

DI Renate Hammer, MAS  
DI Peter Holzer

Department für Bauen und Umwelt der  
**Donau-Universität Krems**  
Dr.- Karl-Dorrek-Straße 30  
A-3500 Krems

# ZUVIEL LICHT?



Im Auftrag des  
Amtes der Wiener Landesregierung  
Magistratsabteilung 50, Wohnbauförderung



# Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
1.1.	Motivation und Fragestellung	7
1.2.	Der Laubengang als historisches Element Wiener Baukultur	7
1.3.	Das Laubenganghaus im zeitgenössischen Wiener Wohnbau	10
2.	Herangehensweise	13
3.	Definition des Basismodells	15
3.1.	Grundsätzliche Festlegungen	15
3.2.	Morphologie	16
3.3.	Abmessungen des Basismodells	16
3.3.1	Höhe	16
3.3.2	Tiefe	17
3.3.3	Breite	20
3.4.	Abmessungen der übergeordneten Raumstruktur	22
3.4.1	Tiefe	22
3.4.2	Höhe	22
3.4.3	Breite	23
3.4.4	Beheiztes Volumen	24
3.4.5	Umschließende Oberfläche des beheizten Volumens	24
3.4.6	Charakteristische Länge	24
3.5.	Wärmeschutz	24
3.5.1	Anforderungen der Wiener Bauordnung	24
3.5.2	Anforderungen der OENORM B 8110-1	28
3.5.3	Strahlungsdurchgang durch transparente Bauteile	30
3.5.4	Zusammenfassung	31
4.	Voruntersuchung und Verkürzung des Basismodells	32
4.1.	Allgemeines	32
4.2.	Untersuchung Tageslichtquotient Basismodell	32
4.2.1	Erörterung des Tageslichtquotienten [D - Daylight Factor]	32
4.2.2	Berechnungsmethode und -werkzeug	32
4.2.3	Geometrische Modellbildung	33
4.2.4	Physikalische Modellbildung	34
4.2.5	Ergebnisse	35
4.3.	Verkürzung des Basismodells	37
4.4.	Schlussfolgerungen aus der Voruntersuchung	37
5.	Detaillierte Untersuchung des Basismodells	38

5.1.	Allgemeines	38
5.1.1	Tageslichtpotenzial	38
5.1.2	Passiv solares Gewinnpotenzial	39
5.1.3	Sommertauglichkeitspotenzial	39
5.2.	Untersuchung des Tageslichtpotenzials	40
5.2.1	Definition des Durchlichtungsfaktors [LPF]©	40
5.2.2	Berechnungsmethode und -werkzeug	40
5.2.3	Geometrische Modellbildung	41
5.2.4	Physikalische Modellbildung	42
5.2.5	Ergebnisse	42
5.3.	Untersuchung des Passiv Solaren Gewinnpotenzials	44
5.3.1	Erörterung des Heizwärmebedarfs [HWB]	44
5.3.2	Berechnungsmethode und -werkzeug	44
5.3.3	Geometrische Modellbildung	45
5.3.4	Physikalische Modellbildung	46
5.3.5	Ergebnisse	48
5.4.	Untersuchung des Sommertauglichkeitspotenzials	50
5.4.1	Erörterung des Kühlbedarfs [KB]	50
5.4.2	Berechnungsmethode und -werkzeug	50
5.4.3	Geometrische Modellbildung	50
5.4.4	Physikalische Modellbildung	50
5.4.5	Ergebnisse	51
5.5.	Erläuterung der vergleichenden Ergebnisdarstellung	51
5.6.	Datenblätter der Ergebnisse T_B460_L1125	55
5.7.	Datenblätter der Ergebnisse T_B230_L900	68
5.8.	Vergleichende Potenzialanalyse der Basismodelle	81
5.8.1	Erläuterung der Ergebnisdarstellung	81
5.8.2	Gesamtübersicht der Berechnungsergebnisse	82
5.8.3	Bildung von Typologien	84
5.8.4	Zusammenfassende Interpretation der Potenziale d. Basistypen	89
6.	Definition von Aufbaumodellen	91
6.1.	Verkürzung der "Moderaten Typen"	91
6.2.	Starke Verkürzung der dunklen Typen	93
6.3.	Zweierlei Adaptierungen der thermisch problem. Typen	94
7.	Untersuchung von Aufbaumodellen	96
7.1.	Erläuterung der Untersuchungsmethode	96
7.2.	Datenblätter der Ergebnisse T_B460_L1125_O1	96

7.3.	Datenblätter der Ergebnisse T_B230_L900_O1	107
7.4.	Vergleichende Potenzialanalyse der Aufbaumodelle	118
7.4.1	Aufbaumodelle T_B460_L1125	118
7.4.2	Aufbaumodelle T_B230_L900	119
7.5.	Diskussion der Ergebnisse	120
8.	Resümee und Ausblick	122
9.	Verzeichnisse	124
9.1.	Abbildungsverzeichnis	124
9.2.	Tabellenverzeichnis	125
9.3.	Literaturverzeichnis	126

## Autoren

DI Renate Hammer, MAS

DI Peter Holzer

## Mitarbeiter

DI Johannes Stitz

## Evaluatoren

Univ.-Prof. DI Robert Hastings

a.o. Univ.-Prof. Dr. DI Klaus Krec

ZUVIEL LICHT? - eine Studie zu den spezifischen thermischen und optischen Potentialen von hoch verglasten Laubenganghäusern im zeitgenössischen Wiener Wohnbau

„Die Laube“ – das Wort weckt positive Assoziationen: Laub, Urlaub, erlauben,... Vielfach angenehm besetzte Begriffe gruppieren sich um die germanische Wurzel, die etwas wie „Schutz finden unter einem Baum“ bezeichnet.<sup>1</sup> Daraus leitet sich die Laube als überdachter Vorplatz für leichte Hausarbeiten, zum Empfang von Gästen, den Warenaustausch,... ab.

„Der Laubengang“ – als Vervielfachung der Laube zu einem, dem eigentlichen Gebäude vorgelagert Erschließungselement, trägt bereits im Wort die Spannung zwischen Laube und Gang. Das Sympathische geht verloren, wenn die Laube unter dem Druck von Sparsamkeit oder Mangel an Sensibilität zum bloßen Gang verkommt.

---

<sup>1</sup> Vgl. Koch, S. 142

# 1. Einleitung

## 1.1. Motivation und Fragestellung

Außen liegende Erschließungselemente haben im Wiener Wohnbau lange Tradition. Existierten diese Elemente ursprünglich entweder als gänzlich offene Konstruktionen im Sinne der „Pawlatschen“ oder als in das Gebäudevolumen voll integrierte einhüftige Gangerschließungen, typisch für gründerzeitliche Mietshäuser, so ist aktuell die Entwicklung einer neuen Form festzustellen. Auf Basis erhöhter Materialqualität und -verfügbarkeit entstehen hoch- bzw. vollverglaste Erschließungszonen, die ein den Wohnungen vorgelagertes, eigenständiges Volumen bilden.

Mit dieser hochtransparenten und dennoch geschlossenen neuen Form des Laubengangs werden hinsichtlich der Wohnqualität die unterschiedlichsten Erwartungen verknüpft, viel Licht und Wärme sowie Schutz vor Lärm und Zugewinn einer attraktiven, gemeinschaftlichen Aufenthaltszone.

Was derartige hoch verglaste Erschließungszonen unter ganz konkreten örtlich definierten Bedingungen des Wiener Stadtgefüges tatsächlich für die zugeordneten Wohnungen leisten können, und wo die Grenzen dieses Typus liegen, ist Inhalt der Studie.

## 1.2. Der Laubengang als historisches Element Wiener Baukultur

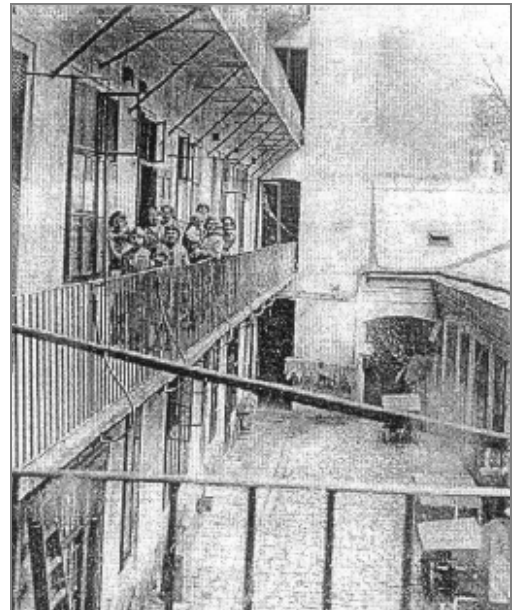
Höfe mit umlaufenden Galerien oder Arkaden, abgeleitet aus antiken europäischen und arabischen Traditionen, sind in vielen Städten im Alpenraum anzutreffen. Bemerkenswert ist, dass Adel, Geistlichkeit und Bürgertum eigene Interpretationen des Typus ausbilden:

- > Der Adel die Galerie, die sich im Übergang von Burg zu Schloss, vom äußeren Erschließungsgang zur beidseitig beleuchteten Wandelhalle verselbständigt
- > Das Bürgertum die Arkade bzw. die Loggia als besonderen Ort für den Handel
- > Der geistliche Stand den Kreuzgang für die Kontemplation und die zusammenfassende Erschließung des Klosters.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Vgl. Geist, S. 251

Seit josephinischer Zeit ab etwa 1760 unterliegt das Wiener Wohnhaus einer eindeutig verfolgbaren Tendenz innerhalb der gesamten Gestaltgebung im Bauen, die zum mehrgeschossigen Großbau tendiert. Die Ausformung des Laubengangtyps steht in enger Verbindung mit der Entwicklung des Wohnhauses auf engem Raum. Dem großvolumigen städtischen Haustypen steht allerdings noch lange der aus der bäuerlichen Bautradition erwachsene Pawlatschenhof<sup>3</sup> gegenüber, der sich sowohl bei Häusern des späten 18. Jahrhunderts wie auch noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts vor allem in den Vorstädten findet.<sup>4</sup>



**Abbildung 1: Hof des Hauses Apollongasse 3, A 1070 Wien im Jahr 1928**

Für die Grundrisslösung ist es entscheidend, dass man zunächst noch mit gassenseitigen Trakten das Auslangen findet, die hofseitig häufig mit Pawlatschen erschlossen sind. Durch die Bevölkerungszunahme und die dadurch bedingte wachsende Wohnraumnot, wird der Druck die Höfe zu verbauen immer stärker.<sup>5</sup> Aus Gründen der räumlichen und finanziellen Effizienz wird es Ziel, möglichst viele Wohnungen an ein Treppenhaus als vertikale Erschließung anzubinden. Die horizontale Verteilung erfolgt über hofseitige Laubengänge.

Die möglichst lukrative Ausnützung des teuren Bodens durch zahlreiche, dicht gefügte Mietwohneinheiten führt aber auch zu einer Zurückdrängung des Familiaritätsprinzips. Mietwohnungen, Arbeitsstätten und die Wohnung der Besitzerfamilien sind nun nebeneinander in einem Gebäude untergebracht. Selbst Palais unterliegen dieser Entwicklung. Die Repräsentationsbauten stehen nur

---

<sup>3</sup> pawlač [tschechisch]: der Söller, der Balkon

<sup>4</sup> Abbildung 1: Birgit Brodner; "Pawlatschen – Die alte Idee – Der neue Freiraum", Seite 36; Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, 1997; UB BOKU Wien, +H11667403

<sup>5</sup> Vgl. Wagner-Rieger, S. 140.f



mehr in seltenen Fällen einer Familie zur Verfügung. Der Adel logiert in einer repräsentativen Etagenwohnung, während das übrige Haus vermietet wird. Am Ende dieser Entwicklung steht das Zinshaus, das für den anonymen Mieter als Spekulationsobjekt von Unternehmern errichtet wird.

Typologisch erfährt das Pawlatschenhaus der Vorstädte eine Weiterentwicklung. Die Ausgestaltung der um den Hof gelegenen Trakte gewinnt immer mehr an Bedeutung. Der Flur führt nun direkt vom Eingangstor in den Hof. Die hier seitlich gelegene Treppe verbindet in jedem Stockwerk hofseitig frei vorragenden Gänge, welche den Zugang zu den einzelnen Wohnungen gewährleisten. Der Typus wird in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in der Innenstadt so abgewandelt, dass die Gänge nicht mehr als offene Pawlatschen in den Hof vorkragen, sondern verglast und in die Hofwand verlegt werden.<sup>6</sup>

Schließlich wird die Erschließung völlig in das Volumen des Wohngebäudes integriert, sodass einhüftig erschlossenen Gangwohnungen entstehen. Die Fensterverbindung zwischen Wohnung und Erschließungsgang wird dabei beibehalten.<sup>7</sup>



**Abbildung 2: Haus Anne Gasse 5, A-1010 Wien im Jahr 2007**

---

<sup>6</sup> Vgl. Wagner-Rieger, S. 46

<sup>7</sup> Abbildung 2: Johannes Stitz

### 1.3. Das Laubenganghaus im zeitgenössischen Wiener Wohnbau

Etwa ab dem letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts, findet eine Neuformulierung des Laubenganges im Geschosswohnungsbau statt. Auf Basis erhöhter Materialqualität und -verfügbarkeit entstehen hoch- bzw. vollverglaste Erschließungszonen, die ein den Wohnungen vorgelagertes, nun eigenständiges Volumen bilden. Der grundlegende Unterschied zu den historischen Typen ist der Wechsel in der Anordnung der Volumen. Das Erschließungselement wird nicht mehr hofseitig angefügt sondern straßenseitig vor die Wohneinheiten gefügt.<sup>8</sup>



**Abbildung 3: Wohnhaus Brünnerstraße 26-32, 1230 Wien**

Der Laubengang übernimmt damit die Funktion der Fassade ohne jedoch alle Qualitätsanforderungen erfüllen zu müssen, die an eine wohnungsbegrenzende Außenwand gestellt werden. Damit werden unterschiedlichste Ausdetaillierungen möglich, die der architektonischen Gestaltung von Vollglasfassaden neue Impulse geben.<sup>9 und 10</sup>

---

<sup>8</sup> Abbildung 3:  
[http://nextroom.org/building\\_preview.php?building\\_id=2346&article\\_id=2948&media\\_id=8668](http://nextroom.org/building_preview.php?building_id=2346&article_id=2948&media_id=8668),  
11:00 am 19.12.2007

<sup>9</sup> Abbildung 4 und Abbildung 5: Johannes Stitz

<sup>10</sup> Abbildung 6: Renate Hammer



**Abbildung 4: Wohnhaus Breitenfurterstraße 114, 1120 Wien**



**Abbildung 5: Wohnhaus Rosensteingasse 104-106, 1170 Wien**



**Abbildung 6: Wohnhaus Anton Baumgartnerstraße, 1230 Wien**

Hinsichtlich der Wohnqualität werden mit der Anwendung von hochtransparenten und dennoch geschlossenen neuen Formen des Laubengangs die unterschiedlichsten Erwartungen verknüpft. Zunächst verspricht der Laubengang Schutz vor an verkehrsreichen Straßen verstärkt auftretenden Belastungen durch Lärm, Staub und Wind. Die großen Glasflächen erinnern darüber hinaus aber auch an Wintergärten, die Sonnenlicht zur Wärmegewinnung nutzen, viel Licht ungehindert in den Innenraum lassen und attraktive Aufenthaltszonen darstellen.

Der Typus der Laubengangwohnung bietet grundsätzlich die Möglichkeit der doppelseitigen Belichtung. Aus vielerlei Gründen wird in der Praxis diese Möglichkeit nur sehr eingeschränkt genutzt. Fenster von der Wohnung gegen den laubengang stehen in Konkurrenz zu Anforderungen des Schutzes gegen Einsicht, sowie bisweilen Anforderungen des Schallschutzes und des Brandschutzes.

Wohl wissend um diese praktischen Herausforderungen stellt sich die gegenständliche Arbeit der Frage nach den Möglichkeiten, also den Potenzialen dieses Haustyps, differenziert nach der Wohnungsorientierung und nach der Wohnungsbreite. Nähere Erläuterung siehe folgendes Kapitel 2.

## **2. Herangehensweise**

### **Wissenschaftlicher Ansatz**

Für die Arbeit wurde als wissenschaftliche Herangehensweise ein konstruktivistischer Ansatz gewählt, um sich der komplexen thermischen und optischen Performance realer Baubeispiele systematisch annähern zu können.

Als Ausgangspunkt der Betrachtung wird daher ein modellhafter Laubengangtyp entwickelt, der den strengen Anforderungen an strukturelle Klarheit und Eindeutigkeit genügt.

Dem konstruktivistischen Ansatz des Erkenntnisgewinns durch Annäherung eines Modells an die Realität wird gegenüber einem analytischen Ansatz der Vorzug gegeben, da zweiterer die Gefahr von Fehleinschätzungen bzw. Fehlinterpretationen birgt, weil komplexe Zusammenhänge nach bekannten und vereinfachenden Mustern beurteilt werden könnten.

### **Definition des Basismodells**

In einem ersten Arbeitsschritt wird das Basismodell eines Laubengangtyps definiert. Die Definition wird streng entsprechend den gültigen Mindestanforderungen der Wiener Bauordnung und der ÖNORM B 8110-1 vorgenommen.

Siehe Kapitel 3.

### **Voruntersuchung und Verkürzung des Basismodells**

Vor der eigentlichen Untersuchung der orientierungsabhängigen Potenziale des Basismodells wird dieses auf seinen Tageslichtquotientenverlauf hin untersucht.

Nachdem sich zeigt, dass in der gewählten, gesetzteskonformen, Raumtiefe anerkannte Untergrenzen des Tageslichtquotienten deutlich unterschritten werden, wird eine angemessene Verkürzung des Basismodells vorgenommen und das Basismodell für die folgenden detaillierten Untersuchungen somit neu definiert.

Siehe Kapitel 4.

### **Detaillierte Untersuchung des Basismodells**

Die thermischen und optischen Potenziale des Laubengangtyps werden zunächst an diesem Basismodell untersucht.

Es werden dabei die drei Qualitäten erstens des sommerlichen Wärmeschutzes, zweitens des winterlichen Wärmeschutzes sowie drittens der Tageslichtqualität untersucht.

Jede der drei Qualitäten wird im Sinne eines 'Potenzials' als eindeutige und somit vergleichbare Kennzahl definiert. Hinsichtlich des sommerlichen und winterlichen Wärmeschutzes wurde dazu auf bekannte Kennzahlen zurückgegriffen. Für die Beurteilung des Potenzials zur Tageslichtqualität wurde eine neuartige Kennzahl von den Autoren entwickelt und erstmals in dieser Arbeit angewandt.

Siehe Kapitel 5.

### **Definition und Untersuchung von Aufbaumodellen**

Ausgehend von den am Basismodell gewonnenen Erkenntnissen werden Variationen vorgenommen, die die Effekte von Veränderungen erkennbar machen. Als erster Schritt wurden Veränderungen der Raumgeometrie, und des Verglasungsanteils untersucht.

Diese Varianten stellen gleichzeitig Annäherungen vom abstrakt konstruierten Modell an die Realität gebauter Beispiele dar.

Siehe Kapitel 6 und 7.

### **Resümee und Ausblick**

In einer zusammenfassenden Übersicht werden die wesentlichsten Potenziale aber auch die Grenzen des sinnvollen Einsatzes von hochverglasten Laubenganghäusern in Wien unter Berücksichtigung der konkreten Baukörperausrichtung dargestellt.

Die getroffenen Aussagen stehen als Entscheidungshilfen für Planer und Bauherren in den frühen, grundlegenden Projektierungs- bzw. Entwurfsphasen zur Verfügung.

Siehe Kapitel 8.

## 3. Definition des Basismodells

### 3.1. Grundsätzliche Festlegungen

Das Basismodell ist eine, durch extreme Abstraktion des Bautypus Laubenganghaus abgeleitete Konstruktion, die allen spezifischen Randbedingungen eines definierten, realen Ortes unterliegt.

Die Abstraktion stellt sicher, dass jede subjektbezogene Eigenschaft, die für die gestellte wissenschaftliche Frage von Relevanz ist, durch eine strukturelle Eigenschaft ersetzt wird.

Wesentlich ist dabei auch, dass die gewählten strukturellen Werte Extreme darstellen, damit die Komplexität des Basismodells so gering wie möglich bleibt. Das vereinfacht das Auffinden und Definieren von Ursache-Wirkungszusammenhängen bei der Untersuchung von Aufbaumodellen.

So wird beispielsweise ein Wandbauteil mit bauphysikalischen Eigenschaften, etwa einem U-Wert, entsprechend den Mindestanforderungen der für den Ort gültigen Norm belegt. Dem Wandbauteil wird aber kein Material als solches zugewiesen, da der mindest geforderte U-Wert durch unterschiedlichste Materialien und Materialkombinationen realisiert werden kann, deren sonstigen bauphysikalischen Eigenschaften gänzlich von einander abweichen. Für die Fragestellung zunächst nicht relevante Eigenschaften werden mit neutralen Werten belegt. Beispielsweise ist die Konstruktionsstärke sämtlicher Bauteile des Basismodells mit Null festgelegt.<sup>11</sup>

Um die, für die Fragestellung relevanten optischen und thermischen Qualitäten eindeutig auszuweisen, werden jene Extremwerte angenommen, die im Rahmen der am Ort gültigen Normen gerade noch zulässig sind.

So geht das Basismodell beispielsweise von maximal erlaubten Raumtiefen bei Belichtungsöffnungen maximaler Größe oder von Mindest-U-Werten der jeweiligen Bauteile aus. Wesentlich für die Wahl der Extremwerte ist, dass sie eindeutig und sinnvoll in Hinsicht auf die Baubarkeit eines realen Hauses sind.

---

<sup>11</sup> Abweichungen von diesen konstruktivistischen Festlegungen erweisen sich in der Anwendung von bauphysikalischer Software bisweilen als erforderlich. Sie werden im Anlassfall festgelegt.



## 3.2. Morphologie

- > Das Basismodell der Laubengangeinheit wird aus zwei eigenständigen, unterschiedlich dimensionierten Raumeinheiten gebildet, die zueinander in einer eindeutigen räumlichen Zuordnung stehen.
- > Die Raumeinheit mit der signifikant größeren Längsausdehnung wird in weiterer Folge als *Laubengang* bezeichnet, die zweite Einheit als *Wohnung*.
- > Begrenzt werden die Raumeinheiten *Laubengang* und *Wohnung* mit durchgehenden ebenen Flächen, die sich im Raum ausschließlich in horizontale oder vertikale Richtung ausdehnen.
- > Das Basismodell seinerseits ist Teil des Gebäudes, welches aus vertikaler und horizontaler Multiplikation des Basismodells entsteht. Dieses solcherart definierte Gebäude wird in weiterer Folge als *übergeordnete Raumstruktur* bezeichnet.
- > Sämtliche Fassadenelemente des Basismodells sind vollflächig lichtdurchlässig. Das gilt somit für die Fassade der Wohnung direkt gegen außen für die Fassade der Wohnung gegen Laubengang und auch für die Fassade des Laubengangs gegen außen.
- > Sämtliche sonstigen Begrenzungsflächen des Basismodells sind vollflächig lichtundurchlässig. Das gilt somit alle Wände und Decken der Wohnung gegen benachbarte Wohnungen sowie für die Decken des Laubengangs.
- > Einander schneidende Elemente stehen zueinander immer orthogonal.
- > Decken, Wände und Fassaden sind im Basismodell zweidimensionale Ebenen und weisen keine Dicke auf.

## 3.3. Abmessungen des Basismodells

### 3.3.1 Höhe

Die lichten Raumhöhen des Basismodells werden unter Heranziehung der Bestimmungen der Wiener Bauordnung festgelegt.

Die Mindestanforderungen an die lichten Raumhöhe der Wohnung des Basismodells werden im 9. Abschnitt der Bauordnung für Wien: „Vorschriften, die vornehmlich dem Schutz der Gesundheit dienen; Geschoßbezeichnung; Aufenthaltsräume, lichte Höhe und Lage“ wie folgt definiert:



„§ 87. (5) Die lichte Höhe von Aufenthaltsräumen muss [!] mindestens 2,50 m betragen. Wird diese Höhe nicht an allen Stellen des Raumes erreicht, muss [!] der Luftraum dennoch mindestens dasselbe Ausmaß haben wie bei einer waagrechten Decke mit 2,50 m Höhe.“<sup>12</sup>

Die Bestimmungen im 10. Abschnitt der Bauordnung für Wien „Vorschriften, die hauptsächlich die Konstruktion betreffen“ definieren ein Element, das wie der Laubengang des Basismodells, der Erschließung von Wohnungen dient, als *notwendige Verbindung*. Festgelegt sind hier ebenfalls die Mindestanforderungen an die lichte Raumhöhe von notwendigen Verbindungen.

„§ 106. (1) Jede Wohnung (...) muss [!] unmittelbar (...) von den öffentlichen Verkehrsflächen sicher erreichbar sein. Verbindungswege, die der unmittelbaren Erreichbarkeit einer Wohnung (...) von den öffentlichen Verkehrsflächen dienen, sind notwendige Verbindungswege.“<sup>13</sup>

„§ 106. (3) Die notwendigen Verbindungswege müssen (...) eine lichte Höhe von mindestens 2,10 m haben; ...“<sup>14</sup>

Auf Grund der strukturellen Anforderung einer horizontalen Durchgängigkeit der Geschoßdecken im Basismodell wird die geringere gesetzlich geforderte lichte Höhe des Laubengangs von 2,10m jener der Wohnung mit 2,50m angeglichen und wird die lichte Geschoßhöhe des Basismodells mit 2,50m definiert.

### 3.3.2 Tiefe

Auch die Tiefen des Basismodells werden unter Heranziehung der Bestimmungen der Wiener Bauordnung festgelegt.

Es wird dabei die Geschoßtiefe  $t$  aus drei Teiltiefen zusammengesetzt.

- > Teiltiefe  $t_D$  - Direkt besonnter Wohnungsteil
- > Teiltiefe  $t_I$  - Indirekt besonnter Wohnungsteil
- > Teiltiefe  $t_L$  - Laubengang

---

<sup>12</sup> <http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtvorschriften/html/b0200000.htm> vom 04.07.2007

<sup>13</sup> <http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtvorschriften/html/b0200000.htm> vom 04.07.2007

<sup>14</sup> ebenda

Die Gesamttiefe  $t$  des Geschosses ermittelt sich durch Addition der drei Teiltiefen  $t_L$ ,  $t_D$  und  $t_I$ . Unter Heranziehung der nachfolgend erläuterten Bestimmungen der Wiener Bauordnung ergibt sich eine maximal zulässige Tiefe der Wohnung von 28,5 m und eine minimale Tiefe des Laubengangs von 1,2m somit eine Gesamttiefe des Basismodells von 29,7 m.<sup>15</sup>

Detaillierte Herleitung und Begründung siehe nachfolgende Kapitel 3.3.2.1 bis 3.3.2.3.

### 3.3.2.1 Teiltiefe $t_D$ - Direkt besonnener Wohnungsteil

Bestimmungen betreffend die zulässige Tiefe von Räumen, die auf das Basismodell angewendet werden können, finden sich im 9. Abschnitt der Bauordnung für Wien: „Vorschriften, die vornehmlich dem Schutz der Gesundheit dienen Geschoßbezeichnung; Aufenthaltsräume, lichte Höhe und Lage“.

„§ 88. (1) Aufenthaltsräume müssen grundsätzlich natürlich belichtet sein (...).

§ 88. (2) Fenster, die zur Belichtung von Aufenthaltsräumen erforderlich sind (Hauptfenster), müssen ins Freie münden. (...) Die Gesamtfläche der Hauptfenster muss, in der Architekturlichte gemessen, mindestens ein Zehntel der Fußbodenfläche des zugehörigen Raumes betragen. Dieses Maß vergrößert sich bei Raumtiefen von mehr als 5 m um je 10 vH für jeden vollen Meter Mehrtiefe. ...“<sup>16</sup>

„§ 87. (3) Als Aufenthaltsräume gelten Wohnräume, Büroräume, sonstige Arbeitsräume und Küchen.“<sup>17</sup>

Da für das Basismodell einerseits eine lichte Raumhöhe des Geschosses von 2,5m festgelegt wurde und andererseits die Fassade als vollflächig verglast definiert ist, kann durch Anwendung der Bauordnung die höchstzulässige Raumtiefe ermittelt werden.

---

<sup>15</sup> Eine Wohnung gegenwärtigen Standards umfasst jedenfalls Räume wie Bad und WC, die keine Aufenthaltsräume sind. Für diese Räume wird die Belichtung mit Tageslicht nicht vorgeschrieben. Es wäre daher denkbar, für diese Räume eine zusätzliche vierte Teiltiefe für einen nicht oder nur indirekt durch die Aufenthaltsräume belichteten Bereich einzuführen. Zur Definition dieser vierten Teiltiefe liegen keine Angaben in der Bauordnung für Wien vor. Aus methodischer Sicht kann auf die Einführung einer vierten Tiefe unter folgenden Voraussetzungen verzichtet werden. Das Einfügen weiterer Räume, die durch die Aufenthaltsräume indirekt belichtet sind, ist jederzeit möglich, wenn die Lichtqualitäten an der, über die Bauordnung für Wien klar festlegbaren, Grenzlinie zwischen dem direkt belichteten und dem indirekt belichteten Wohnungsteil das sinnvoll erscheinen lassen. Das Einfügen einer Zone ohne Verbindung zum Tageslicht ist jederzeit möglich, für die Betrachtung von Tageslichtqualitäten aber ohne jede Relevanz.

<sup>16</sup> <http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtvorschriften/html/b0200000.htm>  
vom 05.07.2007

<sup>17</sup> ebenda

Es gilt dabei der Zusammenhang:

$$h \cdot b = t_D \cdot b \cdot \frac{t_D + 5}{100} \quad \text{für alle } t_D \geq 5 \text{ m}$$

h ... lichte Geschosshöhe

b ... Raumbreite

t<sub>D</sub> ... Tiefe des direkt besonnten Wohnungsteils

Löst man diese Gleichung mit h=2,50 nach t<sub>D</sub> auf, ergibt sich für die Tiefe des direkt belichteten Wohnungsteils ein Wert von 13,50 m.

### 3.3.2.2 Teiltiefe t<sub>I</sub> - Indirekt besonnter Wohnungsteil

Der oben bereits zitierte §88 legt weiters fest, unter welchen Bedingungen Hauptfenster gegen verglaste Balkone und Loggien grenzen dürfen:

„§88 (3) Verglaste Balkone und Loggien sind vor Hauptfenstern nur zulässig, wenn ihre verglaste Fläche mindestens drei Zehntel und die Architekturlichte der Hauptfenster mindestens ein Sechstel der Fußbodenfläche des zugehörigen Raumes beträgt.“<sup>18</sup>

Diese Bestimmung für verglaste Balkone und Loggien findet in der Auslegungspraxis der Baubehörde auch Anwendung auf das Erschließungselement Laubengang.<sup>19</sup>

Da im Basismodel sowohl der Laubengang, als auch die Wand zwischen Wohnung und Laubengang als vollflächig verglast definiert sind, werden die Anforderungen der Bauordnung im Sinne des §88 (3) betreffend die Größe der verglasten Fläche bzw. die Abmessungen der Architekturlichte erfüllt. Die höchstzulässige Raumtiefe für Aufenthaltsräume im indirekt belichteten Wohnungsteil kann daher über den folgenden Zusammenhang festgelegt werden:

$$h \cdot b = t_I \cdot b \cdot \frac{1}{6}$$

h ... lichte Geschosshöhe

b ... Raumbreite

t<sub>I</sub> ... Tiefe des indirekt besonnten Wohnungsteils

---

<sup>18</sup> <http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtsvorschriften/html/b0200000.htm>  
vom 05.07.2007

<sup>19</sup> Telefonat mit der MA37 am 03.07.2007 mit Frau DI Gessner (01 / 4000 09 501)

Löst man diese Gleichung mit  $h=2,50$  m nach  $t_l$  auf erhält man die Tiefe des indirekt besonnten Wohnungsteils als zweite der drei Teiltiefen des Basismodells mit 15 m.

### 3.3.2.3 Teiltiefe $t_l$ - Laubengang

Als grundsätzliche Anforderungen an das Basismodell wird die Nutzungsart Wohnen festgelegt. Dem entsprechend sind für die Bestimmung der Tiefe des Laubengangs folgende Aussagen im 10. Abschnitt der Bauordnung für Wien „Vorschriften, die hauptsächlich die Konstruktion betreffen“ relevant:

„§106. (6) Die Mindestbreite der notwendigen Verbindungswege hat zu betragen:  
a) in Wohngebäuden, in denen jedes Hauptgeschoß mit Ausnahme des Erdgeschosses überwiegend Wohnzwecken dient, 1,20 m; (...)“<sup>20</sup>

Die Tiefe des Laubengangs wird daher als dritte und letzte von drei Teiltiefen des Geschosses des Basismodells mit 1,20m festgelegt.

### 3.3.3 Breite

Breiten des Basismodells sind zu definieren für einerseits die Wohnung und andererseits für den vorgelagerten Laubengang. Wieder wird die Definition auf den Bestimmungen der Wiener Bauordnung aufgebaut.

Die lichte Wohnungsbreite des Basismodells wird demnach mit 4,60 m und in einer Variante davon mit 2,30 m festgelegt. Die Breite des Laubengangs wird als theoretisch unendlich festgelegt.

Detaillierte Herleitung und Begründung siehe nachfolgende Kapitel 3.3.3.1 und 3.3.3.2.

#### 3.3.3.1 Breite der Wohnung

Die Breite der Wohnung des Basismodells wird durch den Abstand von zwei parallelen, durchgängig ebenen Trennwänden definiert. Die Bauordnung für Wien liefert für die Bestimmung dieses Abstandes keine anwendbaren Vorgaben. Daher wird der Definition der Wohnungsbreite ein Konstruktionsraster zugrunde gelegt, dessen Abmessungen aus dem „Gesetz über Anlagen zum Einstellen von Kraftfahrzeugen und über Tankstellen in Wien (Wiener Garagengesetz)“ übernommen werden.

---

<sup>20</sup> <http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtsvorschriften/html/b0200000.htm>  
vom 04.07.2007

Im V. Abschnitt: „Verpflichtung zur Schaffung von Einstellplätzen und Garagen“ wird ein Bezug zwischen Wohnung und Stellplätzen für Personenkraftwagen wie folgt hergestellt:

„§ 36. (1) Bei Neu- und Zubauten sowie Änderungen der Raumwidmung entsteht eine Stellplatzverpflichtung nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen; diese ist entweder als Naturalleistung (Pflichtstellplätze) grundsätzlich auf dem Bauplatz oder Baulos oder durch Entrichtung der Ausgleichsabgabe an die Stadt Wien zu erfüllen.“<sup>21</sup>

„§ 36a. (1) Für jede Wohnung ist ein Stellplatz zu schaffen. ...“<sup>22</sup>

Im III. Abschnitt dieses Gesetzes: „Bauvorschriften“ werden die Mindestabmessungen eines Pflichtstellplatzes festgelegt.

„§ 12. (2) Die Stellplätze müssen nachstehende Mindestabmessungen aufweisen:  
a) eine Breite von 2,30 m, bei Behindertenstellplätzen von 3,50 m;  
b) eine Länge von 6 m bei Hintereinanderaufstellung der Fahrzeuge;  
c) eine Länge von 4,80 m bei allen anderen Aufstellungsarten. ...“<sup>23</sup>

Ausgehend von diesen Angaben kann die Wahl eines Konstruktionsrasters mit einer Rasterbreite von 2,30 m entsprechend der Mindestbreite eines Stellplatzes, als relevante Basis zumindest im Sinne der logischen Konzeption der Tragkonstruktion eines Wiener Wohngebäudes herangezogen werden. Als sinnvolle Abstände für lastabtragende Elemente werden ganzzahlige Vielfache des Rastermasses gewählt. Die Elemente, die innerhalb des Basismodells für die Abtragung vertikaler Gebäudelasten zur Verfügung stehen, sind die Wohnungstrennwände. Der Abstand zwischen den Wohnungstrennwänden ist so zu wählen, dass er die Mindestanforderungen an die Lichtqualität definiert. Da die Verschattung mit sinkendem Elementabstand zunimmt, ist für die Wohnungsbreite innerhalb des Basismodells also das kleinste ganzzahlige Vielfache des Rasterabstands von 2,30m auszuwählen, das eine reale Wohnungsbreite darstellen kann. Als lichte Wohnungsbreite wird daher der zweifache Rasterabstand mit 4,60m gewählt. Zusätzlich wird in weiterer Folge auch eine Variante des Basismodells mit Trennwänden im Rasterabstand von jeweils 2,30m untersucht.<sup>24</sup>

---

<sup>21</sup> <http://www.magwien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtvorschriften/pdf/b1000000.pdf>  
vom 08.07.2007

<sup>22</sup> ebenda

<sup>23</sup> ebenda

<sup>24</sup> Damit wird eine konsequente, methodisch richtige Herangehensweise einerseits sichergestellt und andererseits die Vergleichbarkeit einer Wohneinheit mit zwei durch eine Zwischenwand getrennten Räumen und einer Wohneinheit mit nur einem Raum möglich.

