

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/english/>).

DIPLOMARBEIT

Ein Konzept zur einheitlichen Spezifikation des Outputs von Gebäudesimulationen

Ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs unter der Leitung von

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ardeshir Mahdavi
Abteilung Bauphysik und Bauökologie 259.3
Institut für Architekturwissenschaften

eingereicht an der Technischen Universität Wien,
Fakultät für Architektur und Raumplanung
von

Julia Bachinger, 9825268
Beheimgasse 40/3
1170 Wien

Wien, am 11.10.2004

1. Einführung	5
1.1. Motivation	5
1.2. Hintergrund	6
1.2.1. Methoden der Visualisierung von Daten	6
1.2.1.1. Vorbemerkung	6
1.2.1.2. Menschliche Wahrnehmung	6
1.2.1.3. Graphische Darstellung	10
1.2.1.4. Interface Design	16
1.2.2. Gebäudesimulation und Visualisierung	24
2. Vorgangsweise	25
2.1. Vorschlag einer Matrix	25
2.2. Sample der Programm-Auswahl	25
2.3. Untersuchung des Outputs	26
2.4. Vergleich mit der Matrix	26
3. Resultate	27
3.1. Matrixvorschlag: allgemeine Form	27
3.2. Outputs von Programmen	30
3.2.1. Nodem	30
3.2.2. Geba	32

3.2.3. Casanova	34
3.2.4. Ecotect	36
3.2.5. Capsol	40
3.2.6. Voltra	42
3.2.7. Solrad	44
3.2.8. Odeon	46
3.3. Matrix mit Outputs von Programmen	50
3.4. Mögliches Interface anhand eines Beispiels	54
4. Diskussion	62
5. Schlussfolgerung	64
5.1. Leistung/was wurde gezeigt	64
5.2. Offene Fragestellungen	65
6. Literaturverzeichnis:	66
7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis:	69
Anhang A: Untersuchung des Outputs von Gebäudesimulationen	
Anhang B: Untersuchung des Outputs der einzelnen Programme auf die Möglichkeit der Darstellung in der Matrix	
Anhang C: Untersuchung des Outputs der einzelnen Programme auf die Möglichkeit der Darstellung in der Matrix	

Mein Dank gilt meinem Betreuer Prof. Mahdavi, der mich mit einem sinnvollen Thema betraute und mein Interesse in zahlreichen Diskussionen wachhielt.

Des weiteren danke ich vor allem meinen Eltern, die mir nicht nur mein Studium finanziert haben, sondern mich auch durch ihre aufbauenden Worte, ihre Geduld und die entspannenden Wochenenden und Ferien zu Hause unterstützten. Außerdem danke ich meinem Freund Christian für die Motivierungen und Ermunterungen während der Zeit, in der ich an dieser Arbeit schrieb. Nicht zuletzt sollen hier auch meine Schwester und alle meine Freunde erwähnt werden, die mir mit Kaffee und Ablenkung zur Seite standen.

1. Einführung

1.1. Motivation

Beim Arbeiten mit Simulationsprogrammen wird der Benutzer mit vielen verschiedenen Arten der Festlegung der zu berechnenden Daten konfrontiert. Die große Anzahl an Simulationsmöglichkeiten und deren unterschiedliche Eigenschaften lassen eine einheitliche Struktur utopisch erscheinen. Dabei könnte eine Klassifizierung und Strukturierung des Outputs viele Vorteile mit sich bringen:

Erstens würde dadurch ein Vergleich der Simulationsprogramme möglich. Außerdem ermöglichen sie die Erstellung einer Datenbank, welche nähere Informationen zu den Simulationsmöglichkeiten der Programme gibt. Zweitens bringt es auf dem Gebiet der *usability* Fortschritte: Der Benutzer kann effizienter arbeiten, weil er nicht jedes Programm von Grund auf neu erlernen muss. Drittens kann auf Basis der Strukturierung die Implementierung eines Interfaces erfolgen, was eine Übersicht und nähere Bestimmung zu den möglichen Simulationen erlaubt. Viertens bietet sich dadurch der Datenaustausch zwischen Programmen an, oder auch die Nutzung dieser Struktur, um eine generische Visualisierung von Diagrammen zu schaffen.

In dieser Arbeit wird eine einheitliche Struktur zur Darstellung von Outputs von Gebäudesimulationen und deren wesentlichen Eigenschaften präsentiert (eine Art Informations-Matrix). Bei den spezifizierten Parametern handelt es sich um die Einheit, den Typ der Größe (skalar oder vektoriell), die räumliche und zeitliche Dimension, sowie den Mittelungsmodus. Im Anschluss daran wird die vorgeschlagene Struktur durch entsprechende Einordnung des Outputs einiger gängiger Simulationsprogramme für thermische, solare und akustische Berechnungen getestet. Wie sich zeigte, kann eine überwiegende Anzahl an Simulationsergebnissen in der beschriebenen Weise klassifiziert und dargestellt werden.

Diese Arbeit schließt ab mit einem Vorschlag für ein graphisches User-Interface, das der Spezifizierung des zu berechnenden Outputs und seiner genaueren Eigenschaften dient. Dieses Interface basiert auf den Parametern des untersuchten Output-Space.

1.2. Hintergrund

1.2.1. Methoden der Visualisierung von Daten

1.2.1.1. Vorbemerkung

Zur Darstellung größerer Datenmengen können verschiedenste Methoden verwendet werden (z.B.: Tabellen, Histogramme, Animationen, etc.), die alle in verschiedensten Variationen angewendet werden können. Diese Darstellungen wiederum können farbig sein, 3-dimensional sein, einen Ton aufweisen, etc. Hier soll ein Überblick über die gängigen Methoden geboten werden.

1.2.1.2. Menschliche Wahrnehmung

Die menschliche Wahrnehmung ist durch die Sinne geprägt, wie Sehen, Hören, Tasten, Riechen und Schmecken. Wobei im Interface Design der Geschmackssinn sowie der Geruchssinn zu vernachlässigen sind. Dix et al. (1995) gehen näher auf die Bedeutung des Sehens, Hörens und Tastens in Bezug auf die Mensch-Maschine Schnittstelle ein, weil erst durch ihr Verständnis eine adäquate Gestaltung der Benutzeroberfläche möglich ist.

Die visuelle Wahrnehmung kann in zwei Phasen geteilt werden: Einerseits der Empfang eines Reizes aus der Umwelt und andererseits die Verarbeitung und Interpretation dieses Reizes. So wird zum Beispiel Größe und Tiefe erst durch die Interpretation und Vertrautheit gewisser Dinge erkennbar.

visuelle Wahrnehmung

visuelle Wahrnehmung

Einen wichtigen Faktor stellt auch die Farbwahrnehmung dar. Jede Farbe kann man in Farbton, Intensität und Sättigung trennen. Der Farbton wird durch die Spektralwellenlängen des Lichts bestimmt: Blau weist eine kurze, grün eine mittlere und rot eine lange Wellenlänge auf. Da ein durchschnittlicher Mensch bis zu 150 verschiedene Farbtöne unterscheiden kann, gibt es durch die Variation von Intensität und Sättigung ca. 7 Millionen verschiedene Farben, die wahrgenommen werden können.

Allerdings sollte bei der Anwendung von Farben immer bedacht werden, dass 8% aller Männer und 1% aller Frauen farbenblind sind, wobei am häufigsten eine Rot-Grün-Blindheit besteht.

Ein weiterer wichtiger Faktor des Sehens ist die optische Täuschung. Sie zeigt die Grenzen dieses Sinnes auf. Gute Beispiele für diesen Effekt sind die Muller-Lyer-Täuschung (Abb. 1) und die Ponzo-Täuschung (Abb.2). Der obere Strich erscheint jeweils länger als der untere, obwohl beide gleich lang sind.

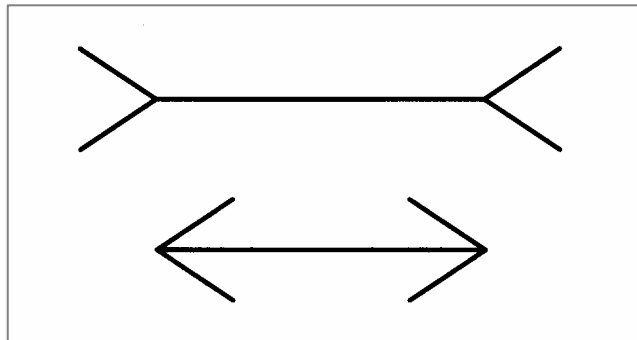


Abb. 1: Muller-Lyer – Täuschung

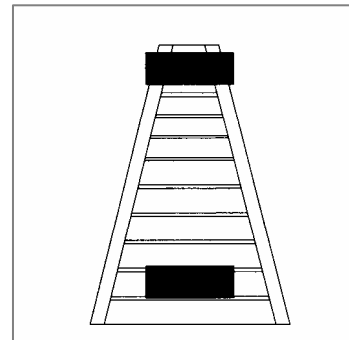


Abb. 2: Ponzo - Täuschung

Ein weiterer Aspekt der visuellen Wahrnehmung ist das Lesen. Bei einem Test wurde erkannt, dass Wörter genauso schnell erkannt werden wie Buchstaben. Das erlaubt die Annahme, dass Wörter mit Hilfe von Wortumrissen als Ganzes erkannt werden. Daher wirkt es sich negativ auf die Lesegeschwindigkeit aus, wenn der Wortumriss verändert wird – zum Beispiel wenn nur Großbuchstaben verwendet werden.

Ein weiterer Test zeigte, dass das Lesen von einem Computerbildschirm mehr Zeit in Anspruch nimmt als aus einem Buch. Dafür werden mehrere Faktoren verantwortlich gemacht: die Zeilenlänge, die Anzahl der Wörter pro Seite, die Orientierung und die Vertrautheit mit dem Medium.

Auch der Kontrast erhöht die Lesbarkeit. So ist beispielsweise ein negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weißem Hintergrund) beliebter als ein positiver Kontrast (weiße Buchstaben auf schwarzem Hintergrund), weil er eine gesteigerte Wahrnehmungskraft bietet (Dix et al. 1995).

Der Gehörsinn wird gegenüber dem Sehen oft als sekundär eingestuft, aber eigentlich nimmt der Mensch – ohne sich dessen bewusst zu sein – enorme Mengen an Informationen durch das Hören auf. Es kann die Richtung, in der sich die Geräuschquelle befindet erkannt werden; die ungefähre Entfernung kann bestimmt werden; die Bewegungsrichtung einer Geräuschquelle, die sich bewegt, wird erkannt; und meist kann auch die Ursache für das Geräusch definiert werden.

Eines der wenigen Programme, in dem der Ton genutzt wird, ist der Sonicfinder für Macintosh. Er verwendet auditive Icons, um Objekte auf dem Desktop oder Aktionen darzustellen:

Ein Ordner wird z.B. durch Papierrascheln dargestellt, und wenn etwas in den Papierkorb geworfen wird, hört man ein Klirren. Für Objekte oder Aktionen, denen kein offensichtlicher natürlicher Ton zugewiesen werden konnte, wird ein Toneffekt erzeugt. So bewirkt eine große Datei, die in der Mailbox ankommt, einen wuchtigen Klang, eine Textdatei hingegen erzeugt ein Rascheln, und ein kompiliertes Programm einen metallischen Klang. Durch einen verschwommenen oder klaren Ton wird angezeigt, ob die Mailbox hinter anderen Fenstern versteckt ist oder nicht. Die Richtung des Tones dagegen deutet auf die Position der Mailbox hin. Kommt der Ton mit einem Echo an, ist die Auslastung des Systems gering. All diese Informationen erfährt der Benutzer innerhalb einer Sekunde und ohne sich übermäßig konzentrieren zu müssen (Dix et al. 1995).

Trotzdem werden Töne beim Design von Interfaces immer noch vernachlässigt.

auditive Wahrnehmung

Dix et al. (1995) verglichen in einer Studie die unterschiedlichen Reaktionszeiten eines Publikums. Die schnellste Reaktion wurde durch den Hör-Sinn erreicht, gleich darauf folgt das Sehen.

Es wurde auch festgestellt, dass kombinierte Signale schnellere Reaktionszeiten hervorrufen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass Faktoren wie Begabung oder Erfahrung die Reaktionszeit verkürzen, Müdigkeit sie hingegen verlängert.

Das legt die Vermutung nahe, dass bei Datenvisualisierung von Gebäudesimulationen nicht nur Wert auf die graphische Darstellung gelegt werden sollte.

Der Tastsinn beschränkt sich im Interface Design im Wesentlichen auf das Fühlen der Tasten. Das Fehlen eines Reizes für diesen Sinn fällt vor allem bei *Virtual Reality*-Spielen auf, weil der Mensch dann viel ungeschickter ist, wenn er Gegenstände bewegen soll. Im Gegensatz zum realen Leben kann man hier die Gegenstände nicht spüren sondern nur sehen (Dix et al. 1995).

haptische Wahrnehmung

1.2.1.3. Graphische Darstellung

Tufte (1997) schreibt in seinem Buch Visual Explanations:

„When we reason about quantitative evidence, certain methods for displaying and analyzing data are better than others; superior methods are more likely to produce truthful, credible, and precise findings. The difference between an excellent analysis and a faulty one can sometimes have momentous consequences.“

Er betont wie wichtig es ist, dass Graphiken klar verständlich und lesbar sind.

Zur Darstellung numerischer Daten in Grafiken schrieb Tufte mehrere Bücher, weil es sich um ein sehr umfangreiches Thema handelt. Daher wird in dieser Arbeit nur eine Übersicht der gängigsten Methoden von Tullis (1991) angeführt. Er versucht hier, die Methoden der Visualisierung von Daten zu verschiedenen Kategorien zusammenzufassen und zu charakterisieren:

Streuungsdiagramm:

Es zeigt den Zusammenhang zwischen zwei Variablen durch Punkte im 2-dimensionalen Raum. Diese Punkte können durch Linien und Kurven strukturiert werden, um Trends aufzuzeigen.

Eine mögliche Variante sind die *Bubble charts* (= Blasen-Diagramme). Hier kann für die Größe des Durchmessers eine 3. Variable eingeführt werden.



Abb. 1

Diagramme

Liniendiagramm:

Auch die Linie stellt den Zusammenhang zwischen zwei Variablen dar. Hier ist es allerdings möglich zeitlich bedingte Veränderungen einer Variable aufzuzeigen. Falls die Zeit angezeigt werden soll, wird normalerweise die horizontale Achse dafür verwendet. Eine dritte Größe kann durch die Farbe oder den Linientyp angezeigt werden. Es ist sinnvoll nicht mehr als 4 Linien pro Diagramm zu verwenden und jede Line zu beschriften.

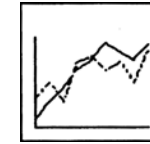


Abb. 2

Flächen-, Band- oder Schichtdiagramm:

Diese Graphiken werden benützt, wenn mehrere Linien- oder Kurvendiagramme einen Teil eines Ganzen darstellen. Die Kurve mit den wenigsten Unebenheiten soll am unteren Ende des Diagramms positioniert werden, um Unregelmäßigkeiten durch die übereinander abgebildeten Kurven zu vermeiden.

Jede Kurvenfläche sollte mit einer Farbe oder Schraffur hinterlegt und darin beschriftet werden.

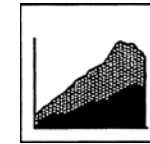


Abb. 3

Balken- oder Säulendiagramm:

Balken- bzw. Säulendiagramme zeigen nur Werte für eine Variable, allerdings für verschiedene Fälle. Die Orientierung ist wichtig (horizontal, vertikal); für zusammengehörige Diagramme sollte auch die gleiche Orientierung verwendet werden. Um eine gute Lesbarkeit zu erreichen, soll der Abstand zwischen den Balken schmaler sein, als die Balken selbst.

Eine Variante sind Balkendiagramme, bei denen die Balkenenden in einer Kurve liegen. So sind Abweichungen besser vergleichbar.

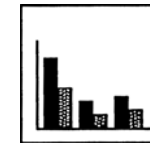


Abb. 4

Diagramme

Diagramme

Gestapelte Balken- oder Säulendiagramme:

Diese Diagramme bilden eine besondere Art der Balken- und Säulendiagramme. Sie werden benützt, wenn mehrere Balken den Teil eines Ganzen darstellen (ähnlich wie die Flächendiagramme). Es sollte in der ganzen Graphik die gleiche Reihenfolge der Balkensegmente und die gleiche Kennzeichnung erfolgen. Wie bei den Flächendiagrammen wird auch hier empfohlen, den am geringsten variierenden Wert unten anzugeben. Manche Designer empfehlen auch, die höchste Variable unten anzugeben.

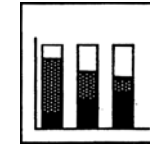


Abb. 5

Kreisdiagramm:

Das Kreisdiagramm zeigt die Verteilung von Daten auf Teile, die ein Ganzes bilden. Normalerweise ist durch ein Balken- oder Säulendiagramm eine bessere Interpretation möglich. Es ist sinnvoll, nicht mehr als 5 Segmente zu verwenden und den numerischen Wert zu den Segmentnamen zu schreiben.

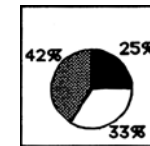


Abb. 6

Pfeildiagramm:

Diese Diagramme zeigen den Wert einer Variable. Falls mehrere Werte dargestellt werden sollen, ist ein Balkendiagramm oder ein Liniendiagramm besser geeignet.



Abb. 7

Stern- oder Netzdiagramm:

Sie zeigen Werte für eine Variable in mehreren verschiedenen Fällen an. Die Werte werden entlang von radialen Speichen abgebildet, ausgehend vom Ursprung. Es können auch mehrere Variablen dargestellt werden, wenn deren Werte so zu einem Polygon verbunden werden können, dass dieses leicht erkennbar ist. Diese Methode ist nützlich, um Trends aufzuzeigen, aber nicht um genaue Werte darzustellen oder Vergleiche zu ziehen.

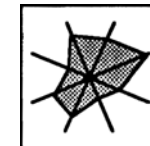


Abb. 8

Diagramme

Auch Maquire (1985, zitiert aus: Prazeres et al. 2003) beschäftigt sich mit der Visualisierung numerischer Daten mit Hilfe von graphischer Darstellung. Er kommt zu dem Schluss, dass graphische Diagramme sehr hilfreich sein können, um Trends, Fehler oder Irrtümer aufzuzeigen, denn der Mensch bevorzugt eine graphische Darstellung gegenüber tabellarisch dargestelltem Text.

Zur besseren Lesbarkeit der dargestellten Graphiken gibt er unter anderem folgende Ratschläge:

- klare Beschriftung von Achsen und Daten
- Darstellung von Gitternetzlinien
- klare Unterscheidung von Diagrammelementen durch die Benutzung von Farbe oder Schraffur
- Benutzung einer logarithmischen Skala, wenn die dargestellten Daten einen größeren Bereich abdecken.

In Bezug auf die Gebäudesimulation sind vier verschiedene Darstellungstechniken angebracht (Prazeres et al. 2003):

- *Bubble charts*, um Zusammenhänge darzustellen (z.B.: Kosten versus Gewinn durch Designoptionen)
- Netzdiagramme, um ein Muster aufzuzeigen (z.B.: visuelle Behaglichkeit und Energieverbrauch als Funktion von Designparametern)
- Pfeildiagramme, um eine Veränderung in einem einzigen Parameter darzustellen (z.B.: tägliche Temperaturveränderungen oder Energiekosten)
- Linen- oder Balkendiagramme, um die gesamte Performance darzustellen (z.B.: thermischen Komfort, Tageslicht-Verfügbarkeit)

Die verschiedenen graphischen Darstellungsmethoden von Daten können mittels verschiedener Visualisierungshilfen (z.B.: 3D, Farbe, Ton) in ihrer graphischen Qualität aufgewertet werden.

Tufte (1990) meint dazu:

„...simple and clear is better, extra ink is bad, and extraneous information detracts from the impact of graphics. Rendering uninformative depth is a bad idea in principle because it can lead to misperception of the information of interest, and it can hide the real content from the viewer.“

3D:

Bezüglich der 3D Darstellung empfiehlt Tufte (1990), 2D Daten nicht in die dritte Dimension zu erweitern. Bei einer 3D Darstellung sollte auch die dritte Dimension eine Variable repräsentieren.

Soll die Grafik auf einem Computerbildschirm erscheinen, ist es sinnvoll, dem Benutzer eine interaktive Rotations-Funktion zur Verfügung zu stellen (Prazeres und Clarke 2003).

**Diagramme und
3-Dimensionalität**

Farbe:

Auch wenn Farbe für den Benutzer attraktiv wirkt, so können zu viele Farben doch verwirren. Daher wird Designern geraten, nicht mehr als 4 oder 5 Farb-Codes zu verwenden (Maguire 1999).

Farbe kann Informationen strukturieren, unterteilen und wichtige Punkte hervorheben (Travis 1991, zitiert aus: Tullis 1991), wodurch die Übersichtlichkeit gesteigert und die Suche nach einzelnen Elementen verkürzt werden kann. Allerdings ist Farbe für die Kategorisierung weniger nützlich, und fördert auch nicht die Einprägung der Grafik.

Diagramme und Farbe

In der Gebäudesimulation gibt es noch keine standardisierte Benutzung von Farbe für die Darstellung von Heizwärmebedarf-, Temperatur- oder Belichtungsberechnungen.

Weitere Informationen zur Verwendung von Farbe werden im Abschnitt „1.2.1.4. Interface Design“ behandelt.

Ton:

Die Fähigkeiten des menschlichen Gehörsinns wurden in Abschnitt „1.2.1.2. Menschliche Wahrnehmung“ schon erörtert und es wurde auch festgestellt, dass dieser Sinn im Interface Design zu wenig angesprochen wird.

Deathage (1972, zitiert aus: Tullis 1991) meinte, der Ton solle eine einfache, kurze Botschaft sein, die die Ereignisse in der richtigen Reihenfolge vermitteln und an ein sofortiges Handeln des Benutzers appellieren kann. Gleichzeitig soll er an ein visuelles System gebunden sein, und Informationen hervorheben, wenn der Benutzer überlastet ist.

Die gegebene Information darf allerdings nicht zu einem späteren Zeitpunkt benötigt werden. Das Potential von akustischen Signalen in der Gebäudesimulation ist enorm. Bei der Berechnung von komplexen Datensätzen ist es schwierig Probleme und Fehler zu erkennen. Anomalitäten könnten mit einem „Beep“-Ton angezeigt werden und so die Aufmerksamkeit des Benutzers erregen (Prazeres und Clarke 2003). Eine fortgeschrittenere Nutzung von Tönen wird bei der Auralisation verwendet, um das akustische Verhalten eines Raumes zu simulieren.

Diagramme und Ton

1.2.1.4. Interface Design

Zum Thema Screen Design oder Interface Design gibt es eine große Auswahl an Fachliteratur, was es umso schwieriger macht, die wichtigsten Informationen zusammenzufassen. Daher soll hier nur ein kleiner Überblick über die für diese Arbeit relevanten Gesichtspunkte gegeben werden.

Die erste Überlegung im Interface Design muss sich damit befassen, was dargestellt werden soll. Von den meisten Autoren der Fachbücher wird empfohlen, nur die wirklich notwendigen Informationen darzustellen.

