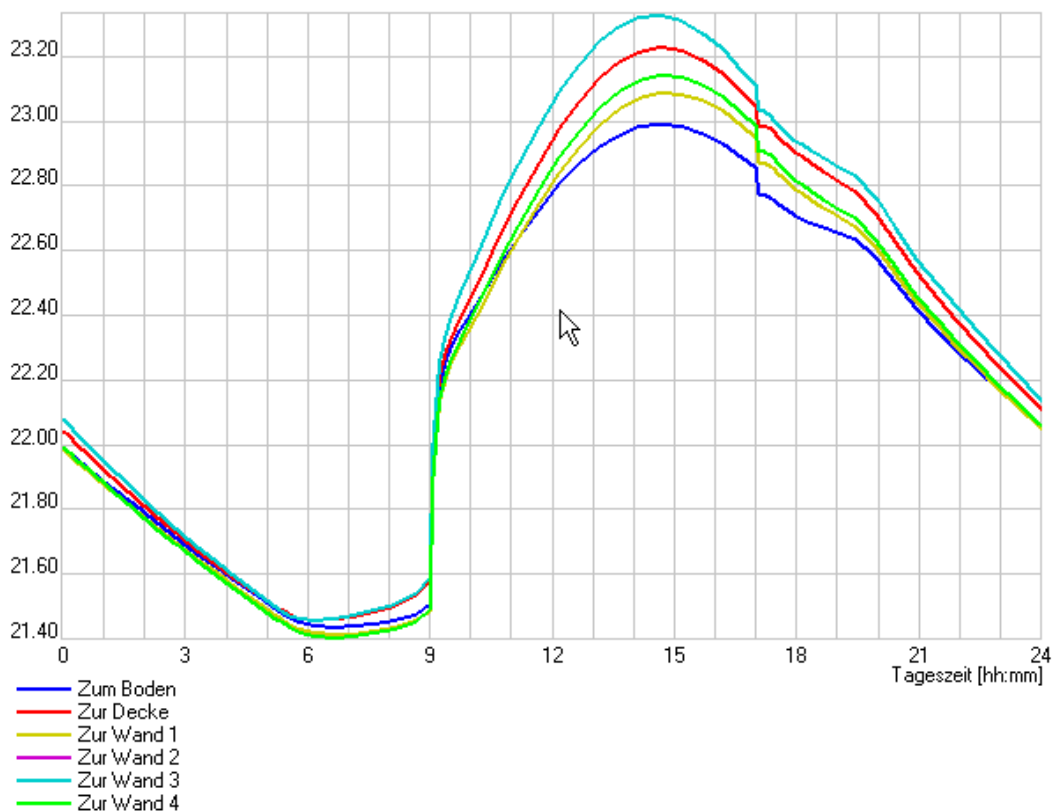
Kühlleistungswerte werden als positive Größen dargestellt.