### 3.3.3.2 Breite des Laubengangs

Der Laubengang ist ein durchgängiges Erschließungselement, das den Wohnungen verbindend vorgelagert ist. So enthält der Laubengang im Basismodell keine die Breite begrenzenden Elemente. Die Breite des Laubenganges wird daher als theoretisch unendlich definiert.<sup>25</sup>

## 3.4. Abmessungen der übergeordneten Raumstruktur

### 3.4.1 Tiefe

Die Tiefe  $t_{\text{ÜR}}$  der übergeordneten Raumstruktur entspricht der ermittelten Gesamttiefe  $t$  der Laubengangeinheit des Basismodells und beträgt daher 29,7m.

### 3.4.2 Höhe

Die Höhe  $h_{\text{ÜR}}$  der übergeordneten Raumstruktur wird basierend auf dem VIII. Abschnitt der Bauordnung für Wien „Bauliche Ausnützbarkeit der Bauplätze“, dort unter „Bauklasseneinteilung, zulässige Gebäudehöhe“, wie folgt begrenzt:

„§ 75. (1) Die Bauklasseneinteilung setzt die Gebäudehöhe für Wohngebiete und gemischte Baugebiete fest.

(2) Die Gebäudehöhe hat, soweit sich nicht nach den Bestimmungen der Abs. 4 bis 6 und des § 81 sowie des Bebauungsplanes eine andere Gebäudehöhe ergibt, zu betragen:

- > in Bauklasse I mindestens 2,5 m, höchstens 9 m,
- > in Bauklasse II mindestens 2,5 m, höchstens 12 m,
- > in Bauklasse III mindestens 9 m, höchstens 16 m,
- > in Bauklasse IV mindestens 12 m, höchstens 21 m,
- > in Bauklasse V mindestens 16 m, höchstens 26 m,

(3) In der Bauklasse VI beträgt die Gebäudehöhe mindestens 26 m; der Bebauungsplan hat die einzuhaltenden Gebäudehöhen innerhalb zweier Grenzmaße festzusetzen.“<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Unendliche Längen sind in Simulationsprogrammen nur begrenzt abbildbar. Wesentlich ist, dass die Breite des Laubengangs rechnerisch so angenommen wird, dass der Schattenwurf des Laubenganges nicht auf der Fassadenebene zwischen Laubengang und Wohnung abgebildet wird.

<sup>26</sup> <http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtsvorschriften/html/b0200000.htm>  
am 19.07.2007

Die größte normativ definierte Höhe beträgt 26 m. Die lichte Geschoßhöhe der Laubengangeinheit wurde mit 2,5 m definiert. Bei einer multiplikativen horizontalen Stapelung können innerhalb von 26 m daher maximal 10 komplette Geschosse untergebracht werden.

Daraus ergibt sich die Höhe  $h_{\text{ÜR}}$  der übergeordneten Raumstruktur mit 25 m.

### 3.4.3 Breite

Betreffend die Breite  $b_{\text{ÜR}}$  der übergeordneten Raumstruktur finden sich Aussagen zu einer maximalen Ausdehnung im X. Abschnitt der Bauordnung für Wien unter „Stiegen, Gänge und sonstige Verbindungswege“ wie folgt:

“§ 106. (2) Notwendige Stiegen dürfen von Türen, die aus notwendigen Verbindungswegen in Wohnungen oder Betriebseinheiten führen, nicht weiter als 40 m entfernt sein. ...”<sup>27</sup>

Ausgehend von der Annahme eines zentral gelegenen Stiegenhauses in der Mitte der übergeordneten Raumstruktur kann beidseits des Stiegenhauses ein Verbindungsweg mit maximal 40 m Länge bis zur nächsten notwendigen konstruktiven Zäsur angelegt werden. Den Bestimmungen der Bauordnung für Wien folgend beträgt die maximale Breite  $b_{\text{ÜR}}$  die zweifache zulässige Länge des Verbindungsweges zuzüglich der Breite des Stiegenhauses, die ebenfalls dem konstruktiven Raster von 4,6 m unterworfen wird. Bei einer multiplikativen Vervielfachung der Wohnung in horizontaler Richtung ergibt sich die maximale zulässige Länge eines Verbindungsweges von 36,8 m.

Die Breite  $b_{\text{ÜR}}$  ergibt sich daher wie folgt:

$$b_{\text{ÜR}} = 2 \cdot 36,8 + 4,6 = 78,2 \text{ m}$$

Die übergeordnete Raumstruktur mit der Geometrie eines Quaders ist damit mit der Tiefe  $t_{\text{ÜR}}=29,7$  m, der Höhe  $h_{\text{ÜR}}=25$  m, der Breite  $b_{\text{ÜR}}=78,2$  m festgelegt.

---

<sup>27</sup> <http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtsvorschriften/html/b0200000.htm>  
am 19.07.2007

#### 3.4.4 Beheiztes Volumen

Das beheizte Bruttovolumen ( $V_B$ ) der übergeordneten Raumstruktur, wie es in die Bemessung des höchstzulässigen spezifische Transmissions-Wärmeverlustes laut der Wiener Bauordnung und auch in die Bemessung der Anforderung an den Heizwärmebedarf laut der ÖNORM B 8110-1 eingeht, beträgt:

$$V_B = (28,5 \text{ m} \cdot 25 \text{ m} \cdot 78,2 \text{ m}) = 55.718 \text{ m}^3.$$

#### 3.4.5 Umschließende Oberfläche des beheizten Volumens

Die umschließende Oberfläche des beheizten Volumens, wie es in die Bemessung der Anforderung an den Heizwärmebedarf laut der ÖNORM B 8110-1 eingeht, beträgt:

$$A_B = 2 \cdot (28,5 \text{ m} \cdot 25 \text{ m} + 78,2 \text{ m} \cdot 25 \text{ m} + 28,5 \text{ m} \cdot 78,2 \text{ m}) = 9.777 \text{ m}^2$$

#### 3.4.6 Charakteristische Länge

Die charakteristische Länge ist ein Maß für die Kompaktheit eines Baukörpers. Sie berechnet sich nach  $l_c = V_B / A_B$ . Die übergeordnete Raumstruktur weist eine charakteristische Länge von  $l_c = 5,70 \text{ m}$  auf.

### 3.5. Wärmeschutz

Analog der Vorgehensweise bei der Definition der Abmessungen werden auch die wärmeschutztechnischen Qualitäten des Basismodells basierend auf den konkreten normativen und baurechtlichen Vorgaben im Sinne der zulässigen Extremwerte festgelegt. Berücksichtigt werden dabei die Bestimmungen der Wiener Bauordnung und der ÖNORM B 8110 – Wärmeschutz im Hochbau.

#### 3.5.1 Anforderungen der Wiener Bauordnung

##### 3.5.1.1 Höchstzulässige U-Werte

Die Mindestanforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) beheizter Räume werden im 10. Abschnitt der Bauordnung für Wien: „Vorschriften, die hauptsächlich die Konstruktion betreffen“, Unterabschnitt "Baulicher Wärmeschutz" festgelegt:



"§97a. (6) Unbeschadet des Abs. 5 dürfen bei beheizten Räumen folgende Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) nicht überschritten werden:

1. Außenwände, Feuermauern und erdberührte Wände:  $U = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;
2. Fenster, Dachgauben, Außentüren und dergleichen:  $U = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;
3. Trennwände:  $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;
4. Trennwände zwischen Wohnungen, Aufenthaltsräumen, Badezimmern und Aborten in Dachgeschossen einerseits und dem übrigen Dachgeschoß andererseits:  $U = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;
5. Decken gegen Kellerräume, Geschäftsräume, Verkaufsräume und Räume mit ähnlicher Funktion, Lagerräume, Garagen und dergleichen sowie erdberührte Fußböden:  $U = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;
6. Decken gegen Außenluft, Ein- und Ausfahrten beziehungsweise Durchfahrten sowie Decken des obersten Geschoßes:  $U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;
7. Sonstige Geschoßdecken, ausgenommen solche innerhalb von Wohnungen oder Betriebseinheiten:  $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;
8. Abschlüsse von Deckenöffnungen in der obersten Decke, wie Lichtkuppeln und dergleichen:  $U = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ." <sup>28</sup>

Im gegenständlichen Basismodell sind demnach folgende U-Werte einzuhalten:

- > Wand direkt gegen Außen  $U=0,5 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- > Trennwand gegen Laubengang  $U=0,9 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- > Fenster gegen Außen sowie gegen Laubengang  $U=1,9 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  <sup>29</sup>

### 3.5.1.2 Höchstzulässiger spezifischer Transmissions-Wärmeverlust

Die Wiener Bauordnung legt in ihrem 10. Abschnitt: „Vorschriften, die hauptsächlich die Konstruktion betreffen“, Unterabschnitt "Baulicher Wärmeschutz" für Neubauten mit Wohnnutzung höchstzulässige Werte des spezifischen Transmissions-Wärmeverlustes fest:

---

<sup>28</sup> <http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtsvorschriften/html/b0200000.htm>  
vom 04.07.2007

<sup>29</sup> Eine diesbezügliche Anfrage bei Dr. Irmgard Eder, MA37, vom 15.08.07 zeigte Interpretationsspielraum auf hinsichtlich der Frage, ob von allen Elementen in Trennwänden, mit Ausnahme von Wohnungseingangstüren, der U-Wert von  $0,9 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  einzuhalten sei. Diese Interpretation würde nach sich ziehen, dass Fenster gegen einen Laubengang ebenfalls  $U = 0,9 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  unterschreiten müssten, also einen höheren Wärmeschutz als Fenster gegen Außen aufweisen müssten. Nachdem das ein Paradoxon darstellen würde und nachdem diese Interpretation aus der Bauordnung nicht abzulesen ist, wurde auch gegen den Laubengang an der Mindestanforderung für Fenster von  $U = 1,9 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  festgehalten.

"§ 97a. (1) Neubauten mit Wohnungen oder sonstigen Aufenthaltsräumen müssen einen baulichen Wärmeschutz aufweisen, der der festgelegten höchstzulässigen energetischen Kennzahl „spezifischer Transmissions-Wärmeverlust“ entspricht; bei Zubauten, Umbauten und baulichen Änderungen genügt die Einhaltung des Abs. 6.

(2) Der spezifische Transmissions-Wärmeverlust  $W/(m^3K)$  ist der rechnerische Wärmeleistungsbedarf in Watt je Kubikmeter des beheizten Volumens und je Kelvin Temperaturdifferenz zwischen der Außentemperatur und der Raumtemperatur.

(3) Mit den Anforderungsklassen wird der unterschiedlichen Begrenzung der Anforderungen nach dem beheizten Volumen Rechnung getragen. Das beheizte Volumen  $V_B$  in  $m^3$  ist die Summe der Brutto-Rauminhalte aller beheizten Räume des Gebäudes. Beheizte Räume sind alle Räume von Wohnungen sowie sonstige Aufenthaltsräume. Verkaufsräume, Gaststätten und Räume mit ähnlicher Funktion müssen in die Summe der Brutto-Rauminhalte aller beheizten Räume des Gebäudes nicht eingerechnet werden.

(4) Es gibt folgende Anforderungsklassen: A: beheiztes Volumen  $\leq 500 m^3$ ; B: beheiztes Volumen  $\leq 1000 m^3$ ; C: beheiztes Volumen  $\leq 1500 m^3$ ; D: beheiztes Volumen  $\leq 2200 m^3$ ; E: beheiztes Volumen  $\leq 3000 m^3$ ; F: beheiztes Volumen  $\leq 4500 m^3$ ; G: beheiztes Volumen  $\leq 6000 m^3$ ; H: beheiztes Volumen  $\leq 8000 m^3$ ; I: beheiztes Volumen  $> 8000 m^3$ .

(5) Der spezifische Transmissions-Wärmeverlust darf bei Gebäuden der Anforderungsklasse A den Wert von  $0,36 W/(m^3K)$ , B den Wert von  $0,34 W/(m^3K)$ , C den Wert von  $0,32 W/(m^3K)$ , D den Wert von  $0,30 W/(m^3K)$ , E den Wert von  $0,28 W/(m^3K)$ , F den Wert von  $0,26 W/(m^3K)$ , G den Wert von  $0,24 W/(m^3K)$ , H den Wert von  $0,22 W/(m^3K)$  und I den Wert von  $0,20 W/(m^3K)$  nicht überschreiten. Zwischenwerte sind durch lineare Interpolation einzuschalten.

(...)

(7) Bei Glasvorbauten darf bei der Ermittlung des spezifischen Transmissions-Wärmeverlustes der Wärmedurchgangskoeffizient der angrenzenden Bauteile des Gebäudes mit seinem halben Wert in Rechnung gestellt werden. Glasvorbauten (wie Wintergärten und Innenhöfe mit Glasüberdachung) sind geschlossene, nicht unmittelbar beheizte Räume unter konstruktiver Durchbildung nach den Erfahrungen der technischen Wissenschaften." <sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> <http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtsvorschriften/html/b0200000.htm>  
vom 04.07.2007

Im gegenständlichen Fall ist als das beheizte Gebäudevolumen die übergeordnete Raustruktur heranzuziehen. Gemäß Kapitel 3.4.4 beträgt dieses  $9.777\text{m}^3$ .

In Anwendung der Wiener Bauordnung, Baulicher Wärmeschutz, §97a, ist das Gebäude demnach der Anforderungsklasse I,  $V_B > 8.000\text{m}^3$ , zuzuordnen und der höchstzulässige spezifische Transmissions-Wärmeverlust beträgt  $0,20 \text{ W}/(\text{m}^3\text{K})$ .

Grundsätzlich wäre dieser Zielwert mit einer Vielzahl von Kombinationen unterschiedlicher U-Werte der einzelnen Bauteile erzielbar. Es zeigt sich jedoch, dass eine Wärmedämmung aller Bauteile auf dem Niveau der jeweils höchstzulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten ausreicht, um die Anforderung des höchstzulässigen spezifischen Transmissions-Wärmeverlusts einzuhalten.

Im gegenständlichen Fall ist demnach die Anforderung an die höchstzulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten die strengere und damit maßgebliche. Zurückzuführen ist das insbesondere auf die große Kompaktheit der angenommenen übergeordneten Raumstruktur mit einer charakteristischen Länge von  $5,7\text{m}$ .<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> Im Kpitel 4 wird zur Sicherstellung des mindest erforderlichen Tageslichtquotienten eine Verkürzung des Basismodells von  $28,50 \text{ m}$  auf  $11,25 \text{ m}$  und auf  $9,00 \text{ m}$  vorgenommen. Es ist daher zu überprüfen, ob auch in diesen beiden Fällen die Einhaltung der höchstzulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten die strengere und damit ausreichende Bedingung darstellt. Die Überprüfung bestätigt das.

### 3.5.2 Anforderungen der ÖNORM B 8110-1

In der ÖNORM B 8110-1 2007-08-01 sind für den Neubau von Wohngebäuden Anforderungen an den Heizwärmebedarf sowie Anforderungen an den U-Wert wärmeübertragender Bauteile festgeschrieben.

#### 3.5.2.1 Höchstzulässige U-Werte

In der ÖNORM B 8110-1, Tabelle 6 sind die höchstzulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten, gültig für Neubau und umfassende Sanierung, gültig für Wohngebäude ebenso wie für Nicht-Wohngebäude, festgeschrieben.<sup>32</sup>

Die folgenden sind für das gegenständliche Basismodell relevant:

Wände gegen Außenluft	U=0,35 W/m <sup>2</sup> K
Innendecken gegen unbeheizte Gebäudeteile	U=0,40 W/m <sup>2</sup> K
Wände gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile	U=0,60 W/m <sup>2</sup> K
Fenster gegen (...) unbeheizte Gebäudeteile	U=2,50 W/m <sup>2</sup> K
Fenster (...) in Wohngebäuden gegen Außenluft	U=1,40 W/m <sup>2</sup> K

Nachdem bei einem geschlossenen Laubengang normalerweise Frostfreiheit nicht vorliegt, sind die Bestimmungen für Bauteile gegen Außenluft anzuwenden, ist also für die Wand gegen den Laubengang der U-Wert von 0,35 W/m<sup>2</sup>K einzuhalten und für Fenster gegen den Laubengang ein U-Wert von 1,4 W/m<sup>2</sup>K.

Für die Verglasung vom Laubengang gegen Außen ist in der ÖNORM B 8110-1 keine Anforderung festgeschrieben.

---

<sup>32</sup> ÖNORM B 8110-1, Ausgabe 2007-08-01, Wärmeschutz im Hochbau, Teil 1 - Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf.

### 3.5.2.2 Höchstzulässiger Heizwärmebedarf

In der ÖNORM B 8110-1, Kapitel 7.2.1, Anforderungen an den Heizwärmebedarf für den Neubau sind die Anforderung an den Heizwärmebedarf ( $HWB_{BGF, WG, Ref}$ ) für das Referenzklima festgeschrieben, definiert als die Wärmemenge, die den konditionierten Räumen zugeführt werden muss, um deren vorgegebene Solltemperatur einzuhalten.<sup>33</sup>

Einzuhalten ist demnach:

$$HWB_{BGF, WG, Ref} = 26 \times (1+2/lc)$$

$$\text{mit } HWB_{BGF, WG, Ref, max} = 78,0 \text{ kWh}/(m^2a)$$

Im gegenständlichen Fall ist die charakteristische Länge der übergeordneten Raumstruktur laut Kapitel 3.4.6 heranzuziehen. Sie beträgt 5,7m.

Die Anforderung an den höchstzulässigen Heizwärmebedarf lautet demnach  $HWB_{BGF, WG, Ref} = 26 \times (1+2/5,70) = 35,1 \text{ kWh}/(m^2a)$ .

Auch dieser Zielwert wäre grundsätzlich mit einer Vielzahl von Kombinationen unterschiedlicher U-Werte der einzelnen Bauteile erzielbar. Es zeigt sich jedoch auch hier, dass eine Wärmedämmung aller Bauteile auf dem Niveau der jeweils höchstzulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten ausreicht, um die Anforderung des höchstzulässigen Heizwärmebedarfs einzuhalten.

Im gegenständlichen Fall ist demnach die Anforderung an die höchstzulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten die strengere und damit maßgebliche. Zurückzuführen ist das wiederum insbesondere auf die große Kompaktheit der angenommenen übergeordneten Raumstruktur mit einer charakteristischen Länge von 5,7m.<sup>34</sup>

---

<sup>33</sup> ÖMORM B 8110-1, Ausgabe 2007-08-01, Wärmeschutz im Hochbau, Teil 1 - Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf.

<sup>34</sup> Im Kpitel 4 wird zur Sicherstellung des mindest erforderlichen Tageslichtquotienten eine Verkürzung des Basismodells von 28,50 m auf 11,25 m und auf 9,00 m vorgenommen. Es ist daher zu überprüfen, ob auch in diesen beiden Fällen die Einhaltung der höchstzulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten die strengere und damit ausreichende Bedingung darstellt. Die Überprüfung bestätigt das.

### 3.5.3 Strahlungsdurchgang durch transparente Bauteile

Als Teilbereich des baulichen Wärmeschutzes sind für das Basismodell auch die Kennwerte des Strahlungsdurchgangs transparenter Bauteile festzulegen.

Diese werden abgeleitet aus der Festlegung der höchstzulässigen U-Werte laut Kapitel 3.5 unter Heranziehung gegenwärtig am Markt verfügbaren Glasqualitäten und unter begleitender Modellierung dieser Glasqualitäten mit der bauphysikalischen Software Calumen<sup>35</sup>.

Wärmebrückeneffekte aufgrund des Glasrandverbundes sowie aufgrund von Glashalterungen werden in einem gegenüber  $U_w$  um  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  verringertem  $U_g$  berücksichtigt.

Opake Rahmenteile werden im Einklang mit der archetypischen Definition des Basismodells idealisiert gleich Null gesetzt.

#### **Verglasung der Wohnung gegen Außen und gegen den Laubengang**

Ausgehend von  $U_w=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  gemäß Anforderung der ÖNORM B 8110-1 (Siehe Kapitel 3.5.2.1) werden folgende strahlungstechnische Kennwerte abgeleitet:

$$U_w=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_g=1,2 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \text{pauschal abgeleitet aus } U_g = ( U_w - 0,2 )$$

$$g=0,62 \quad \text{abgeleitet aus Produktdaten und Modellrechnungen}$$

$$T_L=0,80 \quad \text{abgeleitet aus Produktdaten und Modellrechnungen}$$

#### **Verglasung des Laubengangs gegen Außen**

Für die Verglasung des Laubengangs gegen Außen besteht keine wärmeschutztechnische Anforderung. Es wurde daher unter Abbildung der Baupraxis von einer Zweischeiben-Verbund-Sicherheitsverglasung ausgegangen. Wärmebrückeneffekte treten angesichts des hohen Glas-U-Wertes nicht mehr in relevanter Höhe auf und werden daher vernachlässigt.

$$U_w=5,6 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \text{bei Annahme eines Zweischeiben-Verbund-Sicherheitsglases}$$

$$U_g=5,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$g=0,84 \quad \text{abgeleitet aus Produktdaten und Modellrechnungen}$$

$$T_L=0,90 \quad \text{abgeleitet aus Produktdaten und Modellrechnungen}$$

---

<sup>35</sup> Calumen 2.3.1; National Instruments Cooperation 2007; Saint-Gobain Glass Deutschland; Software zur Berechnung der Leistungen von Verglasungen im Bereich Lichttechnik, Energie und optische Eigenschaften; Zertifiziert gemäß DIN EN 410 und DIN EN 673 von Fraunhofer Institut Deutschland

### 3.5.4 Zusammenfassung

Aus den zuvor diskutierten Bestimmungen der ÖNORM und der Wiener Bauordnung ergibt sich demnach die folgende Liste mindest erforderlichen Wärmeschutzes der relevanten Bauteile:

#### **Verglasung gegen direkt Außen und gegen den Laubengang**

Gemäß der Anforderungen laut OENORM B 8110-1

$$U_w = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}; U_g = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}; g = 0,62; T_L = 0,80$$

#### **Verglasung des Laubengangs gegen Außen**

$$U_w = 5,60 \text{ W/m}^2\text{K}; U_g = 5,60 \text{ W/m}^2\text{K}; g=0,84; T_L=0,90$$

#### **Wand gegen direkt Außen und gegen Laubengang <sup>36</sup>**

Gemäß der Anforderungen laut OENORM B 8110-1

$$U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### **Trennwand gegen die Nachbarwohnung**

Gemäß der Anforderungen der Wr. Bauordnung

$$U = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### **Trenndecke gegen die Nachbarwohnung:**

Gemäß der Anforderungen der Wr. Bauordnung

$$U = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

---

<sup>36</sup> Im idealisiert voll verglasten Basismodell ist die Fläche dieser Wand stets gleich Null. Erst bei einem der Aufbaumodelle wird eine Verkleinerung der Verglasung vorgenommen, womit opake Außenwandflächen entstehen.

## 4. Voruntersuchung und Verkürzung des Basismodells

### 4.1. Allgemeines

Vor der detaillierten Untersuchung der orientierungsabhängigen Potenziale des Basismodells wird dieses auf seinen Tageslichtquotientenverlauf hin untersucht. Nachdem sich zeigt, dass in der gewählten festgelegten Raumtiefe anerkannte Untergrenzen des Tageslichtquotienten<sup>37</sup> deutlich unterschritten werden, wird eine angemessene Verkürzung des Basismodells vorgenommen und das Basismodell somit für die folgenden detaillierten Untersuchungen neu definiert.

### 4.2. Untersuchung Tageslichtquotient Basismodell

#### 4.2.1 Erörterung des Tageslichtquotienten [D - Daylight Factor]

Wenn überhaupt, wird die Tageslichtqualität von Aufenthaltsräumen gegenwärtig mit dem Kennwert des Tageslichtquotienten beschrieben.

Der Tageslichtquotient ist definiert als das Verhältnis zwischen der Beleuchtungsstärke auf einen bestimmten Punkt einer zu definierenden horizontale Ebene im Innenraum zu der Beleuchtungsstärke auf eine horizontale unverschattete Ebene im Außenraum, zu berechnen unter standardisierten außenräumlichen Beleuchtungsbedingungen, definiert als der bedeckte Himmel nach CIE.<sup>38</sup>

Der Tageslichtquotient wird demnach unter Ausklammerung direkten Sonnenlichts bestimmt, was ihn nicht sensibel für Himmelsausrichtungen und damit als entwurfsrelevante Größe in der Solararchitektur unbrauchbar macht.

#### 4.2.2 Berechnungsmethode und -werkzeug

In der gegenständlichen Arbeit wird die Tageslichtquotientenverteilung in der Wohnung auf einer Ebene in der Höhe von 0,85 m berechnet mit dem Softwarepaket RELUX, einem gut validierten bauphysikalischen Planungstool auf der Basis des Radiosity-Verfahrens.<sup>39</sup>

---

<sup>37</sup> Mangels vergleichbarer österreichischer Regelwerke wird als Referenzwert der Tageslichtquotient von 0,9% herangezogen, wie er in der DIN 5034-4 als Untergrenze für adäquate Tageslichtqualität im Wohnbau definiert ist.

<sup>38</sup> CIE - Commission Internationale d'Eclairage; Internationale Beleuchtungskommission konstituiert 1931. Die CIE arbeitet an der internationalen Standardisierung und Normierung von Lichttechnischen relevanten Größen.

<sup>39</sup> RELUX professional 2007-4; RELUX Informatik AG, CH



Nachdem der Tageslichtquotient per definitionem die Einflüsse direkten Sonnenlichts ausklammert, erübrigt sich eine Untersuchung unterschiedlicher Gebäudeorientierungen.

#### 4.2.3 Geometrische Modellbildung

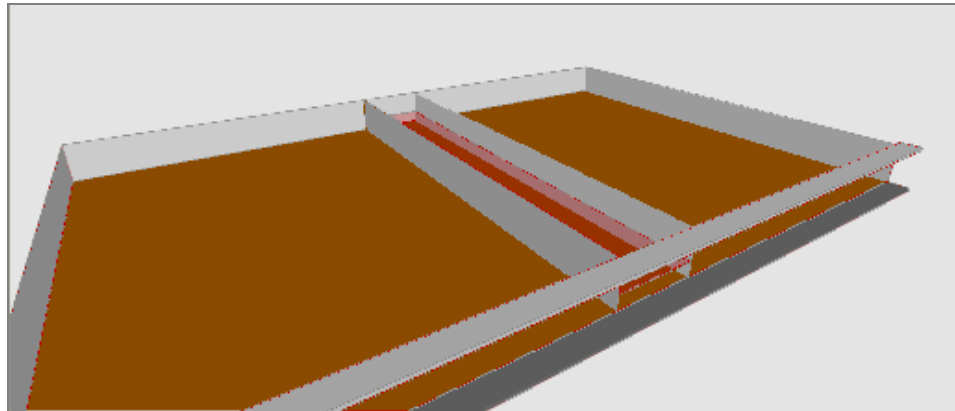
Das verwendete geometrische Modell entspricht genau dem Basismodell, wie in Kapitel 3.3 hergeleitet und beschrieben.

Untersucht wurde sowohl das Basismodell mit 4,6 m Breite als auch seine Variante mit nur 2,3 m Breite.

Programmtechnisch bedingt musste anstelle der idealtypisch zweidimensionalen Begrenzungsflächen eine Wand- und Deckenstärke von 1cm berücksichtigt werden. Sie wurde geeignet in das geometrische Modell integriert.

Die idealtypisch unendliche Erstreckung des Laubengangs wurde angenähert mit einer Länge des Laubengangs von je 20 m in beide Richtungen über die Trennwände der Wohnung hinaus.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das zur Untersuchung des Tageslichtquotienten verwendete geometrische Modell.<sup>40</sup>



**Abbildung 7: Modell zur Berechnung der Tageslichtquotientenverteilung**

---

<sup>40</sup> Abbildung 7: Peter Holzer; Screenshot aus der Bearbeitung mit der Software RELUX

#### 4.2.4 Physikalische Modellbildung

##### **Lichttransmissionsgrad**

Der Lichttransmissionsgrad der transparenten Flächen wurde bereits in Kapitel 3.5.3 festgelegt. Es gilt:

Verglasung der Wohnung gegen Außen	$T_L=0,80$
Verglasung der Wohnung gegen den Laubengang	$T_L=0,80$
Verglasung des Laubengangs gegen Außen	$T_L=0,90$

Programmtechnisch bedingt musste die Kombination aus Verglasung der Wohnung gegen den Laubengang und Verglasung des Laubengangs gegen Außen abgebildet werden als eine einzige Verglasung, was abgebildet wird durch Multiplikation der beiden Lichttransmissionsgrade.

Zusätzlich zu den, sich solcherart ergebenden Lichttransmissionsgraden wurde ein Abminderungsfaktor von 0,9 zur Berücksichtigung von Rahmenanteilen und von 0,9 zur Berücksichtigung üblicher Fensterverschmutzung berücksichtigt.

##### **Reflexionsgrad der opaken Flächen**

Eine weitere zentrale Größe der Tageslichtberechnung ist der Reflexionsgrad der raumzugewandten Flächen.

Es ist eine systemimmanente Eigenschaft des Radiosity-Verfahrens, alle Flächen als vollständig diffus reflektierend zu interpretieren.

Folgende Reflexionsgrade wurden festgelegt: <sup>41</sup>

Boden	0,25
Wand	0,60
Decke	0,70

##### **Standort und Termin**

Berechnet wurde unter der definierten Randbedingungen des bedeckten Himmels nach CIE bei einer horizontalen Außenbeleuchtungsstärke von 10.000lx.

Programmtechnisch erreicht wird diese Außenbeleuchtungsstärke für den Standort Wien, (16,22° geogr. Länge; 48,13 °N geogr. Breite) am 21.06. um 06 Uhr 59.

---

<sup>41</sup> In Übereinstimmung mit ÖNORM EN 12464-1 2003-04-01 Licht u Beleuchtung, Arbeitsstätten, Kap. 4.2 und nach Rücksprache mit dem Licht-Simulationsexperten Dr. John Mardaljevic, de Montford Universität, UK

## Weitere Einstellungen

Als Ergebnis von Sensitivitätsanalysen wurden alle endgültigen Berechnungen mit hochwertigen Einstellungen hinsichtlich Indirektanteil und Rasterabstand durchgeführt.<sup>42</sup>

Konkret wurde mit folgenden Einstellungen gearbeitet:

- > Indirektanteil "Mittel"
- > Rasterabstand reduziert von 2,84m auf 0,5m
- > Automatische Verfeinerung „hoch“

### 4.2.5 Ergebnisse

Berechnet wurde der Verlauf des Tageslichtquotienten auf der Messebene in 0,85 m Höhe über dem Fußboden.

Die Berechnungen wurden vorgenommen für das Basismodell, wie in Kapitel 3 beschrieben, in seiner Grundform von 4,6 m Breite und in der Variante von 2,3 m Breite.

Ausgewertet wurde die Tageslichtquotientenverteilung, dargestellt sowohl als Tabelle als auch als räumliche Darstellung in Form eines 3D-Gebirges.

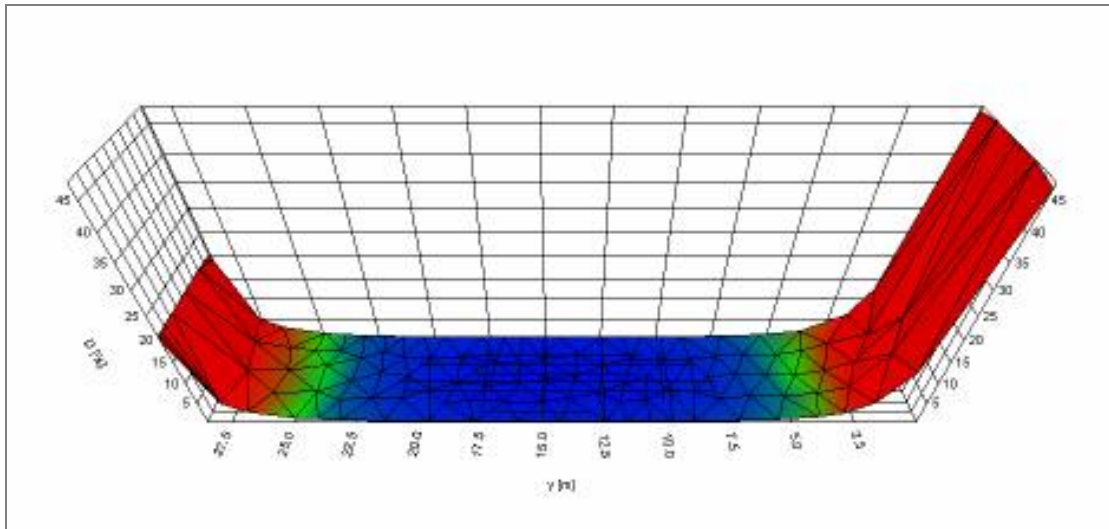
Aus der Verteilung wurden für jede der berechneten Varianten das Maximum, das Minimum und der Mittelwert des Tageslichtquotienten ermittelt und festgehalten.

Die folgende Abbildung 8 zeigt den Verlauf des Tageslichtquotienten für das Basismodell mit 4,6 m Breite als 3D-Gebirge. Deutlich zu erkennen sind die markanten Maxima an den beiden vollverglasten Fassaden; rechts jene gegen direkt Außen, links jene gegen den Laubengang.<sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> Die verfeinerte Analyse erwies sich als notwendig, nachdem die solcherart ermittelten Ergebnisse gegenüber jenen mit Standardeinstellungen der Software um mehr als 10% abwichen.

<sup>43</sup> Abbildung 8: Peter Holzer, Ergebnisdarstellung aus der Bearbeitung mit der Software RELUX



**Abbildung 8: Tageslichtquotientenverlauf, Basismodell 4,6m Breite**

Tabelle 1 fasst die Ergebnisse der Tageslichtquotientenberechnung zusammen und gibt sowohl für das Basismodell mit 4,6 m Breite als auch für die Variante mit 2,3 m Breite das Maximum<sup>44</sup>, das Minimum und den Mittelwert des Tageslichtquotienten auf der Messebene an.

<b>Variante</b>	$D_{\max}$	$D_{\min}$	$D_{\text{mittel}}$
Basismodell; 4,6m Breite	25,81%	0,08%	2,47%
Basismodell Variante; 2,3m Breite	20,85%	0,04%	1,83%

**Tabelle 1: Ergebnisse Tageslichtquotient, Basismodell**

<sup>44</sup> Hinzuweisen ist darauf, dass das in Tabelle 1 angegebene Maximum jeweils um 0,75 m innerhalb der Fassaden gemessen wurde. Sein Wert liegt daher deutlich unter jenem, der aus Abbildung 8 abzulesen ist.

### 4.3. Verkürzung des Basismodells

Es wird die Raumtiefe derart verkleinert, dass gerade noch die Anforderungen an die Tagesbelichtung laut DIN 5034-4 erfüllt werden:

„Die Helligkeit in Wohnräumen, die von dem durch die Fenster eindringenden Tageslicht erzeugt wird, ist im Rahmen ihrer psychischen Bedeutung ausreichend, wenn der Tageslichtquotient (...) auf einer horizontalen Bezugsebene, gemessen in einer Höhe von 0,85 m über dem Fußboden in halber Raumtiefe und in 1m Abstand von den beiden Seitenwänden im Mittel wenigstens 0,9% und am ungünstigsten dieser Punkte wenigstens 0,75% beträgt.“<sup>45</sup>

Es wurde also, wiederum mittels Berechnung des Tageslichtquotientenverlaufs untersucht, auf welches Maß die Wohnungstiefe zurückgenommen werden muss, um gerade noch den Mindestanforderungen laut DIN 5034-4 gerecht zu werden.

Es ergeben sich, mit den in Kapitel 4.2.4 genannten physikalischen Randbedingungen für das verkürzte Basismodell folgende Grenztiefen sowie Maxima, Minima<sup>46</sup> und Mittelwerte des Tageslichtquotienten.

Variante	Grenztiefe	DL max	DL min	DL mittel
Basismodell; 4,6m Breite	11,25 m	36,50%	0,90%	5,83%
Basismodell; 2,3m Breite	9,00 m	34,81%	0,88%	5,92%

**Tabelle 2: Ergebnisse Tageslichtquotient, verkürztes Basismodell**

### 4.4. Schlussfolgerungen aus der Voruntersuchung

Erwartungsgemäß ist zur Einhaltung der Anforderungen an einen minimalen Tageslichtkoeffizienten von 0,9% eine erhebliche Verkürzung des Basismodells vorzunehmen.

Auffällig ist, dass die Verringerung der Breite des Basismodells einen erheblicheren Einfluss auf den Tageslichtkoeffizienten hat.

Augenscheinlich ist auch, dass sich bei den nunmehrigen Grenztiefen die wechselseitige Durchlichtung von der jeweils gegenüber liegenden Fassade bereits erkennbar abbildet: Nicht nur in der dunklen Mittelzone, sondern auch an den beiden Fassaden steigen die Tageslichtkoeffizienten gegenüber der langen Basisvariante signifikant an. Vgl.  $D_{max}$  in Tabelle 1 und Tabelle 2.

<sup>45</sup> DIN 5034-4; Sept. 1994; Tageslicht in Innenräumen - Teil 4: Vereinfachte Bestimmung von Mindestfenstergrößen für Wohnräume

<sup>46</sup> Abermals ist darauf hinzuweisen, dass das in Tabelle 1 angegebene Maximum jeweils um 0,75m innerhalb der Fassaden gemessen wurde.

## 5. Detaillierte Untersuchung des Basismodells

### 5.1. Allgemeines

Ziel der detaillierten Untersuchung des verkürzten Basismodells ist die vergleichende Analyse von Qualitäten des sommerlichen wie winterlichen Wärmeschutzes sowie der Tageslichtqualität für unterschiedliche Orientierungen.