Es gibt die verschiedensten Empfehlungen zur Höhe der *display density* (=Prozent der aktiven Bildschirmfläche). So meint etwa Danchak (1976 p.33, zitiert aus: Tullis 1991), dass die *display density* nicht über 25% betragen und am besten bei 15% liegen solle. Andererseits wird in einer Veröffentlichung der NASA (1980) eine Dichte von maximal 60% empfohlen.

In mehreren Studien wurde der Zusammenhang zwischen *display density* und Reaktionszeit gezeigt und erwiesen, dass die Reaktionszeit mit dem Prozentsatz der aktiven Bildschirmfläche zunimmt (Tullis 1991).

Nachdem der Designer entschieden hat, welche Informationen dargestellt werden sollen, muss er sich zwischen verschiedenen Techniken der Darstellung entscheiden. Tullis (1991) zeigt in einer Studie wie durch Änderung der Darstellungsmethode die Zeit die die Benützer brauchen, um den Bildschirminhalt zu interpretieren, um 40% verringert werden kann.

Meistens kann eine Verringerung der Reaktionszeit erreicht werden, wenn die gleiche Information auf weniger Platz dargestellt wird. Tullis (1991) gibt dazu einige Ratschläge:

- Eine sinnvolle Benützung von **Abkürzungen** kann Bildschirmfläche sparen helfen. Obwohl viele Fachbücher empfehlen, ganze Wörter anstelle von Abkürzungen zu verwenden, meinen Smith und Moiser (1986, zitiert aus: Tullis 1991) den Benützern bekannte Abkürzungen können die Lesbarkeit nicht beeinträchtigen. Trotzdem sollte den Benützern ein Wörterbuch der Abkürzungen zur Verfügung gestellt werden (Ehrenreich und Porcu 1982, zitiert aus: Tullis 1991).

display density

- Unnötige **Details** sollten vermieden werden. Es sollten dem Benutzer nur wirklich so viele Informationen gegeben werden, wie er braucht.
- Durch **präzise Wortwahl**, die von dem Benutzer geläufigen Ausdrücken ausgeht, können Verwirrungen vermieden werden.
- Wenn **bekannte Darstellungsformen** verwendet werden, kann das Verständnis erleichtert werden. Gewisse Darstellungen werden im Kontext erkannt und benötigen daher keine erklärende Beschriftung.
- Durch die Benützung von **Tabellen** kann schnelleres Erkennen und Finden von Daten gewährleistet werden. Ein weiterer Vorteil von Tabellen ist die Spaltenüberschrift, wodurch Wiederholungen von Wörtern vermieden und somit Platz gespart werden kann.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass der Designer vor allem darauf achten sollte, nur die für den Benutzer wirklich relevanten Informationen zu präsentieren.

Auch Galitz (1985) gibt Ratschläge zur Organisation des Bildschirms:

- Falls die Darstellung des Outputs über mehrere **verlinkte Interfaces** geht, sollte die am meisten gefragte Information am ersten Interface aufscheinen. Außerdem empfiehlt Tullis (1981, zitiert aus: Tullis 1991) in diesem Fall für alle Interfaces das gleiche Format zu verwenden, weil der Benutzer so schon weiß, wo er welche Informationen finden wird.
- Die dargestellte Information sollte **logisch geordnet** sein. Die am meisten gesuchte Information sollte in der linken oberen Ecke platziert werden.
- Empfehlenswert sind **Tabellen**, die von oben nach unten und von links nach rechts orientiert sind.

Organisation des Bildschirms

Highlighting von Information:

Um die Aufmerksamkeit des Benützers zu erregen, werden verschiedenste Methoden verwendet. Hier eine Zusammenstellung der gängigen Techniken:

- Farbinvertierter Auswahlbalken:

Ein farbinvertierter Auswahlbalken (= reverse video bar) kann benützt werden, um die Aufmerksamkeit des Betrachters zu erregen. Abb. 11 zeigt einen grauen Auswahlbalken in Windows XP (Studentenlizenz TU-Wien). Bei dieser Methode ist vor allem darauf zu achten, dass durch die Hinterlegung die Lesbarkeit nicht beeinträchtigt wird (Galitz 1985).

- Farbe:

Eine weitere Methode, die Aufmerksamkeit auf ein bestimmtes Element am Bildschirm zu lenken, ist, es in einer anderen Farbe darzustellen, als die anderen Elemente. Allerdings sollte darauf geachtet werden, dass nicht zu viel verschiedene Farben verwendet werden, weil die Effektivität dieser Methode mit der Anzahl der Farben abnimmt (Tullis 1991). Näheres dazu im Abschnitt „Farbe im Interface Design“.

- Unterstreichen:

Eine Hervorhebung durch Unterstreichen ist mit Vorsicht zu verwenden, weil es die Lesbarkeit des Textes reduziert. Wörter sollten nur dann unterstrichen werden, wenn zwischen den Buchstaben und der Linie etwas Abstand ist und die Linie nicht Teil der Buchstaben ist (Galitz 1985).

- Klein-/Großschreibung:

Galitz (1985) empfiehlt Kleinschreibung für die Hervorhebung mehrerer Wörter oder Sätze. Hingegen eignet sich die Großschreibung, um die Aufmerksamkeit auf einzelne Wörter oder Ausdrücke zu lenken.

- Doppelte Schriftgröße.

Die doppelte Schriftgröße wird zur Hervorhebung von Titeln oder Überschriften verwendet.

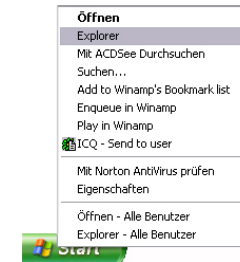


Abb. 9

Highlighting von Information

- Blink-Effekt:
Der Blink-Effekt ist ein sehr effektives Mittel zur Erregung der Aufmerksamkeit. Allerdings vermindert dieser Effekt die Lesbarkeit und kann den Benutzer verwirren. Daher sollte er auf Situationen begrenzt werden, in denen der Benutzer schnell reagieren muss. Außerdem ist es sinnvoll, die Möglichkeit zu integrieren, den Effekt nach der Reaktion des Benutzers ausschalten zu können (Galitz 1985).
- Flashing:
Auch Flashing ist eine effektive Methode, um Aufmerksamkeit zu erregen. Allerdings gibt es auch hier das Problem der Verwirrung des Benutzers. Tullis (1991) schlägt drei Lösungsmöglichkeiten vor: erstens die Möglichkeit der kompletten Ausschaltung - allerdings mit dem Problem, dass die angezeigte Mitteilung für den Benutzer nicht mehr sichtbar ist - zweitens, die Möglichkeit des Umschaltens zwischen geringerer und höherer Helligkeit, und drittens die Möglichkeit zwischen normalem oder invertiertem Modus.

Highlighting von Information

Text:

Die meisten Interfaces enthalten Text. Zu der Präsentation und Darstellung von Text gibt es relativ viele Studien und Anleitungen. Daher soll hier eine zusammenfassende Analyse die wesentlichen Punkte der Darstellung von Text aufzeigen.

- Buchstaben:
Wie schon in Abschnitt „1.2.1.2. Menschliche Wahrnehmung“ erwähnt wurde, sollten Wörter mit Groß- und Kleinbuchstaben geschrieben werden. Die Lesbarkeit wird verringert, wenn nur Großbuchstaben verwendet werden, weil der Mensch die Wörter an den Wortumrissen erkennt (Dix et al. 1995). Vartabedian (1971, zitiert aus: Tullis 1991) hat in einer Studie erwiesen, dass die Suchzeit für ein Wort in Großbuchstaben sogar um 13% länger ist als für ein Wort in Kleinbuchstaben.
- Schriftart und Schriftgröße:
Für eine gute Lesbarkeit empfiehlt Maguire (1999) einfache Schriftarten ohne Kursiv-Schreibung. Falls eine kursive Schriftart verwendet wird, soll diese nicht in zu kleinen Schriftgrößen dargestellt werden. Eine Schriftgröße von 9 bis 12 Punkten ist gleich gut leserlich, wenn ein proportionaler Abstand zwischen den Zeilen verwendet wird (Tinker 1965, zitiert aus: Dix et al 1995).
- Abstand zwischen den Wörtern:
Die Verwendung vom Blocksatz-Format für Texte ist sehr populär. Allerdings wird in der Fachliteratur empfohlen, dies zu vermeiden, weil dadurch verschiedene große Abstände zwischen den Wörtern entstehen. Dies bewirkt eine um ca. 11% längere Lesezeit (Trollip und Sales 1986, zitiert aus: Tullis 1991).
- Zeilenabstand:
Tullis (1991) führt mehrere Studien an, die sich der Untersuchung des optimalen Zeilenabstandes widmeten. Alle Studien schlagen als Optimum einen Zeilenabstand zwischen 1:2 bis 1:2.7 vor. Das heißt, der Abstand zwischen dem unteren Ende der oberen Zeile und dem oberen Ende der unteren Zeile sollte gleich groß – oder etwas größer – als die Buchstaben sein.
- Abstand zwischen Absätzen:
Galitz (1985) empfiehlt zwischen Absätzen eine leere Zeile Abstand zu halten.

Text im Interface Design

- Zeilenlänge:
Aufgrund der Schwierigkeit für den Leser, den Zeilenanfang der nächsten Zeile zu finden, empfiehlt Rehe (1974, zitiert aus: Tullis 1991) nicht mehr als 40 bis 60 Zeichen pro Zeile zu verwenden.

Text im Interface Design

Farbe:

Wie bereits im Abschnitt „1.2.1.3. Graphische Darstellung“ erörtert wurde, ist es sinnvoll, die Anzahl der verwendeten Farben auf 4 bis 5 Farb-Codes zu reduzieren (Maguire 1999).

Farbe im Interface Design

Für den Gebrauch von Farbe beim Design von Interfaces ist zu berücksichtigen:

- Größere Flächen von rot und blau sind nebeneinander zu vermeiden, weil viele Menschen Probleme haben, sich darauf zu konzentrieren und diese Farben Müdigkeit hervorrufen (Helander 1987, zitiert aus: Maguire 1999).
- Farbe sollte benutzt werden, um zu strukturieren und die Orientierung zu erleichtern (Maguire 1999).
- Text in Farbe ist zu vermeiden. Ebenso sollte auch der Text, der graphischen Symbolen zugeordnet ist, nicht in Farbe dargestellt werden (Clarke et al. 1996, zitiert aus: Maguire 1999).
- Für nur kurze, temporäre Textelemente (z.B.: bei Interfaces für die Menüwahl) kann Farbe verwendet werden, aber für einen Text über mehrere Zeilen ist es nicht empfehlenswert (Maguire 1999).
- Bei der Verwendung von Farbe sollte auch immer bedacht werden, dass 8% aller Männer und 1% aller Frauen farbenblind sind, wobei am häufigsten eine Rot-Grün-Blindheit besteht (Dix et al. 1995). Daher ist es sinnvoll Farbe nicht als einzige Hinweise zu verwenden.

Bilder, Grafiken:

Die graphische Oberfläche des Computers ist schon seit einiger Zeit Standard und keine Ausnahme mehr. Dies ermöglicht den gezielten Einsatz von Bildern, Grafiken, Icons, 3D-Animationen und Virtual Reality-Systemen. In vielen Fällen ist es sinnvoll diese Elemente einzusetzen, da sie oft lange Erklärungen und Text ersetzen können.

Vor allem durch gute Grafiken können viele unübersichtliche Zahlen- und Textelemente eingespart werden. Näheres zur Erstellung von Grafiken ist im Abschnitt „1.2.1.3. Graphische Darstellung“ zu finden.

Icons haben sich inzwischen großteils durchgesetzt als Elemente, die zum Durchführen einer Aktion verwendet werden.

Eine besonders beliebte Darstellungsart ist die **3D-Animation**, die sich gerade im Bereich der Gebäudesimulation gut eignet, weil das Bauwesen sich im 3dimensionalen Raum abspielt und die Modelle so aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden können (Preece et al. 1994, zitiert aus: Prazeres 2003). Außerdem erleichtert ein 3D-Modell die Feststellung von Fehlern.

Im Prinzip gibt es zwei verschiedene Arten der 3D-Darstellung von Gebäudemodellen: ein Drahtmodell oder ein Flächenmodell. Das Drahtmodell ist vor allem dann interessant, wenn die Innenräume wichtiger sind als die Flächen, weil es eine Strichzeichnung darstellt, bei der auch die Innenräume zu sehen sind. Hingegen ist bei einem Flächenmodell der Innenraum durch Flächen begrenzt, die meist in Farbe und mit Schattenwurf gerendert werden. Dieses Modell gibt mehr Informationen über die Form des Objekts und ist bei der Unterscheidung zwischen innen und außen hilfreich.

Laut Prazeres et al. (2003) hat die 3dimensionale Gebäudeanimation großes Potential für die Visualisierung der Performance Daten von Gebäudesimulationen. Als Beispiel wird die Darstellung von Schimmelpilzen an den Wänden in einem Flächenmodell erwähnt, die gemeinsam mit den wichtigsten Daten effektiver ist, als ein Liniendiagramm mit Oberflächentemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit.

Grafiken im Interface Design

Icons im Interface Design

3D-Animation im Interface Design

Vor allem aber ist auch das dynamische Verhalten von 3D-Modellen für die Gebäudesimulation von Vorteil. Verschiedene Techniken wie beschleunigte Zeit, zoomen oder verschieben des Modells (= *panning*) sind wirkungsvolle Methoden, um komplexe Daten zu transportieren (Preece et al. 1994, zitiert aus: Prazeres et al. 2003).

Trotzdem ist der große Aufwand der Programmierung und die benötigte Rechenleistung des Computers zu berücksichtigen (Maguire 1985, zitiert aus: Prazeres et al. 2003).

In einer Virtual Reality-Darstellung werden die Daten sozusagen „zum Leben erweckt“. Der Benutzer kann die virtuelle Welt durch Interaction beeinflussen oder verändern (Brooks 1986, zitiert aus: Prazeres et al. 2003).

Durch verschiedene Sinneseindrücke kann dem Benutzer das subjektive Gefühl der physikalischen Gegenwart vermittelt werden. Diese Sinneseindrücke können visuell, akustisch oder haptisch (Tastsinn) sein.

Für die Verwendung von Virtual Reality-Systemen in der Gebäudesimulation spricht laut Prazeres et al. (2003) die 3D-Darstellung, die „Fühlbarkeit“ und die Dynamik des Systems. Sie schlagen vor, dieses System zur Darstellung von Materialeigenschaften, *occupancy schedules* (=Anwesenheit der Bewohner je nach Tageszeit), Performance Variablen oder ähnliches zu verwenden.

3D-Animation im Interface Design

Virtual Reality im Interface Design

1.2.2. Gebäudesimulation und Visualisierung

In „Reflections on computational building models“ wirft Mahdavi (2004) die Frage auf, wie man die Ergebnisse von Simulationsprogrammen sinnvoll visualisieren oder zugänglich machen kann. Die Darstellung des Outputs in Diagrammen, Tabellen oder anderen Visualisierungsformen dient dazu, die Zahlen zu transportieren und in einen Kontext zu bringen, in dem sie evaluiert werden können. Mahdavi (2004) macht den Vorschlag, die Ergebnisse von Berechnungen äußerlich in Erscheinung tretender Situationen durch darstellende Simulation zu transportieren. Dazu teilt er die Simulationen in vier Typen ein:

- In Bezug auf die äußerliche Wahrnehmung irrelevante Größen (z.B.: Energiekosten, Ressourcenverbrauch)
- Daten, die nicht direkt äußerlich wahrnehmbar sind, aber von wahrnehmbaren Indikatoren beeinflusst werden oder diese beeinflussen (z.B.: CO₂ Konzentration)
- Indikatoren, die direkt äußerlich wahrnehmbar sind (z.B. Lufttemperatur, Schalldruckpegel)
- Daten, deren Größe als abstrakt bezeichnet werden kann (typisch numerische Indikatoren)

Vor allem für Berechnungen subjektiv empfundener Größen soll durch eine virtuelle darstellende Simulation die Evaluation erleichtert werden. Im Anschluss daran stellt Mahdavi (2004) noch einige Studien vor, die belegen, dass das subjektive Empfinden verschiedener direkt äußerlich wahrnehmbarer Indikatoren den objektiven (berechneten) Daten entspricht.

2. Vorgangsweise

2.1. Vorschlag einer Matrix

Zur Darstellung des Outputs von Gebäudesimulationsprogrammen wird in dieser Arbeit aufbauend auf ein Konzept von Mahdavi (1999) eine Matrix vorgeschlagen.

Die Anordnung der Outputdaten in einer Matrix ermöglicht es, eine große Menge an verschiedensten Daten in einheitlicher Form darzustellen. Durch diese Vorgehensweise wird sowohl gesteigerte Übersichtlichkeit als auch eine strenge Systematik in der Darstellung des Outputs erzielt werden.

Die Matrix soll die wesentlichen Parameter zur Beschreibung des Outputs beinhalten und trotzdem großflächig einsetzbar sein.

2.2. Sample der Programm-Auswahl

Zur Untersuchung des Outputs wurden acht Programme ausgewählt, die sich vor allem durch die Unterschiedlichkeit der berechenbaren Daten, aber auch hinsichtlich der verschiedenen Interfaces und graphischen Darstellungen sowohl des Inputs wie auch des Outputs auszeichnen.

Es handelt sich dabei um folgende Programme:

- Nodem: Nodem ist ein Terminal-Simulationsmodul, das zur thermischen Berechnung von Gebäuden verwendet wird (Mathew und Mahdavi 1998).
- Geba: Das Programm Geba wird ebenfalls zur Berechnung von thermischen Eigenschaften von Gebäuden verwendet (das Programm Geba wurde während des Studiums in einer Lehrveranstaltung der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien eingesetzt).
- Casanova: Casanova ist ein Lernprogramm zur thermischen Berechnung von Gebäuden (Heidt 1999).

- Ecotect: Das Support-Environment Ecotect vereinigt mehrere Tools für thermische, akustische, solare und etliche andere Berechnungen für Gebäude (Marsh 1994 – 2003).
- Capsol: Capsol eignet sich zum Berechnen thermischer Eigenschaften von Gebäuden und Bauteilen (Physibel 2002 Capsol).
- Voltra: Voltra wird zur Berechnung thermischer Eigenschaften von Bauteilen verwendet ((Physibel 2002 Voltra & Sectra).
- Solrad: Das Programm Solrad dient zur Berechnung solarer Daten (das Programm Solrad wurde während des Studiums in einer Lehrveranstaltung der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien eingesetzt).
- Odeon: Odeon ist ein Programm zur Berechnung akustischer Eigenschaften von Räumen (Christensen 2002).

2.3. Untersuchung des Outputs

Die einzelnen Programme werden auf ihre spezifische Art der Darstellung des Outputs untersucht. Dabei wird sowohl auf das Interface als auch auf die Diagramme eingegangen, und diese werden nach den Kriterien aus dem Abschnitt „1.2.1. Methoden der Visualisierung von Daten“ verglichen.

Im Anschluss daran werden alle von den Programmen berechneten Outputdaten gesammelt und deren jeweilige Darstellung in den Programmen wird in einer Tabelle festgehalten.

2.4. Vergleich mit der Matrix

Die gesammelten Daten zu den Simulationsprogrammen werden dann auf ihre Kompatibilität mit der vorgeschlagenen Matrix hin überprüft, d.h. es wird festgestellt, ob sie in der vorgeschlagenen Matrix in der vom Programm ausgegebenen Form darstellbar sind.

Dazu werden sie in der vorgeschlagenen Matrix eingetragen.

3. Resultate

3.1. Matrixvorschlag: allgemeine Form

Die Form der Matrix konnte nach der Untersuchung mehrerer verschiedener Varianten auf folgende Parameter festgelegt werden:

Wert			Räumlich						Zeitlich			
Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonst.	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonst.	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus

Um die Outputdaten näher zu beschreiben, sind vor allem die räumlichen und zeitlichen Eigenschaften sowie der Wert an sich darzustellen.

Der **Wert** wird mit einer Skalaren Größe, deren Einheit und mit einer Vektorgröße beschrieben. Die Skalare Größe ist der eigentliche Outputwert der meisten Daten. Als nächstes folgt die Einheit des jeweiligen Wertes. Um auch Daten mit einer Richtungsangabe darstellen zu können, wurde der Parameter der Vektorgröße zusätzlich eingeführt.

Eine nähere Beschreibung des Outputs wird durch die räumlichen und zeitlichen Parameter erreicht. **Räumlich** erfolgt eine Angabe des Punkts, der Fläche oder des Raumes, je nachdem wofür die Berechnung durchgeführt wurde, oder falls keiner der drei Parameter zutrifft, unter „Sonstiges“ eine nähere Erläuterung der räumlichen Eigenschaft des Wertes.

Wert

Räumlich

Für Berechnungen über ein 2- oder 3- dimensionales *grid* – wie es in bauphysikalischen Berechnungen oft vorkommt – kann in der nächsten Spalte der Abstand zwischen den Rasterpunkten (= *grid spacing*) angegeben werden.

Einen weiteren Parameter stellt die Rubrik Mittelungsmodus dar. Diese ermöglicht eine nähere Beschreibung der Art der Mittelung über den Raum, wobei für die räumliche Mittelung selten ein anderes Verfahren verwendet wird als das arithmetische Mittel.

Arithmetisches Mittel (räumlich): $\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$

Dabei bedeutet x_i den Wert der berechneten Größe für alle i (=Raumpunkt) und n ist die Anzahl der berechneten Punkte.

Zeitlich

Am Ende folgt noch die **zeitliche** Beschreibung des Outputs. Zuerst wird der Zeitraum der Berechnung festgehalten, wobei unter diesen Parameter auch ein Zeitpunkt fällt, da dieser ja als kleinster Zeitraum betrachtet werden kann.

Unter der Kategorie Sonstiges gibt es wie bei „räumlich Sonstiges“ eine nähere Beschreibung der zeitlichen Eigenschaften des Outputs, der nicht mittels Zeitraum kategorisierbar ist.

Die zeitliche Auflösung gibt wiederum Auskunft über den zeitlichen Abstand der Berechnungen. Durch den letzten Parameter, den Mittelungsmodus (zeitlich), erhält man Informationen über die Art der Mittelung. Es kann sich häufig um ein arithmetisches Mittel handeln.

Arithmetisches Mittel (zeitlich):
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x(t_i)$$

Dabei bedeutet $x(t_i)$ den Wert der berechneten Größe zum Zeitpunkt t_i , wobei i den Zeitpunkt indiziert. n ist die Anzahl der berechneten Zeitpunkte.

3.2. Outputs von Programmen

In diesem Teil der Arbeit werden die ausgewählten Simulationsprogramme auf ihre Art der Darstellung des Outputs untersucht. Dabei erfolgt sowohl ein Vergleich der Interfaces als auch der Diagrammdarstellungen nach den in Abschnitt „1.2.1. Methoden der Visualisierung von Daten“ angeführten Kriterien. Außerdem ist im **Anhang A** eine Auflistung aller von den Programmen berechneten Outputs und deren Darstellungsweise im jeweiligen Programm zu finden.

3.2.1. Nodem

Outputdarstellung in Nodem

Nodem ist ein aktives Terminal-Simulationsmodul (Mathew und Mahdavi 1998).