4.2.4 Haupttemperaturen

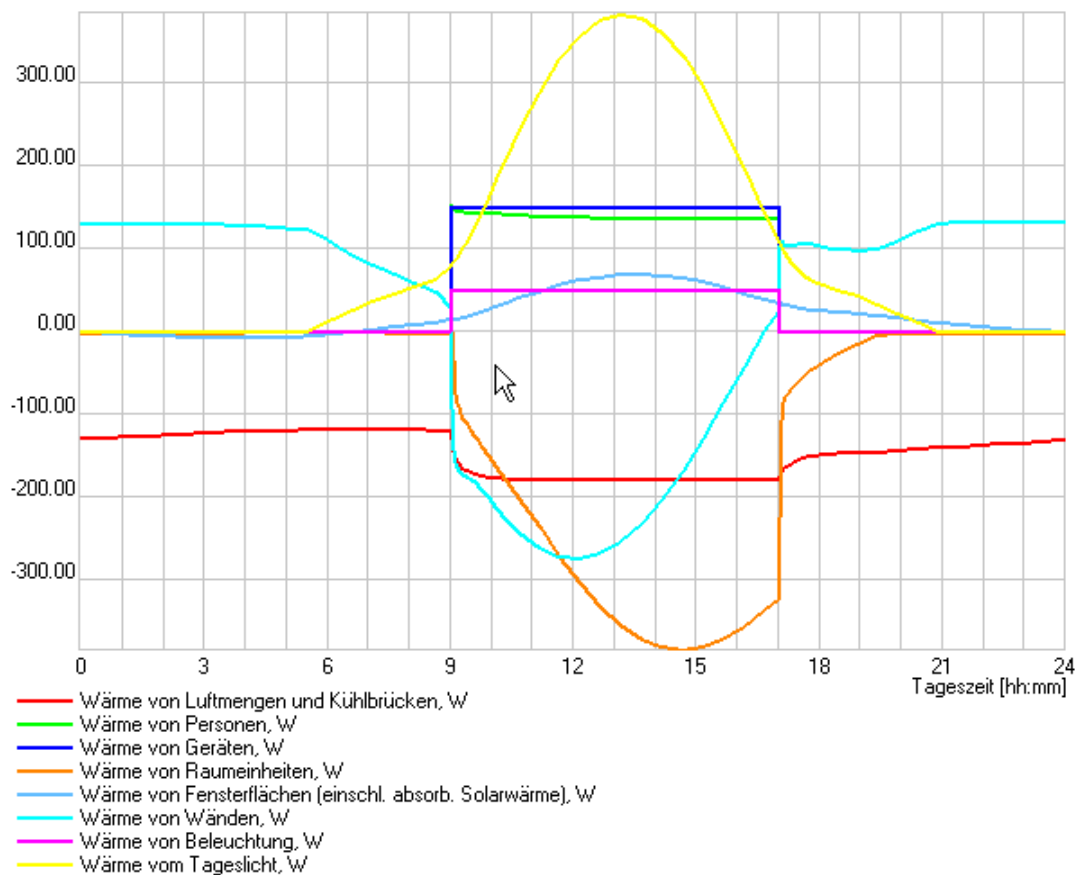


Dieses Diagramm zeigt die durchschnittliche Raumlufthtemperatur und die operative Temperatur in dem Punkt, der als Position der Personenlast auf dem Boden definiert wird. Bitte beachten, dass der Regler der Kühleinheit die Lufttemperatur relativ konstant hält, aber dass die operative Temperatur variiert.

4.2.5 Gerichtete operative Temperaturen



4.2.6 Wärmebilanz



Hier werden sämtliche Energieflüsse gezeigt, die an der Wärmebilanz des Raumes beteiligt sind. Aufteilung in folgende Posten:

1	Wärme von den Luftvolumenströmen und Infiltration
2	Wärme von Möbeln
3	Wärme von Personen
4	Wärme von Geräten
5	Wärme von lokalen Heiz-/Kühlgeräten
6	Wärme von Fensterflächen (Transmission + absorb. Solarwärme)
7	Wärme von Wänden, Decke und Boden
8	Wärme von Beleuchtung
9	Wärme von direkt einstrahlender (kurzwelliger) Sonnenstrahlung

Kommentare

1	<i>Alle Luftmengen werden gerechnet, d.h. sowohl mechanische Lüftung als auch Infiltration</i>
2	<i>Normalerweise vernachlässigbar.</i>
3	<i>Schließt sowohl trockene als auch latente Wärme ein (Feuchtigkeitsabgabe). Der latente Teil ist von entsprechender Bedeutung für die Erhöhung der Wärmelast, die mit der Ventilationsluft abgeführt werden muss..</i>
4	<i>Konvektiv abgegebene Wärme von sonstigen Wärmelasten.</i>
5	<i>Die der gesamten Wärme von kühlenden und heizenden lokalen im Raum befindlichen Geräten (Kühlung wird negativ gerechnet).</i>
6	<i>Die Sonneneinstrahlung erreicht den Raum auf zwei Arten:</i> <ul style="list-style-type: none"><i>• als direkte (kurzwellige) Strahlung, die teilweise von den Raumflächen reflektiert, jedoch schließlich von diesen absorbiert wird;</i><i>• als Wärme, die zuerst im Fenster absorbiert wird, aber dann den Raum als langwellige Strahlung und Konvektion erreicht. Die letztere Position, die den Raum über die Innenflächen der Fenster erreicht, wird zusammen mit der Transmission durch die Fenster dargestellt.</i>
7	<i>In der Darstellung geht man davon aus, dass die Raumflächen zum Raum gehören. Die Grenze für das System geht direkt hinter der entsprechenden Fläche. Die Teilposition Wärme von Wänden, Decke und Boden zeigt also die gesamte durch Wärmeleitung übertragene Wärme durch die Gebäudekonstruktion.</i>
8	
9	<i>Siehe Punkt 6.</i>

Universität Kassel
ZUB Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V.
Gottschalkstraße 28a
D-34127 Kassel
Telefon +49 561 - 804 31 89
Telefax +49 561 - 804 31 87
Internet www.zub-kassel.de
E-Mail zub@zub-kassel.de

In Kooperation mit
Equa A.B.
P.O.Box 1376
SE-17227 Sundbyberg
Schweden
Telefon +46 - 8 - 27 27 67
Telefax +46 - 8 - 27 40 32
Internet www.equa.se