Dazu werden drei prinzipielle Potenziale definiert:

- > Tageslichtpotenzial
- > Passiv solares Gewinnpotenzial
- > Sommertauglichkeitspotenzial

Das verkürzte Basismodell wird am Klimastandort Wien in seiner Ausrichtung in 30°-Schritten gedreht. Für diese insgesamt 12 Orientierungen werden die genannten drei Potenziale berechnet.

Die Rechenergebnisse werden vergleichend ausgewertet. Von Interesse ist dabei insbesondere, ob einzelne Orientierungen hinsichtlich der drei Potenziale Auffälligkeiten aufweisen, aus denen eine gestalterische Empfehlung oder ein Optimierungsansatz abgeleitet werden kann.

Im Kapitel 5.5 bis 5.7 werden die Ergebnisse des Basismodells vergleichend dargestellt und diskutiert. In den folgenden Kapiteln 6 und 7 werden darauf aufbauend Optimierungsansätze formuliert und analysiert.

Explizit hingewiesen wird darauf, dass es sich um einen konstruktivistischen Forschungsansatz mittels eines typologischen Gebäudemodells handelt. Die Ergebnisse sind daher im Verleich zueinander sehr aussagekräftig. Sie dürfen aber in ihren absoluten Zahlenwerten keinesfalls unreflektiert auf reale Gebäudesituationen übertragen werden.

#### 5.1.1 Tageslichtpotenzial

Unter dem Tageslichtpotenzial wird die prinzipielle Eignung des Basismodells in seiner spezifischen Orientierung verstanden, qualitätvolle Tagesbelichtung zur Verfügung zu stellen.

Eine entwurfrelevante Analyse der Tageslichtqualität eines Wohnraumes muss nach Ansicht der Autoren jedenfalls die Qualitäten unterschiedlicher Himmelsrichtungen abbilden und sollte darüber hinaus der medizinischen und gestalterischen Bedeutung direkten Tageslichts Rechnung tragen.

Der Tageslichtquotient mit seiner Ausklammerung direkten Sonnenlichts und seiner somit fehlenden Abbildung spezifischer tageslichttechnischer Qualitäten der unterschiedlichen Fassadenorientierungen scheidet als entwurfsrelevante Beurteilungsgröße aus.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen dieser Arbeit von den Autoren der *Durchlichtungsfaktor* als ein neuer Kennwert zur Bestimmung der Tageslichtqualität entwickelt und erstmals auf die Analyse des Basismodells angewandt. Der *Durchlichtungsfaktor* wird definiert als jener Anteil des Raumvolumens, der innerhalb eines Tages zumindest einmal von einem direkten Sonnenstrahl durchlichtet werden kann.<sup>47</sup>

Siehe detaillierte Beschreibung in Kapitel 5.2.

### 5.1.2 Passiv solares Gewinnpotenzial

Unter dem Passiv Solaren Gewinnpotenzial wird die prinzipielle Eignung des Basismodells in seiner spezifischen Orientierung verstanden, passiv solare Wärmegewinne zur teilweisen Abdeckung seiner Wärmeverluste zu nutzen.

Als Maßzahl für diese Eignung wird der Heizwärmebedarf herangezogen.

Siehe detaillierte Beschreibung in Kapitel 5.3.

### 5.1.3 Sommertauglichkeitspotenzial

Unter dem Sommertauglichkeitspotenzial wird die prinzipielle Eignung des Basismodells in seiner spezifischen Orientierung verstanden, auch in sommerlichen Hitzeperioden moderate, behagliche Innenraumtemperaturen zur Verfügung zu stellen.

Als Maßzahl für diese Eignung, streng genommen für die Entfernung von dieser Eignung, wird der Kühlbedarf herangezogen.

---

<sup>47</sup> Der Durchlichtungsfaktor [LPF = Light Passage Factor] wird von den Autoren Renate Hammer und Peter Holzer an dieser Stelle neu und originär in die Literatur eingeführt und entsprechend definiert.

## 5.2. Untersuchung des Tageslichtpotenzials

### 5.2.1 Definition des Durchlichtungsfaktors [LPF]©<sup>48</sup>

Eine entwurfrelevante Analyse der Tageslichtqualität eines Wohnraumes muss nach Ansicht der Autoren jedenfalls die Qualitäten unterschiedlicher Himmelsrichtungen abbilden und sollte darüber hinaus der medizinischen und gestalterischen Bedeutung direkten Tageslichts Rechnung tragen.

Vor diesem Hintergrund wurde von den Autoren im Rahmen dieser Arbeit ein neuer Kennwert zur Bestimmung der Tageslichtqualität entwickelt und auf die Analyse des Basismodells angewandt.

Bezeichnet als *Durchlichtungsfaktor* [LPF - Light Passage Factor]© wird er definiert als jener Anteil des Nettovolumens eines Raumes, der - unter der Voraussetzung eines wolkenlosen Himmels - innerhalb eines Tages zumindest einmal von einem direkten Sonnenstrahl durchlichtet wird.

In den Durchlichtungsfaktor fließen die Geometrie der Sonnenbahn am konkreten Standort und die Raumgeometrie mit der Position, Größe und Orientierung der transparenten Flächen ein.

Der Durchlichtungsanteil bildet das Potenzial eines Raumes ab, von direkter Sonnenstrahlung "durchlichtet" zu werden.

Vorbehaltlich weiterer Erprobungen bietet sich der Durchlichtungsfaktor als neue praktisch anwendbare Planungsgröße standortbezogener Solararchitektur an, die dem Tageslichtquotienten an entwurfsrelevanter Aussagekraft bei weitem überlegen ist.

### 5.2.2 Berechnungsmethode und -werkzeug

In der gegenständlichen Arbeit wird der Durchlichtungsfaktor für jede der 12 Orientierungen für den jeweils 21. Tag jedes Monats berechnet, als jener Anteil des Raumvolumens, der innerhalb dieses Tages von direktem Sonnenlicht erreicht und durchlichtet werden kann, angegeben in Prozent.

---

<sup>48</sup> Der Durchlichtungsfaktor (LPF - Light Passage Factor) ist eine eigenständige Neuentwicklung der Autoren und ist in diesem Sinne urheberrechtlich geschützt.



Die Berechnungen des Durchlichtungsfaktors [LPF - Light Passage Factor]© wurden mit dem Prototyp einer eigens zu diesem Zweck in der Entwicklungsumgebung C++ entwickelten Software, dem LPF-Tool ©<sup>49</sup> durchgeführt. Berechnungsgrundlage ist ein geometrisches Verfahren, das sich aus der Finite Elemente Methode ableitet.

### 5.2.3 Geometrische Modellbildung

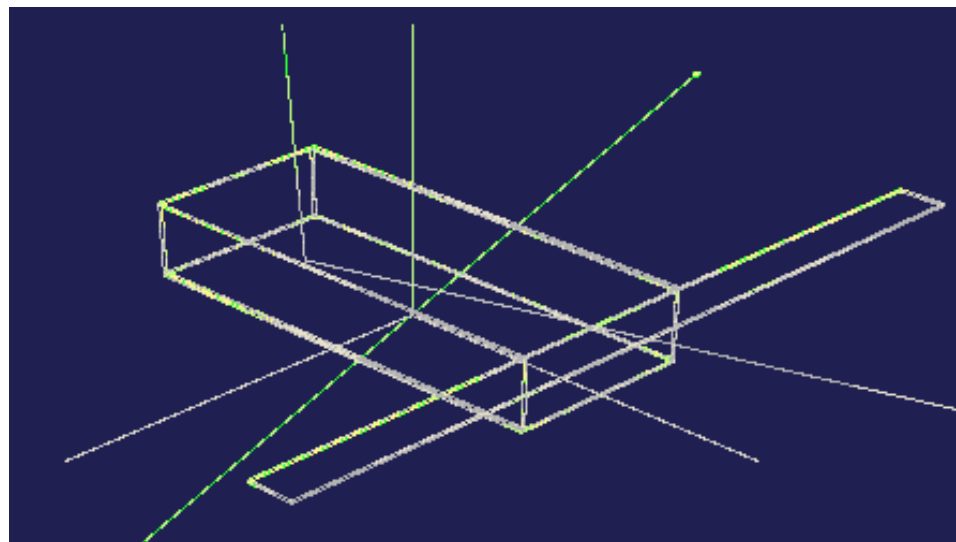
Das verwendete geometrische Modell entspricht dem verkürzten Basismodell, wie in Kapitel 4.3 hergeleitet und beschrieben.

Untersucht wurde selbiges sowohl mit 4,6 m Breite als auch die Variante mit nur 2,3 m Breite.

Programmtechnisch bedingt musste anstelle der idealtypisch zweidimensionalen Begrenzungsflächen eine Wand- und Deckenstärke von 10cm berücksichtigt werden. Sie wurde geeignet in das geometrische Modell integriert, mit dem Ziel einer möglichst geringfügigen Beeinflussung der Ergebnisse.

Die idealtypisch unendliche Erstreckung des Laubengangs wurde wieder angenähert mit einer Länge des Laubengangs von je 10m in beide Richtungen über die Trennwände der Wohnung hinaus.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das zur Untersuchung des Tageslichtquotienten verwendete geometrische Modell.<sup>50</sup>



**Abbildung 9: Modell zur Berechnung des Durchlichtungsfaktors**

---

<sup>49</sup> LPF-Tool (*Light Passage Factor - Tool*) wurde nach einer Idee von Renate Hammer und Peter Holzer von der Fa. ROCAM entwickelt und wird in „Zuviel-Licht“ erstmals im Rahmen einer Forschungsarbeit eingesetzt. Auch für dieses Tool gilt explizit der Schutz durch das Urheberrecht.

<sup>50</sup> Abbildung 9: Peter Holzer, Screenshot aus der Bearbeitung mit der Software LPF-Tool.

#### 5.2.4 Physikalische Modellbildung

In die Berechnung des Durchlichtungsfaktors geht die Geometrie der Sonnenbahn ein. Sie wurden für den Standort Wien entnommen aus der softwaregestützten internationalen Klimadatenbank METEONORM.<sup>51</sup>

Weitere Eingaben physikalischer Randbedingungen sind nicht erforderlich.

Das Raumvolumen wird diskretisiert in quadratische Teilvolumina von je ca. 50cm Seitenlänge.

Die Berechnung erfolgt in Stundenschritten. Für jeden Sonnenstand zur vollen Stunde innerhalb eines Tages wird das durchlichtete Teilvolumen berechnet und über alle dieser Momentaufnahmen die Vereinigungsmenge gebildet.

#### 5.2.5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnung des Durchlichtungsfaktors werden vom LPF-Tool © ausgegeben als Zahlenwert und als isometrische Darstellung des durchlichteten Volumens in einem Drahtgittermodell des Raummodells. Die durchlichteten Teilvolumina sind farblich angelegt, wobei sich in der von blau bis rot changierenden Farbgebung die Häufigkeit der Durchlichtung über den Tagesverlauf abbildet.

Für die Charakterisierung des Tageslichtpotenzials eines Modells in seiner spezifischen Orientierung werden die Durchlichtungsfaktoren aller 12 Monate des Jahres berechnet und in einem Diagramm grafisch dargestellt.

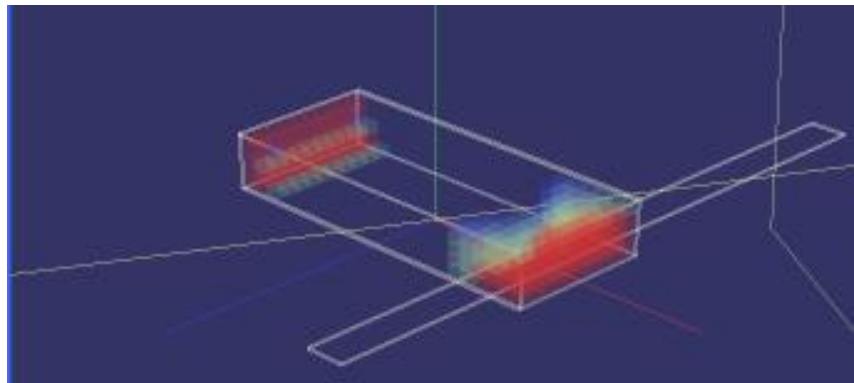
Ferner wird zur vergleichenden Analyse unterschiedlicher Modelle und Orientierungen der Jahresmittelwert des Durchlichtungsfaktors berechnet und ausgewiesen.

Sämtliche Ergebnisse werden gemeinsam mit jenen der Berechnung des Passiv Solaren Gewinnpotenzials und des Sommertauglichkeitspotenzials dargestellt und vergleichend analysiert in den Kapiteln 5.5 bis 5.7.

---

<sup>51</sup> METONORM 5.1; global meteorological database for applied climatology; Jan Remund und Stefan Kunz; METEOTEST GmbH, Bern; 2004

Die folgende Abbildung 10 zeigt exemplarisch die perspektivische Darstellung des Durchlichtungsfaktors für das verkürzte Basismodell mit 4,6m Breite mit nordorientiertem Laubengang für den 21. Juni. Erkennbar ist der aufgrund der hoch stehenden Sonne nur schmale durchlichtete Bereich hinter der südgerichteten Fassade ohne Laubengang. Und erkennbar ist auf der gegenüber liegenden, nördlichen Raumseite das von der Morgen- und Abendsonne durchlichtete Volumen. Erkennbar sind auch die unterschiedlichen Farbgebungen: Rot angelegte Bereiche werden an mehreren Stunden pro Tag von der Sonne durchlichtet, während blau angelegte Teilvolumina nur einmal pro Tag von einem Sonnenstrahl erreicht werden.<sup>52</sup>



**Abbildung 10: Exemplarische perspektivische Darstellung des LPF**

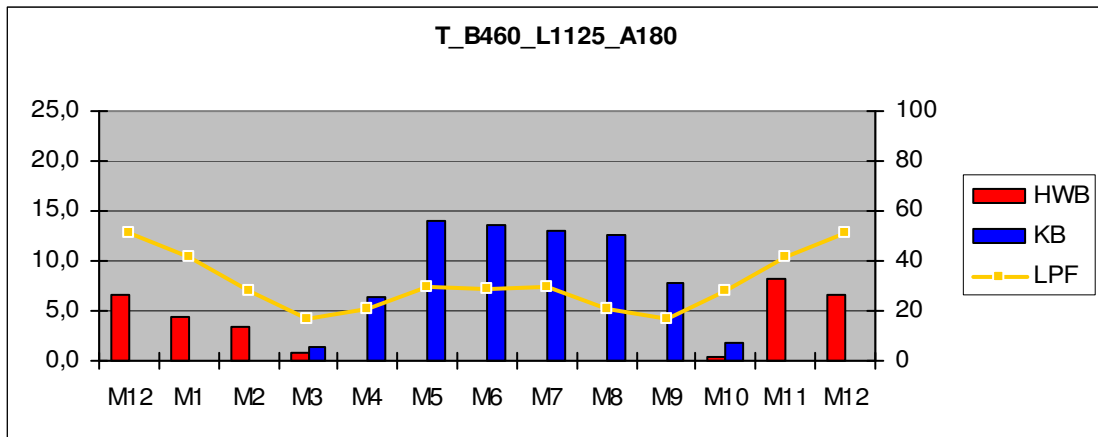
Abbildung 11 zeigt einen exemplarischen Verlauf des Durchlichtungsfaktors über ein Jahr. Wie schon in Abbildung 10 gilt die Darstellung für das verkürzte Basismodell mit 4,6m Breite und nordorientiertem Laubengang. Die Werte des LPF sind auf der rechten Achse abzulesen und verstehen sich in Volumsprozenten. Im gleichen Diagramm dargestellt sind auch die Verläufe der Monatssummen des Heizwärmebedarfs und des Kühlbedarfs. Erläuterungen dazu sind in den Folgekapiteln 5.3 und 5.4 festgehalten.

Erkennbar ist der grundsätzlich niedrige LPF, mit einem Maximum im Winter aufgrund tief stehender Sonne auf die Südfassade und einem zweiten Hochpunkt im Sommer aufgrund der ebenfalls tief stehenden, schleifenden Einstrahlung auf die Nordfassade.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Abbildung 10: Peter Holzer, Ergebnisdarstellung aus der Bearbeitung mit der Software LPF-Tool.

<sup>53</sup> Abbildung 11: Peter Holzer, Zusammenfassende Ergebnisdarstellung aus der Bearbeitung mit den Softwarepaketen LPF-Tool und TAS.



**Abbildung 11: Exemplarische Darstellung des LPF-Verlaufs über ein Jahr**

### 5.3. Untersuchung des Passiv Solaren Gewinnpotenzials

#### 5.3.1 Erörterung des Heizwärmebedarfs [HWB]

Der Heizwärmebedarf ist definiert in der ÖNORM B 8110-1, Kap. 3.1, als "Wärmemenge, die den konditionierten Räumen zugeführt werden muss, um deren vorgegebene Solltemperatur einzuhalten, wobei für die Luftwechselrate, die inneren Wärmelasten (ohne Berücksichtigung der Beleuchtung) die Bestimmungen für Wohngebäude herangezogen werden." <sup>54</sup>

Der Heizwärmebedarf ist demnach die Differenz zwischen den Wärmeverlusten und den internen wie den solaren Wärmegewinnen und bildet somit in geeigneter Weise die Qualität eines Raumes ab, passiv solare Wärmegewinne zu nutzen.

#### 5.3.2 Berechnungsmethode und -werkzeug

Im gegenständlichen Forschungsvorhaben wird der Heizwärmebedarf ermittelt unter Verwendung dynamischer thermischer Gebäudesimulation.

Bei diesem Verfahren wird die Wärmebilanz des Gebäudes aufeinander folgend in Zeitschritten von zwei Minuten berechnet und die relevanten Energieströme geeignet aufsummiert. Veränderliche klimatische Randbedingungen werden in Stundenschritten eingelesen. Berücksichtigt werden somit mit großer Genauigkeit die Effekte zeitlich veränderlicher außenräumlicher Randbedingungen, aber auch Effekte zeitlich veränderlicher Nutzung. Berücksichtigt werden ferner auch Effekte der Wärmespeicherung.

<sup>54</sup> ÖNORM B 8110-1, Ausgabe 2007-08-01, Wärmeschutz im Hochbau, Teil 1 - Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf.

Als Rechenwerkzeug wurde das Softwarepaket TAS des englischen Herstellers EDSL in seiner Version 9.0.9d eingesetzt, ein leistungsfähiges und bestens validiertes Programmpaket <sup>55</sup>.

Der Heizwärmebedarf wird bezogen auf einen Quadratmeter beheizter Wohnungsfläche, wobei sich aufgrund der Vorgabe von idealisiert Null gesetzten Wandstärken die Frage nach Brutto- oder Nettogrundfläche erübrigt.

### 5.3.3 Geometrische Modellbildung

Das verwendete geometrische Modell entspricht auch hier wieder dem verkürzten Basismodell, wie in Kapitel 4.3 hergeleitet und beschrieben. Untersucht wurde wieder das verkürzte Basismodell sowohl mit 4,6m Breite als auch die Variante mit nur 2,3m Breite.

Die Geometrie des Basismodells wird im Editor '3D-TAS' dreidimensional abgebildet als thermisch zusammenhängende Raumzelle mit dem Laubengang als einer weiteren, vorgelagerten Raumzelle. Die in TAS programmbedingt notwendige Wandstärke von 5cm wird in der Raumgeometrie geeignet berücksichtigt.

Die Wohnung ist im Geometriemodell an allen Innenwänden und -decken begrenzt von gleichartigen Raumzellen.

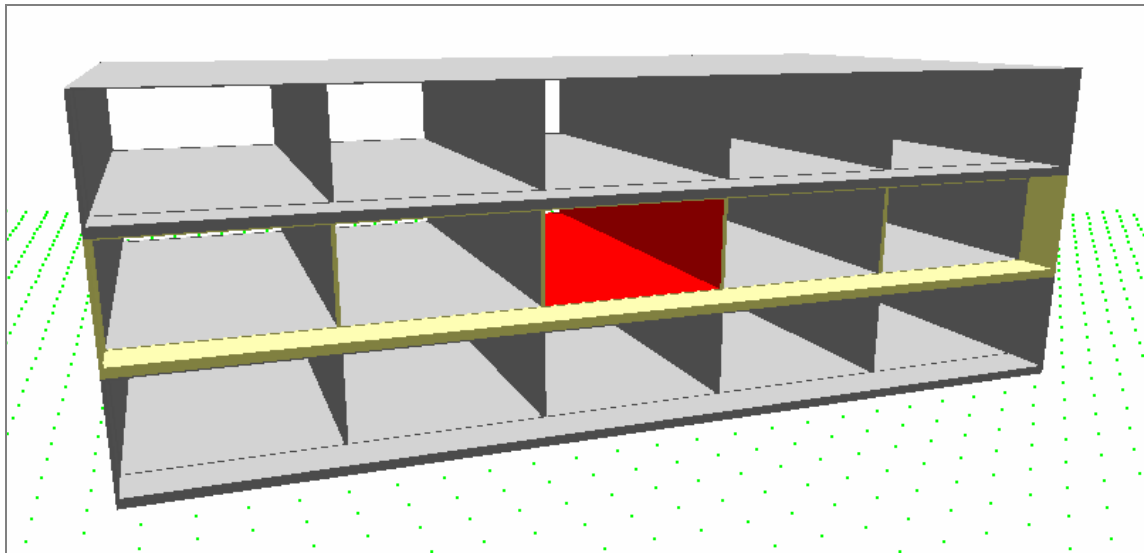
Der Laubengang wird abgebildet als nach außen und innen voll verglaster Raum von 1,2m Tiefe, der in der Horizontalen beidseitig die untersuchte Raumzelle um die Breite von jeweils zwei weiteren Raumzellen überragt.

Die Fenster werden definitionsgemäß als Vollverglasung abgebildet. Programmbedingt sind unverglaste Restflächen von etwa 4% der jeweiligen Fassadenfläche vorzusehen. Diese programmtechnisch notwendige Verkleinerung der Fenster kann als Berücksichtigung der Abminderung des Strahlungsdurchgangs aufgrund von Scheibenverschmutzung interpretiert werden.

---

<sup>55</sup> TAS - Thermal Analysis System 9.0.9d by EDSL - Environmental Design Solutions Limited; Milton Keynes, GB; 2007

Die nachfolgende Abbildung 12 zeigt das zur Untersuchung des Tageslichtquotienten verwendete geometrische Modell. Erkennbar ist das rot gefärbte Volumen der Wohnung des Basismodells und das blaugelb gefärbte Volumen des zugeordneten Laubengangs. Die umliegenden Wohnungen dienen nur exemplarisch der Veranschaulichung der übergeordneten Raumstruktur. <sup>56</sup>



**Abbildung 12: Geometrisches Modell zur Berechnung des Heizwärmebedarfs**

#### 5.3.4 Physikalische Modellbildung

##### **Außenklima**

Als außenklimatische Randbedingung wird der gemessene Klimadatensatz Wien 1993 herangezogen. Er bildet in guter Näherung das langjährig durchschnittliche Klima am Standort Wien ab, mit einer realistischen Häufung von Hitze- und Kälteperioden.

##### **Bauteile**

Die Bauteile werden entsprechend den Festlegungen des Basismodells aus Kapitel 3.5 abgebildet. Die Trennbauteile gegen die ebenfalls beheizten umliegenden Wohnungen werden entsprechend der Typologie des mehrgeschossigen Wohnbaus definiert.

---

<sup>56</sup> Abbildung 12: Peter Holzer, Darstellung aus der Bearbeitung mit der Software TAS

Folgende Bauteile werden in der Simulationsrechnung verwendet:

#### Verglasung gegen direkt Außen und gegen den Laubengang

$$\begin{aligned} U_w &= 1,40 \text{ W/m}^2\text{K} \\ U_g &= 1,20 \text{ W/m}^2\text{K} \\ g &= 0,62 \\ T_L &= 0,80 \end{aligned}$$

#### Verglasung des Laubengangs gegen Außen

$$\begin{aligned} U_w &= 5,60 \text{ W/m}^2\text{K} \\ U_g &= 5,60 \text{ W/m}^2\text{K} \\ g &= 0,84 \\ T_L &= 0,90 \end{aligned}$$

#### Wohnungstrennwand

Die Wohnungstrennwände werden im Einklang mit der Wiener Bauordnung und entsprechend der Typologie des mehrgeschossigen Wohnbaus abgebildet mit den thermischen Eigenschaften einer doppelten Betonscheibe von je 20cm Stahlbeton mit 3cm Mineralwoll-Einlage, beidseitig verspachtelt.

$$\begin{aligned} \text{Wirksame Speichermasse:} & 530 \text{ kg/m}^2 \\ U &= 0,85 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned}$$

#### Trenndecke:

Die Trenndecken werden, wie die Wohnungstrennwände, entsprechend den Anforderungen der Wiener Bauordnung und der Typologie des mehrgeschossigen Wohnbaus mit den thermischen Eigenschaften einer 20cm starken, an der Unterseite mit 0,4cm Schichtstärke verspachtelten, Stahlbetonplatte mit 3,2cm Trittschalldämmung, 5cm Estrich und 2cm Holzboden abgebildet.

$$\begin{aligned} \text{Wirksame Speichermasse nach oben:} & 150 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Wirksame Speichermasse nach unten:} & 530 \text{ kg/m}^2 \\ U &= 0,86 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned}$$

#### Außenwand:

Die Außenwand wird wieder entsprechend den Anforderungen der OENORM B 8110-1 und der Typologie des mehrgeschossigen Wohnbaus mit den thermischen Eigenschaften einer 20cm starken, innen verspachtelten Stahlbetonscheibe mit 10cm Polystyrol Wärmedämmung, dünn verputzt, abgebildet.

$$\begin{aligned} \text{Wirksame Speichermasse:} & 530 \text{ kg/m}^2 \\ U &= 0,35 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned}$$

### **Innere Nutzungsbedingungen**

Es wird dem Forschungsziel entsprechend für die Wohnung ein einziges, konsequent vereinfachtes Nutzungsprofil angewandt:

- > Berücksichtigt wird ein konstanter Außenluftwechsel 0,4 1/h.
- > Die Heizung wird definiert mit einer Zieltemperatur von 20°C Lufttemperatur.
- > Die Kühlung wird definiert mit einer Zieltemperatur von 26°C Lufttemperatur.
- > Die inneren Wärmelasten werden sommers wie winters Null gesetzt.

Das Nullsetzen der inneren Wärmelasten ist eine Veränderung gegenüber den gültigen Normen, etwa der ÖNORM B 8110-6, in der bei Wohnnutzung konstante innere Wärmelasten von  $3,75 \text{ W/m}^2_{\text{NF}}$  vorgesehen sind. Von dieser Regel wurde in der gegenständlichen Analyse ganz bewusst abgewichen, um die Performance des Gebäudes selbst, ohne Überlagerung mit nutzungsbedingten Wärmeeinträgen abzubilden.

Aus analogen Überlegungen wurde von der Definition einer Heizperiode abgesehen und wurde der Heizwärmebedarf für das durchgehende Jahr berechnet. Die Ergebnisse zeigen aber in guter Übereinstimmung mit der Realität die üblichen heizfreien Monate.

Der Laubengang wird als nicht konditionierter Pufferraum abgebildet, mit einem dauerhaft geöffneten Anteil von 5% der Verglasung gegen Außen. Somit entsteht ein realistischer Außenluftwechsels des Laubengangs, abhängig von der Temperaturdifferenz und dem Winddruck. Diese Annahme bildet in guter Näherung den häufig gebauten Typus von Laubengängen mit permanenten Lüftungsöffnungen ab.

### **5.3.5 Ergebnisse**

Die Ergebnisse der Berechnung des Heizwärmebedarfs werden von TAS ausgegeben als stündliche Zahlenwerte und als Diagramme. Für die gegenständliche Forschungsarbeit wurden die monatlichen Teilsummen des Heizwärmebedarfs gebildet und sowohl tabellarisch als auch als Balkendiagramm für jeden berechneten Typ dargestellt.

Zur vergleichenden Analyse unterschiedlicher Typen wird auch die Jahressumme des Heizwärmebedarfs berechnet und ausgewiesen.

Sämtliche Ergebnisse werden gemeinsam mit jenen der Berechnung des Durchlichtungspotenzials und des Sommertauglichkeitspotenzials dargestellt und vergleichend analysiert in den Kapiteln 5.5 bis 5.7.

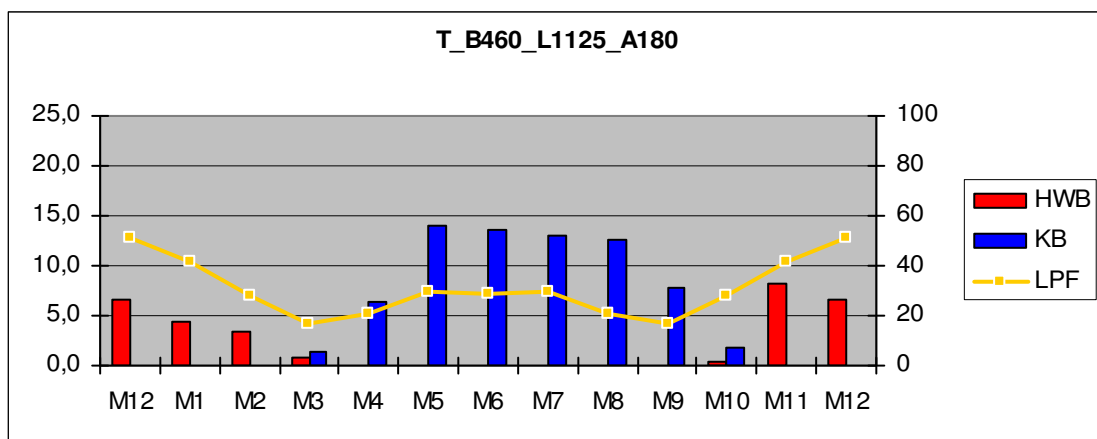


Abbildung 13 zeigt einen exemplarischen Verlauf des monatlichen Heizwärmebedarfs über ein Jahr. Die Darstellung gilt für das verkürzte Basismodell mit 4,6m Breite und nordorientiertem Laubengang. Die Monatssummen des HWB sind auf der linken Achse abzulesen und verstehen sich in kWh pro Quadratmeter und Monat. Im gleichen Diagramm dargestellt sind auch die Verläufe des Durchlichtungsfaktors und der Monatssummen des Kühlbedarfs.

Erläuterungen dazu sind in den Folgekapiteln 5.3 und 5.4 festgehalten.

Erkennbar ist die Heizperiode von Oktober bis April und die heizfreie Zeit von Mai bis September.

Erkennbar ist auch in den Monaten 3 (März) und 10 (Oktober) eine Konstellation wie sie auch in der Realität tatsächlich vorkommt, nämlich das Zusammentreffen von Heiz- und Kühlbedarf innerhalb ein und desselben Monats.<sup>57</sup>



**Abbildung 13: Exemplarische Darstellung des monatlichen HWB über ein Jahr**

<sup>57</sup> Abbildung 13: Peter Holzer, Zusammenfassende Ergebnisdarstellung aus der Bearbeitung mit den Softwarepaketen LPF-Tool und TAS.

## 5.4. Untersuchung des Sommertauglichkeitspotenzials

### 5.4.1 Erörterung des Kühlbedarfs [KB]

Der Kühlbedarf ist definiert in der ÖNORM B 8110-1, Kap. 3.11, als "Wärmemenge, die den konditionierten Räumen entzogen werden muss, um deren vorgegebene Solltemperatur einzuhalten." <sup>58</sup>

Der Kühlbedarf bildet demnach umgekehrt proportional die Qualität eines Raumes ab, auch in Hitzeperioden moderate, behagliche Innenraumtemperaturen zur Verfügung zu stellen.

### 5.4.2 Berechnungsmethode und -werkzeug

Analog dem Heizwärmebedarf wird der Kühlbedarf ermittelt unter Verwendung dynamischer thermischer Gebäudesimulation. Eingesetzt wird auch hier das Softwarepaket TAS des englischen Herstellers EDSL. <sup>59</sup>

Auch der Kühlbedarf wird bezogen auf einen Quadratmeter konditionierter Wohnungsfläche.

### 5.4.3 Geometrische Modellbildung

Die geometrische Modellbildung ist identisch mit jener zur Berechnung des Heizwärmebedarfs. Siehe daher Kapitel 5.3.3.

### 5.4.4 Physikalische Modellbildung

Die physikalische Modellbildung ist identisch mit jener zur Berechnung des Heizwärmebedarfs. Siehe daher Kapitel 5.3.4.

---

<sup>58</sup> ÖNORM B 8110-1, Ausgabe 2007-08-01, Wärmeschutz im Hochbau, Teil 1 - Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf.

<sup>59</sup> TAS - Thermal Analysis System 9.0.9d by EDSL - Environmental Design Solutions Limited; Milton Keynes, GB; 2007

#### 5.4.5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnung des Kühlbedarfs werden von TAS analog jenen des Heizwärmebedarfs ausgegeben als stündliche Zahlenwerte und als Diagramme.

Wie beim Heizwärmebedarf werden die monatlichen Teilsummen des Kühlbedarfs gebildet und tabellarisch wie auch als Balkendiagramm für jeden berechneten Typ dargestellt.

Zur vergleichenden Analyse unterschiedlicher Typen wird auch die Jahressumme des Kühlbedarfs berechnet und ausgewiesen.

### 5.5. Erläuterung der vergleichenden Ergebnisdarstellung

Als Basis für die späteren vergleichenden Analysen galt es, eine eindeutige und nachvollziehbare Sprachregelung und Codierung festzulegen.

Folgende Sprachregelung wird festgelegt:

- Basismodell* Als Basismodell wird die geometrische Konstellation aus Wohnung und Laubengang bezeichnet, wie sie in Kapitel 3 definiert und detailliert erläutert wurde. In allen Berechnungen wurde dabei vom verkürzten Basismodell ausgegangen, wie in Kapitel 4.3 definiert.
- Variante* Als Variante (des Basismodells) wird die schmale Geometrie mit nur 2,3m Breite bezeichnet.
- Typ* Als Typ wird eine eindeutige Konstellation des Basismodells beschrieben, mit den Eigenschaften seiner Breite, seiner Länge und seiner Orientierung.
- Optimierung* Mit der ergänzenden Bezeichnung Optimierung werden Modifikationen an einem der Typen bezeichnet, die aufgrund der Ergebnisse der Analysen der Basismodelle vorgenommen werden. <sup>60</sup>

---

<sup>60</sup> Es wird darauf hingewiesen, dass die Bezeichnung Optimierung für jede Variation des Basismodells verwendet wird, unabhängig davon, ob sie sich zuletzt tatsächlich als Verbesserung herausstellt.

Ausgehend von den beiden Basismodell Varianten werden in den Simulationen jeweils 12 Typen entsprechend der Himmelsausrichtung berechnet.  
Die Codierung dieser Typen wird im Folgenden exemplarisch erläutert:

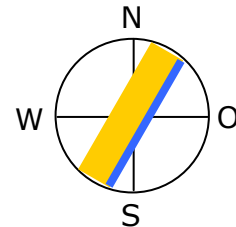
**Codierung: T\_B460\_L1125\_A90**

<i>T</i>	Typ
<i>B460</i>	Breite 460cm Innenlichte der Wohnung der Laubengangbasiseinheit parallel zum Laubengang; entsprechend den beiden berücksichtigten Varianten können die Codierungen B460 und B230 ausgewiesen werden
<i>L1125</i>	Länge 1125cm Innenlichte der Wohnung der Laubengangeinheit normal auf den Laubengang nach der Verkürzung unter dem Aspekt einer zulässigen Tageslichtquotienten Verteilung; auch hier können entsprechen den beiden berücksichtigten Varianten zwei unterschiedliche Codierungen ausgewiesen werden, nämlich L1125 und L900
<i>A90</i>	Ausrichtung 90° Gibt den Azimut, im konkreten Fall die Auslenkung der Fassadennormalen des Laubengangs aus der Südrichtung an. Gemessen in Grad, mit positiver Zählrichtung im Uhrzeigersinn. 61 A90 bezeichnet also eine 90° Auslenkung aus der Südrichtung im Uhrzeigersinn und damit konkret die Orientierung des Laubengangs nach Westen. Entsprechend der gewählten Schrittgröße von 30° können für jede Variante 12 unterschiedliche Codierungen ausgewiesen werden.

---

<sup>61</sup> Diese Nomenklatur ist im Einklang mit der gängigen Normung, etwa ÖNORM M 7701; 2004\_09\_01; Sonnenteknische Anlagen

Die Orientierung des Typs wird zusätzlich zur Ausrichtungsangabe grafisch durch ein Symbol beschrieben. Die folgende Abbildung zeigt dieses Symbol exemplarisch für die Orientierung des Laubengangs "A-60", also für eine Auslenkung der Laubengangorientierung aus der Südrichtung um 60° gegen den Uhrzeigersinn.<sup>62</sup>



**Abbildung 14: Exemplarisches Symbol zur Visualisierung der Ausrichtung**

Die Ergebnisdarstellung der detaillierten Untersuchung des Basismodells hinsichtlich seiner drei Potenziale erfolgt gegliedert nach Typen in Form standardisierter Datenblätter.

Allein für das Basismodell in seinen zwei Varianten der Breite und seinen je zwölf Orientierungen ergeben sich bereits 24 solcher Datenblätter.

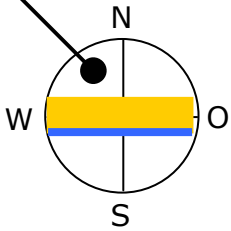
Ihr Aufbau und Inhalt wird nachfolgend anhand des Typs mit der Breite 4,60m und der Laubengangorientierung Süd erläutert.