Der Benutzer gibt die erforderlichen Daten in der vorgeschriebenen Reihenfolge, Formatierung, Vokabular, etc. in einem beliebigen Texteditor ein. Aus dieser Datei berechnet das Programm die Simulation und erzeugt eine Ergebnisdatei mit dem gleichen Namen, allerdings mit der Endung „.out“. So wird zum Beispiel aus „test.ndm“ die Datei „test.out“ berechnet.

Diese Ergebnisdatei kann im Editor geöffnet werden und besteht ausschließlich aus Text.

Im Tabellenformat wird der Output für den monatlichen Kühl- und Heizenergiebedarf sowie die Raumtemperatur dargestellt.

test - Editor

Datei Bearbeiten Format Ansicht ?

BUILDING LOADS SUMMARY

	Heat	Cool	Elec
Month 1	986099.126	686693.366	0.000
Month 2	812218.433	537270.168	0.000
Month 3	708149.702	708403.229	0.000
Month 4	461186.550	606939.841	0.000
Month 5	300471.310	637429.665	0.000
Month 6	163038.130	665154.396	0.000
Month 7	51695.014	881752.532	0.000
Month 8	84492.333	911602.505	0.000
Month 9	234487.561	992070.585	0.000
Month 10	522677.492	984988.442	0.000
Month 11	720395.057	679498.324	0.000
Month 12	963360.605	706093.055	0.000
Total	6008271.314	8997898.169	0.000

ZONE LOADS SUMMARY

MainZone

	Heat	Cool	Elec
Month 1	986099.126	686693.366	0.000
Month 2	812218.433	537270.168	0.000
Month 3	708149.702	708403.229	0.000
Month 4	461186.550	606939.841	0.000
Month 5	300471.310	637429.665	0.000
Month 6	163038.130	665154.396	0.000
Month 7	51695.014	881752.532	0.000
Month 8	84492.333	911602.505	0.000
Month 9	234487.561	992070.585	0.000
Month 10	522677.492	984988.442	0.000
Month 11	720395.057	679498.324	0.000
Month 12	963360.605	706093.055	0.000
Total	6008271.314	8997898.169	0.000

CELL TEMPERATURES HOURLY DATA

Month 1 Day 1

	x	y	z	1	2	3	4	5
MainZone	400	300	135	20.53	20.52	20.53	20.53	20.52

Month 2 Day 1

	x	y	z	1	2	3	4	5
MainZone	400	300	135	20.53	20.53	20.54	20.54	20.54

Month 3 Day 1

	x	y	z	1	2	3	4	5
MainZone	400	300	135	20.44	20.45	20.46	20.46	20.46

Month 4 Day 1

	x	y	z	1	2	3	4	5
MainZone	400	300	135	20.44	20.45	20.46	20.46	20.46

Abb. 10: Textoutput in Nodem

Diagrammart:	
Streudiagramm	/
Liniendiagramm	/
Anzahl der Linien	/
Flächendiagramm	/
Balkendiagramm	/
Abstand der Balken schmaler als Balken	/
gestapeltes Balkendiagramm	/
Kreisdiagramm	/
Pfeildiagramm	/
Sterndiagramm	/
Sonstige:	/

Diagramme:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	/	/
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	/	/
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)	/	/
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	/	/
Toneffekt (+)	/	/
klare Beschriftung von Achsen und Daten (+)	/	/
Darstellung von Gitternetzlinien (+)	/	/
klare Unterscheidung von Diagrammelementen durch Benutzung von Farbe und Schraffur (+)	/	/
Benutzung einer logarithmischen Skala, wenn die Daten einen großen Bereich abdecken (+)	/	/
max. 4 - 5 Farbcodes (+)	/	/
3D-Diagramm: dritte Dimension als Variable (+)	/	/

Interface:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+	
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
<i>display density</i> nicht zu hoch (+)	+	
Wörterbuch für Abkürzungen (+)		-
zu viele Details (-)	+	
präzise Wortwahl (+)	+	
bekannte Darstellungsformen (+)	+	
Tabellen (+)	+	
Tabellen von oben nach unten, von links nach rechts (+)	+	
verlinkte Interfaces: meist gefragte Informationen am ersten Interface (+)	/	/
verlinkte Interfaces: gleiches Format (+)	/	/
Information logisch geordnet (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)		-
Text: Schriftart einfach (nicht kursiv) (+)	+	
Text: Schriftgröße 9 - 12 Punkte (+)	+	
Text: Blocksatz (-)	/	/
Text: Zeilenabstand 1:2 bis 1:2.7 (+)		-
Text: Zeilenlänge max. 40-60 Zeichen (+)		-
Farbe: große Flächen rot und blau nebeneinander (-)	/	/
Farbe: Text über mehrere Zeilen in Farbe (-)	/	/
3D: interaktive Rotationsfunktion	/	/
3D: zoomen	/	/
3D: panning	/	/

Outputdarstellung in Nodem

Tabelle 1: Outputdarstellung in Nodem

3.2.2. Geba

Geba ist ein Programm zur Simulation des thermischen Verhaltens von Gebäuden. Mithilfe dieses Programms können Heiz- und Kühlleistung oder Lufttemperaturen berechnet werden (das Programm Geba wurde während des Studiums in einer Lehrveranstaltung der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien eingesetzt).

Das Programm selbst verfügt über eine einfache graphische Oberfläche. Die zur Berechnung erforderlichen Daten werden in Formulare eingetragen, wobei hier keine visuelle Darstellung des Gebäudes erfolgt. Die Geometrie wird nur durch Ausrichtung des Raumes und Raumbeziehungen angegeben.

Bei der Berechnung werden 6 Ergebnisstreifen erzeugt, die jeweils eine Text-Datei darstellen. Der eigentliche Output befindet sich im 6. Ergebnisstreifen und wird in Tabellen und einfachen Diagrammen dargestellt (siehe Abb.14).

Outputdarstellung in Geba



Abb. 13

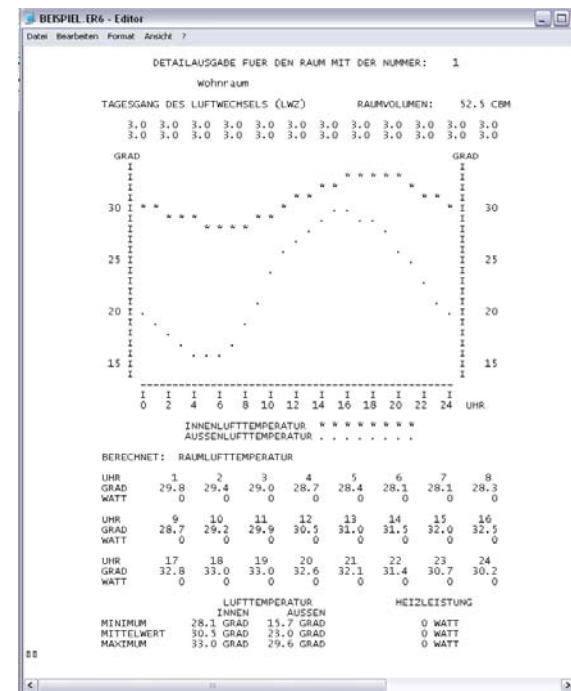


Abb. 14: Textoutput und einfaches Liniendiagramm in Geba

Diagrammart:	
Streuendiagramm	/
Liniendiagramm	X
Anzahl der Linien	2
Flächendiagramm	/
Balkendiagramm	/
Abstand der Balken schmaler als Balken	/
gestapeltes Balkendiagramm	/
Kreisdiagramm	/
Pfeildiagramm	/
Sterndiagramm	/
Sonstige:	/

Diagramme:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+	
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)		-
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
klare Beschriftung von Achsen und Daten (+)	+	
Darstellung von Gitternetzlinien (+)		-
klare Unterscheidung von Diagrammelementen durch Benutzung von Farbe und Schraffur (+)	+	
Benutzung einer logarithmischen Skala, wenn die Daten einen großen Bereich abdecken (+)		-
max. 4 - 5 Farbcodes (+)	/	/
3D-Diagramm: dritte Dimension als Variable (+)	/	/

Interface:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+	
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
<i>display density</i> nicht zu hoch (+)	+	
Wörterbuch für Abkürzungen (+)		-
zu viele Details (-)	+	
präzise Wortwahl (+)	+	
bekannte Darstellungsformen (+)	+	
Tabellen (+)	+	
Tabellen von oben nach unten, von links nach rechts (+)	+	
verlinkte Interfaces: meist gefragte Informationen am ersten Interface (+)	/	/
verlinkte Interfaces: gleiches Format (+)	/	/
Information logisch geordnet (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)		-
Text: Schriftart einfach (nicht kursiv) (+)	+	
Text: Schriftgröße 9 - 12 Punkte (+)	+	
Text: Blocksatz (-)	/	/
Text: Zeilenabstand 1:2 bis 1:2.7 (+)		-
Text: Zeilenlänge max. 40-60 Zeichen (+)		-
Farbe: große Flächen rot und blau nebeneinander (-)	/	/
Farbe: Text über mehrere Zeilen in Farbe (-)	/	/
3D: interaktive Rotationsfunktion	/	/
3D: zoomen	/	/
3D: panning	/	/

Outputdarstellung in Geba

Tabelle 2: Outputdarstellung in Geba

3.2.3. Casanova

Outputdarstellung in Casanova

Casanova ist ein Lernprogramm zu Energie- und Heizwärmebedarf, solaren Gewinnen und sommerlicher Überwärmung von Gebäuden (Heidt 1999).

Schon während der Eingabe kann der Benutzer die Veränderungen sehen, die durch Modifizierungen der Gebäudehülle entstehen. Die errechneten Größen werden rechts gleichzeitig dargestellt.

In diesem Programm erfolgt die Darstellung hauptsächlich durch Balkendiagramme, wobei bei der Darstellung der einzelnen Wärmeverluste und –gewinne durch ein gestapeltes Balkendiagramm auch gleichzeitig eine Gegenüberstellung der Verluste und Gewinne stattfindet. Die Farbgebung erfolgt mit intuitiv logischen Farben, sodass der Benutzer dadurch nicht verwirrt wird, sondern ihm von vornherein deren Bedeutung klar ist (rot für Heizwärmebedarf, gelb für solare Gewinne). Die Grafik ist trotz der Farbcodes auch für farbenblinde Menschen lesbar, da die Farben in verschiedenen Intensitäten gewählt sind. Allerdings ist die Unterteilung für diese Menschen nicht ganz klar und die Übersichtlichkeit dann nicht mehr gegeben.

Eine gute Lesbarkeit der Diagramme ist auch durch die Tatsache gegeben, dass die Balkenabstände geringer sind als die Balkenbreite. (siehe Abschnitt „1.2.1.3. Graphische Darstellung“, Balken- oder Säulendiagramm)

Außerdem bietet das Programm eine Darstellung der Energieflüsse durch ein Flussdiagramm. Hier werden die Wärmegewinne gegen die Wärmeverluste in %-Anteilen verglichen. Das Diagramm ist deshalb etwas verwirrend, weil die Beschriftungen teilweise etwas verrutschen und so nicht auf den ersten Blick erkannt werden kann, was gemeint ist.

Zur Darstellung des Ressourcenverbrauchs wird ein Bild des gewählten Rohstoffs in verschiedenen Größen – je nach verbrauchter Menge – dargestellt.

Im Grunde ist die Darstellung des Outputs sehr einfach und benutzerfreundlich.

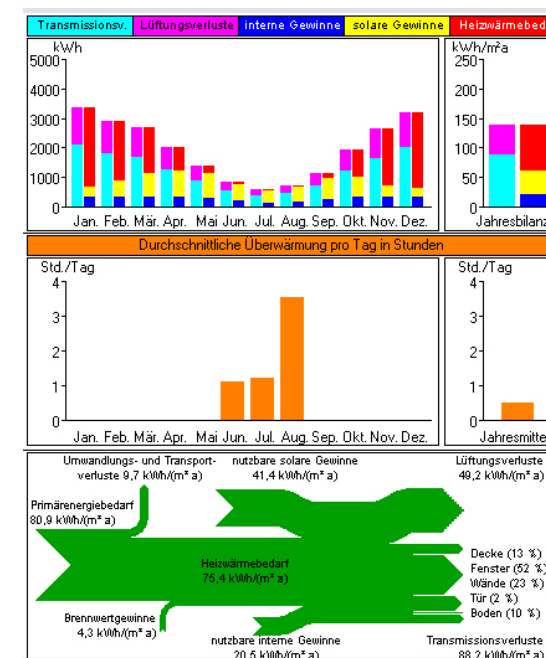


Abb. 15: Balkendiagramme und Flussdiagramm in

Diagrammart:	
Streudiagramm	/
Liniendiagramm	/
Anzahl der Linien	/
Flächendiagramm	/
Balkendiagramm	X
Abstand der Balken schmaler als Balken	Ja
gestapeltes Balkendiagramm	X
Kreisdiagramm	/
Pfeildiagramm	/
Sterndiagramm	/
Sonstige: Flussdiagramm, Darstellung von Menge durch Größe von Bildern	X

Diagramme:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+	
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)		-
Toneffekt (+)		-
klare Beschriftung von Achsen und Daten (+)	+	
Darstellung von Gitternetzlinien (+)		-
klare Unterscheidung von Diagrammelementen durch Benutzung von Farbe und Schraffur (+)	+	
Benutzung einer logarithmischen Skala, wenn die Daten einen großen Bereich abdecken (+)		-
max. 4 - 5 Farbcodes (+)	+	
3D-Diagramm: dritte Dimension als Variable (+)	/	/

Interface:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+	
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
<i>display density</i> nicht zu hoch (+)		-
Wörterbuch für Abkürzungen (+)		-
zu viele Details (-)		-
präzise Wortwahl (+)	+	
bekannte Darstellungsformen (+)	+	
Tabellen (+)	/	/
Tabellen von oben nach unten, von links nach rechts (+)	/	/
verlinkte Interfaces: meist gefragte Informationen am ersten Interface (+)	+	
verlinkte Interfaces: gleiches Format (+)	+	
Information logisch geordnet (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)	+	
Text: Schriftart einfach (nicht kursiv) (+)	+	
Text: Schriftgröße 9 - 12 Punkte (+)	+	
Text: Blocksatz (-)	/	/
Text: Zeilenabstand 1:2 bis 1:2.7 (+)	/	/
Text: Zeilenlänge max. 40-60 Zeichen (+)	/	/
Farbe: große Flächen rot und blau nebeneinander (-)	+	
Farbe: Text über mehrere Zeilen in Farbe (-)	+	
3D: interaktive Rotationsfunktion	/	/
3D: zoomen	/	/
3D: panning	/	/

Outputdarstellung in Casanova

Tabelle 3: Outputdarstellung in Casanova

3.2.4. Ecotect

Outputdarstellung in Ecotect

Ecotect ist ein Support Environment, das mehrere Tools vereinigt und so eine große Vielfalt von Simulationen erlaubt (Marsh 1994 – 2003).

Die Eingabe erfolgt über ein dreidimensionales Modell des Gebäudes und der Definition der Materialien.

Die meisten Ergebnisse der Simulation werden in einem eigenen Interface dargestellt, wobei eine graphische Darstellung durch ein Diagramm den größeren Bereich des Displays einnimmt und kleiner auch gleichzeitig der dazugehörige Text im Tabellenformat verfügbar ist.

Je nach berechneter Größe wird ein Linien-, Balken-, Kreis- oder ein Flächendiagramm angezeigt.

Bei den Liniendiagrammen werden verschiedene Größen gleichzeitig dargestellt, was den Vergleich erleichtert. Im Grunde ist die Darstellung sehr benutzerfreundlich, allerdings erschwert der dunkle Hintergrund die Lesbarkeit.

Die Farbcodes sind intuitiv logisch gewählt, außerdem verfügen die Linien über verschiedene Stricharten, damit sie auch von farbenblinden Menschen leichter erkennbar sind. Aber die Linien sind etwas dünn und können daher von diesen Menschen nur schwer unterschieden werden.

Leichter lesbar sind die Balkendiagramme. Die Balken sind breit und haben ein kräftiges Rot oder Blau. Da nur diese Farben verwendet werden, haben auch farbenblinde Menschen kein Problem, sich zurechtzufinden.

Allerdings sind die Balkenabstände in etwa gleich groß, wie die Balken selbst, was laut Tullis (1991) wenig ratsam ist.

Die Darstellung in Kreisdiagrammen wiederum ist für farbenblinde Menschen nicht lesbar, weil die Farbcodes nicht mit unterschiedlichen Mustern verstärkt werden. Dies würde sich erübrigen, wenn die Segmente direkt beschriftet wären, was auch die Lesbarkeit grundsätzlich steigern würde. Außerdem rät Tullis (1991) nicht mehr

als 5 Segmente zu verwenden, ansonsten wäre es ratsamer die Daten in einem Balkendiagramm darzustellen. Eine Anzahl von 5 Segmenten wird bei diesen Daten sehr leicht überschritten.

Das Flächendiagramm transportiert sehr viel Information, ist aber für farbenblinde Menschen nicht lesbar.

Außerdem werden viele Größen in Ecotect auch direkt am Modell dargestellt.

Die Eingabe der Daten in einem dreidimensionalen Gebäudemodell und der Output an demselben kommt dem Architekten sehr entgegen.

Einen weiteren positiven Aspekt stellt die Möglichkeit dar, die Farbcodes zu ändern. Durch diese Möglichkeit können sich farbenblinde Menschen die Diagramme und sonstigen Outputdarstellungen lesbar einrichten, aber auch die restlichen Benutzer können sich individuelle Darstellungen schaffen.

Ein großer Nachteil des Environments stellt die Unübersichtlichkeit dar. Die verschiedenen Möglichkeiten der Berechnung sind nirgendwo vollständig aufgelistet aufzufinden: Weder in einem Benutzerhandbuch, noch in einem einzigen Menü gesammelt. Der Benutzer muss viel Zeit für die Suche nach dem erwünschten Menü zur Berechnung aufwenden.

Outputdarstellung in Ecotect

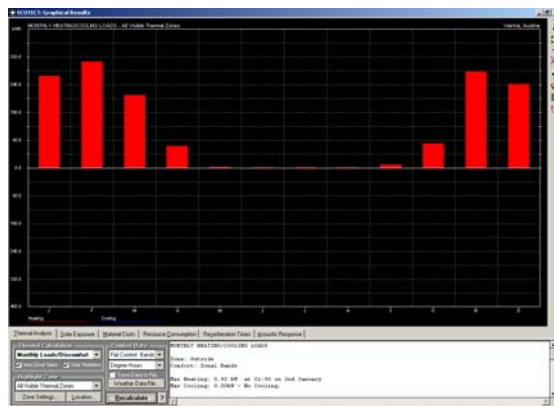


Abb. 16: Monatlicher Heiz- /Kühlenergiebedarf

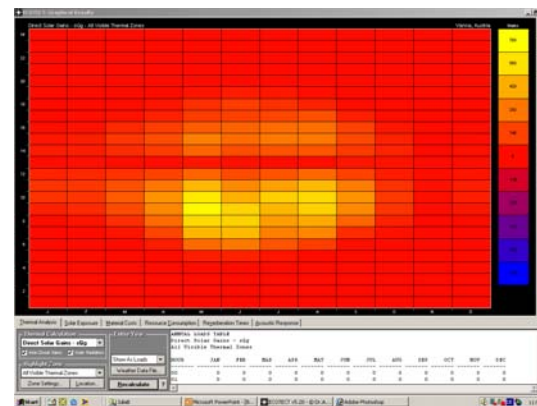


Abb. 17: Direkte Solare Gewinne

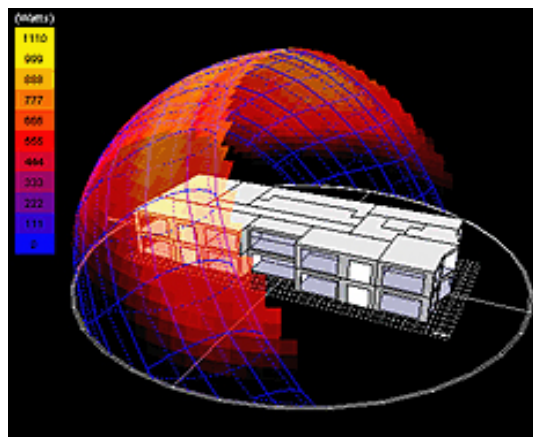


Abb. 18: Solar Stress

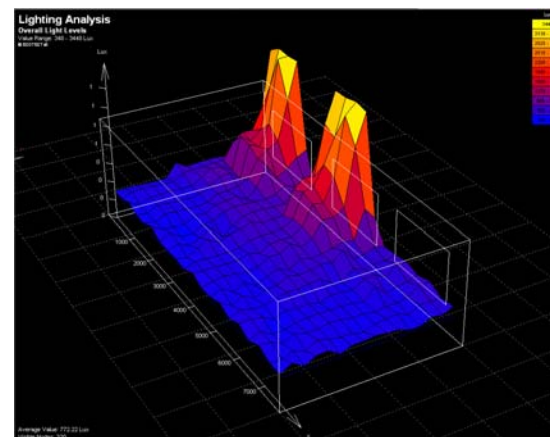


Abb. 19: Lighting Analysis

Outputdarstellung in Ecotect

Diagrammart:			
Streuungsdiagramm	/		
Liniendiagramm	X		
Anzahl der Linien	6		
Flächendiagramm	X		
Balkendiagramm	X		
Abstand der Balken schmaler als Balken	Nein		
gestapeltes Balkendiagramm	/		
Kreisdiagramm	X		
Pfeildiagramm	/		
Sterndiagramm	/		
Sonstige: Darstellung von Werten mit Isolinien and Farbcode am Modell	X		

Diagramme:		+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+		
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+		
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)	+		
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)			-
Toneffekt (+)			-
klare Beschriftung von Achsen und Daten (+)	+		
Darstellung von Gitternetzlinien (+)	+		
klare Unterscheidung von Diagrammelementen durch Benutzung von Farbe und Schraffur (+)	+		
Benutzung einer logarithmischen Skala, wenn die Daten einen großen Bereich abdecken (+)			-
max. 4 - 5 Farbcodes (+)	+		
3D-Diagramm: dritte Dimension als Variable (+)	+		

Interface:		+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+		
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+		
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)			-
Toneffekt (+)			-
<i>display density</i> nicht zu hoch (+)	+		
Wörterbuch für Abkürzungen (+)			-
zu viele Details (-)	+		
präzise Wortwahl (+)			-
bekannte Darstellungsformen (+)	+		
Tabellen (+)	+		
Tabellen von oben nach unten, von links nach rechts (+)	+		
verlinkte Interfaces: meist gefragte Informationen am ersten Interface (+)	+		
verlinkte Interfaces: gleiches Format (+)	+		
Information logisch geordnet (+)			-
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)			-
Text: Schriftart einfach (nicht kursiv) (+)	+		
Text: Schriftgröße 9 - 12 Punkte (+)	+		
Text: Blocksatz (-)	/	/	
Text: Zeilenabstand 1:2 bis 1:2.7 (+)			-
Text: Zeilenlänge max. 40-60 Zeichen (+)	/	/	
Farbe: große Flächen rot und blau nebeneinander (-)	+		
Farbe: Text über mehrere Zeilen in Farbe (-)	+		
3D: interaktive Rotationsfunktion	+		
3D: zoomen	+		
3D: panning	+		

Tabelle 4: Outputdarstellung in Ecotect

3.2.5. Capsol

Capsol ist ein Programm zur Berechnung von Heizlast, Innentemperatur sowie eindimensionalen Wärmeflüssen (Physibel 2002 Capsol).