---

<sup>62</sup> Abbildung 14: Renate Hammer

Codierung des jeweiligen Typs

Symbol zur Visualisierung der Ausrichtung

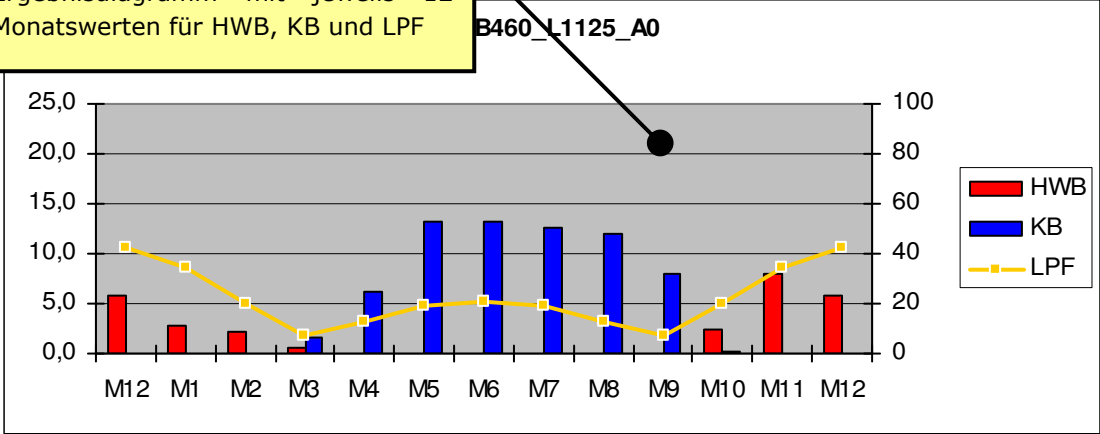


# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A0

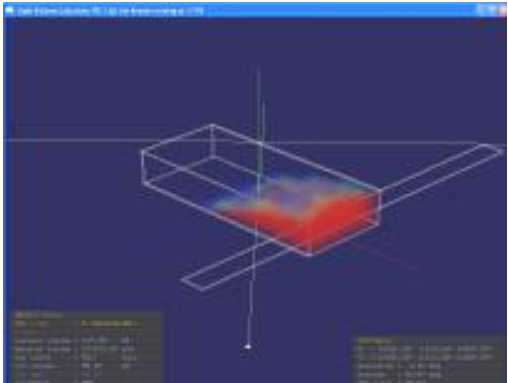
Ergebnistabelle mit jeweils 12 Monatswerten für HWB, KB und LPF sowie Jahressummen für HWB und KB und Jahresdurchschnitt für LPF

	M12	M11	M10	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	M12	Sum/Average
LPF	43	34	20	7	13	19	21	19	13	7	20	34	43	21 %
HWB	5,7	2,8	2,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	8,0	5,7	22 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,7	6,2	13,2	13,3	12,5	12,0	8,0	0,3	0,0	0,0	67 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>

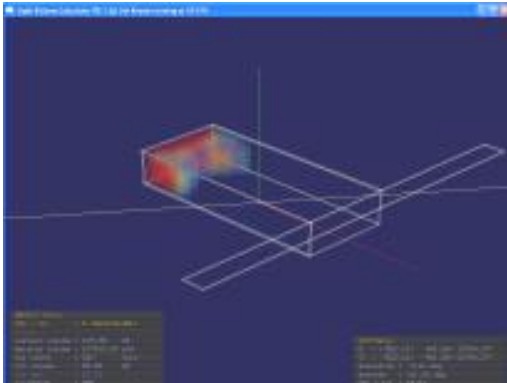
Ergebnisdiagramm mit jeweils 12 Monatswerten für HWB, KB und LPF



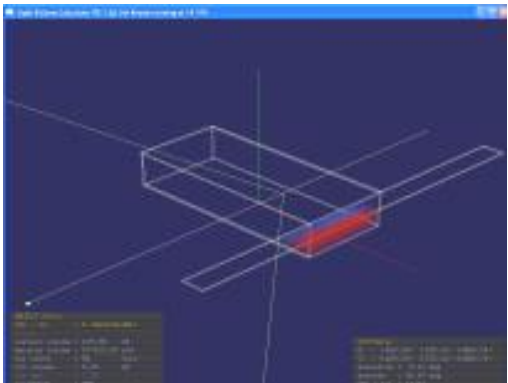
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez



Durchlichtung am 21. Juni



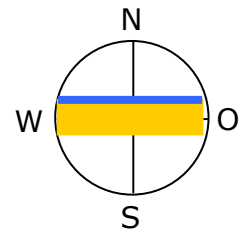
Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung am zur Winter- und Sommersonnenwende sowie zur Tag-Nacht-Gleiche

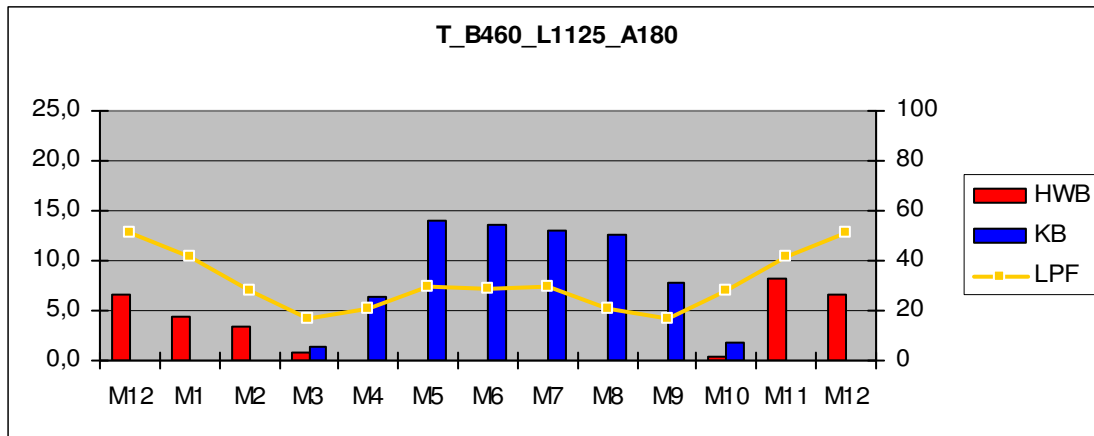
## **Datenblätter der Ergebnisse T\_B460\_L1125**

- > T\_B460\_L1125\_A180
- > T\_B460\_L1125\_A150
- > T\_B460\_L1125\_A120
- > T\_B460\_L1125\_A90
- > T\_B460\_L1125\_A60
- > T\_B460\_L1125\_A30
- > T\_B460\_L1125\_A0
- > T\_B460\_L1125\_A-30
- > T\_B460\_L1125\_A-60
- > T\_B460\_L1125\_A-90
- > T\_B460\_L1125\_A-120
- > T\_B460\_L1125\_A-150

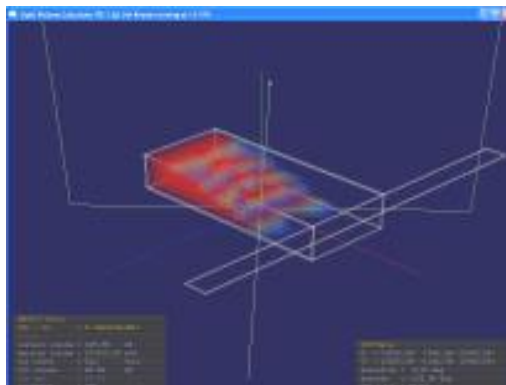
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A180



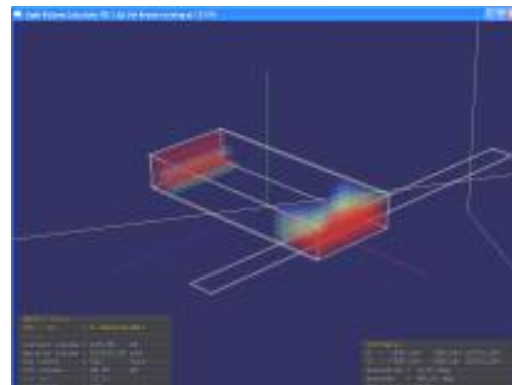
T_B460_L1125_A180														Sum/Average
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
LPF	51	42	28	17	21	30	29	30	21	17	28	42	51	29 %
HWB	6,7	4,4	3,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	8,1	6,7	24 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,4	6,3	13,9	13,7	13,0	12,6	7,8	1,8	0,0	0,0	71 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>



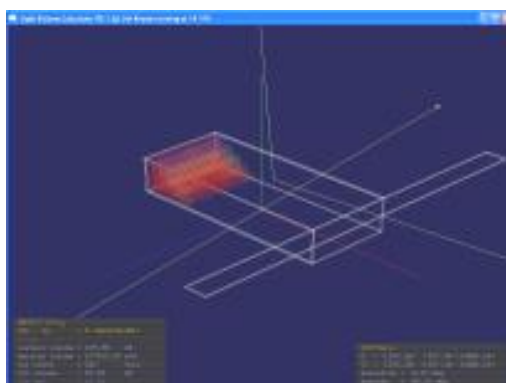
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez



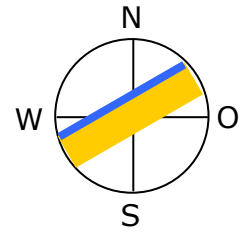
Durchlichtung am 21. Juni



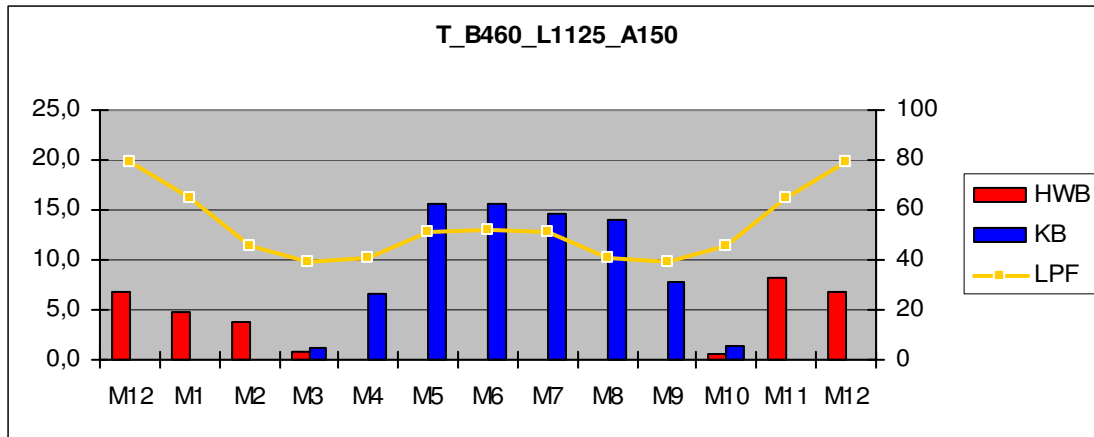
Durchlichtung am 21. März / 21. Sept



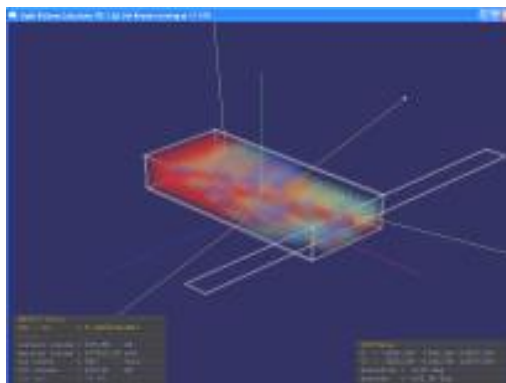
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A150



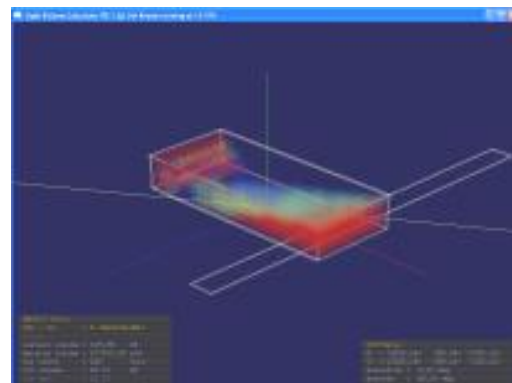
T_B460_L1125_A150														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	79	65	46	39	41	51	52	51	41	39	46	65	79	51 %
HWB	6,9	4,9	3,9	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	8,2	6,9	25 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	1,1	6,6	15,6	15,6	14,6	14,1	7,8	1,5	0,0	0,0	77 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



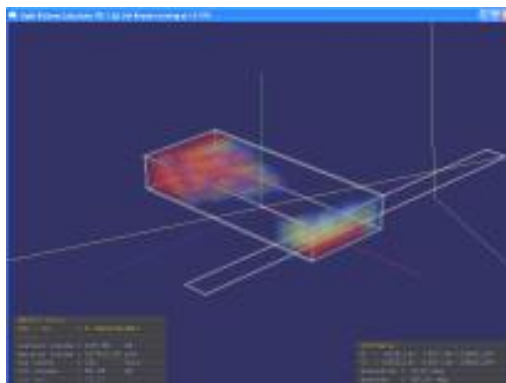
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

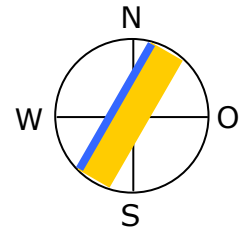


Durchlichtung am 21. Juni

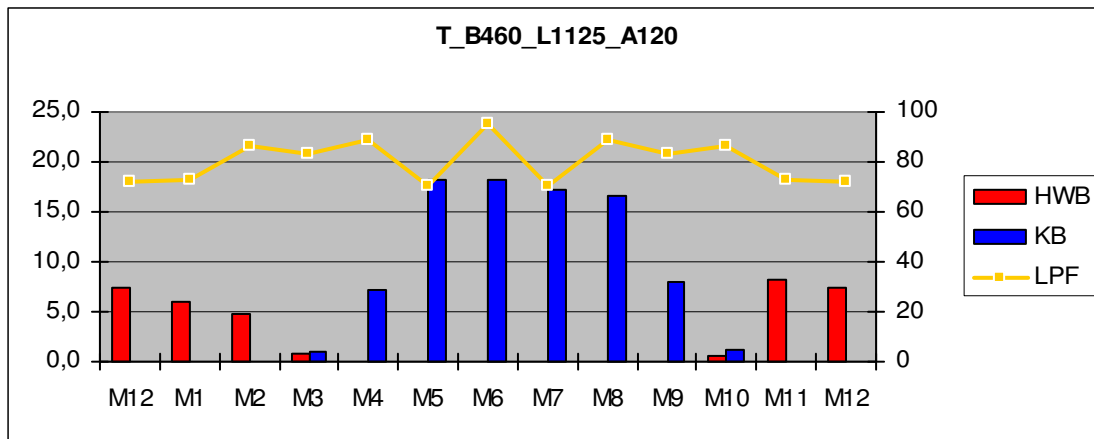


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

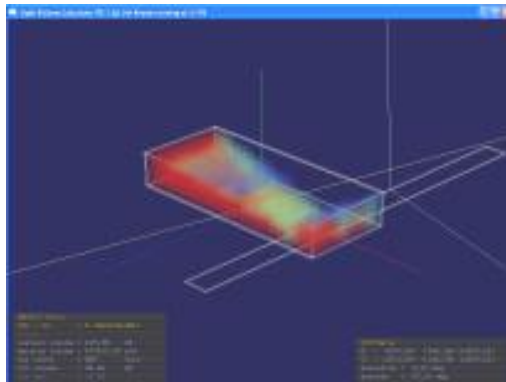
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A120



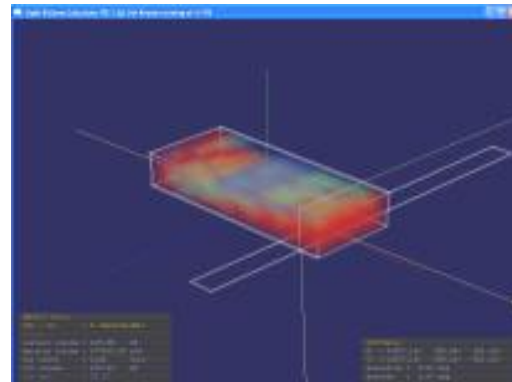
T_B460_L1125_A120														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	72	73	86	83	89	70	95	70	89	83	86	73	72	81 %
HWB	7,4	6,1	4,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	8,2	7,4	28 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,0	7,3	18,1	18,2	17,2	16,5	8,0	1,2	0,0	0,0	87 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>



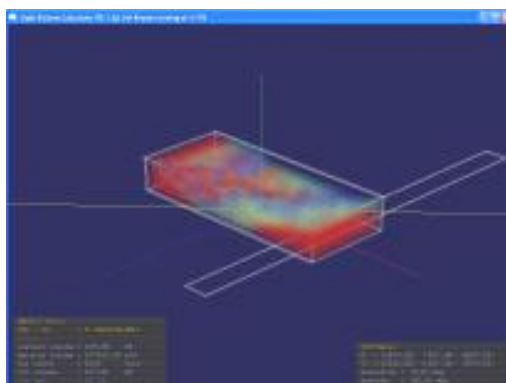
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

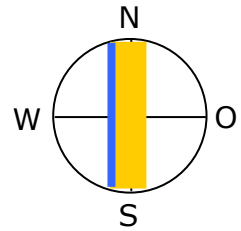


Durchlichtung am 21. Juni

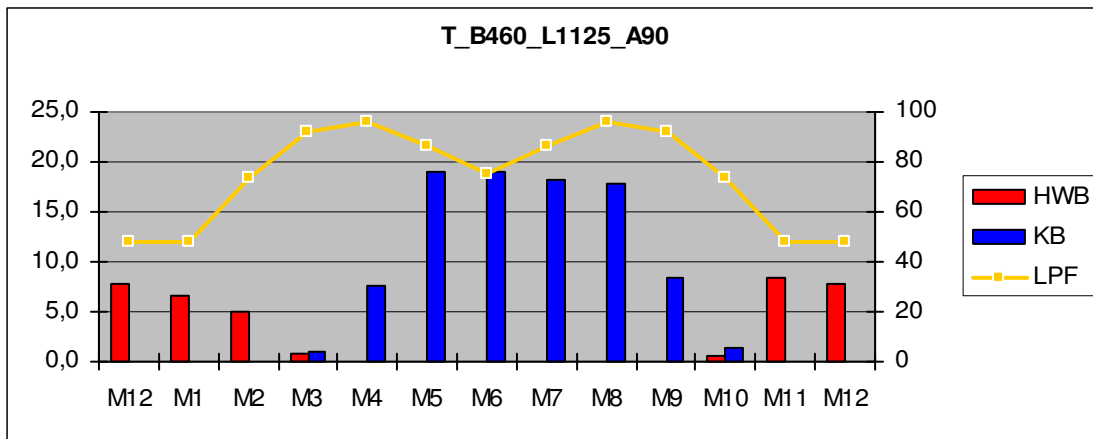


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

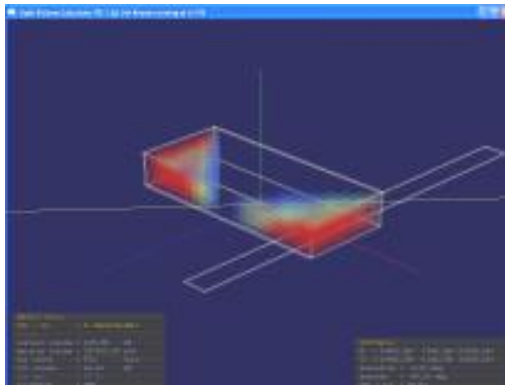
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A90



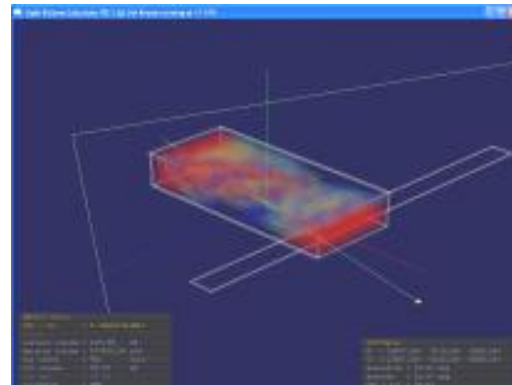
T_B460_L1125_A90	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	48	48	74	92	96	87	75	87	96	92	74	48	48	76 %
HWB	7,9	6,7	5,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	8,3	7,9	29 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,0	7,6	19,0	18,9	18,2	17,8	8,3	1,3	0,0	0,0	92 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>



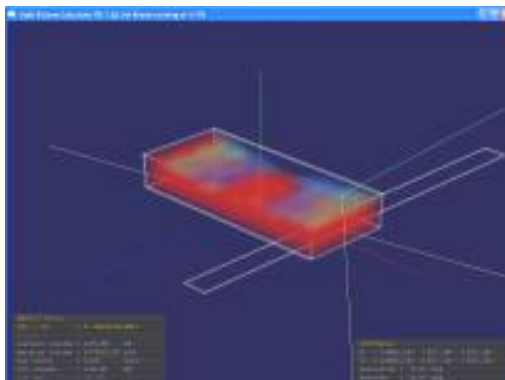
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

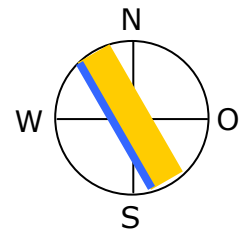


Durchlichtung am 21. Juni

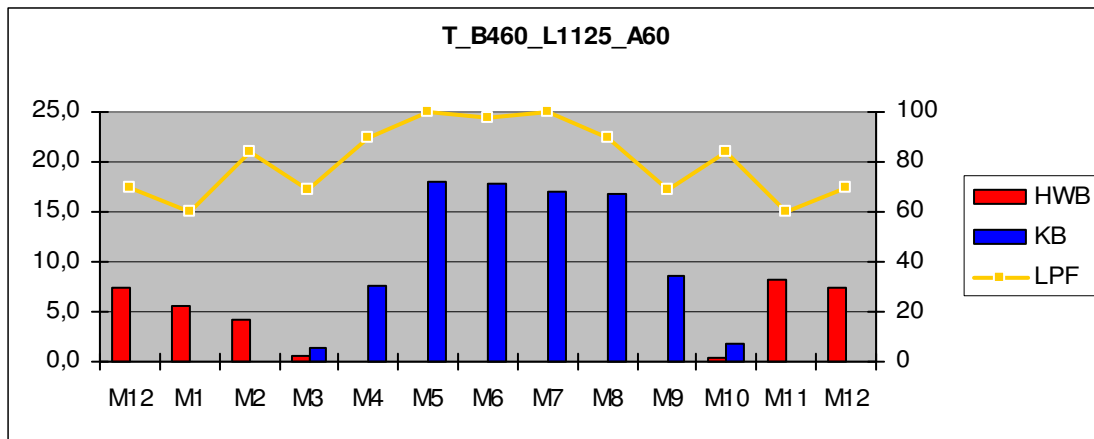


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

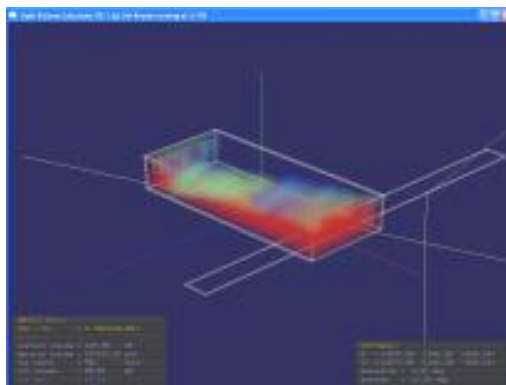
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A60



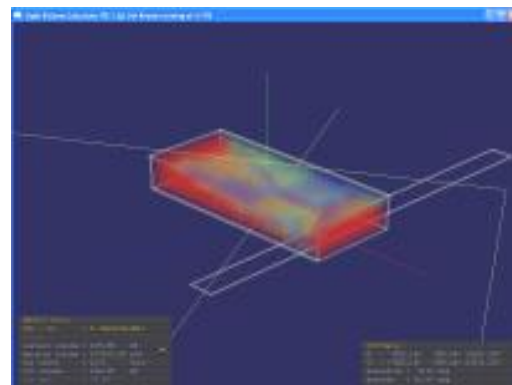
T_B460_L1125_A60														Sum/Average
LPF	69	60	84	69	90	100	98	100	90	69	84	60	69	81 %
HWB	7,4	5,5	4,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	8,2	7,4	26 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,4	7,6	17,9	17,7	17,1	16,9	8,5	1,8	0,0	0,0	89 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>



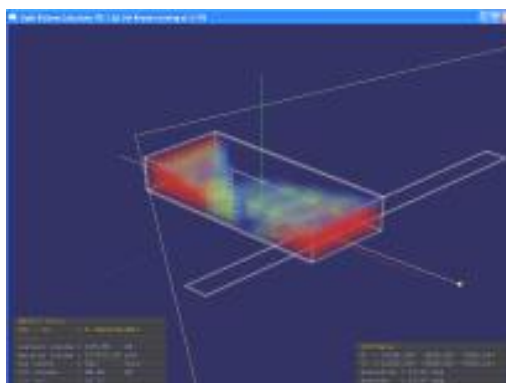
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

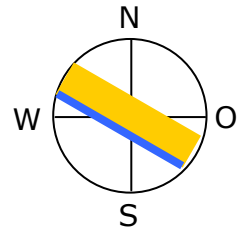


Durchlichtung am 21. Juni

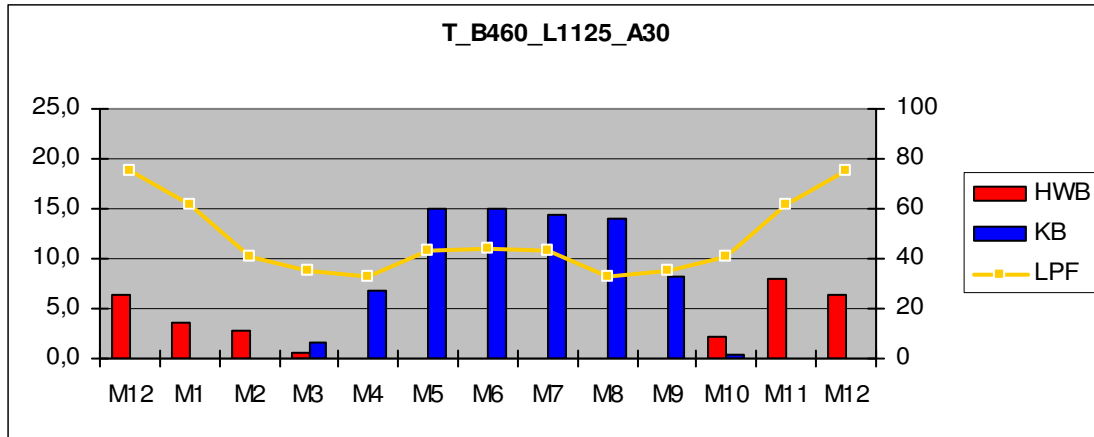


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

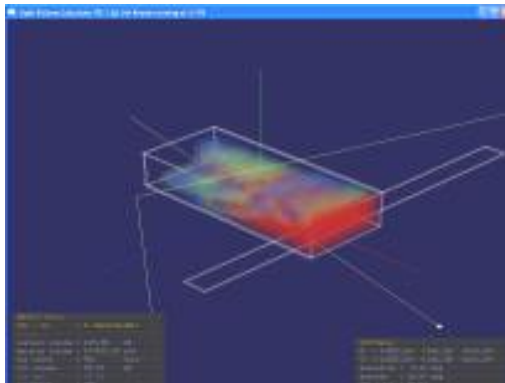
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A30



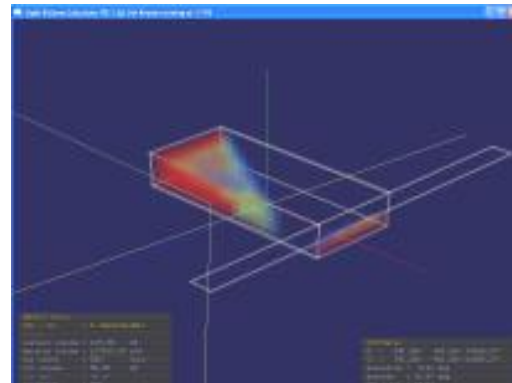
T_B460_L1125_A30	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	75	62	41	35	33	43	44	43	33	35	41	62	75	45 %
HWB	6,3	3,7	2,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	8,0	6,3	24 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,7	6,8	15,0	15,0	14,3	14,0	8,2	0,4	0,0	0,0	75 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>



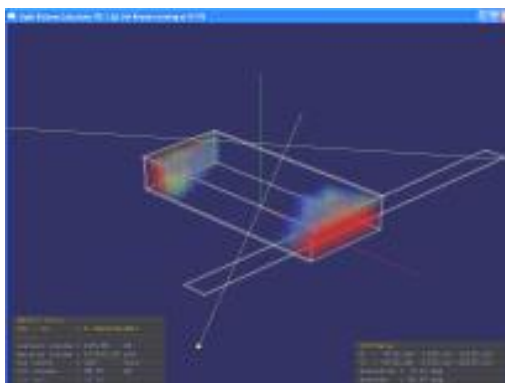
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

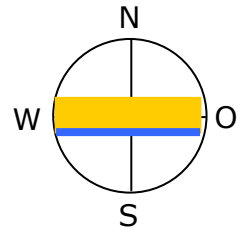


Durchlichtung am 21. Juni

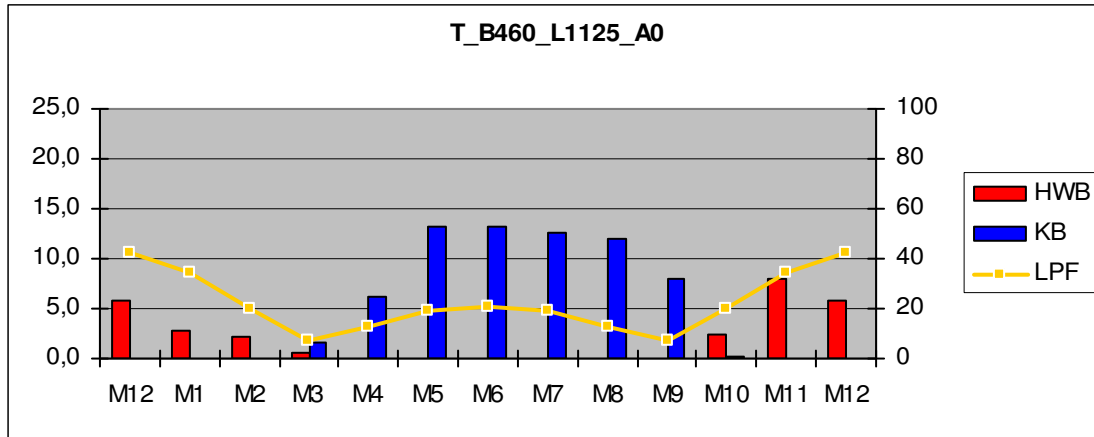


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

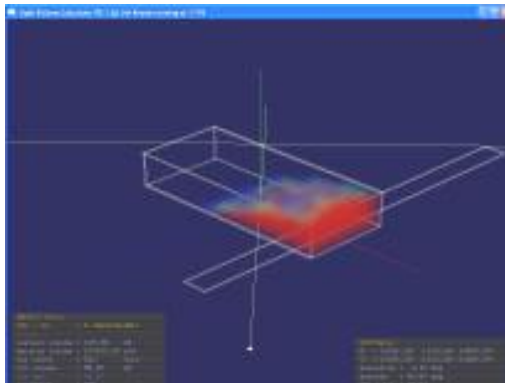
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A0



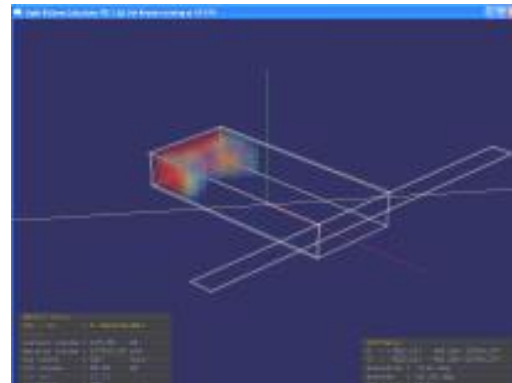
T_B460_L1125_A0	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	43	34	20	7	13	19	21	19	13	7	20	34	43	21 %
HWB	5,7	2,8	2,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	8,0	5,7	22 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,7	6,2	13,2	13,3	12,5	12,0	8,0	0,3	0,0	0,0	67 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>



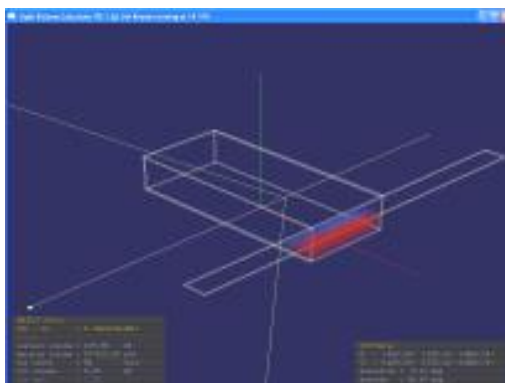
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

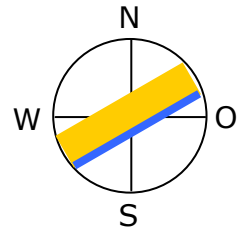


Durchlichtung am 21. Juni

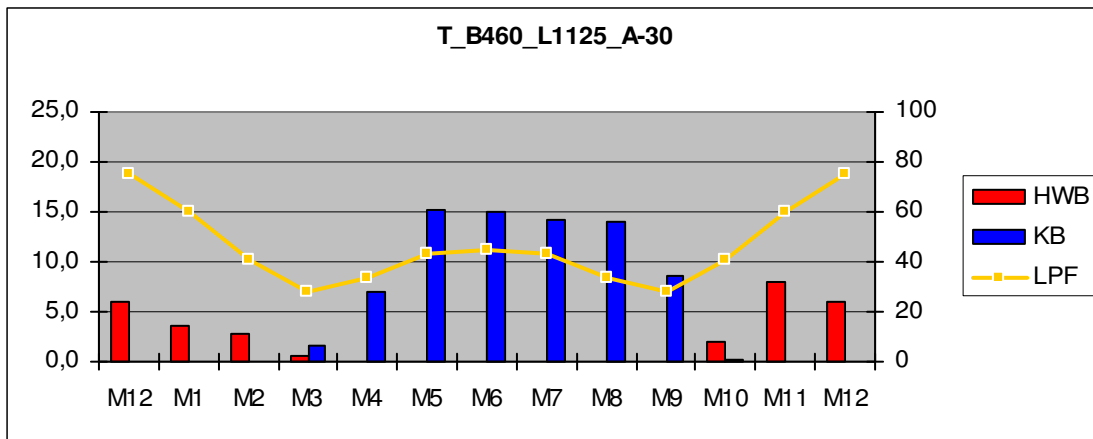


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

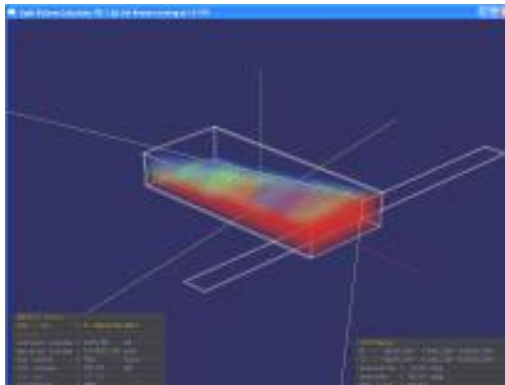
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A-30



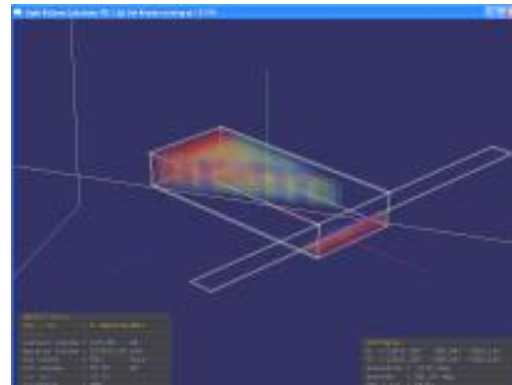
T_B460_L1125_A-30														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	75	60	41	28	34	43	45	43	34	28	41	60	75	44 %
HWB	6,1	3,6	2,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	8,0	6,1	23 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	1,6	6,9	15,2	15,0	14,2	14,0	8,7	0,3	0,0	0,0	76 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



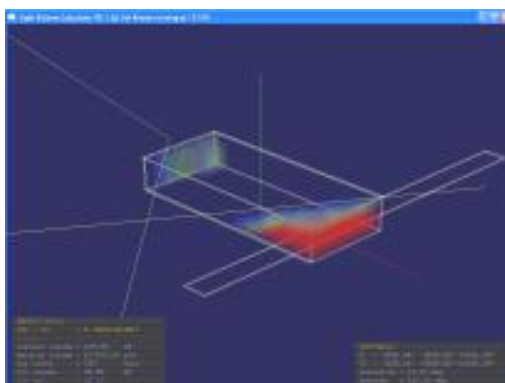
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

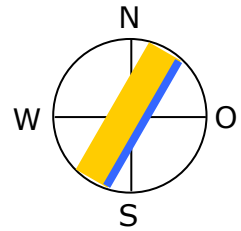


Durchlichtung am 21. Juni

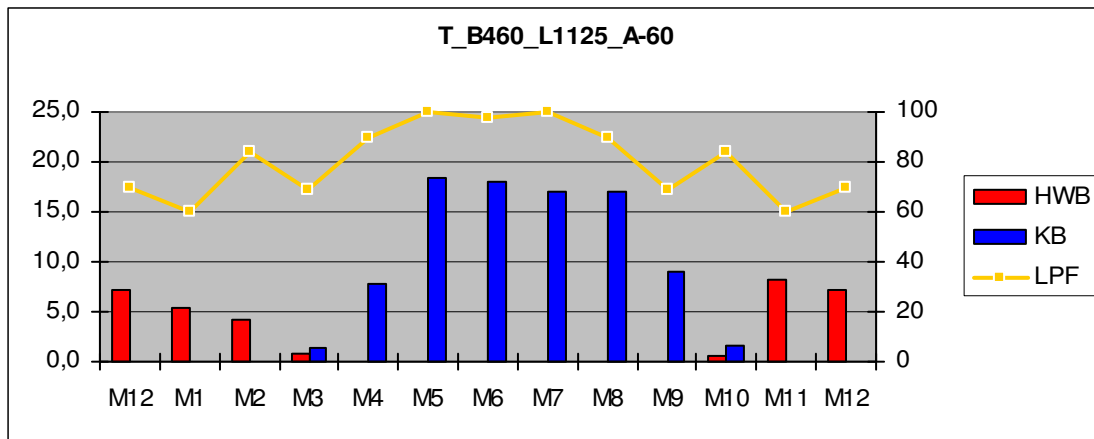


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A-60



T_B460_L1125_A-60														Sum/Average
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
LPF	69	60	84	69	90	100	98	100	90	69	84	60	69	81 %
HWB	7,2	5,5	4,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	8,2	7,2	26 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,3	7,8	18,4	18,0	17,1	17,1	8,9	1,6	0,0	0,0	90 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>

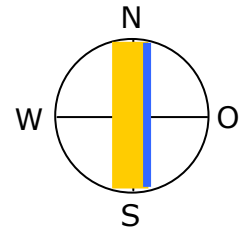


Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

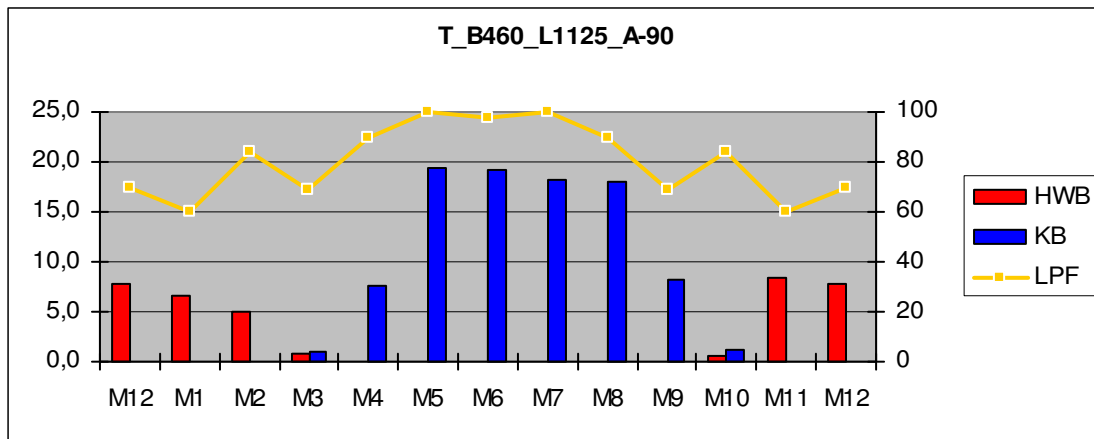
Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen ab A-60 nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.



# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A-90



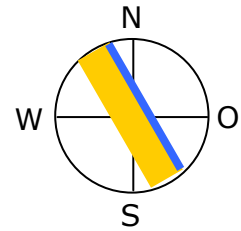
T_B460_L1125_A-90														Sum/Average
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
LPF	48	48	74	92	96	87	75	87	96	92	74	48	48	76 %
HWB	7,9	6,7	5,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	8,3	7,9	29 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,0	7,7	19,5	19,2	18,2	18,0	8,3	1,3	0,0	0,0	93 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>



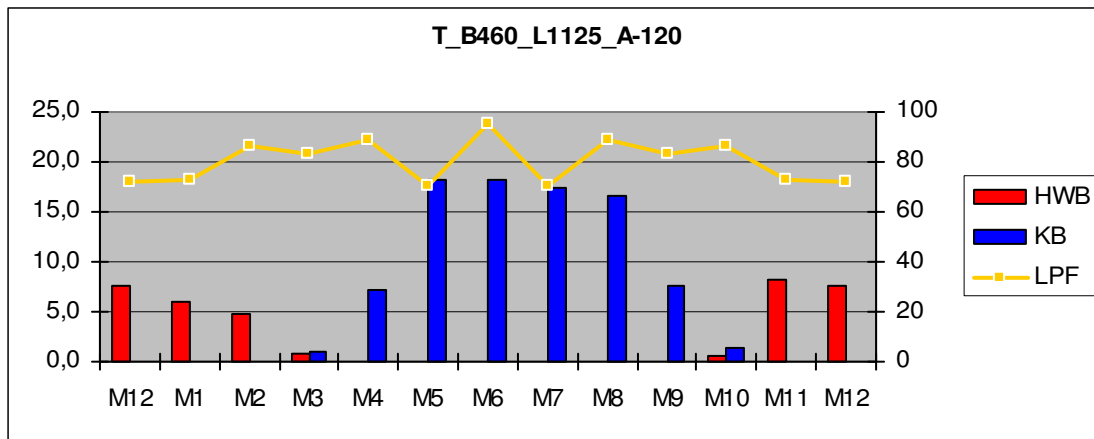
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>, mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen ab A-60 nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A-120



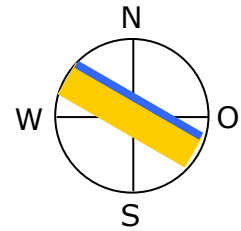
T_B460_L1125_A-120														Sum/Average
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
LPF	72	73	86	83	89	70	95	70	89	83	86	73	72	81 %
HWB	7,6	6,1	4,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	8,2	7,6	28 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	1,0	7,2	18,2	18,2	17,3	16,6	7,7	1,3	0,0	0,0	87 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



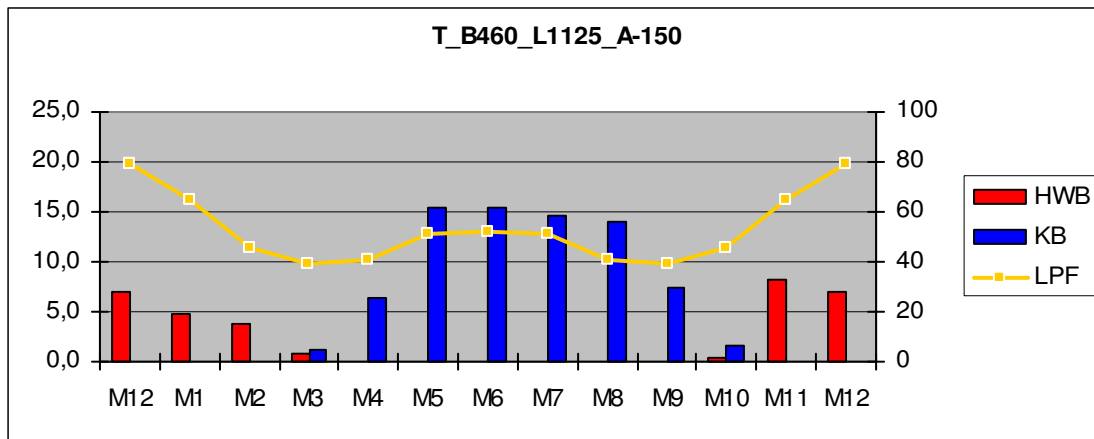
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen ab A-60 nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A-150



T_B460_L1125_A-150														Sum/Average
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
LPF	79	65	46	39	41	51	52	51	41	39	46	65	79	51 %
HWB	7,0	4,9	3,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	8,2	7,0	25 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	1,2	6,5	15,4	15,3	14,7	14,0	7,5	1,6	0,0	0,0	76 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



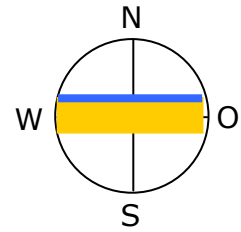
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen ab A-60 nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

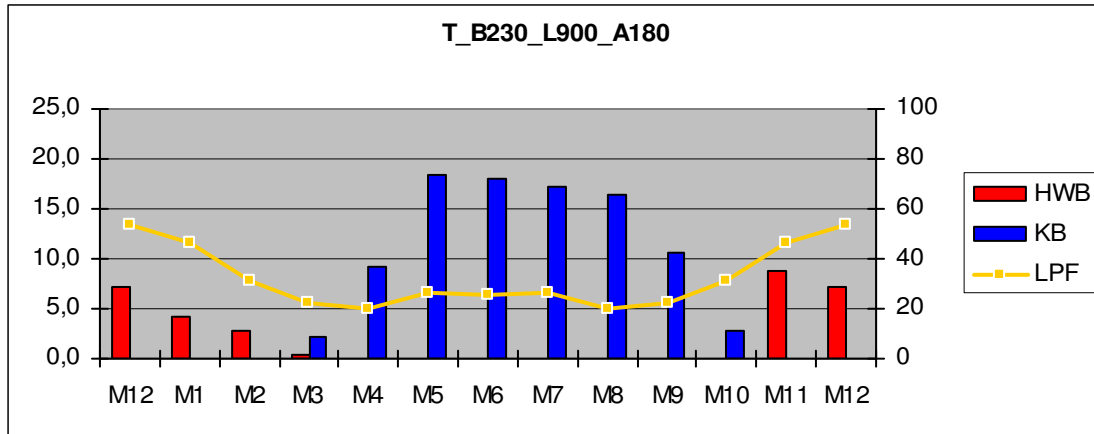
## 5.6. Datenblätter der Ergebnisse T\_B230\_L900

- > T\_B230\_L900\_A180
- > T\_B230\_L900\_A150
- > T\_B230\_L900\_A120
- > T\_B230\_L900\_A90
- > T\_B230\_L900\_A60
- > T\_B230\_L900\_A30
- > T\_B230\_L900\_A0
- > T\_B230\_L900\_A-30
- > T\_B230\_L900\_A-60
- > T\_B230\_L900\_A-90
- > T\_B230\_L900\_A-120
- > T\_B230\_L900\_A-150

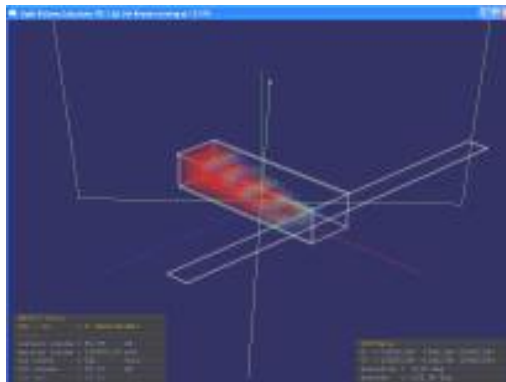
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A180



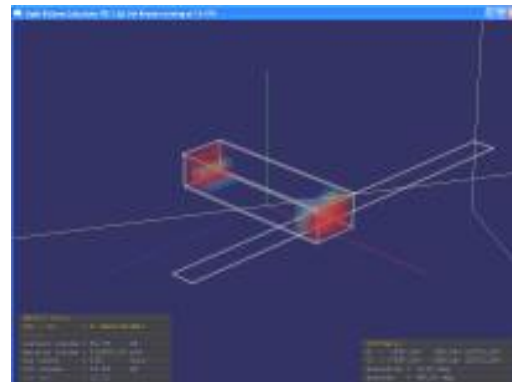
T_B230_L900_A180														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	54	46	32	22	20	26	26	26	20	22	32	46	54	31 %
HWB	7,2	4,3	2,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,8	7,2	24 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	2,2	9,3	18,4	18,1	17,2	16,4	10,6	2,8	0,0	0,0	95 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



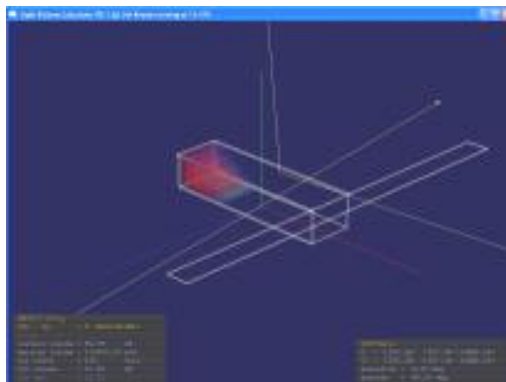
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

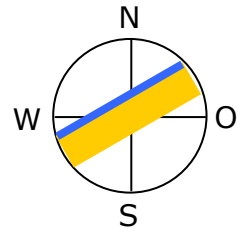


Durchlichtung am 21. Juni

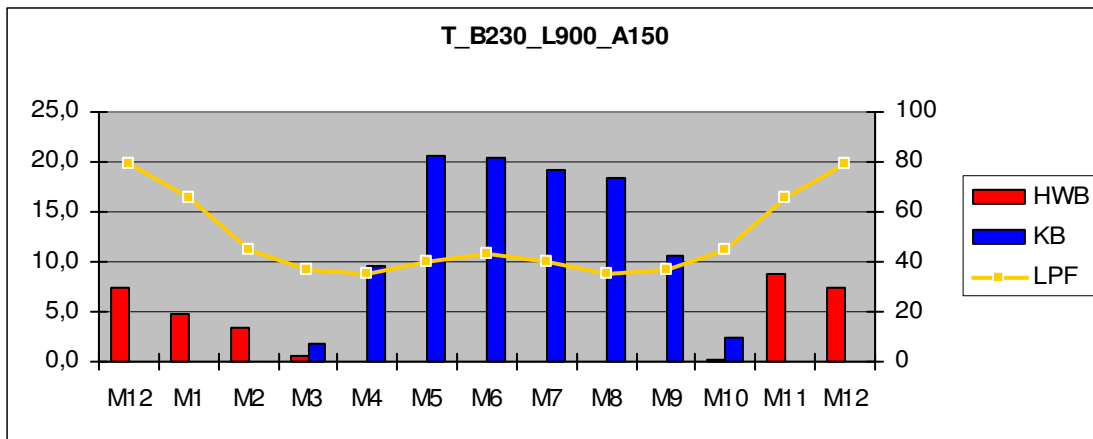


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

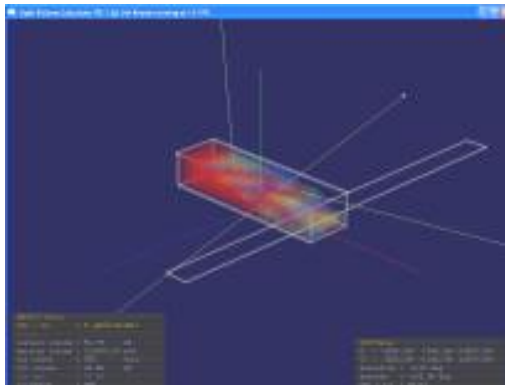
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A150



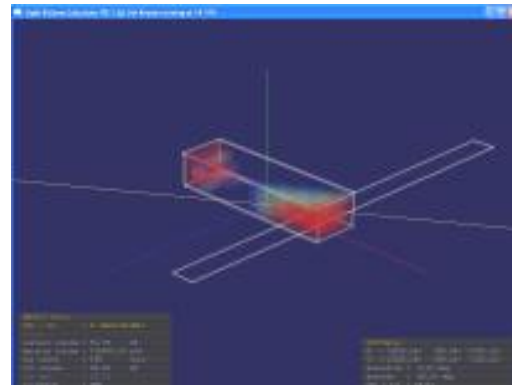
T_B230_L900_A150	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	79	65	45	37	35	40	43	40	35	37	45	65	79	47 %
HWB	7,4	4,9	3,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	8,9	7,4	25 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,8	9,6	20,6	20,5	19,2	18,4	10,6	2,3	0,0	0,0	103 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>



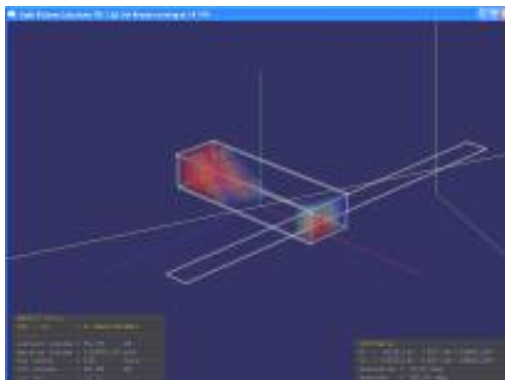
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

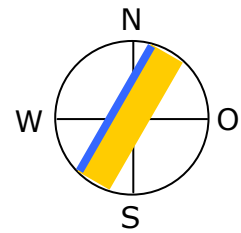


Durchlichtung am 21. Juni

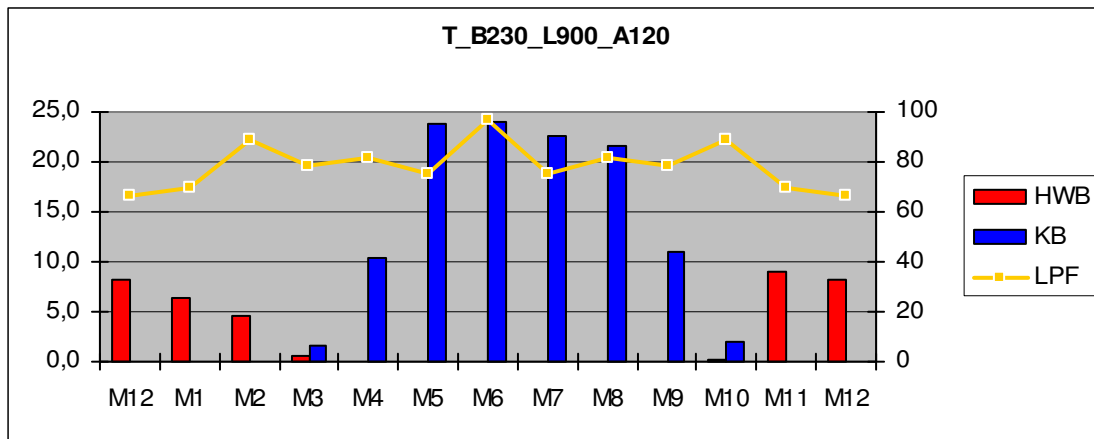


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

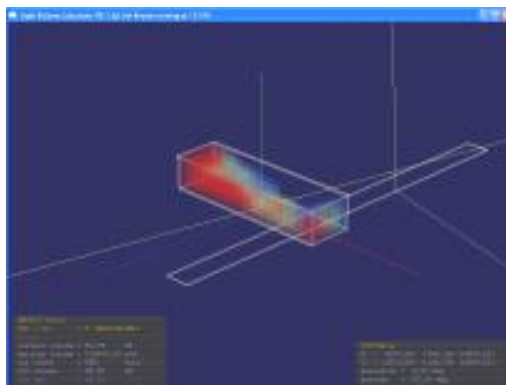
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A120



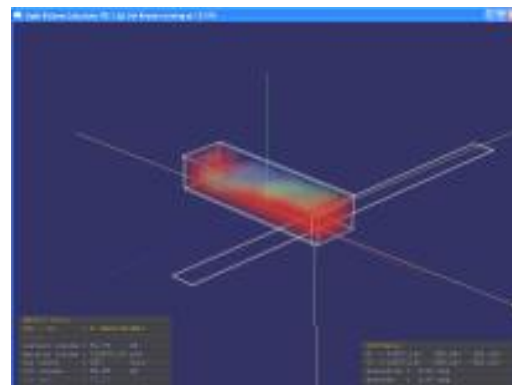
T_B230_L900_A120														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	66	69	89	78	82	75	97	75	82	78	89	69	66	79 %
HWB	8,2	6,4	4,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	8,9	8,2	29 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGfA</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,6	10,5	23,9	23,9	22,7	21,6	11,1	2,0	0,0	0,0	117 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGfA</sub>



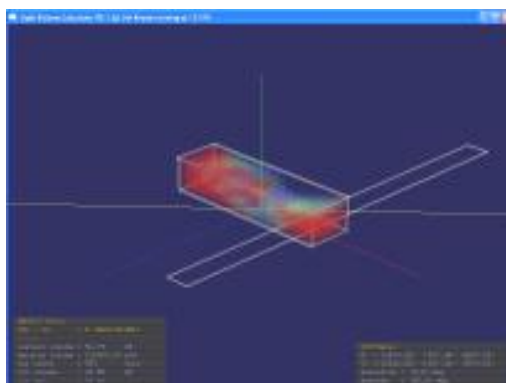
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

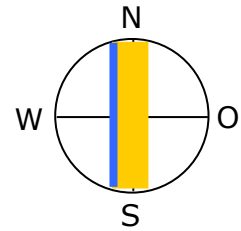


Durchlichtung am 21. Juni

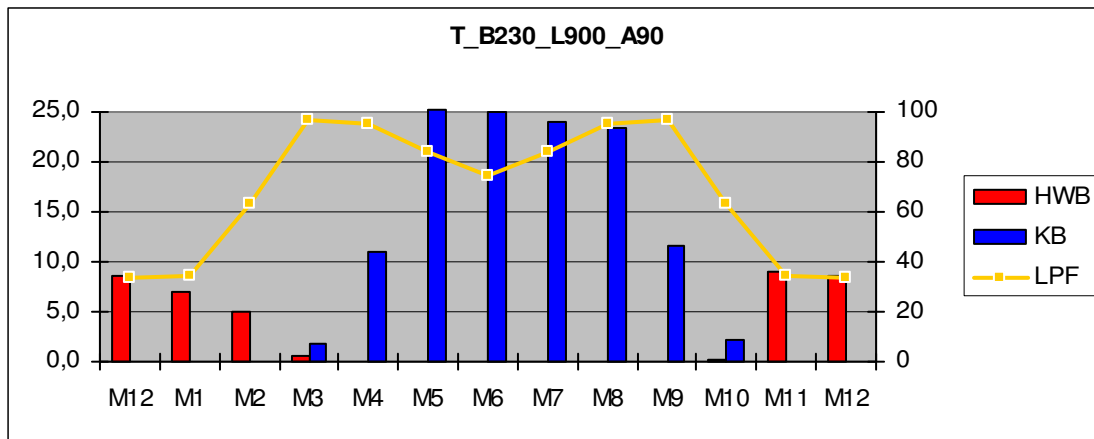


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

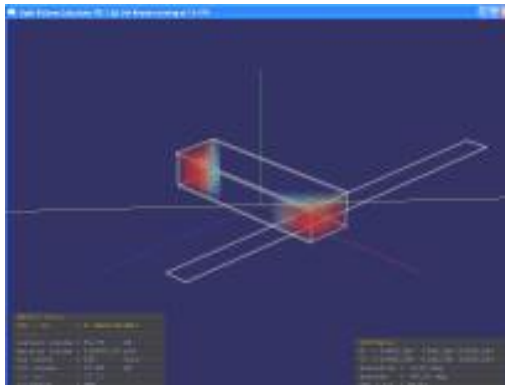
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A90



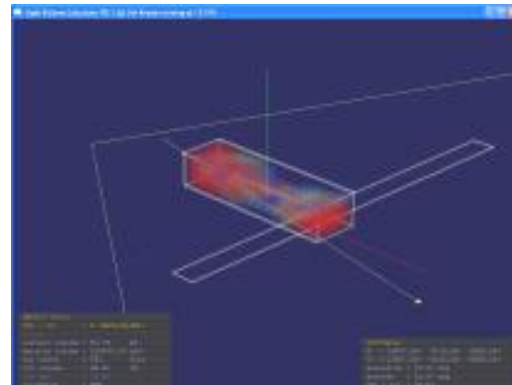
T_B230_L900_A90														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	33	34	63	96	95	84	74	84	95	96	63	34	33	71 %
HWB	8,7	7,1	5,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	9,1	8,7	31 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,8	11,0	25,2	24,9	23,9	23,4	11,6	2,2	0,0	0,0	124 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>



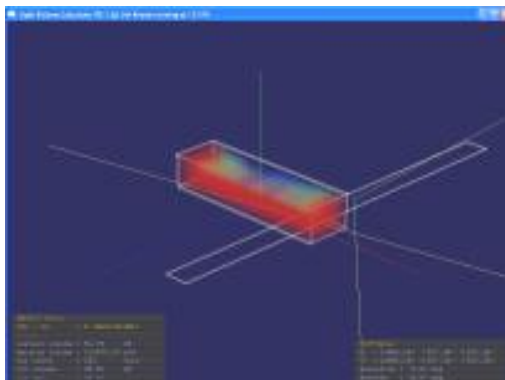
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez



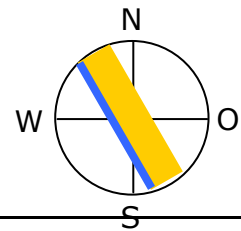
Durchlichtung am 21. Juni



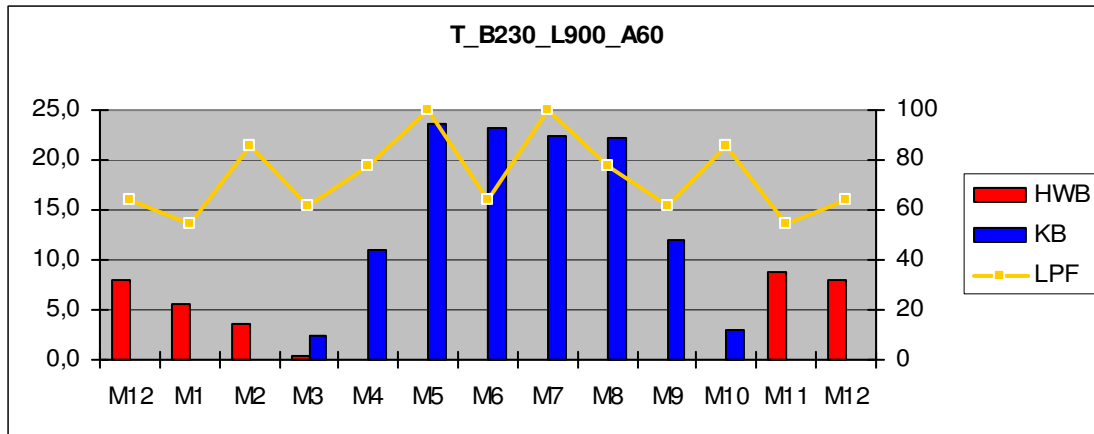
Durchlichtung am 21. März / 21. Sept



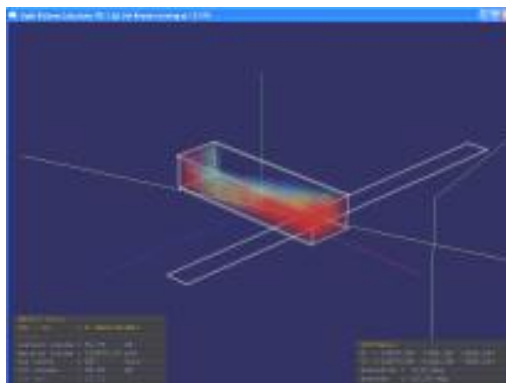
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A60



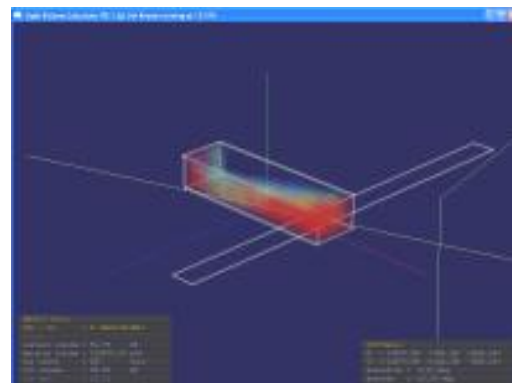
T_B230_L900_A60														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	64	55	85	62	78	100	64	100	78	62	85	55	64	74 %
HWB	8,1	5,6	3,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	8,1	27 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	2,4	11,0	23,7	23,3	22,5	22,2	11,9	2,9	0,0	0,0	120 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>



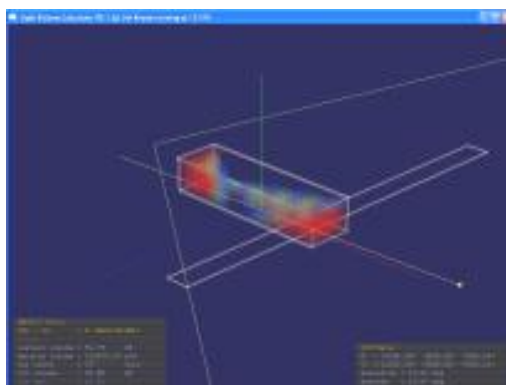
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

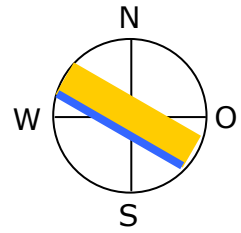


Durchlichtung am 21. Juni

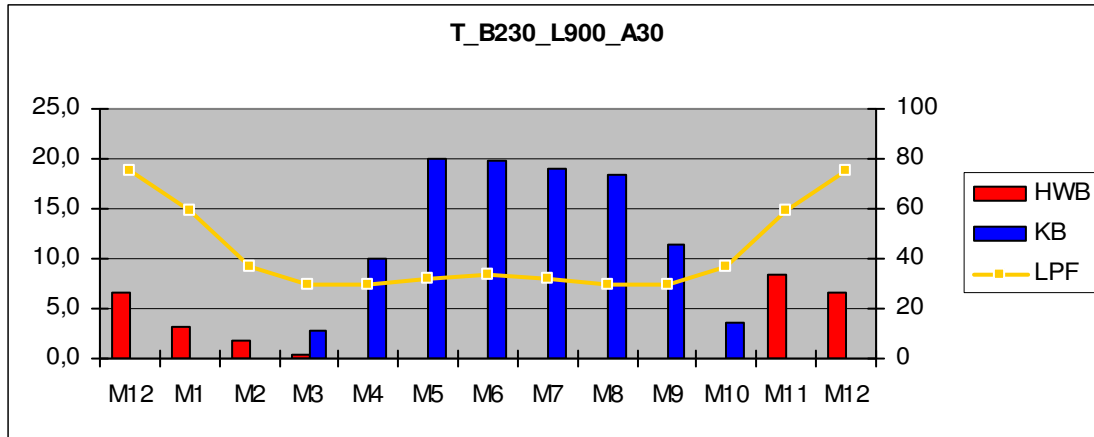


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

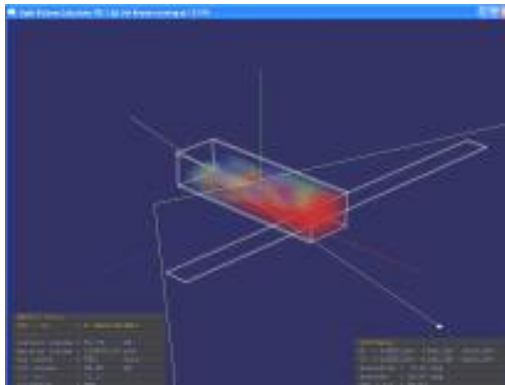
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A30



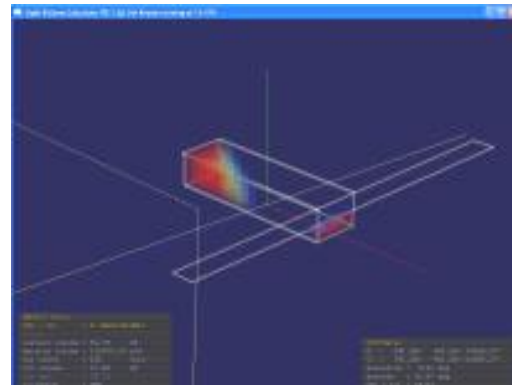
T_B230_L900_A30	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	75	59	37	29	29	32	34	32	29	29	37	59	75	40 %
HWB	6,6	3,2	1,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	6,6	20 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	2,8	10,0	19,9	19,7	18,9	18,4	11,5	3,5	0,0	0,0	105 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>



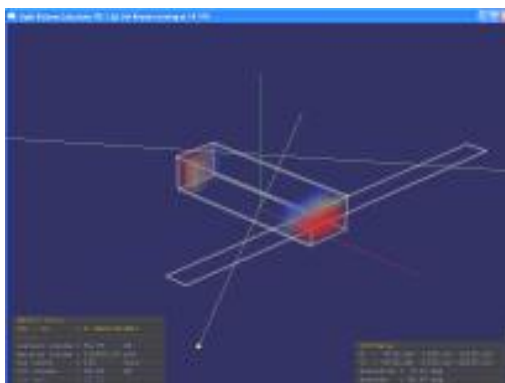
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

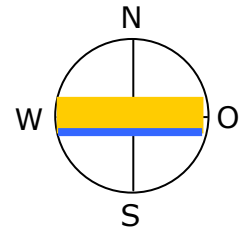


Durchlichtung am 21. Juni

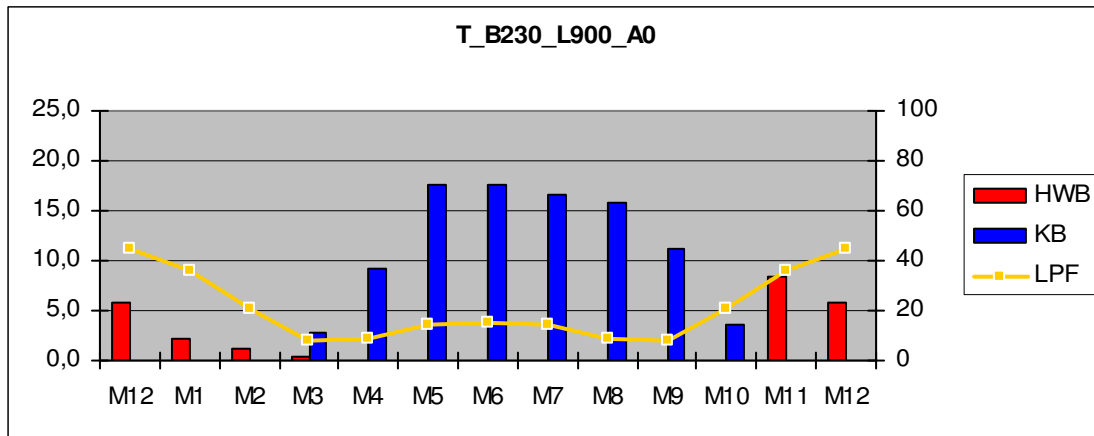


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

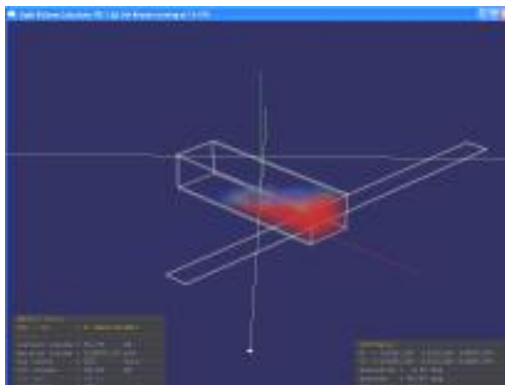
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A0



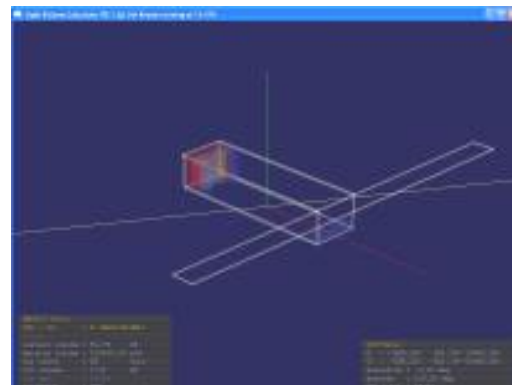
T_B230_L900_A0														Sum/Average
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
LPF	45	36	21	8	9	14	16	14	9	8	21	36	45	20 %
HWB	5,7	2,1	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	5,7	18 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
KB	0,0	0,1	0,0	2,8	9,1	17,6	17,6	16,6	15,9	11,2	3,6	0,0	0,0	94 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>



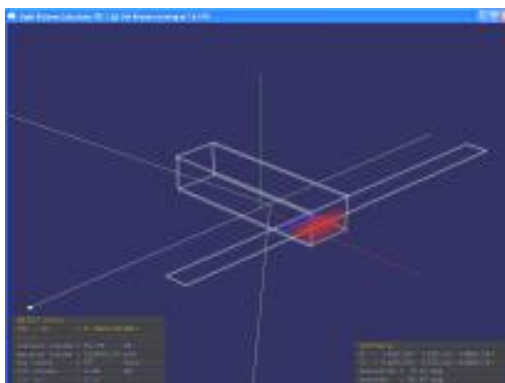
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