Der Output wird in Liniendiagrammen dargestellt, als Text-Datei oder als Animation ausgegeben.

Im Liniendiagramm werden die verschiedenen Zonen gleichzeitig dargestellt, um einen Vergleich zu gewährleisten. Allerdings kann die Anzahl der Linien relativ hoch sein und dadurch Unübersichtlichkeit schaffen.

Als sehr benutzerfreundlich hingegen kann die Zoom-Funktion angegeben werden, mittels der der Benutzer einen Ausschnitt des Diagramms genauer betrachten kann.

Auch in diesem Programm ist es möglich, die Farbcodes der im Diagramm dargestellten Linien zu ändern. Der Benutzer kann auch die Linienart ändern und somit können die Diagramme auch für farbenblinde Menschen lesbar sein.

Außerdem kann der Benutzer den Output in Capsol als Animation ansehen, wodurch zeitlich bedingte Veränderungen leichter gesehen werden.

Outputdarstellung in Capsol

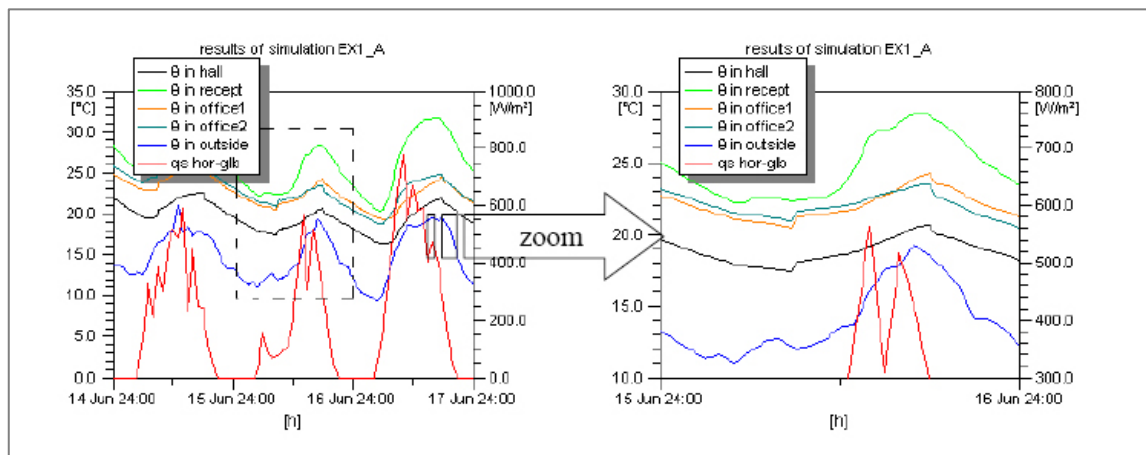


Abb. 20: Darstellung des Outputs in Capsol mittels Liniendiagramm mit Zoom-Funktion

Diagrammart:	
Streuungsdiagramm	/
Liniendiagramm	X
Anzahl der Linien	variiert
Flächendiagramm	/
Balkendiagramm	/
Abstand der Balken schmaler als Balken	/
gestapeltes Balkendiagramm	/
Kreisdiagramm	/
Pfeildiagramm	/
Sterndiagramm	/
Sonstige: Darstellung von Werten mit Isolinien und Farbcode am Modell (Animation)	X

Diagramme:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+	
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)		-
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
klare Beschriftung von Achsen und Daten (+)	+	
Darstellung von Gitternetzlinien (+)		-
klare Unterscheidung von Diagrammelementen durch Benutzung von Farbe und Schraffur (+)	+	
Benutzung einer logarithmischen Skala, wenn die Daten einen großen Bereich abdecken (+)		-
max. 4 - 5 Farbcodes (+)		-
3D-Diagramm: dritte Dimension als Variable (+)	/	/

Interface:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+	
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
<i>display density</i> nicht zu hoch (+)	+	
Wörterbuch für Abkürzungen (+)	+	
zu viele Details (-)	+	
präzise Wortwahl (+)	+	
bekannte Darstellungsformen (+)	+	
Tabellen (+)	+	
Tabellen von oben nach unten, von links nach rechts (+)	+	
verlinkte Interfaces: meist gefragte Informationen am ersten Interface (+)	/	/
verlinkte Interfaces: gleiches Format (+)	/	/
Information logisch geordnet (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)		-
Text: Schriftart einfach (nicht kursiv) (+)	+	
Text: Schriftgröße 9 - 12 Punkte (+)	+	
Text: Blocksatz (-)	/	/
Text: Zeilenabstand 1:2 bis 1:2.7 (+)	/	/
Text: Zeilenlänge max. 40-60 Zeichen (+)	/	/
Farbe: große Flächen rot und blau nebeneinander (-)	/	/
Farbe: Text über mehrere Zeilen in Farbe (-)	/	/
3D: interaktive Rotationsfunktion	/	/
3D: zoomen	/	/
3D: panning	/	/

Outputdarstellung in Capsol

Tabelle 5: Outputdarstellung in Capsol

3.2.6. Voltra

Outputdarstellung in Voltra

Das Programm Voltra dient zur Berechnung von zweidimensionalen oder dreidimensionalen Wärmebrücken (Physibel 2002 Voltra & Sectra).

Die Darstellung des Outputs kann entweder graphisch oder mittels Text erfolgen. Bei der graphischen Darstellung wird die Temperatur im dreidimensionalen Bauteil mittels Farbcodes dargestellt (siehe Abb. 23). Der Bauteil kann bewegt und so von allen Seiten betrachtet werden, oder auch geschnitten und sogar innen betrachtet werden.

Es kann auch eine Ausgabe in eine Datei mit dem Typ .avi erfolgen, die eine Animation über die zeitliche Veränderung der Bauteiltemperatur liefert (siehe Abb. 22).

Allerdings sind die Farbcodes so gewählt, dass sie von farbenblinden Menschen nicht gelesen werden können.

Bei der Ausgabe der Simulationsergebnisse als Text wird im Manual vorgeschlagen, die Daten in ein Tabellenkalkulationsprogramm zu importieren und dort Graphiken zu erstellen.

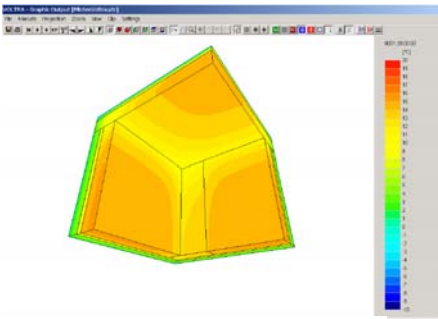


Abb. 21: Graphischer Output in Voltra

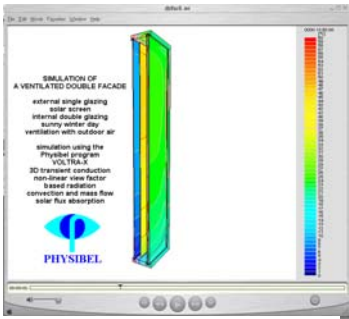


Abb. 22: Animation

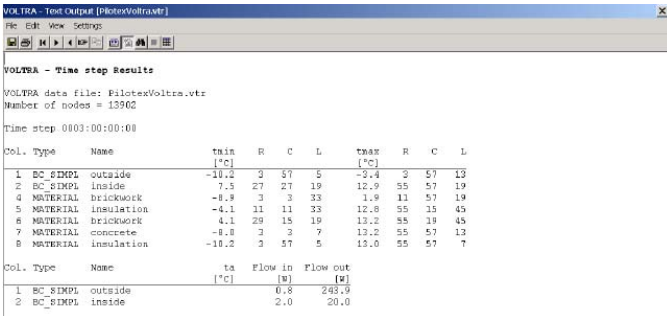


Abb. 23: Textoutput in Voltra

Outputdarstellung in Voltra

Diagrammart:	
Streudiagramm	/
Liniendiagramm	/
Anzahl der Linien	/
Flächendiagramm	/
Balkendiagramm	/
Abstand der Balken schmaler als Balken	/
gestapeltes Balkendiagramm	/
Kreisdiagramm	/
Pfeildiagramm	/
Sterndiagramm	/
Sonstige: Darstellung von Werten mit Isolinien und Farbcode am Modell, Animation	X

Diagramme:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)		-
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)		-
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
klare Beschriftung von Achsen und Daten (+)	+	
Darstellung von Gitternetzlinien (+)	/	/
klare Unterscheidung von Diagrammelementen durch Benutzung von Farbe und Schraffur (+)	+	
Benutzung einer logarithmischen Skala, wenn die Daten einen großen Bereich abdecken (+)	/	/
max. 4 - 5 Farbcodes (+)	+	
3D-Diagramm: dritte Dimension als Variable (+)	/	/

Interface:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+	
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
<i>display density</i> nicht zu hoch (+)	+	
Wörterbuch für Abkürzungen (+)	+	
zu viele Details (-)	+	
präzise Wortwahl (+)	+	
bekannte Darstellungsformen (+)	+	
Tabellen (+)	+	
Tabellen von oben nach unten, von links nach rechts (+)	+	
verlinkte Interfaces: meist gefragte Informationen am ersten Interface (+)	/	/
verlinkte Interfaces: gleiches Format (+)	/	/
Information logisch geordnet (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)		-
Text: Schriftart einfach (nicht kursiv) (+)	+	
Text: Schriftgröße 9 - 12 Punkte (+)	+	
Text: Blocksatz (-)	/	/
Text: Zeilenabstand 1:2 bis 1:2.7 (+)	/	/
Text: Zeilenlänge max. 40-60 Zeichen (+)	/	/
Farbe: große Flächen rot und blau nebeneinander (-)	/	/
Farbe: Text über mehrere Zeilen in Farbe (-)	/	/
3D: interaktive Rotationsfunktion	/	/
3D: zoomen	/	/
3D: panning	/	/

Tabelle 6: Outputdarstellung in Voltra

Outputdarstellung in Solrad

3.2.7. Solrad

Solrad ist ein Programm zur Simulation von Sonnenständen und Bestrahlungsstärken solarer Einstrahlung auf beliebig orientierte Empfangsflächen (das Programm Solrad wurde während des Studiums in einer Lehrveranstaltung der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien eingesetzt).

Nach der Eingabe der geographischen Koordinaten, der Zeitzone, Überhöhungen, etc. können der Sonnengang, die Besonnungsstunden oder Strahlungsflüsse berechnet werden.

Die Darstellung des Outputs erfolgt in Tabellen oder einfachen Liniendiagrammen (siehe Abb. 25).

Trotz der sehr einfachen Darstellung sind die Diagramme übersichtlich gestaltet und gut lesbar. Der einzige Nachteil besteht wiederum in der nicht Lesbarkeit für farbenblinde Menschen.



Abb. 24

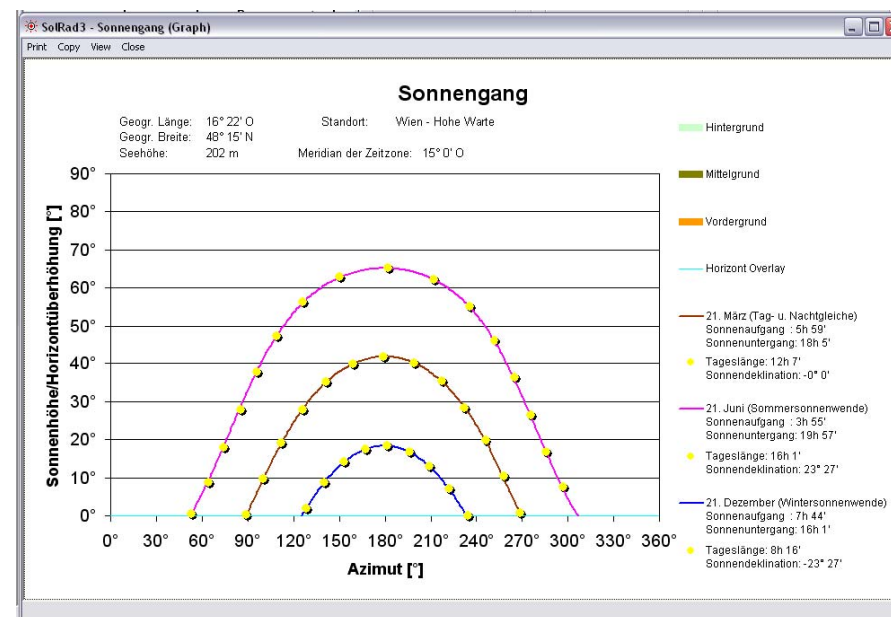


Abb. 25: Darstellung des Sonnengangs in Solrad

Outputdarstellung in Solrad

Diagrammart:	
Streudiagramm	/
Liniendiagramm	X
Anzahl der Linien	3 - 5
Flächendiagramm	/
Balkendiagramm	/
Abstand der Balken schmaler als Balken	/
gestapeltes Balkendiagramm	/
Kreisdiagramm	/
Pfeildiagramm	/
Sterndiagramm	/
Sonstige:	/

Diagramme:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)		-
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
klare Beschriftung von Achsen und Daten (+)	+	
Darstellung von Gitternetzlinien (+)	+	
klare Unterscheidung von Diagrammelementen durch Benutzung von Farbe und Schraffur (+)	+	
Benutzung einer logarithmischen Skala, wenn die Daten einen großen Bereich abdecken (+)		-
max. 4 - 5 Farbcodes (+)	+	
3D-Diagramm: dritte Dimension als Variable (+)	/	/

Interface:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+	
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
<i>display density</i> nicht zu hoch (+)	+	
Wörterbuch für Abkürzungen (+)		-
zu viele Details (-)	+	
präzise Wortwahl (+)	+	
bekannte Darstellungsformen (+)	+	
Tabellen (+)	+	
Tabellen von oben nach unten, von links nach rechts (+)	+	
verlinkte Interfaces: meist gefragte Informationen am ersten Interface (+)	/	/
verlinkte Interfaces: gleiches Format (+)	/	/
Information logisch geordnet (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)	+	
Text: Schriftart einfach (nicht kursiv) (+)	+	
Text: Schriftgröße 9 - 12 Punkte (+)	+	
Text: Blocksatz (-)	/	/
Text: Zeilenabstand 1:2 bis 1:2.7 (+)	+	
Text: Zeilenlänge max. 40-60 Zeichen (+)	+	
Farbe: große Flächen rot und blau nebeneinander (-)	+	
Farbe: Text über mehrere Zeilen in Farbe (-)	+	
3D: interaktive Rotationsfunktion	/	/
3D: zoomen	/	/
3D: panning	/	/

Tabelle 7: Outputdarstellung in Solrad

3.2.8. Odeon

Outputdarstellung in Odeon

Odeon ist ein Programm zur Berechnung akustischer Eigenschaften von Räumen (Christensen 2002).

Die Eingabe der Daten erfolgt einerseits über ein 3D-Modell des Raumes und andererseits über detaillierte Informationen zu den Materialien und deren schalltechnischen Eigenschaften.

Da die Berechnung längere Zeit in Anspruch nehmen kann, gibt es die Möglichkeit mit dem Befehl „quick estimate“ eine schnelle überschlägige Berechnung der Nachhallzeit zu machen.

Außerdem ist es möglich mittels Auralisation die akustische Qualität eines Raumes hörbar zu machen.

Odeon stellt die Berechnungen für *Single Point*, *Multi Point* oder *Grid Response* an. Das heißt, dass die Berechnung entweder für einen einzigen Empfängerpunkt, mehrere Empfängerpunkte oder für ein ganzes Netz von Empfängerpunkten gemacht wird.

Der Output wird in Odeon in Linien- oder Balkendiagrammen oder mittels Schallstrahlen direkt am 3D-Modell dargestellt.

Bei den Liniendiagrammen werden die Kurven für mehrere Frequenzen gleichzeitig dargestellt, was den Vergleich erleichtert. Auch die Übersichtlichkeit ist durch die Anordnung der Legende rechts und die Beschriftung der Achsen gegeben. Tullis (1991) empfiehlt zwar nicht mehr als 3 Linien in einem Diagramm zu zeichnen, weil das die Lesbarkeit reduziert, aber in diesem Diagramm macht es Sinn mehr Kurven gleichzeitig darzustellen. Die Lesbarkeit für farbenblinde Menschen ist aber nicht gegeben.

Die Darstellung der Balkendiagramme für *global estimate* entspricht Tullis (1991) Empfehlungen: Der Abstand zwischen den Balken ist kleiner als die Balkenbreite. Hier ist die Lesbarkeit auch für farbenblinde Menschen gegeben.

Outputdarstellung in Odeon

Ebenso sind die Balkendiagramme für *quick estimate* für farbenblinde Menschen lesbar. Die Anordnung der Balken ist in dieser Visualisierung etwas ungewohnt und eventuell im ersten Moment verwirrend, bietet aber eine relativ gute Übersichtlichkeit, durch die Verwendung der Farbcodes auch im Text.

Die Darstellung des Outputs am 3D-Modell kommt dem Architekten sehr entgegen. Durch die Verlinkung der Schallstrahlen mit dem Reflektogramm, können auch genauere Daten zu den einzelnen Schallstrahlen relativ einfach abgelesen werden.

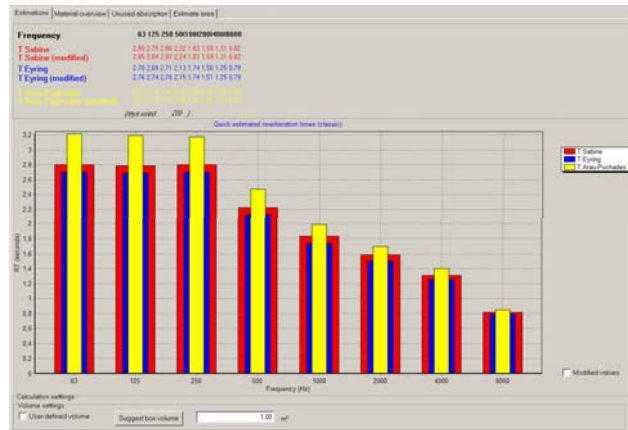


Abb. 26: Darstellung der Berechnung der Nachhallzeit mit *quick estimate*

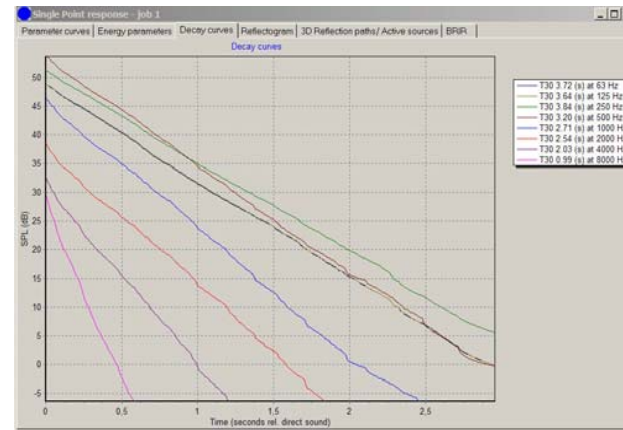


Abb. 27: Abklingrate

Outputdarstellung in Odeon

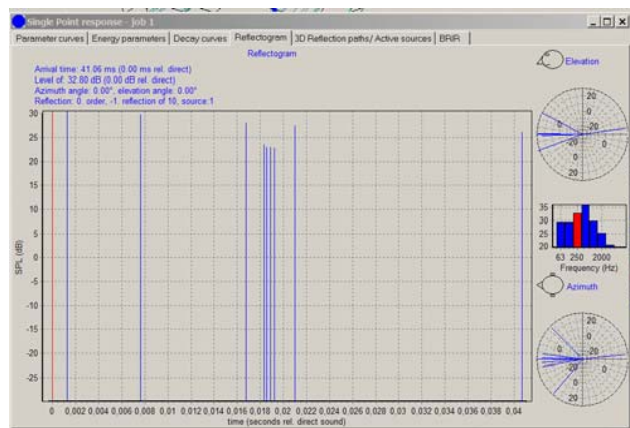


Abb. 28: Reflektogramm

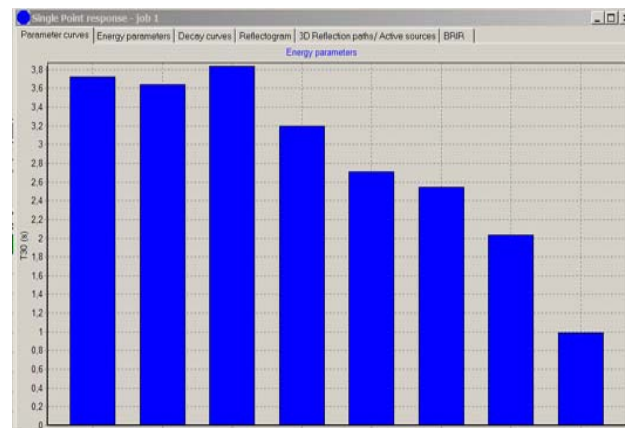


Abb. 29: Darstellung der Berechnung der Nachhallzeit mit *global estimate*

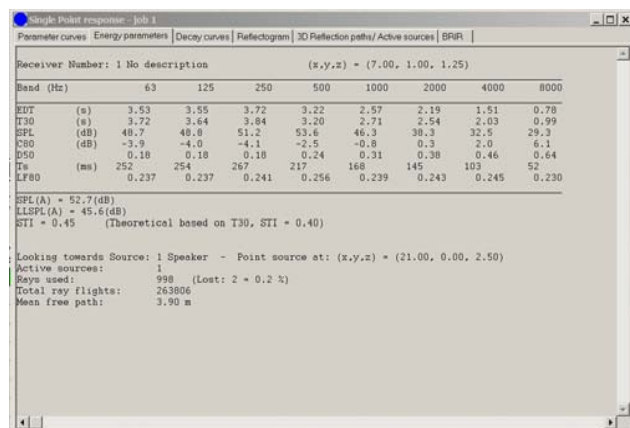


Abb. 30: Textoutput

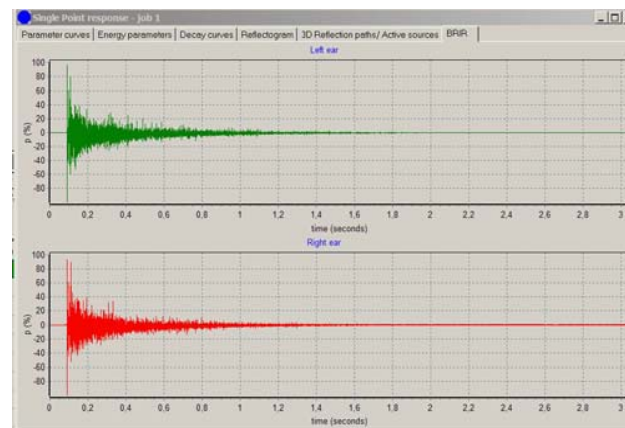


Abb. 31: Binaural room impulse response BRIR

Outputdarstellung in Odeon

Diagrammart:	
Streuungsdiagramm	/
Liniendiagramm	X
Anzahl der Linien	>7
Flächendiagramm	/
Balkendiagramm	X
Abstand der Balken schmaler als Balken	Ja
gestapeltes Balkendiagramm	/
Kreisdiagramm	/
Pfeildiagramm	/
Sterndiagramm	/
Sonstige: Darstellung von Schallstrahlen am Modell	X

Diagramme:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)		-
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)		-
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
klare Beschriftung von Achsen und Daten (+)	+	
Darstellung von Gitternetzlinien (+)	+	
klare Unterscheidung von Diagrammelementen durch Benutzung von Farbe und Schraffur (+)	+	
Benutzung einer logarithmischen Skala, wenn die Daten einen großen Bereich abdecken (+)		-
max. 4 - 5 Farbcodes (+)		-
3D-Diagramm: dritte Dimension als Variable (+)	/	/

Interface:	+	-
Für Farbenblinde lesbar (+)	+	
Für Rot-Grün-Blinde lesbar (+)	+	
negativer Kontrast (schwarze Buchstaben auf weiß (+)	+	
Toneffekt (+)		-
<i>display density</i> nicht zu hoch (+)	+	
Wörterbuch für Abkürzungen (+)		-
zu viele Details (-)	+	
präzise Wortwahl (+)	+	
bekannte Darstellungsformen (+)	+	
Tabellen (+)	+	
Tabellen von oben nach unten, von links nach rechts (+)	+	
verlinkte Interfaces: meist gefragte Informationen am ersten Interface (+)	+	
verlinkte Interfaces: gleiches Format (+)	+	
Information logisch geordnet (+)	+	
Text: nur Groß-/Kleinbuchstaben (-)	+	
Text: Schriftart einfach (nicht kursiv) (+)	+	
Text: Schriftgröße 9 - 12 Punkte (+)	+	
Text: Blocksatz (-)	/	/
Text: Zeilenabstand 1:2 bis 1:2.7 (+)	/	/
Text: Zeilenlänge max. 40-60 Zeichen (+)	/	/
Farbe: große Flächen rot und blau nebeneinander (-)	+	
Farbe: Text über mehrere Zeilen in Farbe (-)		-
3D: interaktive Rotationsfunktion	+	
3D: zoomen	+	
3D: panning	+	

Tabelle 8: Outputdarstellung in Odeon

3.3. Matrix mit Outputs von Programmen

Um die vorgeschlagene Matrix auf ihre Funktionalität zu überprüfen, sollte sie für den Output aller im Abschnitt „3.2. Outputs von Programmen“ untersuchten Programme überprüft werden.