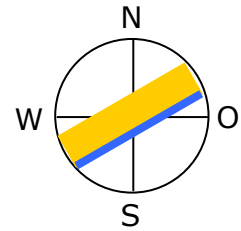


Durchlichtung am 21. Juni

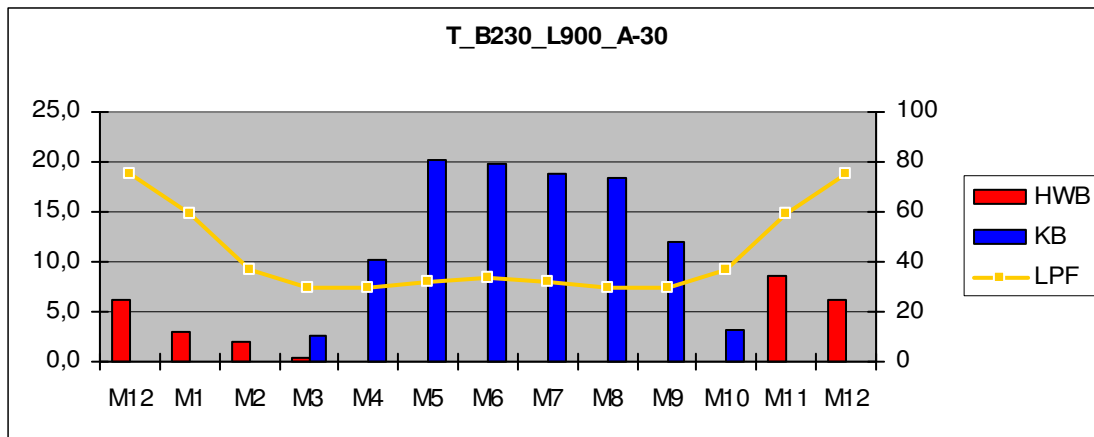


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A-30



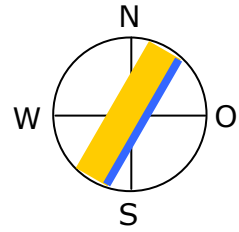
T_B230_L900_A-30														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	75	59	37	29	29	32	34	32	29	29	37	59	75	40 %
HWB	6,3	3,1	2,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,6	6,3	20 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	2,6	10,1	20,1	19,8	18,8	18,5	12,1	3,2	0,0	0,0	105 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



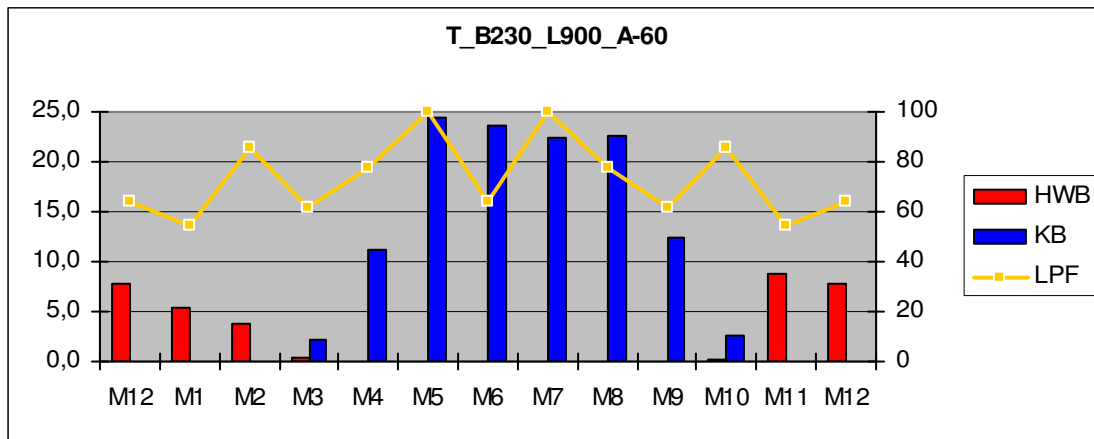
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A-60



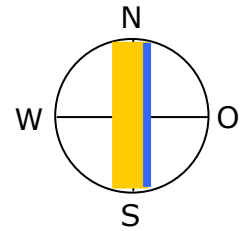
T_B230_L900_A-60														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	64	55	85	62	78	100	64	100	78	62	85	55	64	74 %
HWB	7,7	5,5	3,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	8,9	7,7	27 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	2,3	11,3	24,3	23,7	22,5	22,5	12,5	2,6	0,0	0,0	122 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>



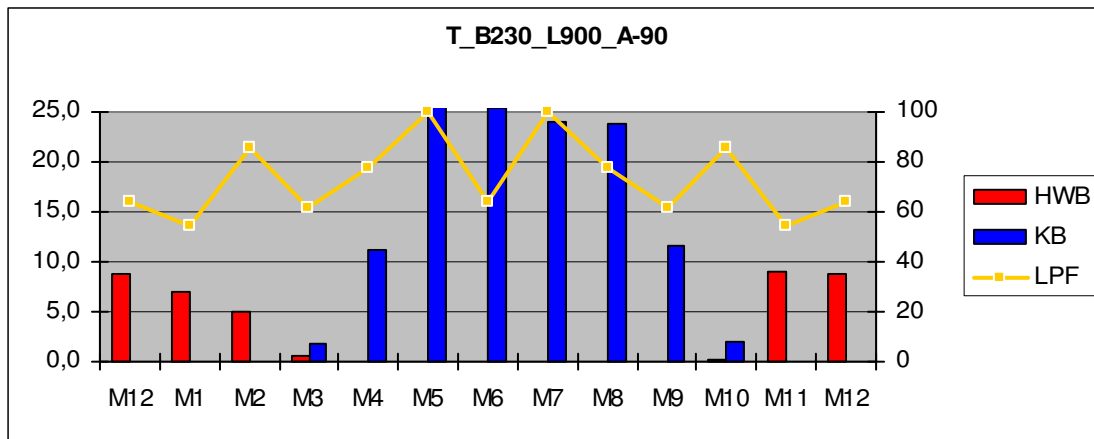
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen ab A-60 nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A-90



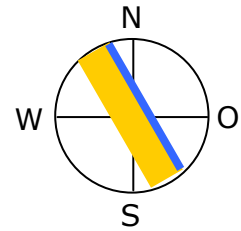
T_B230_L900_A-90														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	33	34	63	96	95	84	74	84	95	96	63	34	33	71 %
HWB	8,7	7,1	4,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	9,1	8,7	31 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,8	11,1	25,9	25,4	24,1	23,8	11,5	2,1	0,0	0,0	126 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>



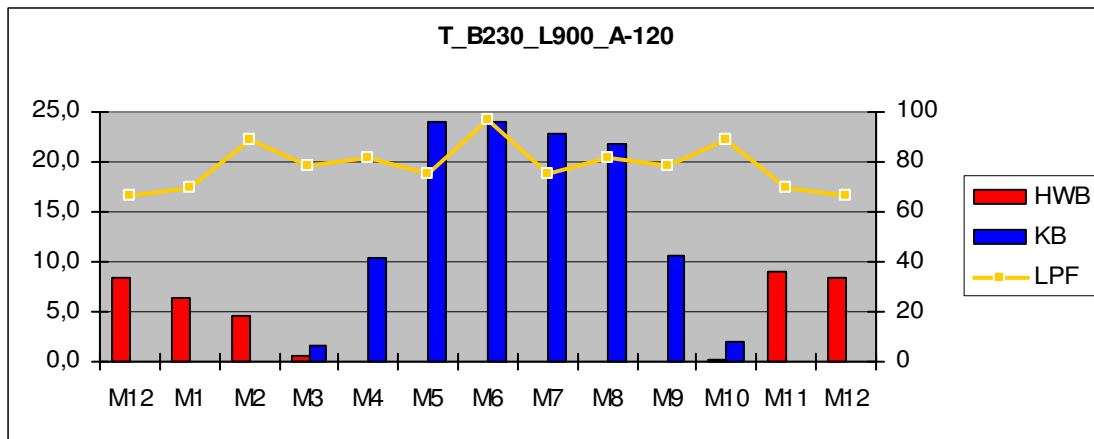
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen ab A-60 nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A-120



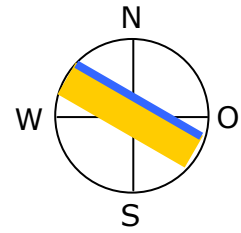
T_B230_L900_A-120														Sum/Average
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
LPF	66	69	89	78	82	75	97	75	82	78	89	69	66	79 %
HWB	8,4	6,4	4,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	8,9	8,4	29 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,7	10,4	24,0	24,0	22,8	21,8	10,6	2,1	0,0	0,0	117 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>



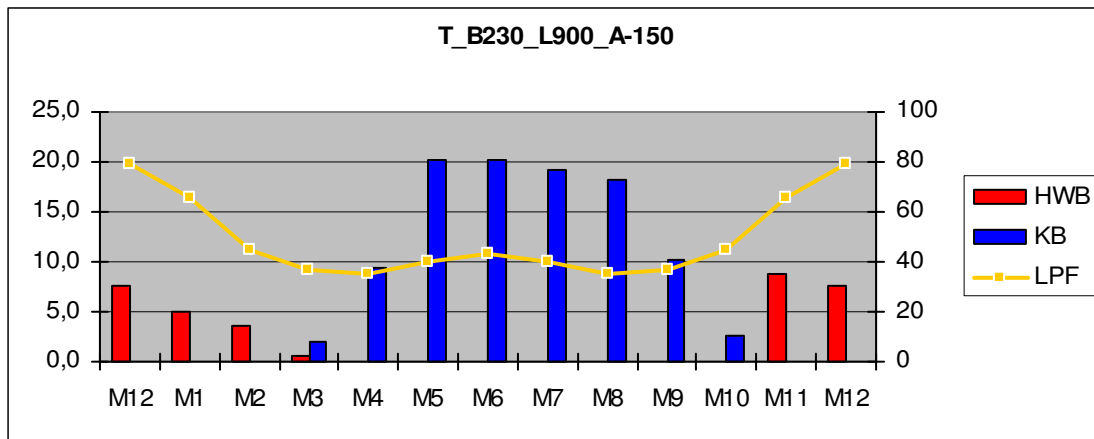
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen ab A-60 nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A-150



T_B230_L900_A-150														Sum/Average
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
LPF	79	65	45	37	35	40	43	40	35	37	45	65	79	47 %
HWB	7,6	4,9	3,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,8	7,6	25 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFÄ</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,9	9,5	20,3	20,2	19,3	18,3	10,3	2,5	0,0	0,0	102 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFÄ</sub>



Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen ab A-60 nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.



## 5.7. Vergleichende Potenzialanalyse der Basismodelle

### 5.7.1 Erläuterung der Ergebnisdarstellung

In den folgenden Tabellen wird der durchschnittliche Durchlichtungsfaktor für das Gesamtjahr sowie die Jahressummen des Heizwärmebedarfs und des Kühlbedarfs für die einzelnen Typen zum Vergleich nebeneinander gestellt.

Jene Werte, die vom Durchschnitt über alle Ergebnisse besonders abweichen werden farbig unterlegt, wobei eine rote Hinterlegung eine starke Abweichung mit negativen Auswirkungen für die Innenraumqualität anzeigt und die grüne Hinterlegung eine starke Abweichung mit positiven Auswirkungen:<sup>63</sup>

#### Durchlichtungsfaktor:

Unterdurchschnittliche Durchlichtung	Durchschnittliche Durchlichtung	Überdurchschnittliche Durchlichtung
--------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------

#### Heizwärmebedarf:

Überdurchschnittlicher Bedarf	Durchschnittlicher Bedarf	Unterdurchschnittlicher Bedarf
-------------------------------	---------------------------	--------------------------------

#### Kühlbedarf:

Überdurchschnittlicher Bedarf	Durchschnittlicher Bedarf	Unterdurchschnittlicher Bedarf
-------------------------------	---------------------------	--------------------------------

Nachfolgend wird in Tabelle 4 unter Verwendung der soeben beschriebenen Farbcodierung eine Gesamtübersicht der Untersuchungsergebnisse für die beiden Basistypen T\_B460\_L1125 und T\_B230\_L900 gegeben.

Aus dieser Gesamtübersicht werden sodann einzelne Typen zu Typologien zusammengefasst, denen signifikante Eigenschaften oder Kombinationen von Eigenschaften gemein sind.

---

<sup>63</sup> Die Unterteilung in drei Gruppen entspricht der A-B-C-Methode. Die mittlere Gruppe wurde rund um den Mittelwert der jeweiligen Kennzahl durch Definition einer prozentualen Abweichung rund um diesen Mittelwert gebildet. Die Breite dieses Mittelfeldes wurde für jede der drei Kennzahlen so gewählt, dass aus den jeweils zwölf untersuchten Orientierungen zwischen einem Drittel und der Hälfte aller Typen in diesem Mittelfeld liegen.

## 5.7.2 Gesamtübersicht der Berechnungsergebnisse

### 5.7.2.1 Basismodell T\_B460\_L1125

#### Mittelwerte über alle Ausrichtungen

LPF 60%

HWB 26 kWh/m<sup>2</sup>a

KB 82 kWh/m<sup>2</sup>a

#### Definition der dreistufigen Bewertungsskala <sup>64</sup>

LPF Mittelfeld von 43 bis 76 % (+/- 7,5% vom Mittelwert)

HWB Mittelfeld von 24 bis 28 kWh/m<sup>2</sup>a (+/- 27,5% vom Mittelwert)

KB Mittelfeld von 76 bis 88 kWh/m<sup>2</sup>a (+/- 27,5% vom Mittelwert)

TYP	LPF [%]	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	KB [kWh/m <sup>2</sup> a]
T_B460_L1125_A180	29	24	71
T_B460_L1125_A150	51	25	77
T_B460_L1125_A120	81	28	87
T_B460_L1125_A90	76	29	92
T_B460_L1125_A60	81	26	89
T_B460_L1125_A30	45	24	75
T_B460_L1125_A0	21	22	67
T_B460_L1125_A-30	44	23	76
T_B460_L1125_A-60	81	26	90
T_B460_L1125_A-90	76	29	93
T_B460_L1125_A-120	81	28	87
T_B460_L1125_A-150	51	25	76

**Tabelle 3: Ergebnisübersicht Basismodelle mit 2,3m Breite**

<sup>64</sup> Der Übersichtlichkeit halber wird auf die Darstellung von Nachkommastellen verzichtet. Gerechnet wurden alle Werte mit Rundung auf zwei Nachkommastellen.

### 5.7.2.2 Basismodell T\_B230\_L900

#### Mittelwerte über alle Ausrichtungen

LPF 56%

HWB 25 kWh/m<sup>2</sup>a

KB 111 kWh/m<sup>2</sup>a

#### Definition der dreistufigen Bewertungsskala <sup>65</sup>

LPF Mittelfeld von 41 bis 72 % (+/- 7,5% vom Mittelwert)

HWB Mittelfeld von 24 bis 27 kWh/m<sup>2</sup>a (+/- 27,5% vom Mittelwert)

KB Mittelfeld von 103 bis 119 kWh/m<sup>2</sup>a (+/- 27,5% vom Mittelwert)

TYP	LPF [%]	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	KB [kWh/m <sup>2</sup> a]
T_B230_L900_A180	31	24	95
T_B230_L900_A150	47	25	103
T_B230_L900_A120	79	29	117
T_B230_L900_A90	71	31	124
T_B230_L900_A60	74	27	120
T_B230_L900_A30	40	20	105
T_B230_L900_A0	20	18	94
T_B230_L900_A-30	40	20	105
T_B230_L900_A-60	74	27	122
T_B230_L900_A-90	71	31	126
T_B230_L900_A-120	79	29	117
T_B230_L900_A-150	47	25	102

**Tabelle 4: Ergebnisübersicht Basismodelle mit 2,3m Breite**

<sup>65</sup> Der Übersichtlichkeit halber wird auf die Darstellung von Nachkommastellen verzichtet. Gerechnet wurden alle Werte mit Rundung auf zwei Nachkommastellen.

### 5.7.3 Bildung von Typologien

In den folgenden Tabellen werden die Typen entsprechend ihrer spezifischen Performance charakterisiert und in Gruppen zusammengefasst. Differenziert wurden:

- > Moderate Typen  
mit mittlerer Performance in allen Potenzialen
- > Thermisch mehrfach problematische Typen  
mit hohem HWB und hohem KB
- > Dunkle Typen  
mit niedrigem LPF bei teils guter thermischer Performance
- > Heizproblematische Typen  
mit hohem HWB
- > Überhitzungstypen  
mit hohem KB

Zur leichteren Orientierung wird die Ausrichtung des Laubengangs vor der Typenbezeichnung notiert.

### 5.7.3.1 Moderate Typen

Die "moderaten Typen" haben weitgehend mittelmäßige Ergebnisse in allen drei Potenzialen. Es sind das die Typen mit einer um  $\pm 30^\circ$  aus der Nord-Süd-Richtung gedrehten Längsachse der Wohnung, sowohl bei nord-, als auch südseitig orientiertem Laubengang.

Im Vergleich der Typen mit  $A\pm 150$  gegenüber  $A\pm 30$  fällt auf, dass der bei  $A\pm 150$  nordgerichtete Laubengang eine bessere Durchlichtung zulässt, als der südgerichtete bei  $A\pm 30$ .

Umgekehrt weisen die Typen mit südgerichtetem Laubengang bessere Werte des HWB auf, was auf den Wintergarteneffekt des Laubengangs mit der Aktivierung zusätzlicher thermischer Massen hindeutet.

Weiters zeigt sich im Vergleich der Typen B230\_L900 gegenüber B460\_L1125 die schlechtere Durchlichtung und die deutlich höhere Überhitzungsneigung der schmalen Wohnung.

<b>Typ</b>	<b>LPF [%]</b>	<b>HWB [kWh/m<sup>2</sup>a]</b>	<b>KB [kWh/m<sup>2</sup>a]</b>
NNW T_B460_L1125_A150	51	25	77
SSW T_B460_L1125_A30	45	24	75
SSO T_B460_L1125_A-30	44	23	76
NNO T_B460_L1125_A-150	51	25	76
NNW T_B230_L900_A150	47	25	103
SSW T_B230_L900_A30	40	20	105
SSO T_B230_L900_A-30	40	20	105
NNO T_B230_L900_A-150	47	25	102

**Tabelle 5: Ergebnisse "Moderate Typen"**

### 5.7.3.2 Thermisch mehrfach problematische Typen

Die "thermisch mehrfach problematischen Typen" weisen Defizite sowohl hinsichtlich des passiv solaren Gewinnpotenzials als auch hinsichtlich des Sommertauglichkeitspotenzials auf.

Es sind das die Typen mit einer ost-west gerichteten Längsachse der Wohnung, sowohl bei ost-, als auch westseitig orientiertem Laubengang.

Das Tageslichtpotenzial liegt bei allen diesen Typen an der Schwelle vom mittleren zum guten Bereich.

Wieder zeigt sich im Vergleich der Typen B230\_L900 gegenüber B460\_L1125 die schlechtere Durchlichtung und die deutlich höhere Überhitzungsneigung der schmalen Wohnung.

Eine Schutzwirkung des westorientierten Laubengangs (Typen A90) gegen sommerliche Überhitzung gegenüber den Typen mit ostorientierten Laubengang ist nur in vernachlässigbaren Dimensionen zu abzulesen.

<b>TYP</b>	<b>LPF [%]</b>	<b>HWB [kWh/m<sup>2</sup>a]</b>	<b>KB [kWh/m<sup>2</sup>a]</b>
W T_B460_L1125_A90	76	29	92
O T_B460_L1125_A-90	76	29	93
W T_B230_L900_A90	71	31	124
O T_B230_L900_A-90	71	31	126

**Tabelle 6: Ergebnisse "Thermisch mehrfach problematische Typen"**

### 5.7.3.3 Dunkle Typen

Die "dunklen Typen" weisen allesamt schlechte Tageslichtpotenziale auf, bei gleichzeitig durchwegs gutem Abschneiden in beiden thermischen Kategorien.

Es sind das die Typen mit einer exakt nord-süd gerichteten Längsachse der Wohnung, sowohl bei nord-, als auch südseitig orientiertem Laubengang.

Das Tageslichtpotenzial liegt bei allen diesen Typen an der Schwelle vom mittleren zum guten Bereich.

Im Vergleich der Typen A0 gegenüber A180 zeigt sich deutlich das hinsichtlich Durchlichtung zumindest relativ bessere Abschneiden der Typen mit nordorientiertem Laubengang (A180).

<b>Typ</b>	<b>LPF [%]</b>	<b>HWB [kWh/m<sup>2</sup>a]</b>	<b>KB [kWh/m<sup>2</sup>a]</b>
N T_B460_L1125_A180	29	24	71
S T_B460_L1125_A0	21	22	67
N T_B230_L900_A180	31	24	95
S T_B230_L900_A0	20	18	94

**Tabelle 7: Ergebnisse "Dunkle Typen"**

#### 5.7.3.4 Heizproblematische Typen

Die "heizproblematischen Typen" weisen allesamt ein schlechtes Passiv solare Gewinnpotenzial und somit einen hohen HWB auf. Gleichzeitig ist auch der KB nahe dem schlechten Bereich.

Es sind das die Typen mit einer um  $\pm 120^\circ$  aus der Süd-Richtung gedrehten Laubengang.

<b>TYP</b>	<b>LPF</b> [%]	<b>HWB</b> [kWh/m <sup>2</sup> a]	<b>KB</b> [kWh/m <sup>2</sup> a]
WNW T_B460_L1125_A120	81	28	87
ONO T_B460_L1125_A-120	81	28	87
WNW T_B230_L900_A120	79	29	117
ONO T_B230_L900_A-120	79	29	117

**Tabelle 8: Ergebnisse "Heizproblematische Typen"**

#### 5.7.3.5 Überhitzungstypen

Die "Überhitzungstypen" weisen allesamt ein schlechtes Sommertauglichkeitspotenzial und somit einen hohen KB auf. Gleichzeitig ist auch der HWB nahe dem schlechten Bereich.

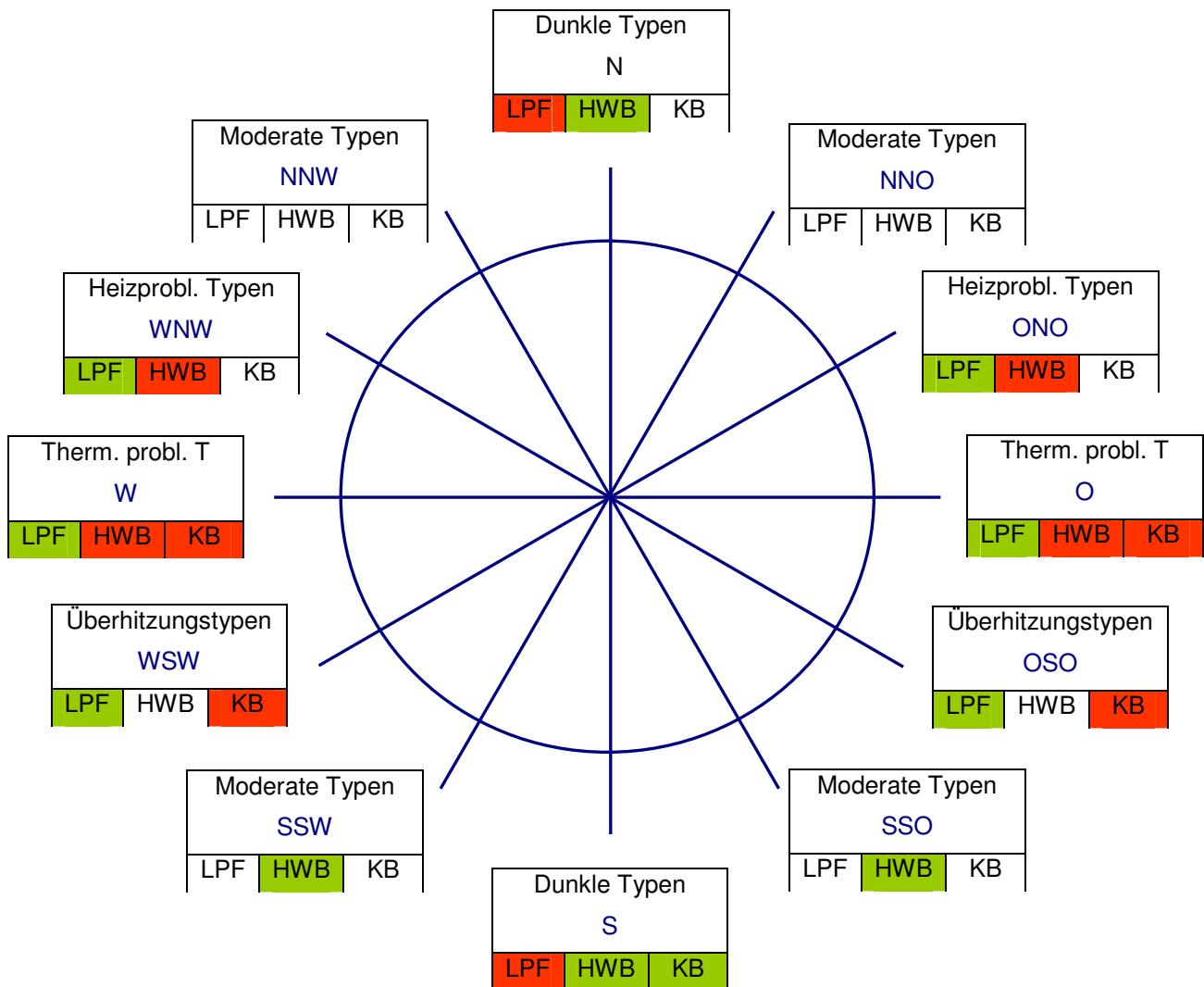
Es sind das die Typen mit einer um  $\pm 60^\circ$  aus der Süd-Richtung gedrehten Laubengang.

<b>TYP</b>	<b>LPF</b> [%]	<b>HWB</b> [kWh/m <sup>2</sup> a]	<b>KB</b> [kWh/m <sup>2</sup> a]
WSW T_B460_L1125_A60	81	26	89
OSO T_B460_L1125_A-60	81	26	90
WSW T_B230_L900_A60	74	27	120
OSO T_B230_L900_A-60	74	27	122

**Tabelle 9: Ergebnisse "Überhitzungstypen"**



## 5.7.4 Zusammenfassende Interpretation der Potenziale d. Basistypen<sup>66</sup>



**Abbildung 15: Orientierungsabhängige Potenzialverteilung der Basistypen**

Nach der Feststellung des Durchlichtungsfaktors, des Heizwärmebedarfs und des Kühlbedarfs der Basistypen durch Simulation entsteht ein klares Bild der ausrichtungsabhängigen Chancen und Risiken für die Innenraumqualität von Wohnungen in Laubenganghäusern.

<sup>66</sup> Abbildung 15: Renate Hammer

Es zeigt sich, dass der besonders guten thermischen Performance des süd ausgerichteten Typs ein besonders geringes Angebot an direktem Licht gegenübersteht.

Deutlich wird vice versa, dass bei besonders hoher Durchlichtung, wie sie bei den Ausrichtungen Westnordwest, West, Westsüdwest und Ostnordost, Ost, Ostsüdost, eine schlechte, teils sogar extrem schlechte thermische Performance vorliegt.

Die nach Norden ausgerichteten Typen zeigen eine gewisse Analogie zu den Typen mit nach Süden vorgelagertem Laubengang. Auch hier ist die Durchlichtung sehr gering und der Heizwärmebedarf auffallend niedrig. Lediglich der Kühlbedarf der Nord ausgerichteten Typen wird höher, weil der Effekt einer sommerlichen Verschattung durch den südlichen vorgelagerten Laubengang wegfällt.

Das Fehlen dieses Verschattungseffektes erklärt auch die unterschiedliche thermische Performance der moderaten Typen. Gemeinsam ist diesen nach Südsüdwest, Südsüdost und Nordnordwest, Nordnordost ausgerichteten Typen eine akzeptable Durchlichtung und eine ebensolche thermische Performance, wobei die durch den südlich vorgelagerten Laubengang verschatteten Typen Südsüdwest und Südsüdost einen geringen Kühlbedarf haben, die nach Nordnordwest und Nordnordost orientierten Typen hingegen einen geringen Heizwärmebedarf aufweisen.

Auffallend ist auch, dass die schmalen Basisvarianten mit der Typenbezeichnung T\_B230\_L900\_A... deutlich schlechtere Potenziale aufweisen als die breiten Basisvarianten mit der Typenbezeichnung T\_B460\_L1125\_A... . Hier wird deutlich, wie entscheidend das Oberflächen-Volums-Verhältnis und damit die Geometrie eines Raumes für seine thermische aber auch optische Performance sind.

## 6. Definition von Aufbaumodellen

Angesichts der Ergebnisse aus der Detailuntersuchung der Basismodelle werden exemplarische Optimierungsschritte definiert und untersucht. Es sind das:

### 6.1. Verkürzung der "Moderaten Typen"

Die Moderaten Typen (A±30 und A±150) weisen gute bis sehr gute Potenziale hinsichtlich Heizwärmebedarf und Kühlbedarf auf, liegen aber auch hinsichtlich der Durchlichtung nur im Mittelfeld.

Versuchsweise wird daher an diesen Typen eine Verkürzung der Wohnungstiefe um jeweils 25% vorgenommen, womit folgende neue Typen entstehen:

<b>Codierung</b>	<b>Beschreibung</b>
T_B460_L1125_A150_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verkürzung um 25% auf 8,4m Tiefe mit gleich bleibend 4,6m Breite Orientierung 150°
T_B460_L1125_A-150_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B230_L900 mit Verkürzung um 25% auf 8,4m Tiefe mit gleich bleibend 4,6m Breite Orientierung -150°
T_B460_L1125_A30_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verkürzung um 25% auf 8,4m Tiefe mit gleich bleibend 4,6m Breite Orientierung 30°
T_B460_L1125_A-30_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verkürzung um 25% auf 8,4m Tiefe mit gleich bleibend 4,6m Breite Orientierung -30°

<b>Codierung</b>	<b>Beschreibung</b>
T_B230_L900_A150_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B230_L900 mit Verkürzung um 25% auf 6,75m Tiefe mit gleich bleibend 2,3m Breite Orientierung 150°
T_B230_L900_A-150_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B230_L900 mit Verkürzung um 25% auf 6,75m Tiefe mit gleich bleibend 2,3m Breite Orientierung -150°
T_B230_L900_A30_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B230_L900 mit Verkürzung um 25% auf 6,75m Tiefe mit gleich bleibend 2,3m Breite Orientierung 30°
T_B230_L900_A-30_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B230_L900 mit Verkürzung um 25% auf 6,75m Tiefe mit gleich bleibend 2,3m Breite Orientierung -30°

**Tabelle 10: Definition von Aufbaumodellen für die "Moderaten Typen"**

## 6.2. Starke Verkürzung der dunklen Typen

Die Dunklen Typen (A0 und A180) haben sehr gute Potenziale hinsichtlich Heizwärmebedarf und Kühlbedarf auf, weisen aber hinsichtlich der Durchlichtung extrem schlechte Werte auf.

Auf diese Konstellation wird versuchsweise mit einer erhebliche Verringerung der Wohnungstiefe um jeweils 33% reagiert, womit folgende neue Typen entstehen:

<b>Codierung</b>	<b>Beschreibung</b>
T_B460_L1125_A0_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verkürzung um 33% auf 7,5m Tiefe mit gleich bleibend 4,6m Breite Orientierung 0°
T_B460_L1125_A180_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verkürzung um 33% auf 7,5m Tiefe mit gleich bleibend 4,6m Breite Orientierung 180°
T_B230_L900_A0_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verkürzung um 33% auf 6,0m Tiefe mit gleich bleibend 2,3m Breite Orientierung 0°
T_B230_L900_A180_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verkürzung um 33% auf 6,0m Tiefe mit gleich bleibend 2,3m Breite Orientierung 180°

**Tabelle 11: Definition von Aufbaumodellen für die "Dunklen Typen"**

### 6.3. Zweierlei Adaptierungen der thermisch problem. Typen

Die thermisch problematischen Typen weisen bei gleichzeitig sehr guter Durchlichtung erhebliche Defizite hinsichtlich Passiv solarem Gewinnpotenzial und Sommertauglichhkeitspotenzial auf.

Dem wird erstens versuchsweise durch eine Vergrößerung der Tiefe um 20% begegnet.

Und es wird zweitens, alternativ dazu, mit einer Anordnung von Parapeten reagiert, angebracht jeweils in den Begrenzungswänden der Wohnung, also sowohl gegen direkt Außen als auch gegen Laubengang. Exemplarisch wird eine Parapethöhe von 1m gewählt, was einer Verkleinerung der Fensterfläche um 20% entspricht.

<b>Codierung</b>	<b>Beschreibung</b>
T_B460_L1125_A90_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verlängerung um 20% auf 13,5m Tiefe mit gleich bleibend 4,6m Breite Orientierung 90°
T_B460_L1125_A-90_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verlängerung um 20% auf 13,5m Tiefe mit gleich bleibend 4,6m Breite Orientierung -90°
T_B460_L1125_A90_O2	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit beidseitig 100cm Parapet mit gleich bleibend 4,6m Breite Orientierung 90°
T_B460_L1125_A-90_O2	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit beidseitig 100cm Parapet mit gleich bleibend 4,6m Breite Orientierung -90°

<b>Codierung</b>	<b>Beschreibung</b>
T_B230_L900_A90_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verlängerung um 20% auf 10,8m Tiefe mit gleich bleibend 2,3m Breite Orientierung 90°
T_B230_L900_A-90_O1	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit Verlängerung um 20% auf 10,8m Tiefe mit gleich bleibend 2,3m Breite Orientierung -90°
T_B230_L900_A90_O2	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit beidseitig 100cm Parapet mit gleich bleibend 2,3m Breite Orientierung 90°
T_B230_L900_A-90_O2	Aufbaumodell, ausgehend von T_B460_L1125 mit beidseitig 100cm Parapet mit gleich bleibend 2,3m Breite Orientierung -90°

**Tabelle 12: Definition von Aufbaumodellen für die "Thermisch probl. Typen"**

## **7. Untersuchung von Aufbaumodellen**

### **7.1. Erläuterung der Untersuchungsmethode**

Analog zur detaillierten Untersuchung der Basismodelle (Siehe Kapitel 5) werden auch die Aufbaumodelle hinsichtlich der drei Potenziale (Tageslicht, Passiv solare Gewinne sowie Sommertauglichkeit) untersucht.

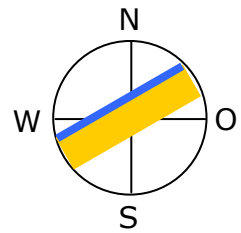
Sämtliche Ergebnisse werden wieder in Datenblättern zusammengefasst und nachfolgend vergleichend analysiert.

### **7.2. Datenblätter der Ergebnisse T\_B460\_L1125\_O1 und \_O2**

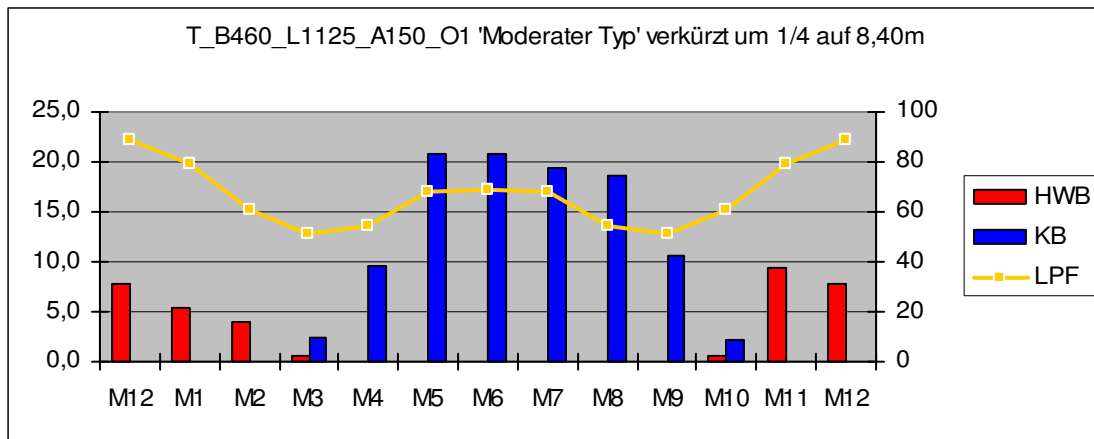
- > T\_B460\_L1125\_A150\_O1 (Verkürzung um 25%)
- > T\_B460\_L1125\_A-150\_O1 (Verkürzung um 25%)
- > T\_B460\_L1125\_A30\_O1 (Verkürzung um 25%)
- > T\_B460\_L1125\_A-30\_O1 (Verkürzung um 25%)
  
- > T\_B460\_L1125\_A0\_O1 (Verkürzung um 33%)
- > T\_B460\_L1125\_A180\_O1 (Verkürzung um 33%)
  
- > T\_B460\_L1125\_A90\_O1 (Verlängerung um 20%)
- > T\_B460\_L1125\_A-90\_O1 (Verlängerung um 20%)
- > T\_B460\_L1125\_A90\_O2 (beidseitige Anordnung eines Parapets)
- > T\_B460\_L1125\_A-90\_O2 (beidseitige Anordnung eines Parapets)



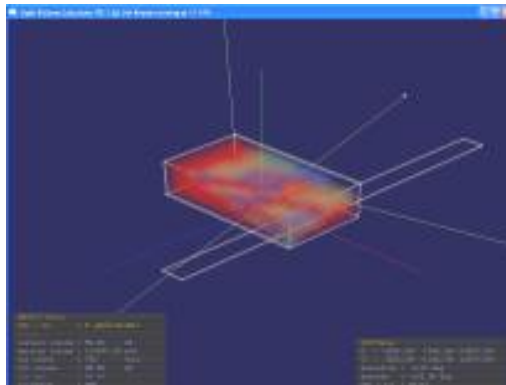
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A150\_O1



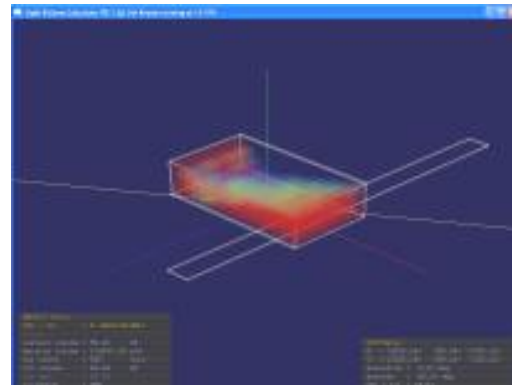
T_B460_L1125_A150_O1 'Moderater Typ' verkürzt um 1/4 auf 8,40m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	89	79	61	51	54	68	69	68	54	51	61	79	89	65 %
HWB	7,9	5,3	3,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	9,4	7,9	28 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	2,3	9,7	20,8	20,8	19,4	18,6	10,7	2,3	0,0	0,0	104 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



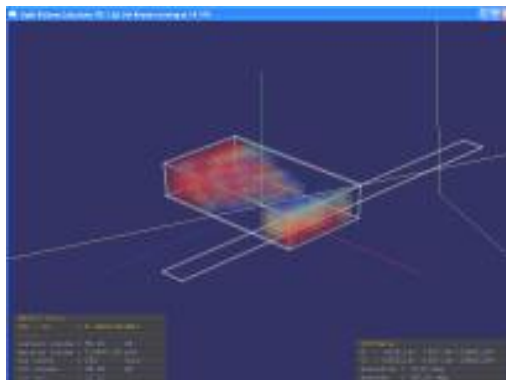
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

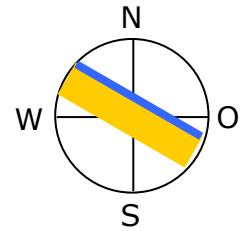


Durchlichtung am 21. Juni

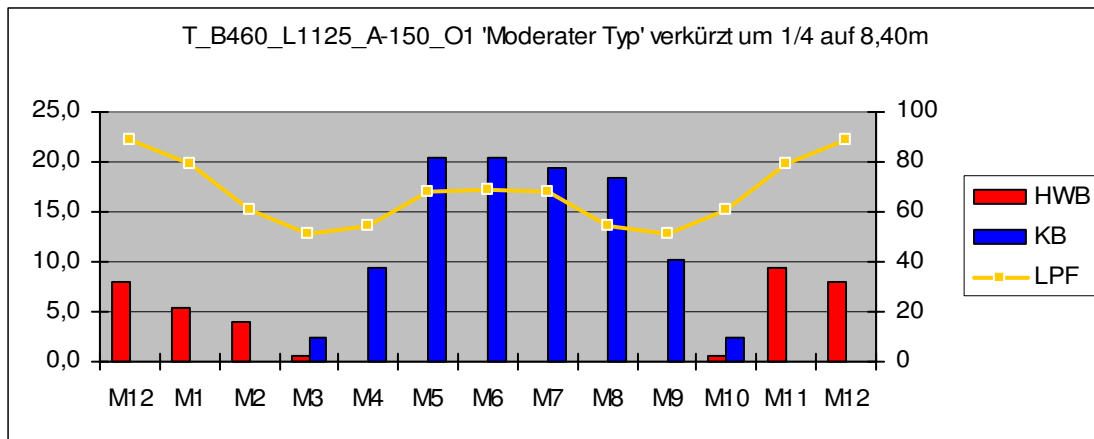


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A-150\_O1



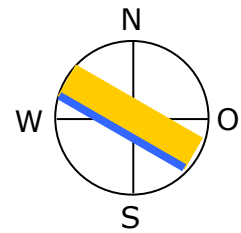
T_B460_L1125_A-150_O1 'Moderater Typ' verkürzt um 1/4 auf 8,40m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	89	79	61	51	54	68	69	68	54	51	61	79	89	65 %
HWB	8,0	5,4	4,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	9,4	8,0	28 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	2,4	9,5	20,5	20,3	19,5	18,5	10,3	2,5	0,0	0,0	103 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



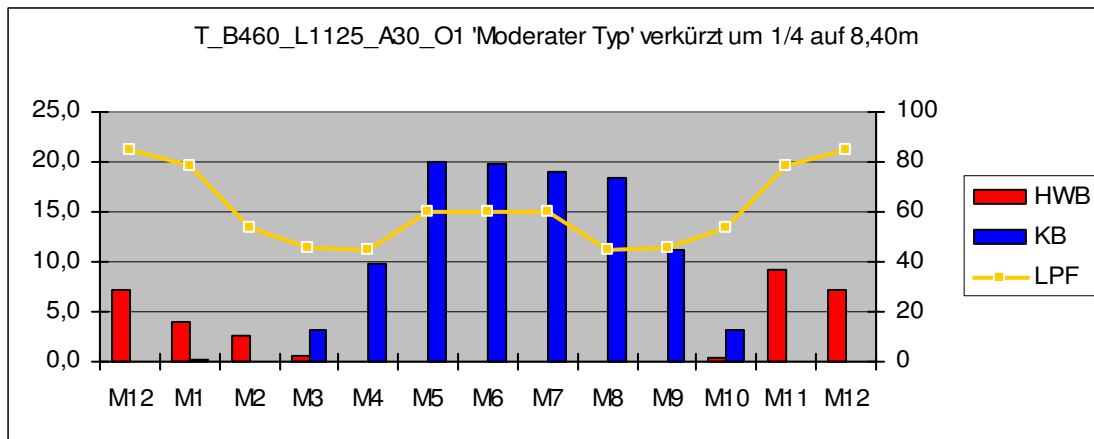
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

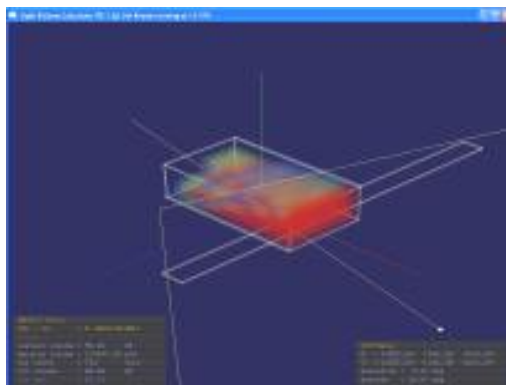
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A30\_O1



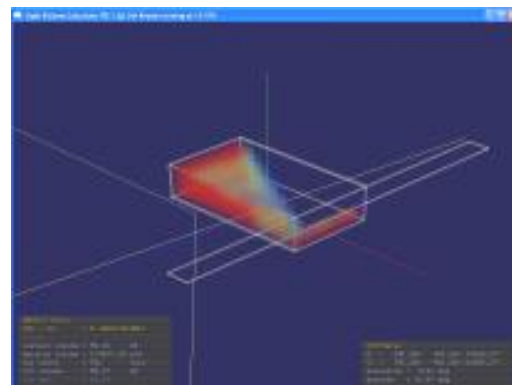
T_B460_L1125_A30_O1 'Moderater Typ' verkürzt um 1/4 auf 8,40m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	85	78	54	46	45	60	60	60	45	46	54	78	85	59 %
HWB	7,2	4,0	2,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	9,3	7,2	24 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,1	0,1	3,2	9,9	20,1	19,9	19,0	18,5	11,3	3,3	0,0	0,0	105 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



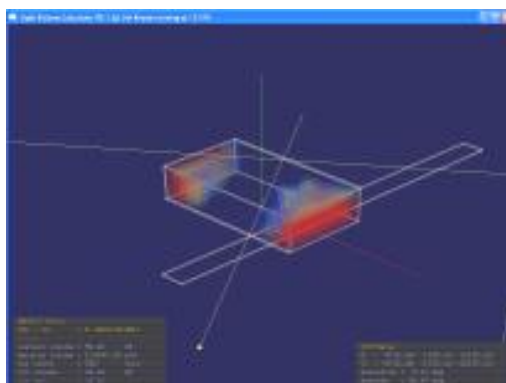
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

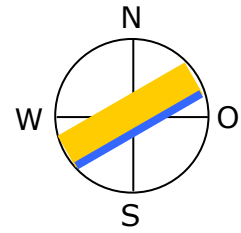


Durchlichtung am 21. Juni

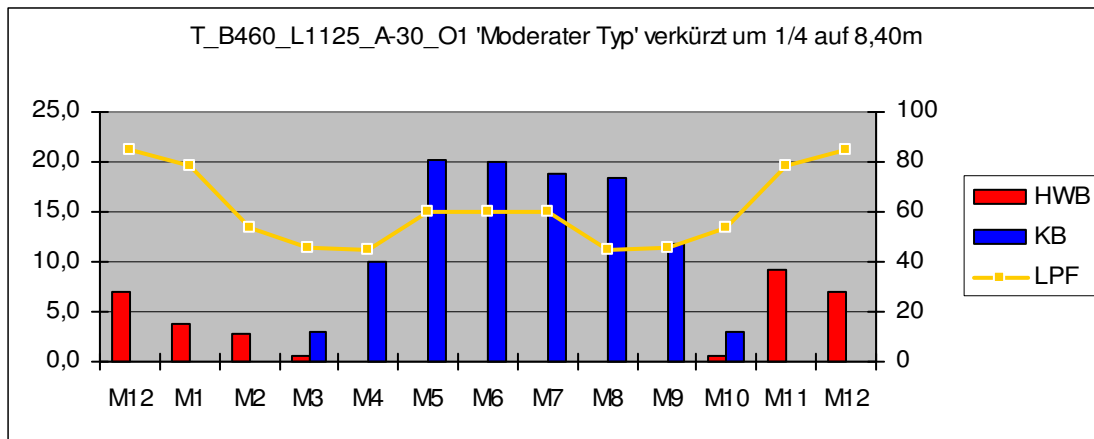


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A-30\_O1



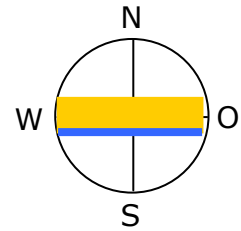
T_B460_L1125_A-30_O1 'Moderater Typ' verkürzt um 1/4 auf 8,40m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	85	78	54	46	45	60	60	60	45	46	54	78	85	59 %
HWB	6,9	3,8	2,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	9,2	6,9	24 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,1	0,0	3,0	10,0	20,2	19,9	18,9	18,4	11,8	3,0	0,0	0,0	105 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



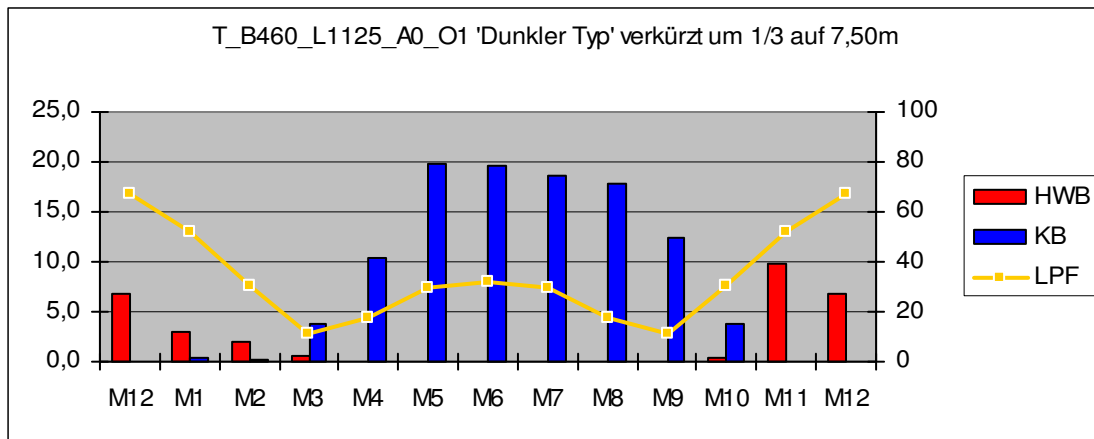
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

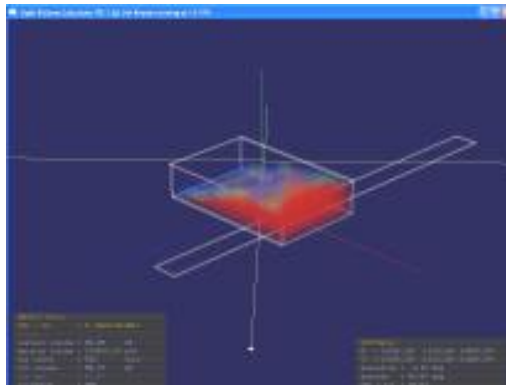
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A0\_O1



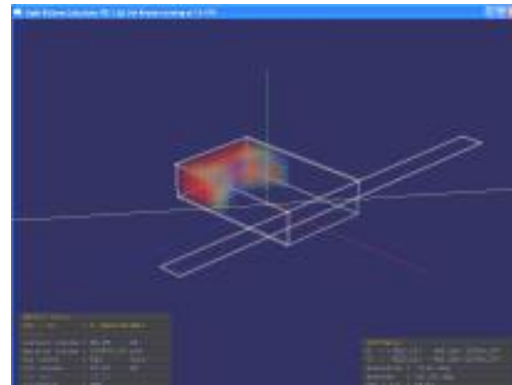
T_B460_L1125_A0_O1 'Dunkler Typ' verkürzt um 1/3 auf 7,50m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	67	52	30	11	17	29	32	29	17	11	30	52	67	32 %
HWB	6,8	3,1	2,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	9,8	6,8	23 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,1	0,3	0,2	3,8	10,3	19,7	19,7	18,6	17,7	12,4	3,9	0,0	0,1	107 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



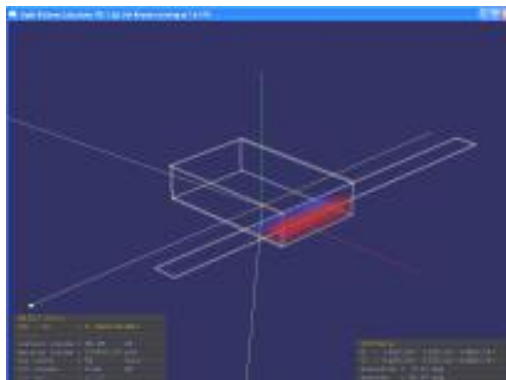
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

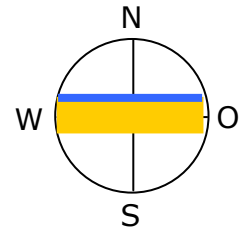


Durchlichtung am 21. Juni

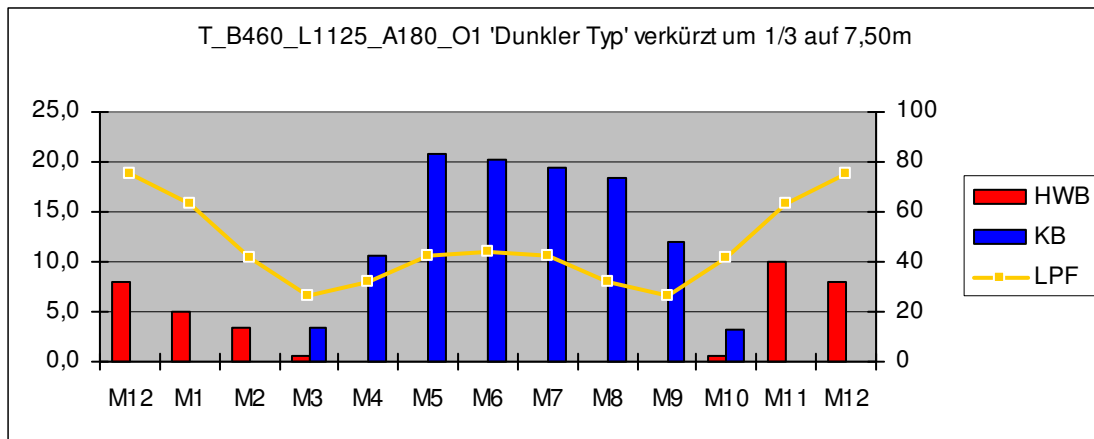


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

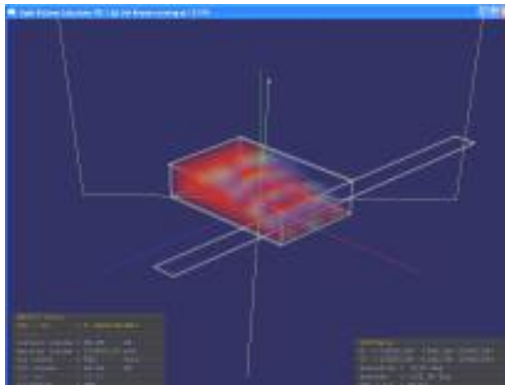
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A180\_O1



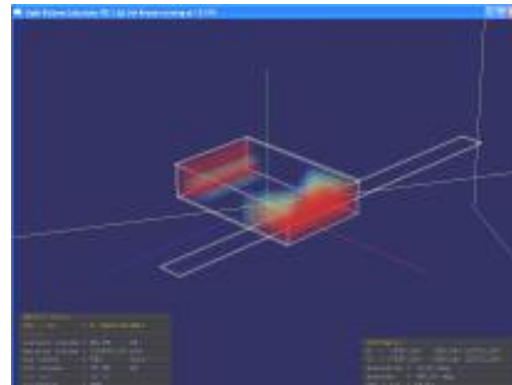
T_B460_L1125_A120														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	72	73	86	83	89	70	95	70	89	83	86	73	72	81 %
HWB	7,4	6,1	4,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	8,2	7,4	28 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	1,0	7,3	18,1	18,2	17,2	16,5	8,0	1,2	0,0	0,0	87 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>



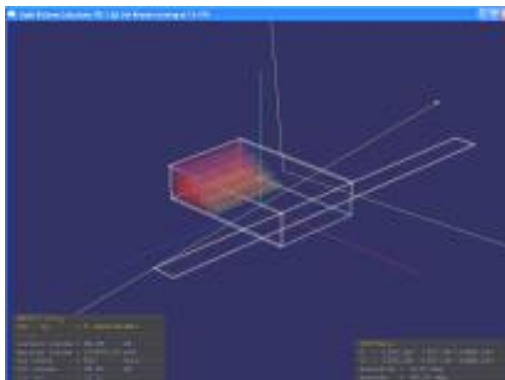
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

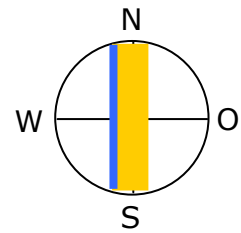


Durchlichtung am 21. Juni

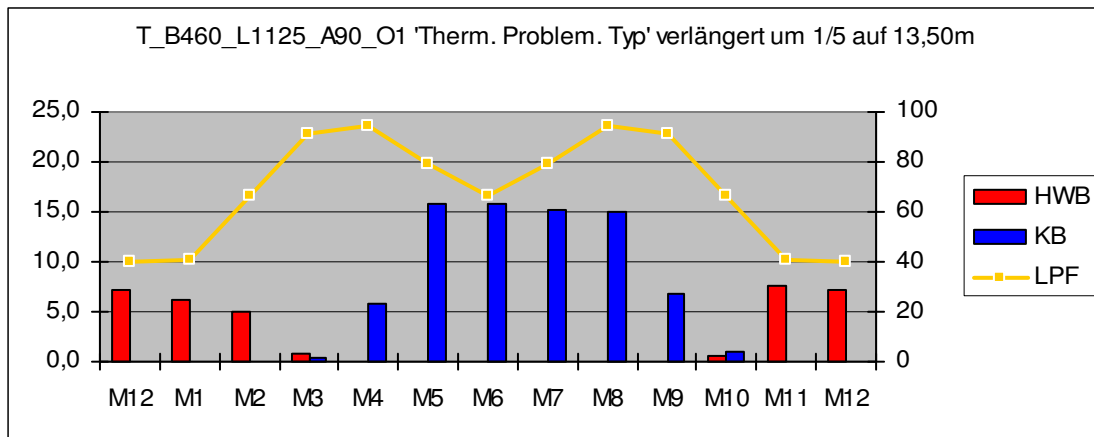


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

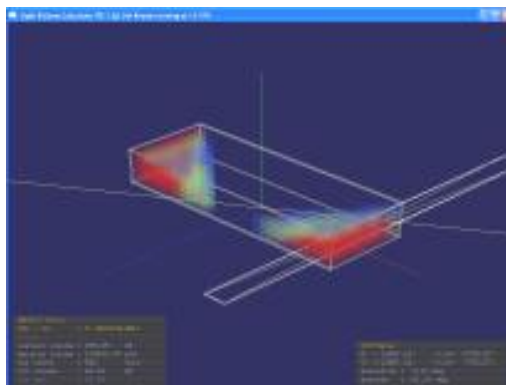
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A90\_O1



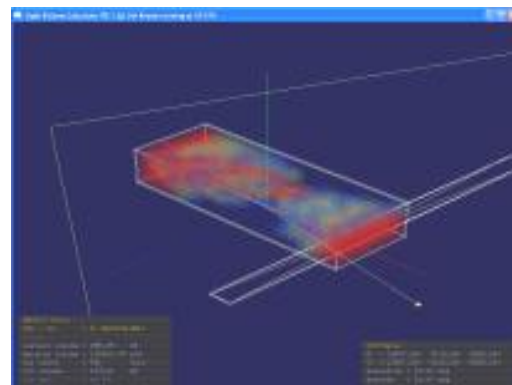
T_B460_L1125_A90_O1 'Therm. Problem. Typ' verlängert um 1/5 auf 13,50m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	40	41	67	91	95	80	67	80	95	91	67	41	40	71 %
HWB	7,3	6,3	5,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	7,7	7,3	28 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	0,5	5,8	15,9	15,9	15,2	14,9	6,7	0,9	0,0	0,0	76 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



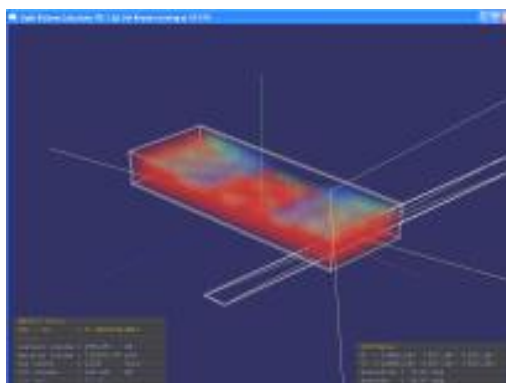
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

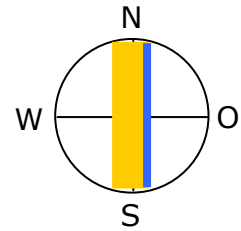


Durchlichtung am 21. Juni

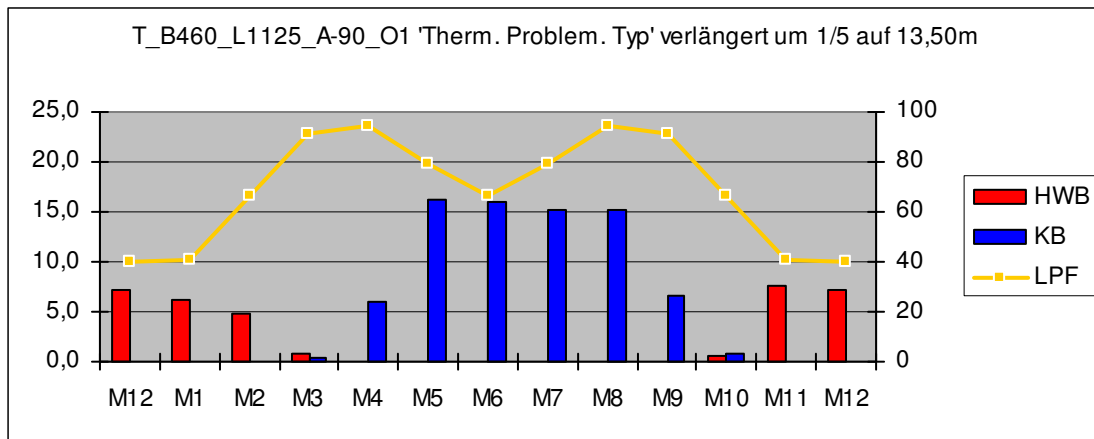


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A-90\_O1



T_B460_L1125_A-90_O1 'Therm. Problem. Typ' verlängert um 1/5 auf 13,50m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	40	41	67	91	95	80	67	80	95	91	67	41	40	71 %
HWB	7,3	6,3	4,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	7,7	7,3	28 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	0,5	5,9	16,3	16,1	15,3	15,1	6,7	0,9	0,0	0,0	77 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A

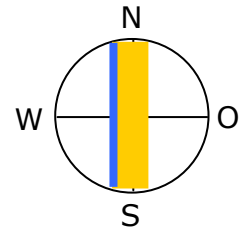


Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

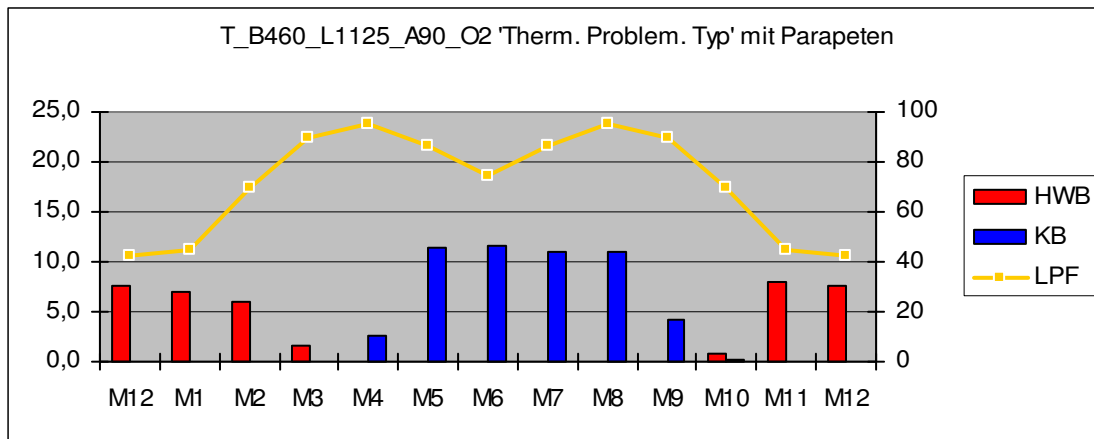
Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.



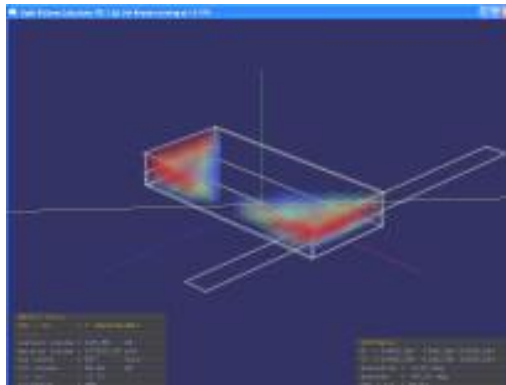
# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A90\_O2



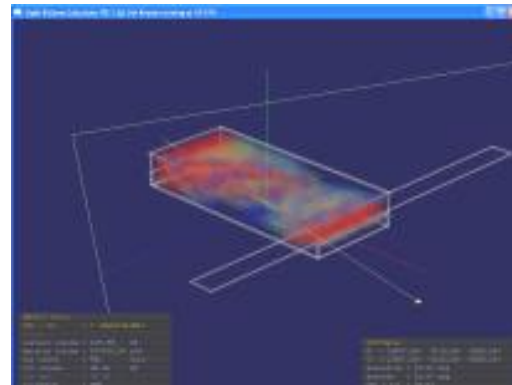
T_B460_L1125_A90_O2 'Therm. Problem. Typ' mit Parapeten														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	42	45	70	90	95	86	74	86	95	90	70	45	42	74 %
HWB	7,6	6,9	6,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	7,9	7,6	31 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFÄ</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	11,4	11,6	11,0	11,0	4,2	0,2	0,0	0,0	52 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFÄ</sub>



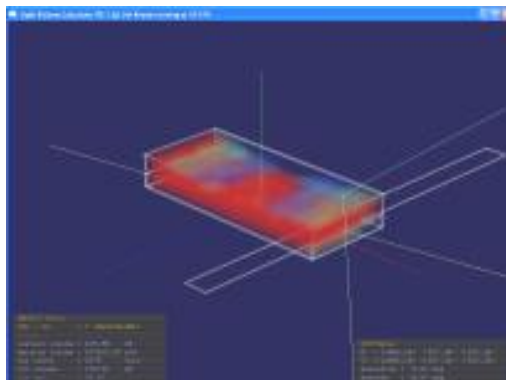
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

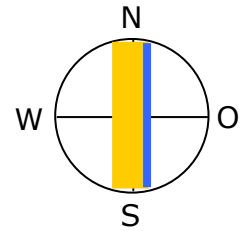


Durchlichtung am 21. Juni

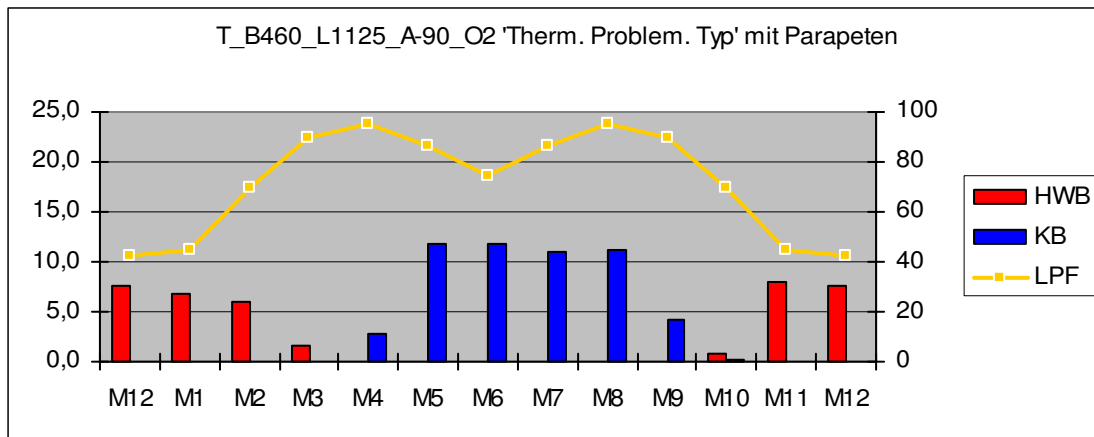


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

# Datenblatt Typ T\_B460\_L1125\_A-90\_O2



T_B460_L1125_A-90_O2 'Therm. Problem. Typ' mit Parapeten														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	42	45	70	90	95	86	74	86	95	90	70	45	42	74 %
HWB	7,6	6,9	5,9	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	7,9	7,6	31 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	11,7	11,8	11,1	11,2	4,2	0,2	0,0	0,0	53 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>



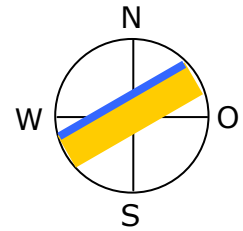
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

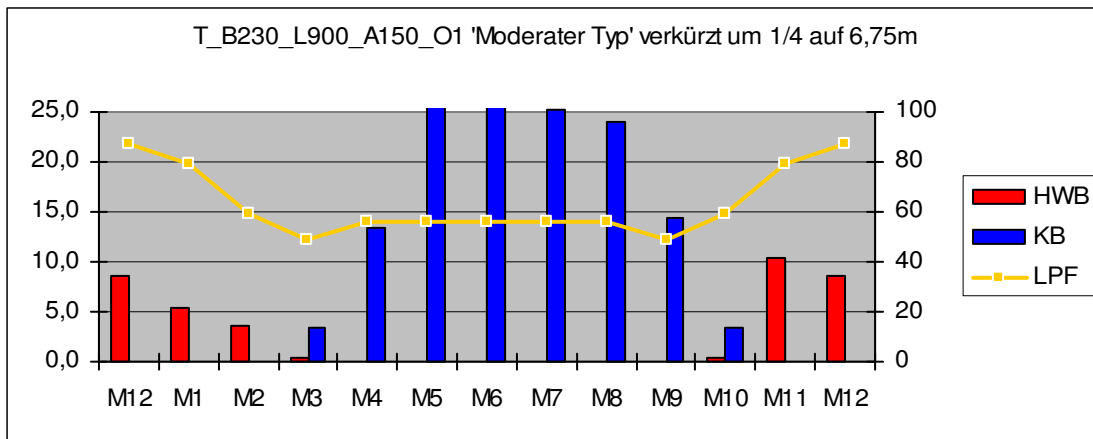
### 7.3. Datenblätter der Ergebnisse T\_B230\_L900\_ O1 und \_O2

- > T\_B230\_L900\_A150\_O1 (Verkürzung um 25%)
- > T\_B230\_L900\_A-150\_O1 (Verkürzung um 25%)
- > T\_B230\_L900\_A30\_O1 (Verkürzung um 25%)
- > T\_B230\_L900\_A-30\_O1 (Verkürzung um 25%)
  
- > T\_B230\_L900\_A0\_O1 (Verkürzung um 33%)
- > T\_B230\_L900\_A180\_O1 (Verkürzung um 33%)
  
- > T\_B230\_L900\_A90\_O1 (Verlängerung um 20%)
- > T\_B230\_L900\_A-90\_O1 (Verlängerung um 20%)
- > T\_B230\_L900\_A90\_O2 (beidseitige Anordnung eines Parapets)
- > T\_B230\_L900\_A-90\_O2 (beidseitige Anordnung eines Parapets)

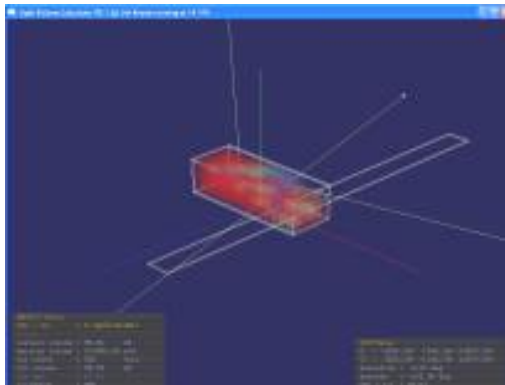
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A150\_O1



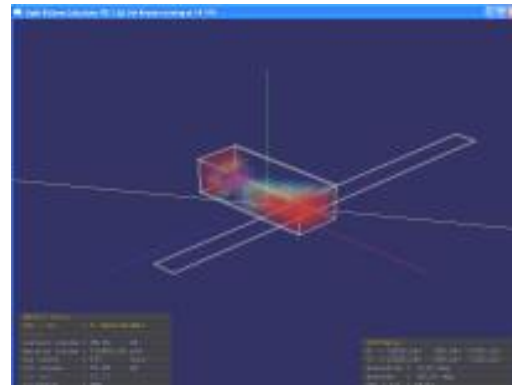
T_B230_L900_A150_O1 'Moderater Typ' verkürzt um 1/4 auf 6,75m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	87	79	59	49	56	56	56	56	56	49	59	79	87	62 %
HWB	8,6	5,4	3,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	10,5	8,6	29 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	3,5	13,5	27,2	26,9	25,3	24,1	14,3	3,4	0,0	0,0	138 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



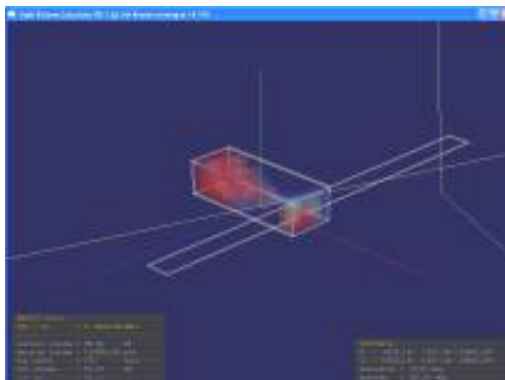
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

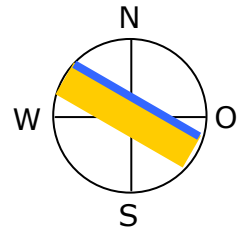


Durchlichtung am 21. Juni

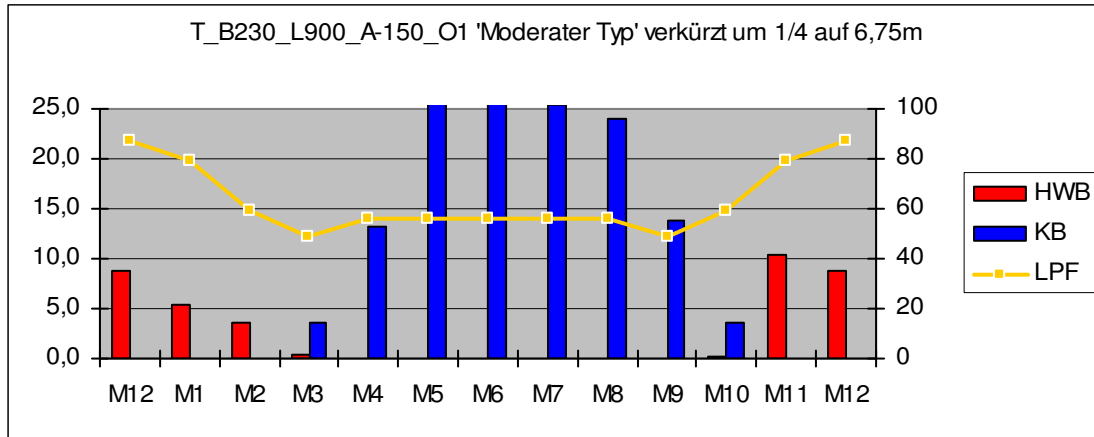


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A-150\_O1



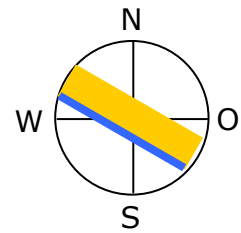
T_B230_L900_A-150_O1 'Moderater Typ' verkürzt um 1/4 auf 6,75m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	87	79	59	49	56	56	56	56	56	49	59	79	87	62 %
HWB	8,8	5,5	3,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	10,4	8,8	29 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	3,6	13,3	26,7	26,5	25,4	23,9	13,9	3,6	0,0	0,0	137 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>