Dazu wurden zuerst alle von den Programmen berechneten Daten gesammelt, was sich als eine relativ langwierige, mühsame Arbeit herausstellte. In vielen Programmen gibt es kein ausreichend detailliertes Manual, das über die berechneten Outputs Auskunft gibt. Meist kann nicht einmal in einer Hilfe-Datei eine vollständige Liste aller möglichen Berechnungen abgerufen werden. Außerdem gibt es oft nicht nur ein Menü, in dem die Menüpunkte für die möglichen Simulationen gesammelt sind, sondern diese sind verstreut im ganzen Interface in diversen Unter-Menüs anzutreffen.

Genau in dieser Problematik allerdings könnte mit Hilfe der Matrix Abhilfe geschaffen werden. In Abschnitt „3.4. Mögliches Interface anhand eines Beispiels“ wird ein Interface vorgestellt, das basierend auf dem System der Matrix erstellt wurde. Es ist für verschiedenste Simulationsprogramme einsetzbar und ermöglicht einen Überblick über die möglichen Berechnungen.

Ein weiteres Problem beim Sammeln aller Outputs der vorgestellten Programme stellt die Namensgebung für verschiedene Simulationen dar. Es kommt vor, dass die gleiche Simulation im gleichen Programm in der Hilfe-Datei und im Menüpunkt verschieden benannt wird.

Nachdem die Outputs gesammelt waren, wurden diese in einer Tabelle auf die einzelnen in der Matrix angeführten Parameter hin untersucht. Näheres zu diesen Parametern kann in Abschnitt „3.1. Matrixvorschlag – allgemeine Form“ nachgelesen werden.

Die Untersuchung erfolgte jeweils für den Output, wie er im jeweiligen Programm berechnet und dargestellt wird. Dadurch soll gezeigt werden, dass genau der Output der hier untersuchten Programme in der Matrix darstellbar oder nicht darstellbar ist. Dies wiederum lässt Rückschlüsse auf die Anwendbarkeit der Matrix in der Darstellung des Outputs zu.

Bei der Untersuchung der in Abschnitt „3.2. Outputs von Programmen“ angeführten Programme konnte festgestellt werden, dass rund 90% des Outputs mit dieser Methode visualisiert werden können.

Die restlichen 10% des Outputs können ausschließlich analog dargestellt werden. Es handelt sich dabei um bildlich visualisierte Daten (z.B. Beschattungsprofile, Solare Projektionen) oder symbolisch dargestellte Daten (z.B. Schallstrahlen, Sonnenstrahlen).

Die Untersuchung des Outputs der einzelnen Programme auf die Möglichkeit der Darstellung in der Matrix wird in **Anhang B** angeführt.

Dort sind die Outputs – die in der ersten Spalte angeführt sind – nach Programmen sortiert. Die einzelnen Daten wurden dann Zeile für Zeile untersucht: Für die Matrix wurden in Abschnitt „3.1. Matrixvorschlag – allgemeine Form“ die drei Kategorien „Wert“, „Räumlich“ und „Zeitlich“ festgelegt. Und im Laufe der Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass alle in der Matrix nicht darstellbaren Daten in die Kategorie „Analog“ fallen.

Für die Kategorie „Wert“ in der Matrix wird in der Untersuchung markiert, ob es sich bei den Daten um eine Skalare Größe oder eine Vektorgröße (oder beides) handelt. Außerdem wird angegeben, welche Einheiten der Output in der Skalaren Größe besitzt.

Bei der Kategorie „Räumlich“ wird angegeben, ob es sich um eine Berechnung für einen Punkt, eine Fläche oder einen Raum handelt. In „Räumlich Sonstiges“ erfolgt eine nähere Beschreibung für alle Daten, die mit „Punkt“, „Fläche“ oder „Raum“ nicht definierbar sind. In der nächsten Spalte wird die räumliche Auflösung (=grid spacing) für die Berechnungen angegeben, die mit einem „grid“ erfolgen. Und darauf folgend der Mittelungsmodus.

Untersuchung des Output – Anhang B

Dann erfolgt die Untersuchung der Kategorie „Zeitlich“. In der ersten Spalte wird der Zeitraum angegeben, über den die Berechnung stattfindet. Es kann sich hierbei um eine Sekunde, eine Minute, eine Stunde, einen Tag, eine Woche, einen Monat, eine Saison, ein Jahr oder um einen Berechnungsschritt handeln. In der nächsten Spalte erfolgt unter „Sonstiges“ eine nähere Beschreibung für die zeitlichen Eigenschaften des Outputs, für den der Parameter Zeitraum nicht zutreffend ist. Anschließend wird noch näher auf die zeitliche Auflösung eingegangen, die im Wesentlichen entweder in Sekunden, Minuten, oder Stunden besteht. Die letzte Angabe zu den zeitlichen Eigenschaften besteht im Mittelungsmodus.

Output	Wert			Räumlich						Zeitlich			
	Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus
Heizlast	10130	W				Raum 1				1501:00:00:00 -		1 h	arithmetisches Mittel
Heizwärmebedarf	147898	Wh/m2				Raum 1				0101:00:00:00 -		1 h	Integral
										3112:24:00:00			
Innentemperaturen	25	°C				Raum 1				1506:12:00:00 -			
										1506:12:00:00			
Überschattung	36,57	%			Fläche 1			40 cm		1506:12:00:00 -			
										1506:12:00:00			
Solar Exposure - Daily - Collected	1408	Wh/m2			Fläche 1					1508:00:00:00 -		1 h	Integral
										1508:24:00:00			
Nachhallzeit T_{30} für 500 Hz	3,20	sec				Raum 1		1,5 m	arithmetisches Mittel			Kenngröße	
Speech Transmission Index STI	0.45						7.00, 1.00, 1.25						Kenngröße

Tabelle 9: Beispiel für die Darstellung im untersuchten Output-Bereich

In Tabelle 9 wird ein Beispiel für die Darstellung des Outputs im untersuchten Output-Bereich gezeigt. Es werden verschiedenste Indikatoren und die Bestimmung ihrer Eigenschaften gezeigt: So kann in der ersten Zeile der Wert der Heizlast, sowie ihre Einheit abgelesen werden. Außerdem werden der Raum, für den die Heizlast berechnet wurde, der Zeitraum (15. Jänner 0Uhr bis 15. Jänner 24Uhr) und die Zeitabstände der Berechnung (=zeitliche Auflösung) angezeigt. Der Wert wurde über den Zeitraum arithmetisch gemittelt; es handelt sich somit um eine Mittelwertberechnung für den 15. Jänner.

In der gleichen Struktur lassen sich der Heizwärmebedarf, die Innentemperatur, die Überschattung, Solar Exposure, Nachhallzeit und Speech Transmission Index darstellen. In Anhang B werden alle von den untersuchten Programmen berechneten Outputs in einer allgemeinen Form auf ihre Darstellbarkeit untersucht.

Die letzte Kategorie - „Analog“ – kann in zwei Arten unterteilt werden: bildliche oder symbolische Darstellung. Alle in der vorgeschlagenen Matrix nicht darstellbaren Daten lassen sich hier einordnen und werden entsprechend gekennzeichnet (siehe Abb. 32 und Abb. 33).

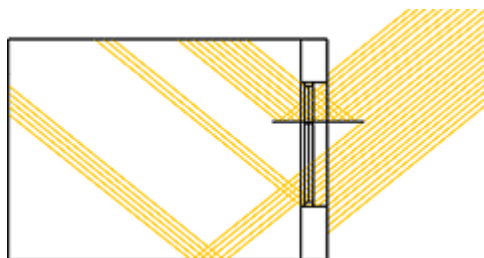


Abb. 32: Darstellung der Sonnenstrahlen in Ecotect

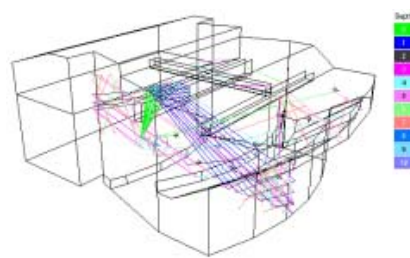


Abb. 33: Darstellung der Schallstrahlen in Ecotect

In **Anhang C** befinden sich die gleichen Daten wie in Anhang B. Allerdings werden sie nicht nach Programmen, sondern nach Outputgruppen sortiert. Es gibt die Gruppen „thermische Outputs“ (Leistung/Energie; Temperatur; Wärmeflüsse, Wärmegewinne und -verluste), „solare Outputs“, „akustische Outputs“ und „sonstige Outputs“. Diese Anordnung soll ein schnelleres Finden von speziellen Daten gewährleisten und den Vergleich gleicher Outputs zwischen den Programmen ermöglichen.

Untersuchung des Output – Anhang B

3.4. Mögliches Interface anhand eines Beispiels

Nach der Untersuchung der vorgeschlagenen Matrix auf ihre Sinnhaftigkeit beinhaltet diese Arbeit auch einen Vorschlag eines Interfaces zur Auswahl und Spezifizierung des zu berechnenden Outputs.

Die Erstellung des Interfaces basiert auf dem vorher untersuchten Output-Space, was eine Implementierung des Entwurfs in jedem Simulationsprogramm möglich macht.

Der Benutzer wird in dem Fenster aufgefordert die von ihm gewünschten Outputs und deren wesentliche Eigenschaften auszuwählen. Dieser eigenständige Bereich zur Spezifizierung der Simulationen ermöglicht dem Benutzer eine Übersicht über die sich bietenden Möglichkeiten und leitet ihn von Punkt zu Punkt weiter:

Nach dem Öffnen des Fensters erfolgt als Erstes die Auswahl der Simulation. Wobei nacheinander für jede gewünschte Simulation weitere Einstellungen vorgenommen werden können. Wenn ein **Indikator** gewählt wurde, erscheint eine neue Spalte, in der die **Einheit** näher bestimmt wird. Es gibt in der Spalte der Einheit verständlicherweise nur die vom Programm zur Verfügung gestellten Möglichkeiten zur Auswahl.

Als nächstes öffnet sich der Bereich der **räumlichen Einstellungen**. Auch hier können nur die von der Software unterstützten Möglichkeiten verändert werden.

Um möglichst allen Programmen gerecht zu werden, wird in diesem Entwurf in Bezug auf die räumlichen Eigenschaften von architektonischen Räumen ausgegangen. Denn eine Eingabe eines Gebäudes in ein Simulationsprogramm kann sich im Normalfall auf eine Reihe von architektonischen Räumen zurückführen lassen. Die Räume werden in dem unten angeführten Beispiel ganz allgemein mit „Raum 1“ und „Raum 2“ bezeichnet, gemeint sind damit die vom Benutzer bereits im Vorfeld während des Eingabeprozesses definierten Räume.

Aufbau des Interfaces

Aufbau des Interfaces

In der Groupbox „Räume“ befindet sich ein Button, der ein Fenster zur Bearbeitung der Raster-Einstellungen öffnet. Falls von der Software keine Grid-Berechnungen durchgeführt werden, ist dieser Button deaktiviert. Im geöffneten Fenster können die Rasterabstände (entspricht in der Matrix: räumliche Auflösung, grid spacing) geändert werden und außerdem können noch Einstellungen zur Art der Ausgabe (entspricht in der Matrix: Mittelungsmodus) vorgenommen werden (siehe Abb. 35 und Abb. 36).

Die Flächen sind nach Räumen geordnet und werden als die sechs Begrenzungsflächen eines Raumes betrachtet. In einem eigenständigen Fenster, in das man über einen rechts angeordneten Button gelangt, können die Flächen bearbeitet werden. Jede Ebene kann parallel zu sich selbst beliebig im Raum verschoben werden, indem der Abstand der Verschiebung angegeben wird (siehe Abb. 38 und Abb. 39).

Auch für die Fläche können Raster-Einstellungen verändert werden, falls das Programm diese Option unterstützt (siehe Abb. 37).

Die Punkte werden ebenfalls nach Räumen geordnet angegeben. Ihre Lage kann entweder mit globalem oder lokalem Koordinatensystem bestimmt werden. Außerdem können in einem eigenen Fenster, das sich durch einen Mausklick auf den Button rechts öffnet, neue Punkte hinzugefügt werden (siehe Abb. 40 und Abb. 41).

Nachdem die räumlichen Einstellungen vorgenommen wurden, kann für jeden räumlichen Parameter (Raum, Fläche oder Punkt) eine **zeitliche Einstellung** vorgenommen werden. Um langwierige Eingaben zu vermeiden, können auch durch Aktivierung der Checkbox „gesamtes Gebäude“ oder „alle gewählten“ für mehrere Einträge die gleichen zeitlichen Eigenschaften festgelegt werden.

Auch für die Zeit können noch nähere Angaben erfolgen. Mit einem Button kann ein Fenster für Zeitraster-Einstellungen geöffnet werden, in dem der Abstand der Berechnungsschritte (entspricht in der Matrix: zeitl. Auflösung) und die Art der Ausgabe (entspricht in der Matrix: Mittelungsmodus) angegeben werden können (siehe Abb. 42 und Abb. 43).

Als letzte Spalte werden in diesem Entwurf die **graphischen Einstellungen** angeführt. Dadurch wird darauf hingewiesen, dass es in diesem Rahmen auch möglich wäre, eine individuelle Gestaltung des graphischen Outputs anzubieten.

vorgeschlagenes
Interface

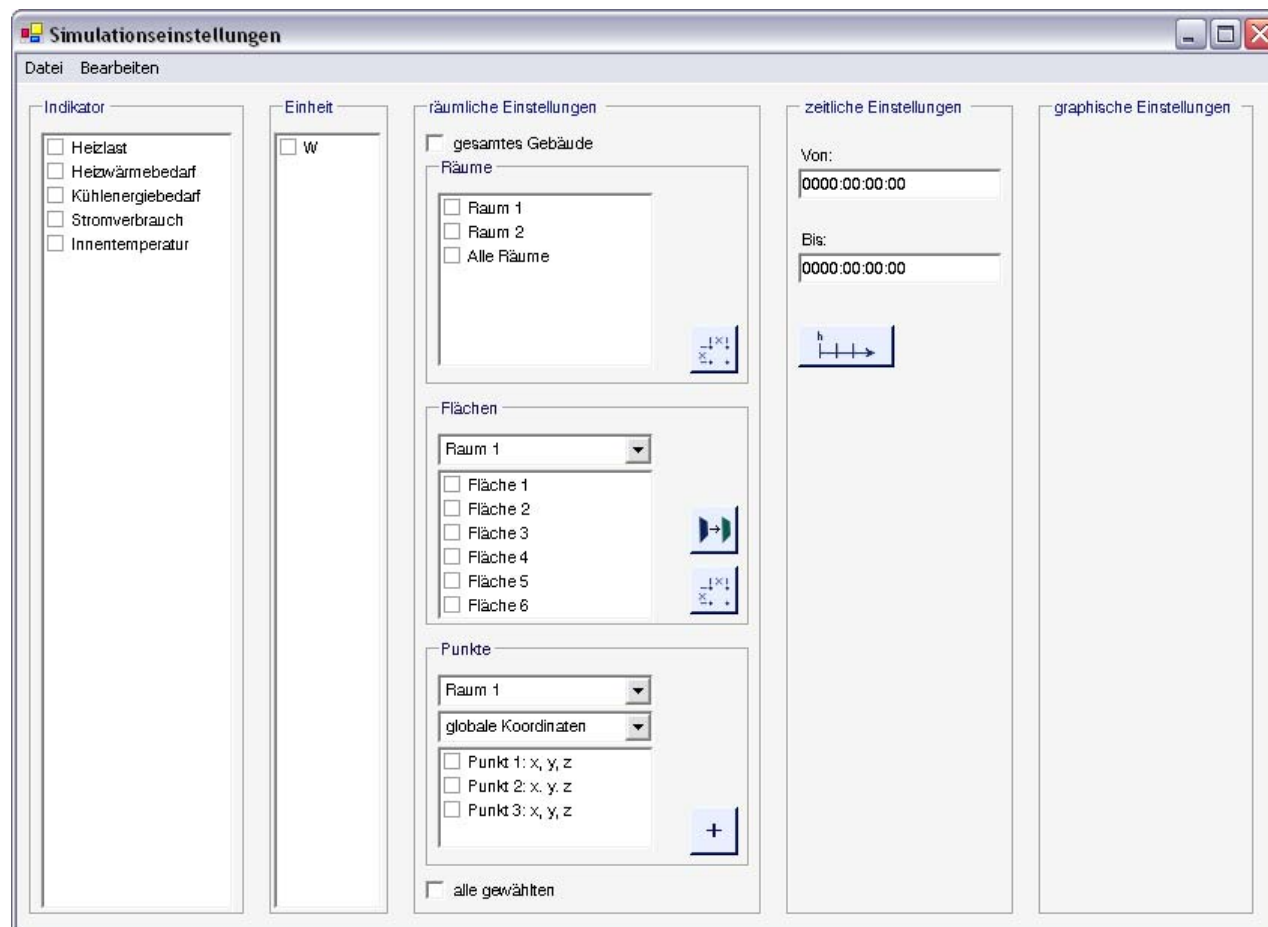


Abb. 34:
Allgemeine Form des vorgeschlagenen Interfaces



Abb. 35:
Button Raster-
Einstellungen

Abb. 36:
Raster-Einstellungen für Räume

Abb. 37:
Raster-Einstellungen für Flächen

Rastereinstellungen



Abb. 38:
Button Fläche
bearbeiten

Abb. 39:
Fläche bearbeiten

Fläche bearbeiten



Abb. 40:
Button Punkt
hinzufügen

Abb. 41:
Punkt hinzufügen

Punkt hinzufügen



Abb. 42:
Button Zeitraster-
Einstellungen

Abb. 43:
Zeitraster-Einstellungen

Zeitraster Einstellungen

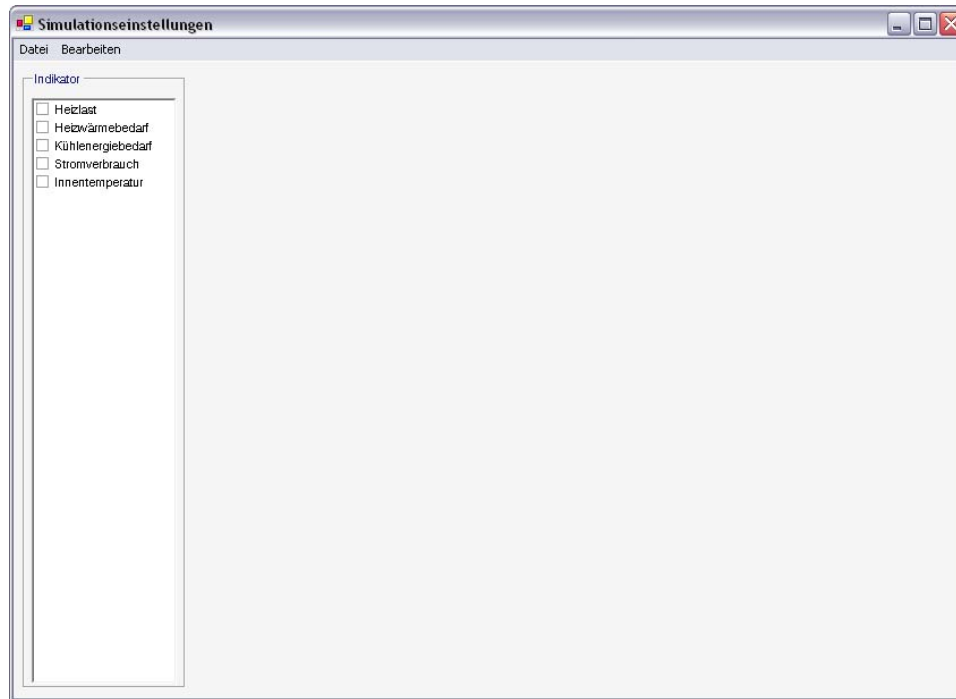


Abb. 44:
Simulationseinstellungen:
Das Fenster
Simulationseinstellungen
wird geöffnet und der
Benutzer kann einen
Indikator auswählen.

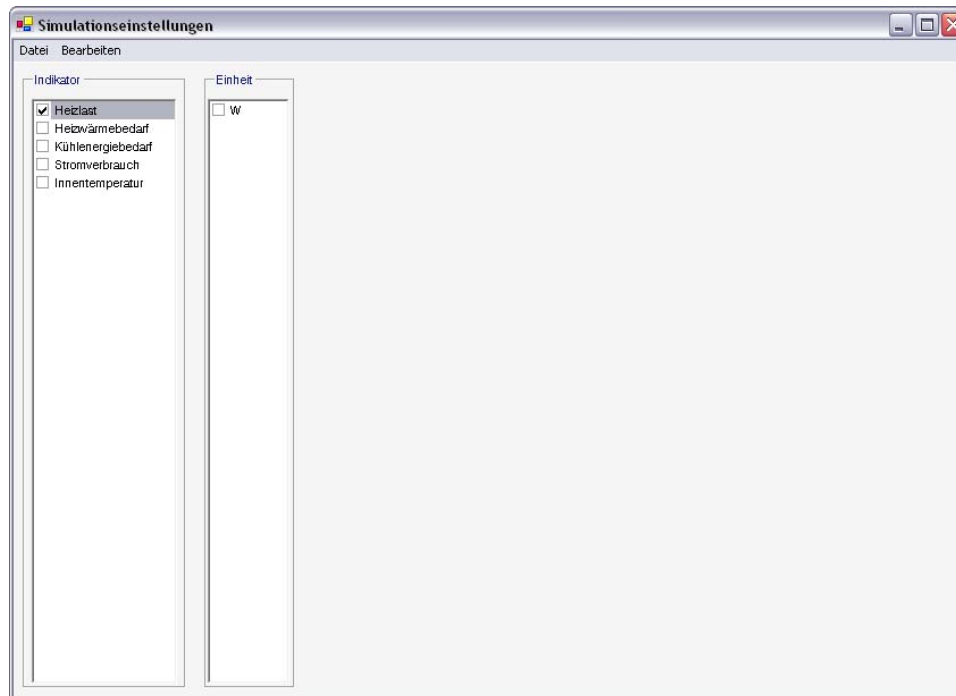


Abb. 45:
Simulationseinstellungen:
Nachdem ein Indikator
gewählt wurde, erscheint die
Spalte zur Auswahl der
Einheit.

Beispiel eines Interfaces

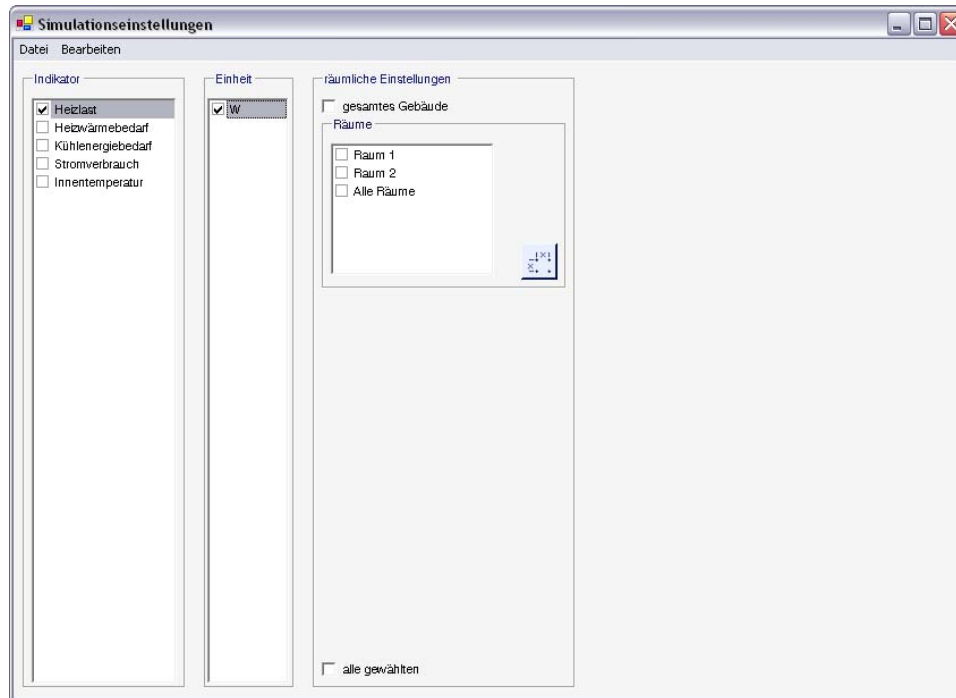


Abb. 46:
Simulationseinstellungen:
Die Einheit wurde ausgewählt,
daraufhin erscheint eine Spalte zu
den räumlichen Einstellungen.
In diesem Programm kann die
Heizlast nur für Räume, nicht
aber für Punkte oder Flächen
berechnet werden, daher werden
die Auswahlflächen für Fläche
und Punkte nicht angezeigt.

Beispiel eines Interfaces

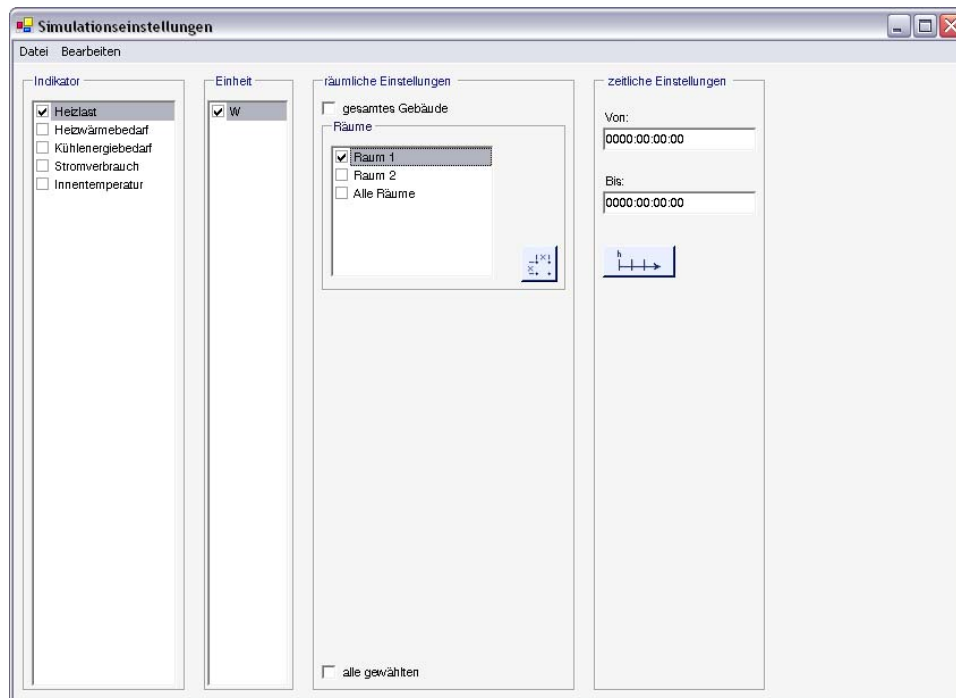


Abb. 47:
Simulationseinstellungen:
Nach der Festlegung der
räumlichen Einstellungen erfolgt
die Bestimmung der zeitlichen
Einstellungen.

Beispiel eines Interfaces

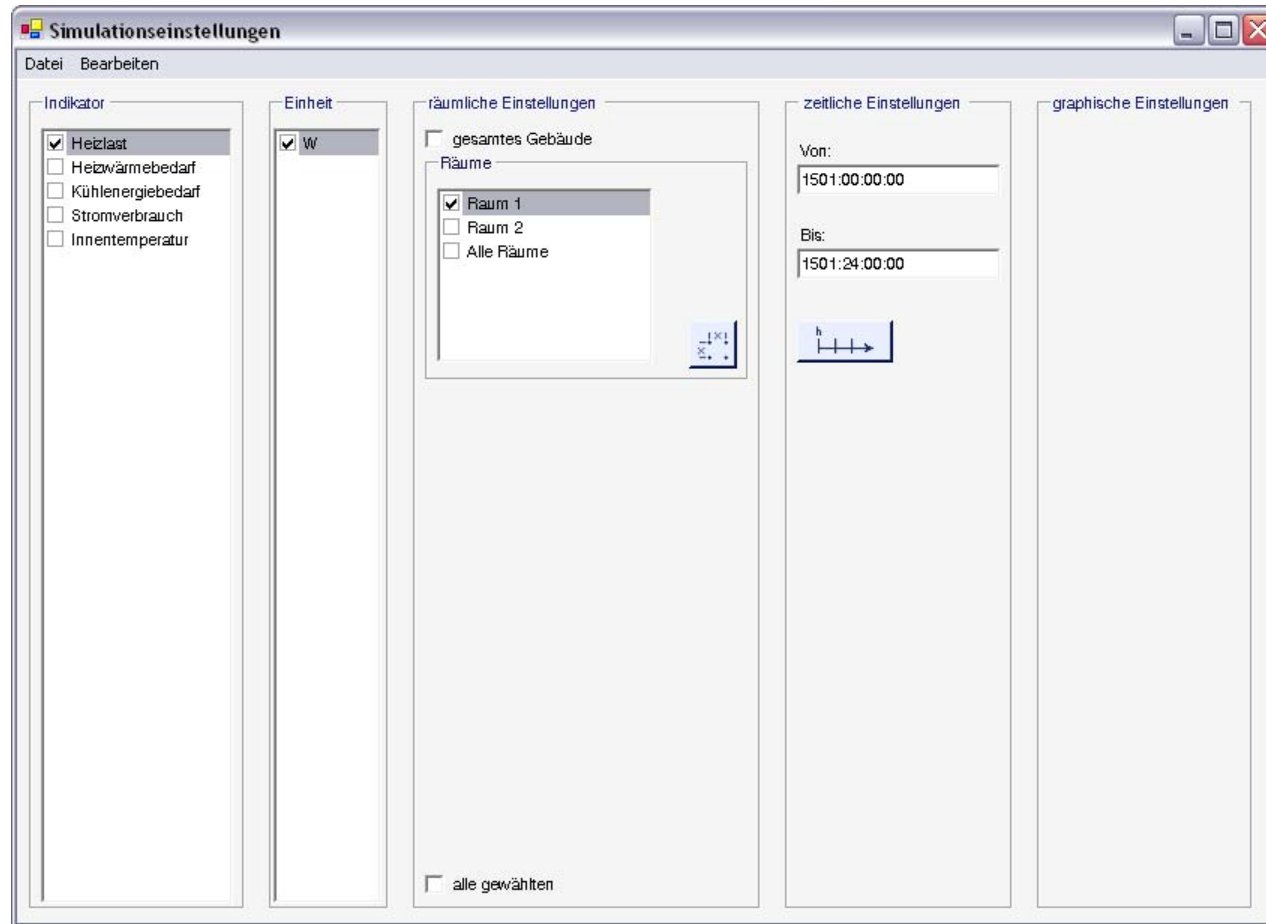


Abb. 48:
Simulationseinstellungen: Als letzte Option wird hier die Möglichkeit einer Implementierung von individuellen graphischen Einstellungen angeführt.

4. Diskussion

Durch die Untersuchung aller Outputs der ausgewählten Programme konnte gezeigt werden, dass 90% der Simulationsdaten in einem einheitlichen System darstellbar sind. Auf Basis dieser Studie kann davon ausgegangen werden, dass es möglich ist, dieses System auf alle Gebäudesimulationsprogramme anzuwenden und somit in verschiedenen Bereichen für den Benutzer eine größere Übersichtlichkeit zu schaffen.

Beim Vergleich verschiedener Simulationsprogramme im Zuge dieser Arbeit konnte ein großer Mangel der Programme festgestellt werden: Das Fehlen einer übersichtlichen Form der Auswahl der zu berechnenden Outputs. Vor allem, wenn eine große Anzahl verschiedenster Berechnungen zu Auswahl steht, ist es für den Benutzer schwierig, diese in den verzweigten Menüs und Unter-Menüs zu finden.

Um dieses in der Visualisierung des Outputs von Gebäudesimulationen vorherrschende Chaos einzudämmen, wurde in dieser Arbeit eine Matrix entwickelt und untersucht, die für einen Großteil der Simulationsprogramme und deren Daten ein einheitliches System der Spezifikation bietet.

Die Schwierigkeit liegt wohl darin, ein System zu finden, das allen verschiedenen Daten gerecht wird und sie trotz ihrer Verschiedenheit in einer einheitlichen Form darzustellen vermag. Durch die in Abschnitt „3..1. Matrixvorschlag: allgemeine Form“ vorgestellte Matrix kann dies ermöglicht werden.

In der Problematik bezüglich einer übersichtlichen Form zur Auswahl der zu berechnenden Outputs kann das System der untersuchten Matrix eine Abhilfe schaffen, weil es klar alle relevanten Parameter aufzeigt. Ein Beispiel eines möglichen Interfaces ist in Abschnitt „3.4. Mögliches Interface anhand eines Beispiels“ zu finden.

einheitliche Struktur

Außerdem kann dieses auf den Parametern der Matrix basierende Interface dem Benutzer zu einem einfacheren Zurechtfinden mit einer neuen Software verhelfen. Es muss nicht für jedes neu erworbene Programm erneut der Umgang erlernt werden. Vielmehr kann eine schon bekannte Struktur wieder gefunden und so sofort effizient gearbeitet werden.

Viel schwieriger ist es aber für den Benutzer von Simulationsprogrammen, wenn er vor dem Erwerb einer Software herausfinden will, welche Größen diese berechnet. Eine Datenbank, die Auskünfte über die vom Programm berechneten Größen sowie deren grundlegende Eigenschaften gibt, könnte hier Abhilfe verschaffen. Allerdings würde es sich äußerst aufwendig gestalten, diese zu erstellen. Sämtliche Programme müssten untersucht und klassifiziert werden. Dies ist aufgrund der vielen verschiedenen Parameter der Berechnungen etwas kompliziert, da es nicht reicht, nur die Bezeichnung des Outputs anzugeben. Denn nur der Name der Berechnung gibt dem künftigen Benutzer keine weitere Auskunft über die genauere Beschaffenheit der Outputdaten.

Hingegen könnte eine Datenbank, die auf der vorgestellten Matrix basiert. Genauere Auskünfte zu den wesentlichen Parametern der Daten geben.

Dies wiederum ermöglicht auch eine Vergleichbarkeit von Programmen und deren Outputs. Und mit einer Signatur der Programme in Form der Matrix kann auch einfach eine übersichtliche Datenbank erstellt werden, die über die möglichen Berechnungen der einzelnen Programme Auskunft gibt und dem Benutzer so einen besseren Überblick über das Angebot verschafft.

Ein weiterer großer Vorteil der Matrix liegt in der Möglichkeit der Implementierung in Anwendungen. Sie kann so als Basis für die Erstellung von Grafiken dienen. Dadurch könnte auch für den Benutzer die Option der individuellen Erstellung von Grafiken ermöglicht werden – ähnlich wie im Windows Programm Excel.

Außerdem kann die Matrix als Schnittstelle verwendet werden, um Daten zwischen Simulationsprogrammen auszutauschen.

Datenbank

Implementierung

5. Schlussfolgerung

5.1. Leistung/was wurde gezeigt

Mit dieser Arbeit wurde gezeigt, dass es möglich ist, die sehr verschiedenen Outputs von Gebäudesimulationen in einer einheitlichen Form darzustellen. Es wurden die Vorteile einer derartigen Systematisierung hervorgehoben und ein mögliches Interface vorgestellt, in dem der zu berechnende Output spezifiziert werden kann. Da es auf der untersuchten Matrix basiert, ist es wie diese universell einsetzbar und somit für alle Programme verwendbar. Mit seiner Implementierung in bestehende sowie neue Simulationssoftware kann dem Benutzer ein besserer Überblick über die Simulationsmöglichkeiten im jeweiligen Programm geboten werden.

Somit wurde mit dieser Arbeit ein Beitrag zur Untersuchung des Outputs von Gebäudesimulationen geliefert. Durch die Matrix konnte eine Grundstruktur geschaffen werden, die als Basis für Benutzerstrukturen (Interfaces) sowie programmierten Strukturen (Datenaustausch zwischen Programmen, Diagrammerstellung) verwendet werden kann.

5.2. Offene Fragestellungen

Die Fortsetzung der vorliegenden Arbeit kann in der Erstellung einer Datenbank aller Simulationsprogramme und der Klassifizierung deren Outputs liegen.

Die Implementierung des vorgeschlagenen Output-Bereichs in die gängige Software wäre wünschenswert. Gleichzeitig kann das vorgeschlagene Interface integriert werden.

Außerdem ist die Einbindung von Programmen zur Erstellung von Diagrammen in die Simulationssoftware zur individuellen Gestaltung der Ausgabe des Outputs noch zu untersuchen.

Neben der Klassifizierung der berechneten Outputs durch den vorgestellten Output-Bereich sollte eine einheitliche Namensgebung der verschiedenen Outputs in allen Programmen vorgenommen werden, um die Outputs in der Datenbank klar, verständlich und geordnet präsentieren zu können.

6. Literaturverzeichnis:

Brooks, F. P. 1986. Walkthrough – A dynamic graphics system for simulating virtual buildings. Proc. Workshop in Interactive 3-D Graphics. University of North Carolina

Christensen, Claus Lynge. 2002. Odeon Room Acoustics Program, Version 6 Manual. Industrial, Auditorium and Combined Editions. Lizenz der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien.

Clarke, A. M.; Allison, G.; Carter, C. J.; Graham, R.; Maguire, M. C.; Parker, C. G.; Pomfrett, S. M.; Stapleton, L. J. (Eds.). 1996. Human Factors Guidelines for Designers of Telecommunication Services for Non-Expert Users. Volumes 1 and 2. HUSAT Research Institute. ISBN 1 901267 00 8

Danchak, M.M. 1976. CRT displays for power plants. Instrumentation Technology. 23 (10). pp 29-36

Deatherage, D.H. 1972. Auditory and Other Sensory Forms of Information Presentation. In: Van Cott, H.; Kinkade, R. (Eds). Human Engineering Guide to Equipment Design. Revised Edition. Washington. US Government Printing Office. pp 123–160

Dix, Alan; Finlay, Janet; Abowd, Gregory; Russell, Beale. 1995. Mensch Maschine Methodik. Prentice Hall Verlag. München. ISBN 3-930436-10-8

Ehrenreich, S. L.; Porcu, T.A. 1982. Abbreviations for automated systems: Teaching operators the rules. In: Badre, A.; Shneiderman, B. (Eds). Directions in Human-Computer Interaction. Norwood. NJ: Ablex Publishing. pp 111-135

Galitz, Wilbert O. 1985. Handbook of Screen Format Design. Amsterdam. North-Holland. ISBN 0-444-87837-8

Gill, J. 1997. Access Prohibited. Information for Designers of Public Access Terminals. Royal National Institute for the Blind. 224 Great Portland Street. London W1N 644. UK. ISBN 186048 014 1

Heidt, F.D. 1999. Casanova, Version 2.4. Lernprogramm zu Energie- und Heizwärmebedarf, solaren Gewinnen und sommerlicher Überwärmung von Gebäuden. Download von: <http://nesa1.uni-siegen.de/> , Mai 2004

Helander, H. G. 1987. Design of visual displays. In: G. Salvendy (Ed.). Handbook of Human Factors. New York. McGraw-Hill

Maguire, M. C. 1985. A Review of Human Factors Guidelines and Techniques for the Design of Graphical Human-Computer Interfaces. HUSAT Research Center. Loughborough University. UK. pp 161-84

Maguire, M.C. 1999. A Review of User-Interface Design Guidelines for Public Information Kiosk Systems. In: International Journal of Human-Computer Studies. Vol.50. ISSN 1071-5819. pp 263-286. siehe auch: http://www.lboro.ac.uk/eusc/g_design_kiosks.html

Mahdavi, Ardeshir. 1999. Unveröffentlichtes Manuskript. Carnegie Mellon University. Pittsburg. PA. USA

Mahdavi, Ardeshir. 2004. Reflections on computational building models. In: Building and Environment. 39. pp 913 – 925.

Marsh, Andrew. 1994 – 2003. Ecotect, Version 5.20 (b). product from Square One. Evaluation mode – application will time-out after 1 hour. Download von: <http://www.squ1.com/index.php?http://www.squ1.com/ecotect/ecotect-home.html> , Mai 2004

Mathew, P.; Mahdavi, A. 1998. High-Resolution Thermal Modeling for Computational Building Design Assistance. Computing in Civil Engineering; Proceedings of the International Computing Congress, 1998 ASCE Annual Convention. pp. 522-533.

NASA. 1980. Spacelab display design and command usage guidelines (Report MSFC-PROC-711A). Huntsville. AL: George C. Marshall Space Flight Center

Physibel (company). 2002. Capsol , Version 4.0 Manual. Computer program to calculate multizonal transient heat transger. Download von: <http://www.physibel.be/contact.htm> , Mai 2004

Physibel (company). 2002. Voltra & Sectra Manual. Computer program to calculate 3D & 2D transient heat transfer in objects described in a rectangular grid using the energy balance technique. Download von: <http://www.physibel.be/contact.htm> , Mai 2004

Prazeres, L.; Clarke, J. A. 2003. Communicating Building Simulation Outputs do Users. In: Augenbroe, G.; Hensen, J (Eds). Building Simulation 2003. For better building design. Vol. 3. Eindhoven. Netherlands. ISBN 90-386-1566-3. pp 1053-1060

Preece, Jennifer; Roger, Yvonne; Sharp, Helen; Benyon, D; Holland, S.; Carey, T. (1994). Human-Computer Interaction. Addison-Wesley

Rehe, Rolfe F. 1974. Topography: How to make it most legible. Carmel. Ind: Design Research International

Smith, S.L.; Moiser, J.N. 1986. Guidelines for designing user interface software (Technical Report ESD-TR-86-278). Hanscom Air Force Base. MA: USAF Electronic Systems Division

Tinker, M. A. 1965. Bases for Effective Reading. Minneapolis. University of Minesota Press

Travis D. 1991. Effective Colour Displays. London. Academic Press

Trollip, S.R.; Sales, G. 1986. Readability of computer-generated fill-justified text. Human Factors 28. pp 159-163

Tufte, Edward R. 1983. The Visual Display of Quantitive Information. Connetticut. Cheshire. Graphic Press

Tufte, Edward R. 1990. Envisioning Information. Connetticut. Cheshire. Graphic Press

Tullis, Thomas S. 1981. An evaluation of alphanumeric, graphic, and colour information displays. Human Factors 23. pp 541-550

Tullis, Thomas S. 1991. Screen Design. In: Helander, Martin (Ed). Handbook of Human-Computer Interaction. North-Holland. Amsterdam. ISBN 0 444 70536 8. pp 377-411

Vartabedian, A. G. 1971. The effects of letter size, case, and generation method on CRT display search time. Human Factors 13(4). pp 363-368

7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis:

Abb. 1: Dix et al. 1995. p35

Abb. 2: Dix et al. 1995. p35

Abb. 3: Tullis 1991. p403

Abb. 4: Tullis 1991. p403

Abb. 5: Tullis 1991. p403

Abb. 6: Tullis 1991. p403

Abb. 7: Tullis 1991. p403

Abb. 8: Tullis 1991. p403

Abb. 9: Tullis 1991. p403

Abb. 10: Tullis 1991. p403

Abb. 11: Microsoft Windows XP Professional Version 2002. Studentenlizenz TU Wien

Abb. 12: Mathew, P.; Mahdavi, A. 1998. Screenshot der Nodem Ergebnisdatei

Abb. 13: Screenshot von Geba (das Programm Geba wurde während des Studiums in einer Lehrveranstaltung der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien eingesetzt)

Abb. 14: Screenshot von Geba (das Programm Geba wurde während des Studiums in einer Lehrveranstaltung der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien eingesetzt)

Abb. 15: Heidt 1999. Screenshot von Casanova

Abb. 16: Marsh 1994 – 2003. Screenshot von Ecotect

Abb. 17: Marsh 1994 – 2003. Screenshot von Ecotect

Abb. 18: Marsh 1994 – 2003. Screenshot von Ecotect

Abb. 19: Marsh 1994 – 2003. Screenshot von Ecotect

Abb. 20: Physibel 2002 Capsol. p 49

Abb. 21: Physibel 2002 Voltra & Sectra. p18

Abb. 22: Screenshot von download: <http://www.physibel.be/contact.htm> , Mai 2004

Abb. 23: Physibel 2002 Voltra & Sectra. P21

Abb. 24: Screenshot von Solrad (das Programm Solrad wurde während des Studiums in einer Lehrveranstaltung der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien eingesetzt)

Abb. 25: Screenshot von Solrad (das Programm Solrad wurde während des Studiums in einer Lehrveranstaltung der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien eingesetzt)

Abb. 26: Screenshot von Odeon Version 6.0 (das Programm Odeon wurde an Computern der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien verwendet)

Abb. 27: Screenshot von Odeon Version 6.0 (das Programm Odeon wurde an Computern der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien verwendet)

Abb. 28: Screenshot von Odeon Version 6.0 (das Programm Odeon wurde an Computern der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien verwendet)

Abb. 29: Screenshot von Odeon Version 6.0 (das Programm Odeon wurde an Computern der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien verwendet)

Abb. 30: Screenshot von Odeon Version 6.0 (das Programm Odeon wurde an Computern der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien verwendet)

Abb. 31: Screenshot von Odeon Version 6.0 (das Programm Odeon wurde an Computern der Abteilung Bauphysik und Humanökologie an der TU Wien verwendet)

Abb. 32: <http://www.squ1.com/index.php?http://www.squ1.com/ecotect/ecotect-home.html>

Abb. 33: Marsh 1994 – 2003. Screenshot der Ecotect-Hilfe-Datei

Abb. 34: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien

Abb. 35: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien

Abb. 36: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 37: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 38: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 39: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 40: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 41: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 42: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 43: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 44: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 45: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 46: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 47: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien
Abb. 48: eigener Entwurf in Microsoft Visual Studio .NET 1987 – 2002. Studentenlizenz TU Wien

Tabelle 1: Outputdarstellung in Nodem

Tabelle 2: Outputdarstellung in Geba

Tabelle 3: Outputdarstellung in Casanova

Tabelle 4: Outputdarstellung in Ecotect

Tabelle 5: Outputdarstellung in Capsol

Tabelle 6: Outputdarstellung in Voltra

Tabelle 7: Outputdarstellung in Solrad

Tabelle 8: Outputdarstellung in Odeon

Tabelle 9: Beispiel der Outputdarstellung im vorgeschlagenen Output-Bereich

Anhang A

Untersuchung des Outputs von Gebäudesimulationsprogrammen

Graphisch/Text = Darstellung des Outputs in den Programmen graphisch oder als Text

Art der Graphik = mit welcher Art von Graphik wird der Output dargestellt

	Output	Graphisch/ Text	Art der Graphik
Nodem	Heizlast	Text	
	Heizwärmebedarf	Text	
	Kühlenergiebedarf	Text	
	Stromverbrauch	Text	
	Innentemperatur	Text	
Geba	Heizlast	Graphisch/ Text	einfaches Liniendiagramm (in einem Text-Editor, Linien werden durch "+, -, *" - Zeichen gebildet), (h,% von max.)
	Kühllast	Graphisch/ Text	einfaches Liniendiagramm (in einem Text-Editor, Linien werden durch "+, -, *" - Zeichen gebildet), (h,% von max.)
	Empfundene Temperatur	Graphisch/ Text	einfaches Liniendiagramm (in einem Text-Editor, Linien werden durch "+, -, *" - Zeichen gebildet), (h,°C)
	Innentemperatur	Graphisch/ Text	einfaches Liniendiagramm (in einem Text-Editor, Linien werden durch "+, -, *" - Zeichen gebildet), (h,°C)
	Innenwärmen - Sonne	Text	
	Innenwärmen - Personen	Text	
	Innenwärmen - Beleuchtung	Text	
	Innenwärmen (Sonne + Personen + Beleuchtung gesamt)	Text	
	Lüftungswärmeverluste - Fugen	Text	
	Lüftungswärmeverluste - Zusätzlich	Text	
	Lüftungswärmeverluste (Fugen + Zusätzlich gesamt)	Text	

Casanova	Output	Graphisch/ Text	Art der Graphik
	Transmissionswärmeverluste	Graphisch/ Text	gestapeltes Balkendiagramm, Balkendiagramm
	Lüftungsverluste	Graphisch/ Text	gestapeltes Balkendiagramm
	Interne Gewinne	Graphisch/ Text	gestapeltes Balkendiagramm
	Solare Gewinne	Graphisch/ Text	gestapeltes Balkendiagramm, Balkendiagramm
	Heizwärmebedarf	Graphisch/ Text	gestapeltes Balkendiagramm
	Durchschnittliche Überwärmung, monatl. Durchschnitt, jährl. Durchschnitt	Graphisch	Balkendiagramm
	CO2 Jahressumme	Graphisch/ Text	Rauchwolke aus Schorn- stein (Größe der Wolke zeigt Verbrauch an)
	Ressourcenverbrauch	Graphisch/ Text	Symbol für Energieträger (Größe zeigt Verbrauch an), Balkendiagramm
Ecotect	Output	Graphisch/ Text	Art der Graphik
	Überschattung (Overshadowing)	Graphisch	am Modell (Animation möglich)
	Sonnengang (Sun-Path)	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (orthographisch oder polar), am Modell (dreidimensional, interaktiv)
	Solarer Horizont (Solar Horizon)	Graphisch	Linien - und Flächendiagramm (polar oder orthographisch), (Schatten werden ins Sonnengang-Diagramm eingezeichnet)
	Beschattungs-Tabellen (Shading Tables)	Graphisch	Linien - und Flächendiagramm (polar oder orthographisch), (Schatten werden ins Sonnengang-Diagramm eingezeichnet), (°, Datum, %)
	Beschattungsprofile (Shadow Range)	Graphisch	am Modell
	Sonnenstrahlen (Solar Rays)	Graphisch	am Modell
	optimiertes Beschattungsdesign (Optimised Shading Design)	Graphisch	am Modell
	Projezierte Beschattungsstrahlen (Projected Shading Rays)	Graphisch	am Modell (mit Farbcode)
	Solarprofile (Cutting Solar Profiles)	Graphisch	am Modell
	Solare Projektionen (Solar Projections)	Graphisch	am Modell
	Solar Exposure - Hourly - Collected	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (h, W/m2 + %)
	Solar Exposure - Daily - Collected	Text	
	Solar Exposure - Hourly - Direct	Graphisch	Liniendiagramm (h, W/m2 + %)
	Solar Exposure - Hourly - Diffuse	Graphisch	Liniendiagramm (h, W/m2 + %)
	Solar Exposure - Hourly - Reflected	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (h, W/m2 + %)
	Solar Exposure - Daily - Reflected	Text	

Ecotect	Output	Graphisch/ Text	Art der Graphik
	Solar Exposure - Hourly - Shading	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (h, W/m2 + %)
	Solar Exposure - Hourly - Global	Text	
	Solar Exposure - Daily - Global	Text	
	Solar Exposure - Hourly - Sun Angle	Text	
	Solar Exposure - Average Daily (=average day per month) - Available Solar Radiation	Graphisch	Flächendiagramm (h, Monate, W/m2)
	Solar Exposure - Average Daily (=average day per month) - Received Solar Radiation	Graphisch/ Text	Flächendiagramm (h, Monate, W/m2)
	Solar Exposure - Average Daily (=average day per month) - Reflected Solar Radiation	Graphisch	Flächendiagramm (h, Monate, W/m2)
	Solar Exposure - Average Daily (=average day per month) - Unobstructed Sun	Graphisch	Flächendiagramm (h, Monate, W/m2)
	Solar Exposure - Average Daily (=average day per month) - Global	Text	
	Solar Exposure - Average Daily (=average day per month) - Average Shade	Text	
	Solar Exposure - Average Daily (=average day per month) - Reflect	Text	
	Solar Exposure - Average Daily (=average day per month) - Collected	Text	
	Solar Exposure - Total Monthly - Available Solar Radiation	Graphisch	Flächendiagramm (h, Monate, Wh/m2)
	Solar Exposure - Total Monthly - Received Solar Radiation	Graphisch	Flächendiagramm (h, Monate, Wh/m2)
	Solar Exposure - Total Monthly - Reflected Solar Radiation	Graphisch/ Text	Flächendiagramm (h, Monate, Wh/m2)
	Solar Exposure - Total Monthly - Unobstructed Sun	Graphisch	Flächendiagramm (h, Monate, Wh/m2)
	Solar Exposure - Total Monthly - Global	Text	
	Solar Exposure - Total Monthly - Average Shade	Text	

Ecotect	Output	Graphisch/ Text	Art der Graphik
	Solare Beanspruchung (Solar Stress (=available solar radiation))	Graphisch	am Modell, Linien- und Flächendiagramm (Werte werden im Sonnengang-Diagramm dargestellt)
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily total	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily Direct	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily Diffuse	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily PAR	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, Isolinien)
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Diffuse Fraction	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	Lighting Analysis: Daylight Factor	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	Lighting Analysis: Daylighting Levels	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	Lighting Analysis: Electric Light Levels	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	Lighting Analysis: Overall Light Levels	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	Lighting Analysis: Illumination Vector	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, mit Lichtvektoren)
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): mean radiant temperature	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): predicted mean vote	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): percent dissatisfaction	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): required air velocity	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): Solar gains	Graphisch	am Modell (mit Farbcode, flächig - mit Grid)
	Innentemperaturen (Internal Temperatures)	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (°C,h), am Modell (Zonenweise)
	Wärmegewinne, Wärmeverluste (Heat Gains/Losses)	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (W,h)
	Wärmegewinne zwischen Zonen sQz (Interzonal Gains)	Graphisch/ Text	Flächendiagramm (h, Monate, W)
	Interne Gewinne sQi (Internal Gains)	Graphisch/ Text	Flächendiagramm (h, Monate, W)

Ecotecl	Output	Graphisch/ Text	Art der Graphik
	Lüftungsgewinne sQv (Ventilation Gains)	Graphisch/ Text	Flächendiagramm (h, Monate, W)
	Transmissionswärmeverluste sQc+sQs (Conduction Loads through the Fabric)	Graphisch/ Text	Flächendiagramm (h, Monate, W)
	Kühl- und Heizwärmebedarf (Heating and Cooling Loads)	Graphisch/ Text	Linien- oder Balkendiagramm (Wh, Monate)
	Nachhallzeit (Statistical Reverberation)	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (ms, Hz)
	Schallstrahlen (Sprayed Acoustic Rays)	Graphisch	am Modell
	Animierte Sound-Partikel (Animated Sound Particles)	Graphisch	am Modell
	Abklingrate (Estimated Decay)	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (dB, ms [Frequenzabhängig 63 - 16000Hz]), mit Schallstrahlen im Modell verlinkt
	3D-Schallstrahl (verlinkt mit Liniendiagramm der Abklingrate (Estimated Decay))	Graphisch	am Modell
	Materialkosten (Fabric Costs)	Graphisch/ Text	Kreisdiagramm (\$, Bauteile)
	Treibhausgas zur Herstellung des Baumaterials (Greenhouse Gas)	Graphisch/ Text	Kreisdiagramm (kg, Bauteile)
	Verbaute Energie (Embodied Energy)	Graphisch/ Text	Kreisdiagramm (MJ, Bauteile)
	Instandhaltungsenergie (Maintenance Energy)	Graphisch/ Text	Kreisdiagramm (MJ, Bauteile)
	Instandhaltungskosten (Maintenance Costs)	Graphisch/ Text	Kreisdiagramm (\$, Bauteile)
	Ressourcenmanagement (Resource Management)	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (Wh, Monate)
	Fluid-Dynamik-Analyse (CFD Analysis), (not yet available - under construction)	Graphisch	am Modell (mit Farbcode)
	Windgeschwindigkeit (Prevailing Winds)	Graphisch/ Text	polares, dreidimensionales Flächendiagramm (km/h, h)
	Wind Temperature	Graphisch/ Text	polares, dreidimensionales Flächendiagramm (km/h, h)
	Relative Humidity	Graphisch/ Text	polares, dreidimensionales Flächendiagramm (km/h, h)
	Average Rainfall	Graphisch/ Text	polares, dreidimensionales Flächendiagramm (km/h, h)

Capsol	Output	Graphisch/ Text	Art der Graphik
	Innentemperatur	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (mit Zeit-Achse)
	Heizlast	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (mit Zeit-Achse)
	Kühllast	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (mit Zeit-Achse)
	Wärmeflüsse	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (mit Zeit-Achse)
	Transmissionswärmeverlust	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (mit Zeit-Achse)
	Lüftungswärmeverlust	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (mit Zeit-Achse)
	Knotentemperatur (Node temperatures)	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (mit Zeit-Achse), 3D-Animation (.avi)
	Knoten-Heizlast (Node heat powers)	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (mit Zeit-Achse)
	Knoten- Wärme flüsse (Node heat fluxes)	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (mit Zeit-Achse), 3D-Animation (.avi)
	Solarstrahlung (Solar radiation)	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (mit Zeit-Achse)
Voltra	Output	Graphisch/ Text	Art der Graphik
	Bauteiltemperatur	Graphisch/ Text	am Modell, 3D-Animation (.avi)
	Wärme flüsse in Bauteilen, flow in	Graphisch/ Text	am Modell, 3D-Animation (.avi)
Solrad	Wärme flüsse in Bauteilen, flow out	Graphisch/ Text	am Modell, 3D-Animation (.avi)
	Output	Graphisch/ Text	Art der Graphik
	Sonnengang	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (orthographisch oder polar)
	Besonnungsstunden	Text	
	Strahlungsflüsse Direkt	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (W/m2, h)
	tagesbezogene Strahlungssumme Direkt	Text	
	Strahlungsflüsse Himmel	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (W/m2, h)
	tagesbezogene Strahlungssumme Himmel	Text	
	Strahlungsflüsse Reflex	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (W/m2, h)
	tagesbezogene Strahlungssumme Reflex	Text	
	Strahlungsflüsse Diffus	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (W/m2, h)
	tagesbezogene Strahlungssumme Diffus	Text	
	Strahlungsflüsse Global	Graphisch/ Text	Liniendiagramm (W/m2, h)
	tagesbezogene Strahlungssumme Global	Text	
	Einfallswinkel	Graphisch	Liniendiagramm (°, h)

Odeon	Output	Graphisch/ Text	Art der Graphik
	Reverberation Time (=Nachhallzeit) T₃₀ mit Quick Estimate	Graphisch/ Text	Balkendiagramm (sec, Hz [Frequenz 63 - 800Hz in Oktavenbändern])
	Reverberation Time (=Nachhallzeit) T₃₀ mit Global Estimate	Graphisch/ Text	Balkendiagramm (sec, Hz [Frequenz 63 - 800Hz in Oktavenbändern])
	Early Decay Time EDT	Graphisch/ Text	Balkendiagramm (sec, Hz [Frequenz 63 - 800Hz in Oktavenbändern]), Liniendiagramm
	Sound Pressure Level SPL (=Schallpegel)	Graphisch/ Text	Balkendiagramm (dB, Hz [Frequenz 63 - 800Hz in Oktavenbändern]), Liniendiagramm (dB, sec.), Liniendiagramm(=Reflektogramm) (SPL [dB], Zeit [sec])
	Clarity C80	Graphisch/ Text	Balkendiagramm (dB, Hz [Frequenz 63 - 800Hz in Oktavenbändern])
	Deutlichkeit D50	Graphisch/ Text	Balkendiagramm (Clarity, Hz [Frequenz 63 - 800Hz in Oktavenbändern])
	Early Lateral LF	Text	
	Early Support ST_{early}	Text	
	Late Support ST_{late}	Text	
	Total Support ST_{total}	Text	
	Centre Time Ts	Graphisch/ Text	Balkendiagramm (ms, Hz [Frequenz 63 - 800Hz in Oktavenbändern])
	Lateral Energy Fraction LF₈₀	Graphisch/ Text	Balkendiagramm (LF80, Hz [Frequenz 63 - 800Hz in Oktavenbändern])
	A-weighted Late Lateral Sound Pressure Level LLSPL_A	Text	
	Speech Transmission Index STI	Text	
	Rate of Spatial Decay DL₂	Text	
	Binaural Room Impulse Response BRIR	Graphisch	Liniendiagramm (% , sec)
	3D-Schallstrahl (verlinkt mit Reflektogramm)	Graphisch	am Modell
	3D-Schallstrahluntersuchung	Graphisch	am Modell
	3D-Investigate Ray Tracing	Graphisch	am Modell

Anhang B

Untersuchung des Outputs der einzelnen Programme auf die Möglichkeit der Darstellung in der Matrix

Verwendete Abkürzungen:
sec.....Sekunde
min.....Minute
h.....Stunde
d.....Tag
w.....Woche
m.....Monat
s.....Saison
a.....Jahr
b.....Berechnungsschritte

	Output	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
		Skalare Größe	Einheit	Vektor-größe	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungs-modus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungs-modus	bildlich	symbol.
Nodem	Heizlast	X	W		X		X		cm	arithmetisches Mittel	h		h			
	Heizwärmebedarf	X	Wh		X		X		cm	arithmetisches Mittel	m, a		h	Integral		
	Kühlenergiebedarf	X	Wh		X		X		cm	arithmetisches Mittel	m, a		h	Integral		
	Stromverbrauch	X	Wh		X		X		cm	arithmetisches Mittel	m, a		h	Integral		
	Innentemperatur	X	°C		X		X		cm	arithmetisches Mittel	h		h			

	Output	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
		Skalare Größe	Einheit	Vektor-größe	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungs-modus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungs-modus	bildlich	symbol.
Geba	Heizlast	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Kühllast	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Empfundene Temperatur	X	°C				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Innentemperatur	X	°C				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Innenwärmen - Sonne	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Innenwärmen - Personen	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Innenwärmen - Beleuchtung	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Innenwärmen (Sonne + Personen + Beleuchtung gesamt)	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Lüftungswärmeverluste - Fugen	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Lüftungswärmeverluste - Zusätzlich	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Lüftungswärmeverluste (Fugen + Zusätzlich gesamt)	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
Casanova	Transmissionswärmeverluste	X	kWh, kWh/m2			X	X				m,a		m,a			
	Lüftungsverluste	X	kWh, kWh/m2				X				m,a		m,a			
	Interne Gewinne	X	kWh, kWh/m2				X				m,a		m,a			
	Solare Gewinne	X	kWh, kWh/m2			X	X				m,a		m,a			
	Heizwärmebedarf	X	kWh, kWh/m2				X				m,a		m,a			
	Durchschnittliche Überwärmung, monatl. Durchschnitt, jährl. Durchschnitt	X	h/Tag				X				m,a		d	arithmetisches Mittel		
	CO2 Jahressumme	X	kg, kg/m2				X				a		a	Integral		
	Ressourcenverbrauch	X	kg, kg/m2				X				m,a		m,a			

	Output	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
		Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
Ecotect	Überschattung (Overshadowing)	X	%			X			cm		15 min		15 min			
	Sonnengang (Sun-Path)	X	°					Randbedingung			15 min		15 min			
	Solarer Horizont (Solar Horizon)	X	°					Randbedingung				Kenngroße				
	Beschattungs-Tabellen (Shading Tables)	X	%					Randbedingung			15 min		15 min			
	Beschattungsprofile (Shadow Range)														X	
	Sonnenstrahlen (Solar Rays)															X
	optimiertes Beschattungsdesign (Optimised Shading Design)														X	
	Projizierte Beschattungsstrahlen (Projected Shading Rays)	X	W/m2		X				cm		h		h			
	Solarprofile (Cutting Solar Profiles)														X	
	Solare Projektionen (Solar Projections)														X	
	Solar Exposure - Hourly - Collected	X	W/m2, W			X					h		h			
	Solar Exposure - Daily - Collected	X	Wh/m2, Wh			X					d		h	Integral		
	Solar Exposure - Hourly - Direct	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Hourly - Diffuse	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Hourly - Reflected	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Daily - Reflected	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Solar Exposure - Hourly - Shading	X	%			X					h		h			
	Solar Exposure - Hourly - Global	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Daily - Global	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Solar Exposure - Hourly - Sun Angle	X	°			X					h		h			
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Available Solar Radiation	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Received Solar Radiation	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Reflected Solar Radiation	X	W/m2			X					h		h			

	Output	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
		Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
Ecotect	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Unobstructed Sun	X	%			X					h		h			
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Global	X	kWh/m2			X					d		h	Integral		
		X	kWh/m2			X					m			arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Average Shade	X	%			X					m		h	arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Reflect	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
		X	Wh/m2			X					m		h	arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Collected	X	Wh/m2, Wh			X					d		h	Integral		
		X	Wh/m2, Wh			X					m		h	arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Total Monthly - Available Solar Radiation	X	Wh/m2			X					m		h	Integral		
	Solar Exposure - Total Monthly - Received Solar Radiation	X	Wh/m2			X					m		h	Integral		
	Solar Exposure - Total Monthly - Reflected Solar Radiation	X	Wh/m2, kWh/m2			X					m,a		h	Integral		
	Solar Exposure - Total Monthly - Unobstructed Sun	X	%			X					m		h	arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Total Monthly - Global	X	kWh/m2			X					m		h	Integral		
	Solar Exposure - Total Monthly - Average Shade	X	%			X					m		h	arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Total Monthly - Collected	X	kWh/m2, kWh			X					m, a		h	Integral		
	Photovoltaik-Zellen Bemessung (Photovoltaic Array Sizing and Load Matching)	X	Wh			X					m,a		d	Integral		
	Solare Beanspruchung (Solar Stress (=available solar radiation))	X						Randbedingung			30 min		30 min			
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily total	X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	d		h	Integral		
		X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	m, s, a		d	arithmetisches Mittel		

	Output	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
		Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
Ecotect	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily Direct	X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	d		h	Integral		
		X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	m, s, a		d	arithmetisches Mittel		
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily Diffuse	X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	d		h	Integral		
		X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	m, s, a		d	arithmetisches Mittel		
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily PAR	X	MJ/m2		X	X			cm	arithmetisches Mittel	d		h	arithmetisches Mittel		
		X	MJ/m2		X	X			cm	arithmetisches Mittel	m, s, a		d	arithmetisches Mittel		
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Diffuse Fraction	X	%		X	X			cm	arithmetisches Mittel	d, m, s, a		d	arithmetisches Mittel		
	Lighting Analysis: Daylight Factor	X	%		X	X			cm	arithmetisches Mittel		Momentanwerte				
	Lighting Analysis: Daylighting Levels	X	Lux		X	X			cm	arithmetisches Mittel		Momentanwerte				
	Lighting Analysis: Electric Light Levels	X	Lux		X	X			cm	arithmetisches Mittel		Momentanwerte				
	Lighting Analysis: Overall Light Levels	X	Lux		X	X			cm	arithmetisches Mittel		Momentanwerte				
	Lighting Analysis: Illumination Vector	X	Lux	X	X	X			cm	arithmetisches Mittel		Momentanwerte				
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): mean radiant temperature	X	°C		X	X			cm	arithmetisches Mittel	15 min		15 min			
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): predicted mean vote	X	PMV		X	X			cm	arithmetisches Mittel	15 min		15 min			
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): percent dissatisfaction	X	PPD		X	X			cm	arithmetisches Mittel	15 min		15 min			
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): required air velocity	X	m/s		X	X			cm	arithmetisches Mittel	15 min		15 min			
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): Solar gains	X	W		X	X			cm	arithmetisches Mittel	15 min		15 min			
	Innentemperaturen (Internal Temperatures)	X	°C				X				h		h			
	Wärmegewinne, Wärmeverluste (Heat Gains/Losses)	X	W				X				h		h			
	Wärmegewinne zwischen Zonen sQz (Interzonal Gains)	X	W				X				h		h			

	Output	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
		Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
Ecotect	Interne Gewinne sQi (Internal Gains)	X	W				X				h		h			
	Lüftungsgewinne sQv (Ventilation Gains)	X	W				X				h		h			
	Indirekte solare Gewinne sQs (Indirect Solar Gains)	X	W				X				h		h			
	Direkte solare Gewinne sQg (Direct Solar Gains)	X	W				X				h		h			
	Transmissionswärmeverluste sQc+sQs (Conduction Loads through the Fabric)	X	W				X				h		h			
	Kühl- und Heizwärmebedarf (Heating and Cooling Loads)	X	Wh				X				m, a		h	Integral		
	Nachhallzeit (Statistical Reverberation)	X	sec.				X				Kenngroße					
	Schallstrahlen (Sprayed Acoustic Rays)															X
	Animierte Sound-Partikel (Animated Sound Particles)															X
	Abklingrate (Estimated Decay)	X	dB				X				Momentanwerte					
	3D-Schallstrahl (verlinkt mit Liniendiagramm der Abklingrate (Estimated Decay))															X
	Materialkosten (Fabric Costs)	X	\$					Berechnung fürs gesamte Projekt oder einzelne Bauteile			Kenngroße					
	Treibhausgas zur Herstellung des Baumaterials (Greenhouse Gas)	X	kg				X				Kenngroße					
	Verbaute Energie (Embodied Energy)	X	MJ					Berechnung fürs gesamte Projekt oder einzelne Bauteile			Kenngroße					
	Instandhaltungsenergie (Maintenance Energy)	X	MJ				X				a		a			
	Instandhaltungskosten (Maintenance Costs)	X	\$				X				a		a			
	Ressourcenmanagement (Resource Management)	X	Wh				X				m, a		d	Integral		
	Fluid-Dynamik-Analyse (CFD Analysis), (not yet available - under construction)	X		X	X											

	Output	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
		Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
Ecotect	Windgeschwindigkeit (Prevailing Winds, wind frequency)	X	km/h	X				Randbedingung			h, d		h	arithmetisches Mittel		
		X	km/h	X				Randbedingung			s, a		h	arithmetisches Mittel		
	Wind Temperature	X	°C	X				Randbedingung			h, d		h	arithmetisches Mittel		
		X	°C	X				Randbedingung			s, a		h	arithmetisches Mittel		
	Relative Humidity	X	%	X				Randbedingung			h, d		h	arithmetisches Mittel		
		X	%	X				Randbedingung			s, a		h	arithmetisches Mittel		
	Average Rainfall	X	mm	X				Randbedingung			h, d		h	arithmetisches Mittel		
		X	mm	X				Randbedingung			s, a		h	arithmetisches Mittel		

	Output	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
		Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
Capsol	Innentemperatur	X	°C				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Heizlast	X	W/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Heizwärmebedarf	X	Wh/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Kühllast	X	W/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Kühlenergiebedarf	X	Wh/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Wärmeflüsse	X	W/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Wärmeflüsse	X	Wh/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Transmissionswärmeverlust	X	W/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Transmissionswärmeverlust	X	Wh/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Lüftungswärmeverlust	X	W/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Lüftungswärmeverlust	X	Wh/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Knotentemperatur (Node temperatures)	X	°C		X						min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Knoten-Heizlast (Node heat powers)	X	W/m2		X						min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Knoten-Heizlast (Node heat powers)	X	Wh/m2		X						min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Knoten- Wärmeflüsse (Node heat fluxes)	X	W/m2		X						min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Knoten- Wärmeflüsse (Node heat fluxes)	X	Wh/m2		X						min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Solarstrahlung (Solar radiation)	X	W/m2			X					min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Solarstrahlung (Solar radiation)	X	Wh/m2			X					min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		

Voltra		Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
	Output	Skalare Größe	Einheit	Vektor-größe	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungs-modus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungs-modus	bildlich	symbol.
	Bauteiltemperatur	X	°C		X				m		sec		sec			
	Wärmeflüsse in Bauteilen, flow in	X	W		X				m		sec		sec			
	Wärmeflüsse in Bauteilen, flow out	X	W		X				m		sec		sec			

Solrad		Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
	Output	Skalare Größe	Einheit	Vektor-größe	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungs-modus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungs-modus	bildlich	symbol.
	Sonnengang	X	°		Randbedingung						h		h			
	Besonnungsstunden	X	h			X					m		m			
	Strahlungsflüsse Direkt	X	W/m2			X					h, d		h	arithmetisches Mittel		
	tagesbezogene Strahlungssumme Direkt	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Strahlungsflüsse Himmel	X	W/m2			X					h, d		h	arithmetisches Mittel		
	tagesbezogene Strahlungssumme Himmel	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Strahlungsflüsse Reflex	X	W/m2			X					h, d		h	arithmetisches Mittel		
	tagesbezogene Strahlungssumme Reflex	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Strahlungsflüsse Diffus	X	W/m2			X					h, d		h	arithmetisches Mittel		
	tagesbezogene Strahlungssumme Diffus	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Strahlungsflüsse Global	X	W/m2			X					h, d		h	arithmetisches Mittel		
	tagesbezogene Strahlungssumme Global	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Einfallswinkel	X	°			X					h		h			

	Output	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
		Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
Odeon	Reverberation Time (=Nachhallzeit) T₃₀ mit Quick Estimate	X	sec				X					Kenngroße				
	Reverberation Time (=Nachhallzeit) T₃₀ mit Global Estimate	X	sec		X		X		m	arithmetisches Mittel		Kenngroße				
	Early Decay Time EDT	X	sec		X		X		m	arithmetisches Mittel		Kenngroße				
	Sound Pressure Level SPL (=Schallpegel)	X	dB		X				m			Momentanwerte				
	Clarity C80	X	dB		X				m			Kenngroße				
	Deutlichkeit D50	X			X				m			Kenngroße				
	Early Lateral LF	X			X				m			Momentanwerte				
	Early Support ST_{early}	X	dB		X				m			Kenngroße				
	Late Support ST_{late}	X	dB		X				m			Kenngroße				
	Total Support ST_{total}	X	dB		X				m			Kenngroße				
	Centre Time Ts	X	ms		X				m			Kenngroße				
	Lateral Energy Fraction LF₈₀	X			X				m			Kenngroße				
	A-weighted Late Lateral Sound Pressure Level LLSPL_A	X	dB		X				m			Momentanwerte				
	Speech Transmission Index STI	X			X				m			Kenngroße				
	Rate of Spatial Decay DL₂	X	dB		X				m			Kenngroße				
	Binaural Room Impulse Response BRIR	X	%		X				m			Kenngroße				
	3D-Schallstrahl (verlinkt mit Reflektogramm)															X
	3D-Schallstrahluntersuchung															X
	3D-Investigate Ray Tracing															X

Anhang C

Untersuchung des Outputs der einzelnen Programme auf die Möglichkeit der Darstellung in der Matrix

Verwendete Abkürzungen:

sec.....Sekunde
min.....Minute
h.....Stunde
d.....Tag
w.....Woche
m.....Monat
s.....Saison
a.....Jahr
b.....Berechnungsschritte

thermische Outputs Leistung / Energie			Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
	Output	Programm	Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
	Heizlast	Nodem	X	W		X		X		cm	arithmetisches Mittel	h		h			
	Heizlast	Geba	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Heizlast	Capsol	X	W/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Heizwärmebedarf	Nodem	X	Wh		X		X		cm	arithmetisches Mittel	m, a		h	Integral		
	Heizwärmebedarf	Casanova	X	kWh, kWh/m2				X				m,a		m,a			
	Heizwärmebedarf	Capsol	X	Wh/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Kühl- und Heizwärmebedarf (Heating and Cooling Loads)	Ecotect	X	Wh				X				m, a		h	Integral		
	Kühllast	Capsol	X	W/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Kühllast	Geba	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Kühlenergiebedarf	Nodem	X	Wh		X		X		cm	arithmetisches Mittel	m, a		h	Integral		
	Kühlenergiebedarf	Capsol	X	Wh/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Knoten-Heizlast (Node heat powers)	Capsol	X	W/m2		X						min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Knoten-Heizwärmebedarf (Node heat powers)	Capsol	X	Wh/m2		X						min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Stromverbrauch	Nodem	X	Wh		X		X		cm	arithmetisches Mittel	m, a		h	Integral		

thermische Outputs	Output	Programm	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
			Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
Temperatur	Innentemperatur	Geba	X	°C				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Innentemperatur	Nodem	X	°C		X		X		cm	arithmetisches Mittel	h		h			
	Innentemperaturen (Internal Temperatures)	Ecotect	X	°C				X				h		h			
	Innentemperatur	Capsol	X	°C				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Empfundene Temperatur	Geba	X	°C				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Durchschnittliche Überwärmung, monatl. Durchschnitt, jährl. Durchschnitt	Casanova	X	h/Tag				X				m,a		d	arithmetisches Mittel		
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): mean radiant temperature	Ecotect	X	°C		X	X			cm	arithmetisches Mittel	15 min		15 min			
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): predicted mean vote	Ecotect	X	PMV		X	X			cm	arithmetisches Mittel	15 min		15 min			
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): percent dissatisfaction	Ecotect	X	PPD		X	X			cm	arithmetisches Mittel	15 min		15 min			
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): Solar gains	Ecotect	X	W		X	X			cm	arithmetisches Mittel	15 min		15 min			
Wärmeflüsse, Wärmegewinne und -verluste	Knotentemperatur (Node temperatures)	Capsol	X	°C		X						min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Bauteiltemperatur	Voltra	X	°C		X				m		sec		sec			
	Innenwärmen - Sonne	Geba	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Innenwärmen - Personen	Geba	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Innenwärmen - Beleuchtung	Geba	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Innenwärmen (Sonne + Personen + Beleuchtung gesamt)	Geba	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Interne Gewinne SQL (Internal Gains)	Ecotect	X	W				X				h		h			
	Interne Gewinne	Casanova	X	kWh, kWh/m2				X				m,a		m,a			
	Lüftungswärmeverluste - Fugen	Geba	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Lüftungswärmeverluste - Zusätzlich	Geba	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		
	Lüftungswärmeverluste (Fugen + Zusätzlich gesamt)	Geba	X	W				X				h, d		h	arithmetisches Mittel		

thermische Outputs	Output	Programm	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
			Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
Wärmeflüsse, Wärmegewinne und -verluste	Lüftungswärmeverlust	Capsol	X	W/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Lüftungswärmeverlust	Capsol	X	Wh/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Lüftungsgewinne sQv (Ventilation Gains)	Ecotect	X	W				X				h		h			
	Lüftungsverluste	Casanova	X	kWh, kWh/m2				X				m,a		m,a			
	Transmissionswärmeverluste sQc+sQs (Conduction Loads through the Fabric)	Ecotect	X	W				X				h		h			
	Transmissionswärmeverlust	Capsol	X	W/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Transmissionswärmeverlust	Capsol	X	Wh/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Transmissionswärmeverluste	Casanova	X	kWh, kWh/m2			X	X				m,a		m,a			
	Solare Gewinne	Casanova	X	kWh, kWh/m2			X	X				m,a		m,a			
	Indirekte solare Gewinne sQs (Indirect Solar Gains)	Ecotect	X	W				X				h		h			
	Direkte solare Gewinne sQg (Direct Solar Gains)	Ecotect	X	W				X				h		h			
	Wärmegewinne zwischen Zonen sQz (Interzonal Gains)	Ecotect	X	W				X				h		h			
	Wärmegewinne, Wärmeverluste (Heat Gains/Losses)	Ecotect	X	W				X				h		h			
	Wärmeflüsse	Capsol	X	W/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Wärmeflüsse	Capsol	X	Wh/m2				X				min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Knoten- Wärmeflüsse (Node heat fluxes)	Capsol	X	W/m2		X						min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Knoten- Wärmeflüsse (Node heat fluxes)	Capsol	X	Wh/m2		X						min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Wärmeflüsse in Bauteilen, flow in	Voltra	X	W		X				m		sec		sec			
	Wärmeflüsse in Bauteilen, flow out	Voltra	X	W		X				m		sec		sec			
Ressourcen	Instandhaltungsenergie (Maintenance Energy)	Ecotect	X	MJ				X				a		a			
	Instandhaltungskosten (Maintenance Costs)	Ecotect	X	\$				X				a		a			
	Ressourcenmanagement (Resource Management)	Ecotect	X	Wh				X				m, a		d	Integral		
	Ressourcenverbrauch	Casanova	X	kg, kg/m2				X				m,a		m,a			
	CO2 Jahressumme	Casanova	X	kg, kg/m2				X				a		a	Integral		

			Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
	Output	Programm	Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
solare Outputs	Überschattung (Overshadowing)	Ecotect	X	%			X			cm		15 min		15 min			
	Sonnengang (Sun-Path)	Ecotect	X	°					Randbedingung			15 min		15 min			
	Sonnengang	Solrad	X	°					Randbedingung			h		h			
	Solarer Horizont (Solar Horizon)	Ecotect	X	°					Randbedingung				Kenngröße				
	Beschattungs-Tabellen (Shading Tables)	Ecotect	X	%					Randbedingung			15 min		15 min			
	Besonnungsstunden	Solrad	X	h			X					m		m			
	Beschattungsprofile (Shadow Range)	Ecotect														X	
	Sonnenstrahlen (Solar Rays)	Ecotect															X
	optimiertes Beschattungsdesign (Optimised Shading Design)	Ecotect														X	
	Projizierte Beschattungsstrahlen (Projected Shading Rays)	Ecotect	X	W/m2		X				cm		h		h			
	Solarprofile (Cutting Solar Profiles)	Ecotect														X	
	Solare Projektionen (Solar Projections)	Ecotect														X	
	Solar Exposure - Hourly - Collected	Ecotect	X	W/m2, W			X					h		h			
	Solar Exposure - Daily - Collected	Ecotect	X	Wh/m2, Wh			X					d		h	Integral		
	Solar Exposure - Hourly - Direct	Ecotect	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Hourly - Diffuse	Ecotect	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Hourly - Reflected	Ecotect	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Daily - Reflected	Ecotect	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Solar Exposure - Hourly - Shading	Ecotect	X	%			X					h		h			
	Solar Exposure - Hourly - Global	Ecotect	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Daily - Global	Ecotect	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Solar Exposure - Hourly - Sun Angle	Ecotect	X	°			X					h		h			
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average per day) - Available Solar Radiation	Ecotect	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average per day) - Received Solar Radiation	Ecotect	X	W/m2			X					h		h			
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average per day) - Reflected Solar Radiation	Ecotect	X	W/m2			X					h		h			

			Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
	Output	Programm	Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
solare Outputs	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average per day) - Unobstructed Sun	Ecotect	X	%			X					h		h			
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Global	Ecotect	X	kWh/m2			X					d		h	Integral		
			X	kWh/m2			X					m			arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Average Shade	Ecotect	X	%			X					m		h	arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Reflect	Ecotect	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
			X	Wh/m2			X					m		h	arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Average Daily (=monthly average for a day) - Collected	Ecotect	X	Wh/m2, Wh			X					d		h	Integral		
			X	Wh/m2, Wh			X					m		h	arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Total Monthly - Available Solar Radiation	Ecotect	X	Wh/m2			X					m		h	Integral		
	Solar Exposure - Total Monthly - Received Solar Radiation	Ecotect	X	Wh/m2			X					m		h	Integral		
	Solar Exposure - Total Monthly - Reflected Solar Radiation	Ecotect	X	Wh/m2, kWh/m2			X					m,a		h	Integral		
	Solar Exposure - Total Monthly - Unobstructed Sun	Ecotect	X	%			X					m		h	arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Total Monthly - Global	Ecotect	X	kWh/m2			X					m		h	Integral		
	Solar Exposure - Total Monthly - Average Shade	Ecotect	X	%			X					m		h	arithmetisches Mittel		
	Solar Exposure - Total Monthly - Collected	Ecotect	X	kWh/m2, kWh			X					m, a		h	Integral		
	Strahlungsflüsse Direkt	Solrad	X	W/m2			X					h, d		h	arithmetisches Mittel		
	tagesbezogene Strahlungssumme Direkt	Solrad	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Strahlungsflüsse Himmel	Solrad	X	W/m2			X					h, d		h	arithmetisches Mittel		
	tagesbezogene Strahlungssumme Himmel	Solrad	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Strahlungsflüsse Reflex	Solrad	X	W/m2			X					h, d		h	arithmetisches Mittel		
	tagesbezogene Strahlungssumme Reflex	Solrad	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Strahlungsflüsse Diffus	Solrad	X	W/m2			X					h, d		h	arithmetisches Mittel		
	tagesbezogene Strahlungssumme Diffus	Solrad	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		

			Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
	Output	Programm	Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
solare Outputs	Strahlungsflüsse Global	Solrad	X	W/m2			X					h, d		h	arithmetisches Mittel		
	tagesbezogene Strahlungssumme Global	Solrad	X	Wh/m2			X					d		h	Integral		
	Einfallswinkel	Solrad	X	°			X					h		h			
	Photovoltaik-Zellen Bemessung (Photovoltaic Array Sizing and Load Matching)	Ecotect	X	Wh			X					m,a		d	Integral		
	Solare Beanspruchung (Solar Stress (=available solar radiation))	Ecotect	X	W					Randbedingung			30 min		30 min			
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily total	Ecotect	X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	d		h	Integral		
			X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	m, s, a		d	arithmetisches Mittel		
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily Direct	Ecotect	X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	d		h	Integral		
			X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	m, s, a		d	arithmetisches Mittel		
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily Diffuse	Ecotect	X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	d		h	Integral		
			X	Wh		X	X			cm	arithmetisches Mittel	m, s, a		d	arithmetisches Mittel		
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Average Daily PAR	Ecotect	X	MJ/m2		X	X			cm	arithmetisches Mittel	d		h	arithmetisches Mittel		
			X	MJ/m2		X	X			cm	arithmetisches Mittel	m, s, a		d	arithmetisches Mittel		
	Solareinstrahlung auf Oberflächen (Surface Insolation): Diffuse Fraction	Ecotect	X	%		X	X			cm	arithmetisches Mittel	d, m, s, a		d	arithmetisches Mittel		
	Solarstrahlung (Solar radiation)	Capsol	X	W/m2			X					min, h, d, w, m, a, b		min	arithmetisches Mittel		
	Solarstrahlung (Solar radiation)	Capsol	X	Wh/m2			X					min, h, d, w, m, a, b		min	Integral		
	Lighting Analysis: Daylight Factor	Ecotect	X	%		X	X			cm	arithmetisches Mittel		Momentanwerte				
	Lighting Analysis: Daylighting Levels	Ecotect	X	Lux		X	X			cm	arithmetisches Mittel		Momentanwerte				
	Lighting Analysis: Electric Light Levels	Ecotect	X	Lux		X	X			cm	arithmetisches Mittel		Momentanwerte				
	Lighting Analysis: Overall Light Levels	Ecotect	X	Lux		X	X			cm	arithmetisches Mittel		Momentanwerte				
	Lighting Analysis: Illumination Vector	Ecotect	X	Lux	X	X	X			cm	arithmetisches Mittel		Momentanwerte				

			Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
	Output	Programm	Skalare Größe	Einheit	Vektor-größe	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungs-modus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungs-modus	bildlich	symbol.
akustische Outputs	Nachhallzeit (Statistical Reverberation)	Ecotect	X	sec.				X					Kenngröße				
	Schallstrahlen (Sprayed Acoustic Rays)	Ecotect															X
	Animierte Sound-Partikel (Animated Sound Particles)	Ecotect															X
	Abklingrate (Estimated Decay)	Ecotect	X	dB				X					Momentanwerte				
	3D-Schallstrahl (verlinkt mit Liniendiagramm der Abklingrate (Estimated Decay))	Ecotect															X
	Reverberation Time (=Nachhallzeit) T₃₀ mit Quick Estimate	Odeon	X	sec				X					Kenngröße				
	Reverberation Time (=Nachhallzeit) T₃₀ mit Global Estimate	Odeon	X	sec		X		X		m	arithmetisches Mittel		Kenngröße				
	Early Decay Time EDT	Odeon	X	sec		X		X		m	arithmetisches Mittel		Kenngröße				
	Sound Pressure Level SPL (=Schallpegel)	Odeon	X	dB		X				m			Momentanwerte				
	Clarity C80	Odeon	X	dB		X				m			Kenngröße				
	Deutlichkeit D50	Odeon	X			X				m			Kenngröße				
	Early Lateral LF	Odeon	X			X				m			Momentanwerte				
	Early Support ST_{early}	Odeon	X	dB		X				m			Kenngröße				
	Late Support ST_{late}	Odeon	X	dB		X				m			Kenngröße				
	Total Support ST_{total}	Odeon	X	dB		X				m			Kenngröße				
	Centre Time Ts	Odeon	X	ms		X				m			Kenngröße				
	Lateral Energy Fraction LF₈₀	Odeon	X			X				m			Kenngröße				
	A-weighted Late Lateral Sound Pressure Level LLSPL_A	Odeon	X	dB		X				m			Momentanwerte				
	Speech Transmission Index STI	Odeon	X			X				m			Kenngröße				
	Rate of Spatial Decay DL₂	Odeon	X	dB		X				m			Kenngröße				
	Binaural Room Impulse Response BRIR	Odeon	X	%		X				m			Kenngröße				
	3D-Schallstrahl (verlinkt mit Reflektogramm)	Odeon															X
	3D-Schallstrahluntersuchung	Odeon															X
	3D-Investigate Ray Tracing	Odeon															X

Sonstige Outputs	Output	Programm	Wert			Räumlich						Zeitlich				Analog	
			Skalare Größe	Einheit	Vektorgröße	Punkt	Fläche	Raum	Sonstiges	räumliche Auflösung (grid spacing)	Mittelungsmodus	Zeitraum	Sonstiges	Zeitl. Auflösung	Mittelungsmodus	bildlich	symbol.
	Materialkosten (Fabric Costs)	Ecotect	X	\$					Berechnung fürs gesamte Projekt oder einzelne Bauteile				Kenngroße				
	Treibhausgas zur Herstellung des Baumaterials (Greenhouse Gas)	Ecotect	X	kg				X					Kenngroße				
	Verbaute Energie (Embodied Energy)	Ecotect	X	MJ					Berechnung fürs gesamte Projekt oder einzelne Bauteile				Kenngroße				
	Fluid-Dynamik-Analyse (CFD Analysis), (not yet available - under construction)	Ecotect	X		X	X											
	Windgeschwindigkeit (Prevailing Winds, wind frequency)	Ecotect	X	km/h	X				Randbedingung			h, d		h	arithmetisches Mittel		
			X	km/h	X				Randbedingung			s, a		h	arithmetisches Mittel		
	Wind Temperature	Ecotect	X	°C	X				Randbedingung			h, d		h	arithmetisches Mittel		
			X	°C	X				Randbedingung			s, a		h	arithmetisches Mittel		
	Relative Humidity	Ecotect	X	%	X				Randbedingung			h, d		h	arithmetisches Mittel		
			X	%	X				Randbedingung			s, a		h	arithmetisches Mittel		
	Average Rainfall	Ecotect	X	mm	X				Randbedingung			h, d		h	arithmetisches Mittel		
			X	mm	X				Randbedingung			s, a		h	arithmetisches Mittel		
	räumlicher Komfort (Spatial Comfort): required air velocity	Ecotect	X	m/s		X	X			cm	arithmetisches Mittel	15 min		15 min			