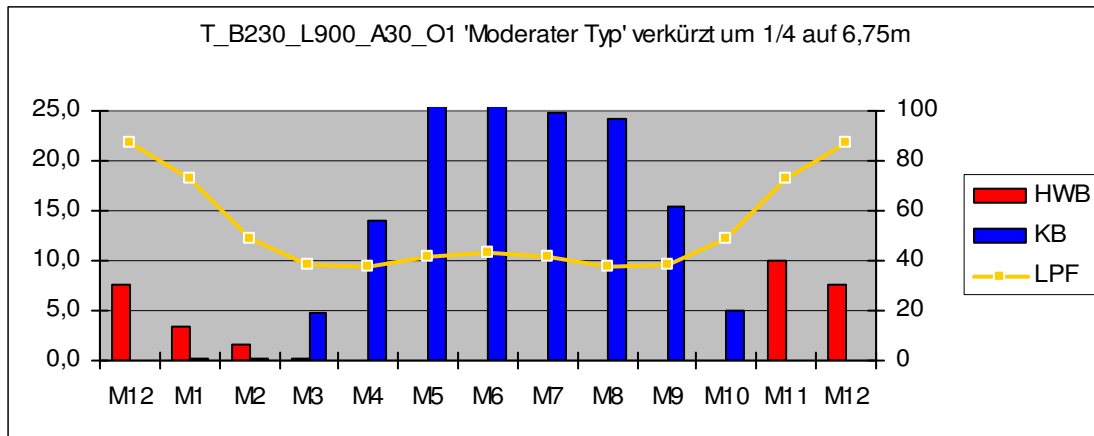
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

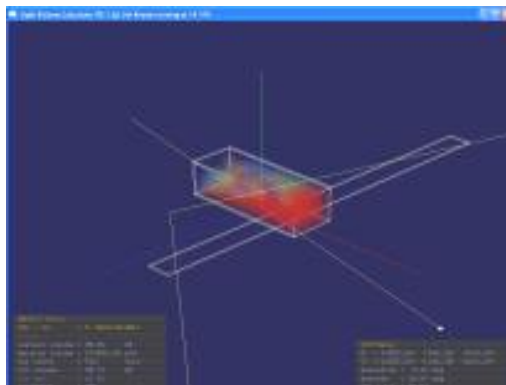
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A30\_O1



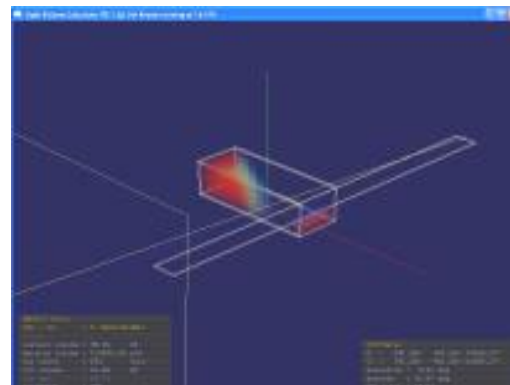
T_B230_L900_A30_O1 'Moderater Typ' verkürzt um 1/4 auf 6,75m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	87	73	49	39	37	41	43	41	37	39	49	73	87	51 %
HWB	7,5	3,4	1,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	7,5	23 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
KB	0,0	0,2	0,1	4,9	13,9	26,3	26,0	24,9	24,1	15,4	4,9	0,0	0,0	141 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>



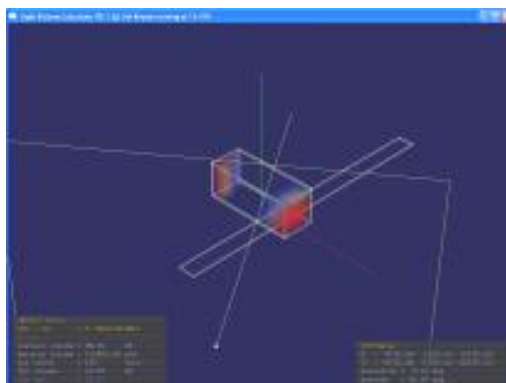
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

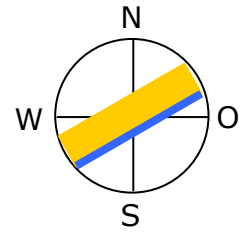


Durchlichtung am 21. Juni

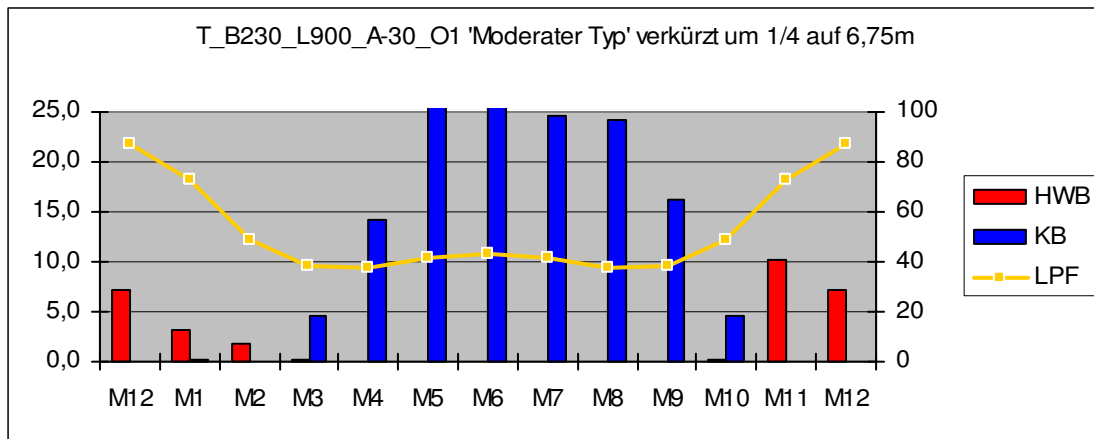


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A-30\_O1



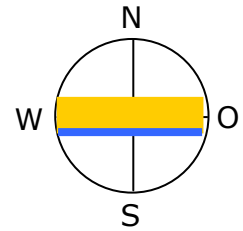
T_B230_L900_A-30_O1 'Moderater Typ' verkürzt um 1/4 auf 6,75m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	87	73	49	39	37	41	43	41	37	39	49	73	87	51 %
HWB	7,2	3,3	1,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	10,1	7,2	23 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFÄ</sub>
KB	0,0	0,1	0,0	4,6	14,1	26,6	26,1	24,7	24,2	16,2	4,5	0,0	0,0	141 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFÄ</sub>



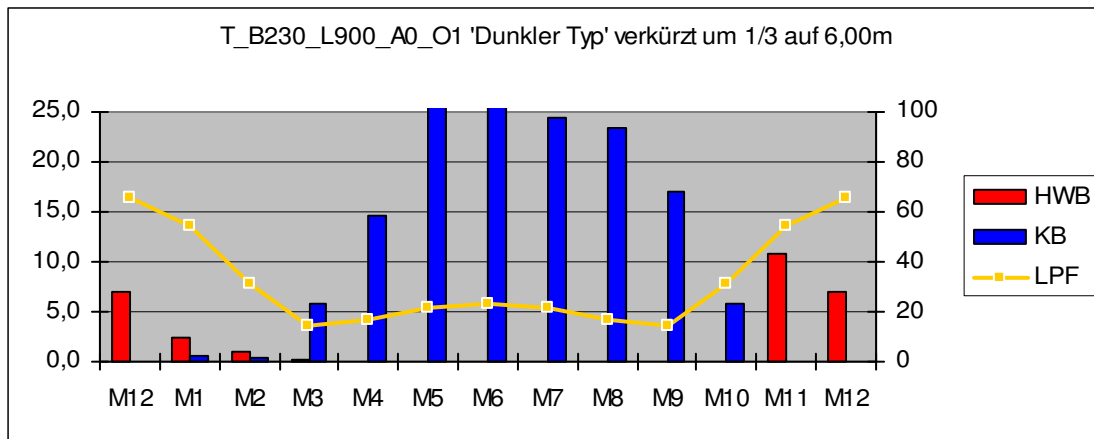
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

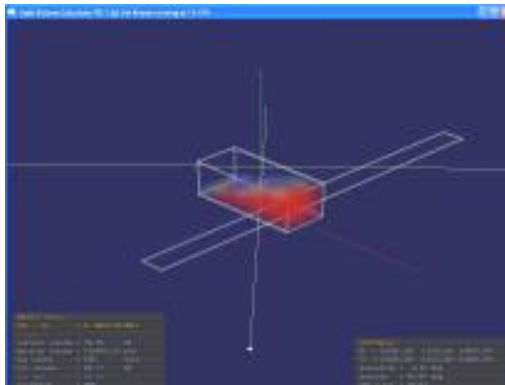
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A0\_O1



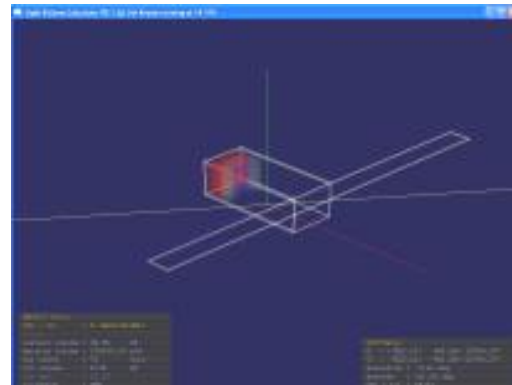
T_B230_L900_A0_O1 'Dunkler Typ' verkürzt um 1/3 auf 6,00m														Sum/Average
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
LPF	66	54	31	14	17	22	23	22	17	14	31	54	66	30 %
HWB	7,0	2,3	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	10,8	7,0	21 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>
KB	0,1	0,6	0,4	5,8	14,6	26,1	25,9	24,5	23,3	16,9	5,7	0,0	0,1	144 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>



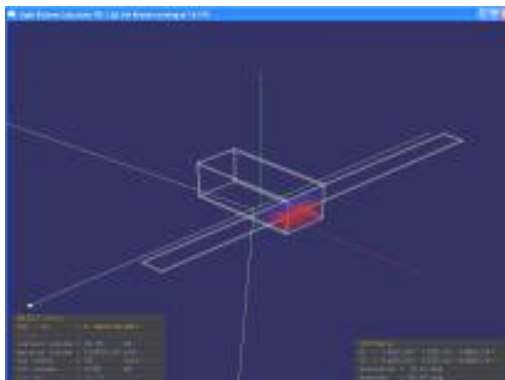
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez



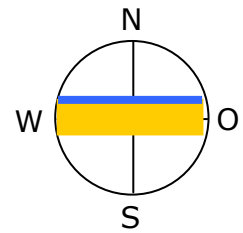
Durchlichtung am 21. Juni



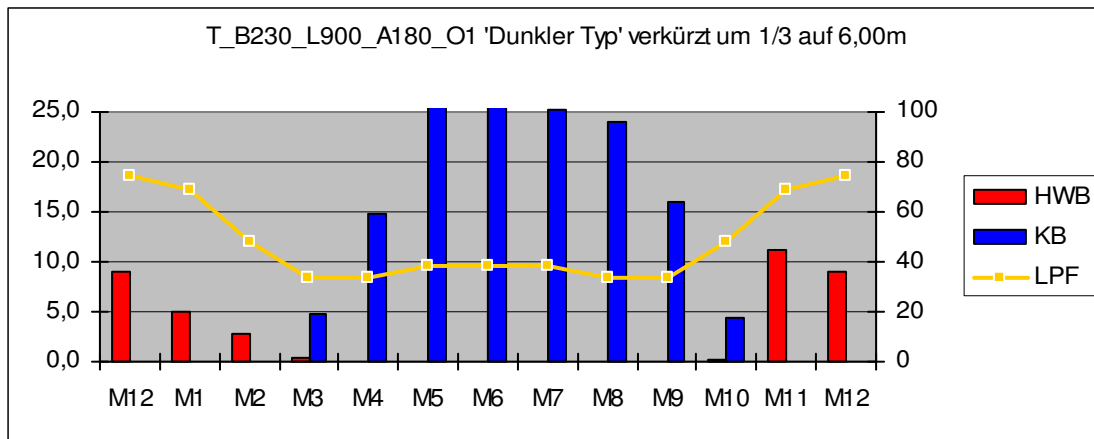
Durchlichtung am 21. März / 21. Sept



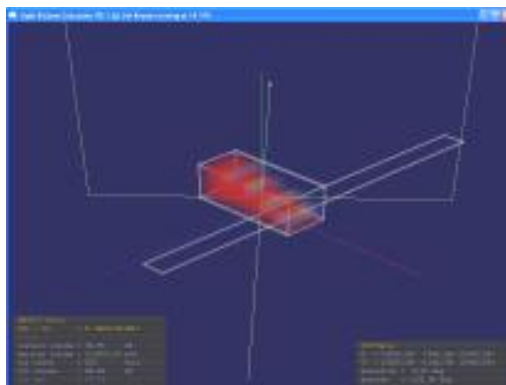
# Datenblatt Typ T\_ T\_B230\_L900\_A180\_O1



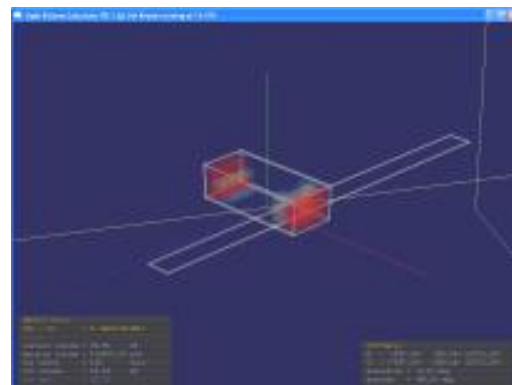
T_B230_L900_A180_O1 'Dunkler Typ' verkürzt um 1/3 auf 6,00m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	74	69	48	33	33	38	38	38	33	33	48	69	74	46 %
HWB	8,9	5,0	2,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	11,2	8,9	29 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	4,8	14,8	27,1	26,6	25,3	24,1	16,0	4,5	0,0	0,0	143 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



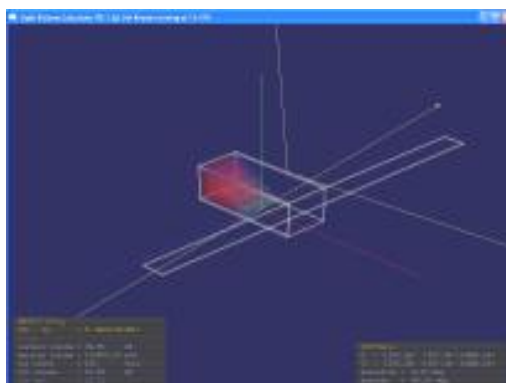
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

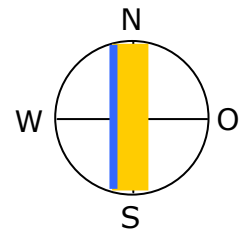


Durchlichtung am 21. Juni

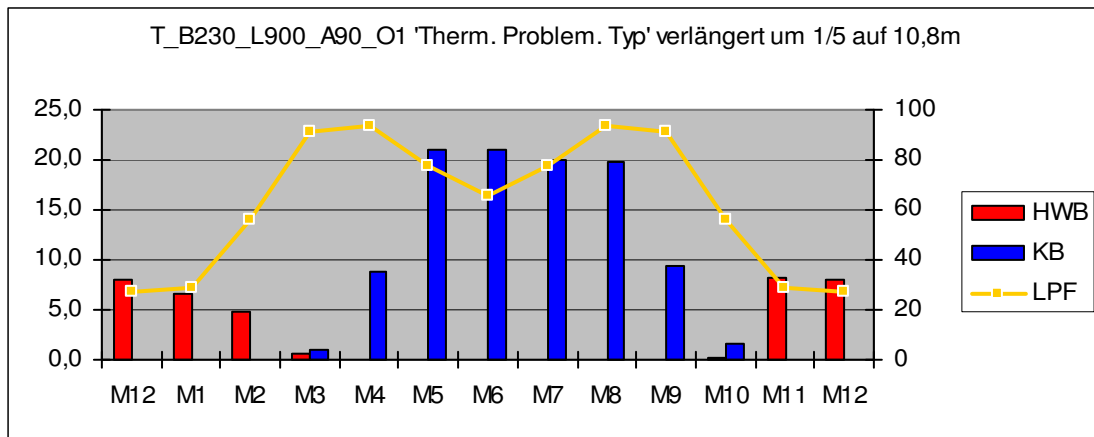


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

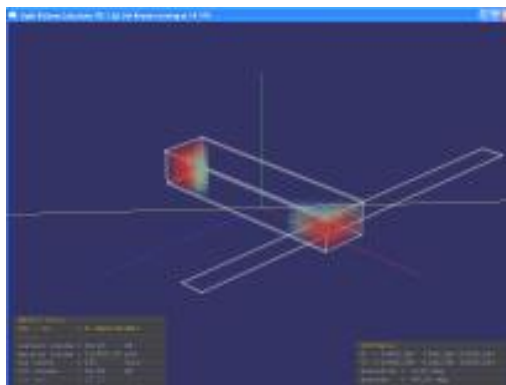
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A90\_O1



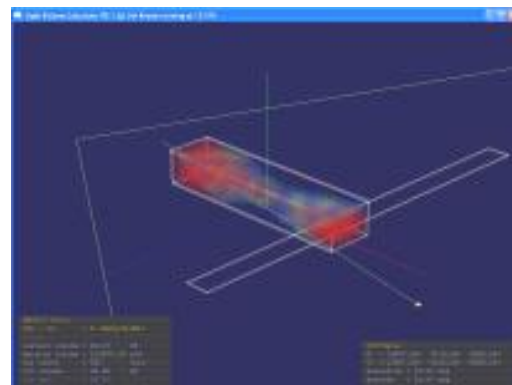
T_B230_L900_A90_O1 'Therm. Problem. Typ' verlängert um 1/5 auf 10,8m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	27	29	56	91	93	77	65	77	93	91	56	29	27	65 %
HWB	8,0	6,6	4,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,3	8,0	28 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A
KB	0,0	0,0	0,0	1,0	8,7	21,1	20,9	20,1	19,7	9,5	1,7	0,0	0,0	103 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> A



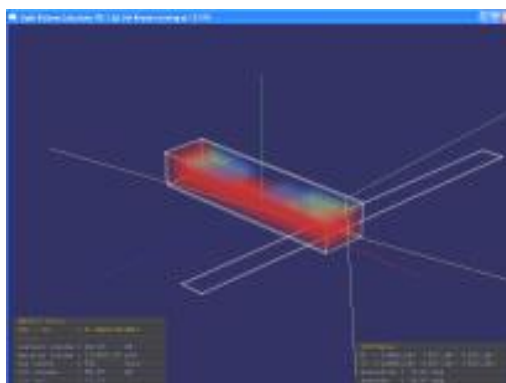
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

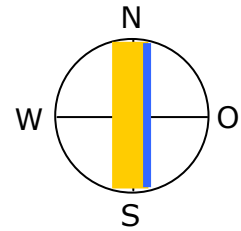


Durchlichtung am 21. Juni

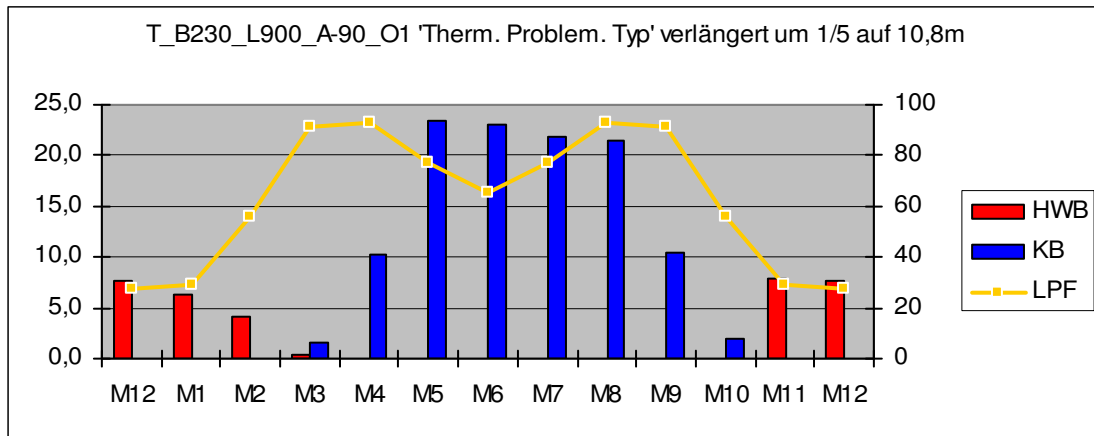


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A-90\_O1



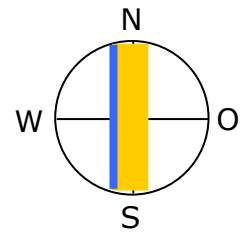
T_B230_L900_A-90_O1 'Therm. Problem. Typ' verlängert um 1/5 auf 10,8m														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	27	29	56	91	93	77	65	77	93	91	56	29	27	65 %
HWB	7,7	6,2	4,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,9	7,7	27 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> a
KB	0,0	0,0	0,0	1,5	10,3	23,5	23,1	21,8	21,5	10,5	1,9	0,0	0,0	114 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> a



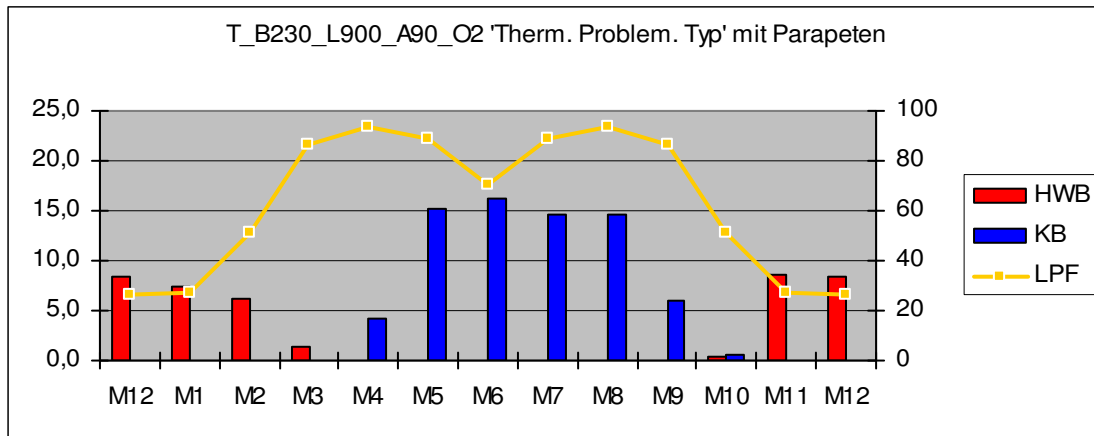
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

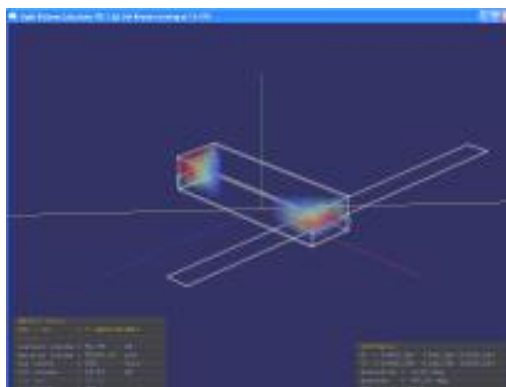
# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A90\_O2



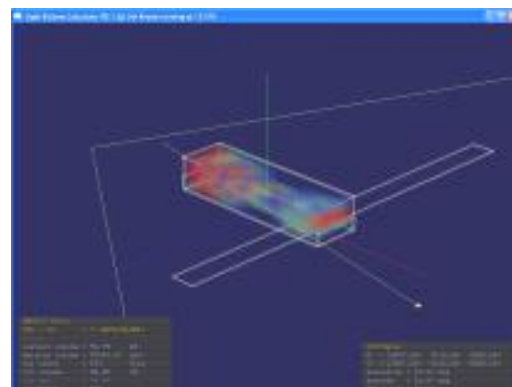
T_B230_L900_A90_O2 'Therm. Problem. Typ' mit Parapeten														
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Sum/Average
LPF	26	27	51	86	94	89	70	89	94	86	51	27	26	66 %
HWB	8,4	7,5	6,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	8,7	8,4	32 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	15,1	16,3	14,7	14,6	6,1	0,6	0,0	0,0	72 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>



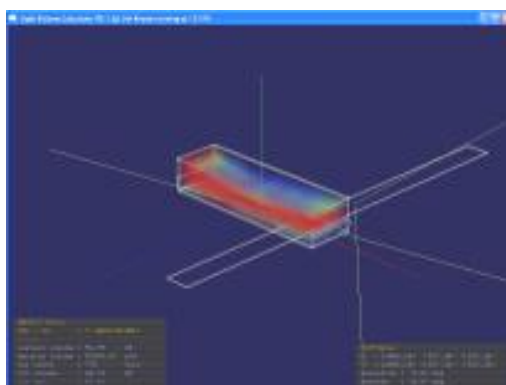
Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]



Durchlichtung am 21. Dez

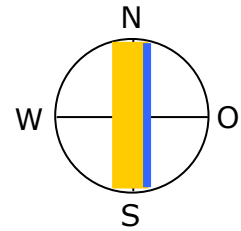


Durchlichtung am 21. Juni

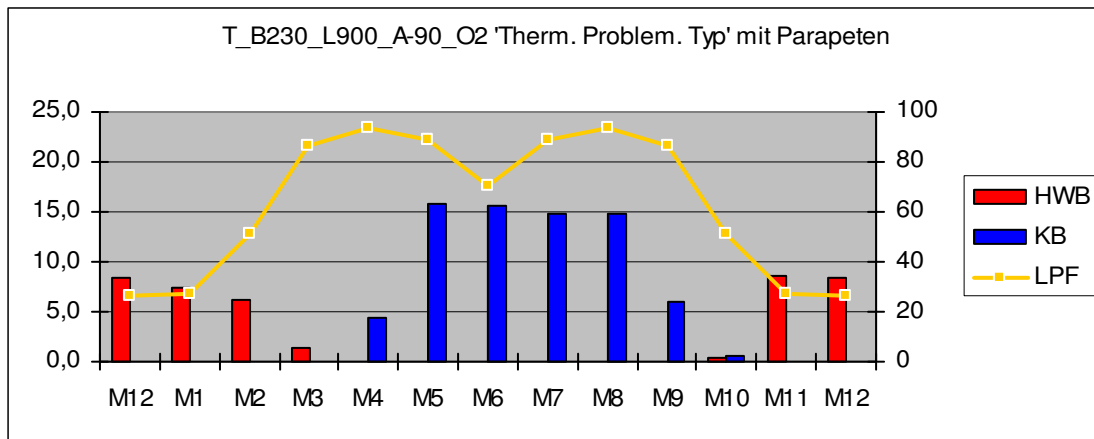


Durchlichtung am 21. März / 21. Sept

# Datenblatt Typ T\_B230\_L900\_A-90\_O2



T_B230_L900_A-90_O2 'Therm. Problem. Typ' mit Parapeten														Sum/Average
	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
LPF	26	27	51	86	94	89	70	89	94	86	51	27	26	66 %
HWB	8,4	7,5	6,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	8,7	8,4	32 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>
KB	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	15,7	15,7	14,7	14,9	6,1	0,5	0,0	0,0	72 kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>



Jahresverlauf von HWB und KB [links, kWh/m<sup>2</sup>,mon] und LPF [rechts, %]

Perspektivische Darstellungen der Durchlichtung wurden für die negativen Orientierungen nicht mehr angefertigt, da diese spiegelbildlich identisch sind mit jenen der jeweiligen positiven Orientierungen.

## 7.4. Vergleichende Potenzialanalyse der Aufbaumodelle

### 7.4.1 Aufbaumodelle T\_B460\_L1125

Es wird an der Ergebnisdarstellung wie bei den Basismodellen festgehalten.  
Auch die Grenzwerte für die Farbcodierung werden unverändert übernommen.

LPF Mittelfeld von 43 bis 76 % (+/- 7,5% vom Mittelwert)

HWB Mittelfeld von 24 bis 28 kWh/m<sup>2</sup>a (+/- 27,5% vom Mittelwert)

KB Mittelfeld von 76 bis 88 kWh/m<sup>2</sup>a (+/- 27,5% vom Mittelwert)

TYP	LPF [%]	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	KB [kWh/m <sup>2</sup> a]
T_B460_L1125_A150_O1	65	28	104
T_B460_L1125_A-150_O1	65	28	103
T_B460_L1125_A30_O1	59	24	105
T_B460_L1125_A-30_O1	59	24	105
T_B460_L1125_A0_O1	32	23	107
T_B460_L1125_A180_O1	44	28	108
T_B460_L1125_A90_O1	71	28	76
T_B460_L1125_A-90_O1	71	28	77
T_B460_L1125_A90_O2	74	31	52
T_B460_L1125_A-90_O2	74	31	53

**Tabelle 13: Ergebnisübersicht Aufbaumodelle mit 4,6m Breite**

#### 7.4.2 Aufbaumodelle T\_B230\_L900

Es wird an der Ergebnisdarstellung wie bei den Basismodellen festgehalten.  
Auch die Grenzwerte für die Farbcodierung werden unverändert übernommen.

LPF Mittelfeld von 41 bis 72 % (+/- 7,5% vom Mittelwert)

HWB Mittelfeld von 24 bis 27 kWh/m<sup>2</sup>a (+/- 27,5% vom Mittelwert)

KB Mittelfeld von 103 bis 119 kWh/m<sup>2</sup>a (+/- 27,5% vom Mittelwert)

TYP	LPF [%]	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	KB [kWh/m <sup>2</sup> a]
T_B230_L900_A150_O1	62	29	138
T_B230_L900_A-150_O1	62	29	137
T_B230_L900_A30_O1	51	23	141
T_B230_L900_A-30_O1	51	23	141
T_B230_L900_A0_O1	30	21	144
T_B230_L900_A180_O1	46	29	143
T_B230_L900_A90_O1	65	28	103
T_B230_L900_A-90_O1	65	27	114
T_B230_L900_A90_O2	66	32	72
T_B230_L900_A-90_O2	66	32	72

**Tabelle 14: Ergebnisübersicht Aufbaumodelle mit 2,3m Breite**

## 7.5. Diskussion der Ergebnisse

Bei einer Gegenüberstellung der Potenziale der Aufbaumodelle gegenüber jenen der zugeordneten Basismodelle lassen sich unter anderem folgende Schlüsse ziehen:

Fast alle Versuche, die Durchlichtung mittels Verkürzung der Wohnungstiefe zu verbessern, zeigen Erfolg, wenn auch um den Preis einer signifikanten Erhöhung des Kühlbedarfs sowie einer moderaten Erhöhung des Heizwärmebedarfs. Siehe die Orientierungen NNW bis NNO sowie SSO bis SSW.

Der Versuch, die thermisch problematischen west- und ostorientierten Typen zu verbessern, zeigte auf beiden eingeschlagenen Wegen Erfolg:

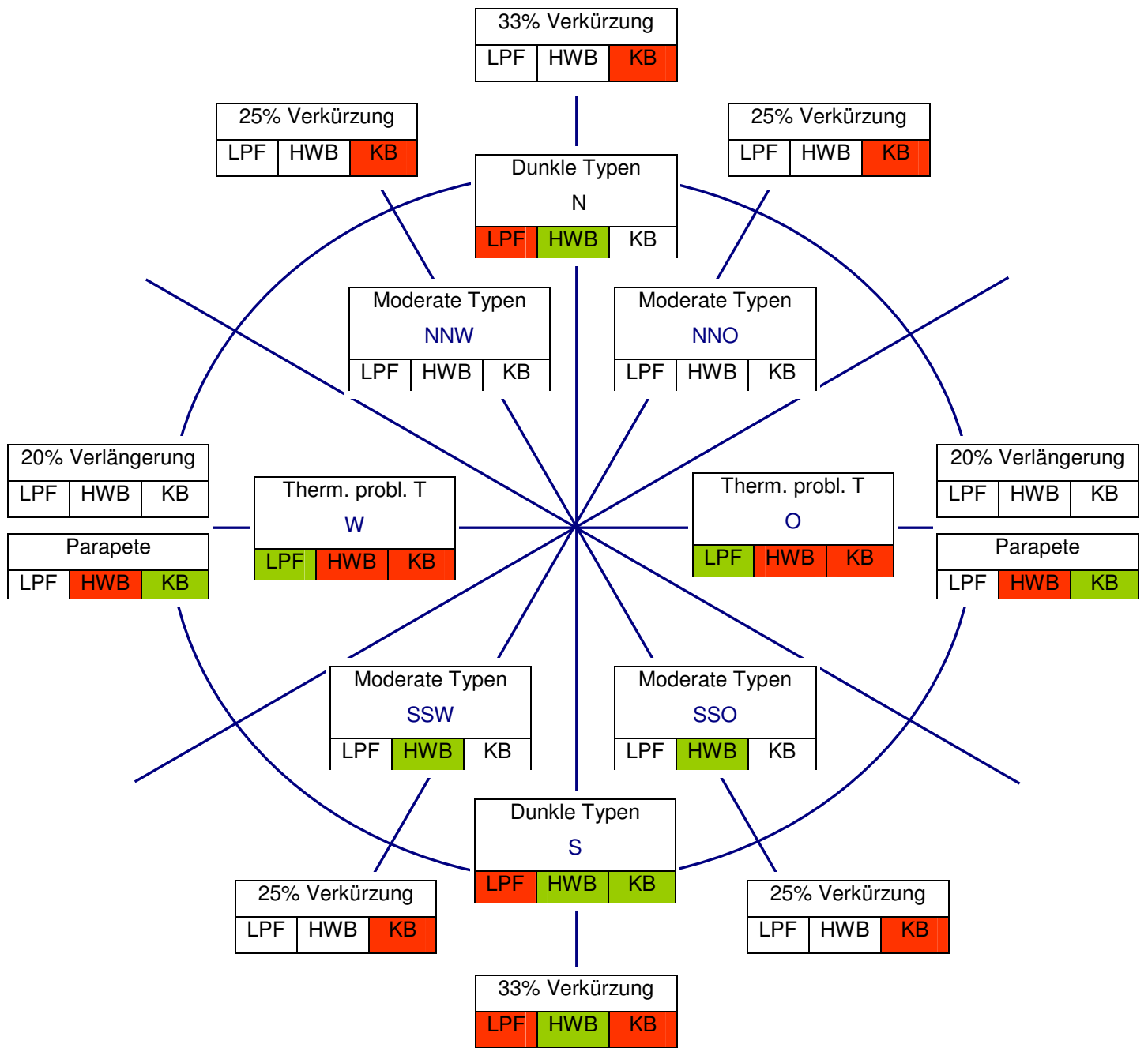
Die Erhöhung der Wohnungstiefe um 20% macht aus dem thermisch problematischen Typen nunmehr moderate Typen. Und die Ausführung von Parapeten an beiden Stirnwänden der Wohnung bewirkt ebenfalls eine Verbesserung der insbesondere sommerlichen thermischen Situation, wenngleich auch hier um den Preis einer moderaten Verschlechterung der Durchlichtung.

Nachfolgend werden anhand der bereits eingeführten Übersichtsgrafik ergänzend zu den Basismodellen auch die Potenziale der Aufbaumodelle dargestellt: Innen wie bisher die Ergebnisse der Basismodelle und darum strahlenförmig angeordnet die Ergebnisse der jeweils zugeordneten Aufbaumodelle. <sup>67</sup>

---

<sup>67</sup> Abbildung 16: Rente Hammer





**Abbildung 16: Orientierungsabhängige Potenzialverteilung der Bautypen**

## 8. Resümee und Ausblick

Die vorliegende Forschungsarbeit hat mit einem sehr strikten konstruktivistischen Ansatz die grundsätzlichen thermischen und optischen Potenziale von zweiseitig belichteten Laubengangwohnungen untersucht.

Die Arbeit hat die Hypothese bestätigt, dass zweiseitig belichtete Laubengangwohnungen ein grundsätzlich hohes Potenzial für gleichzeitig optische und thermische Qualität aufweisen. Sie hat aber auch bestätigt dass die Nutzung dieses Potenzials eine sehr gute Kenntnis der Zusammenhänge, eine eingehende Prüfung der tatsächlichen Gegebenheiten und schließlich eine konsequente Umsetzung voraussetzt.

Prägnant gezeigt hat sich der umgekehrt proportionale Zusammenhang zwischen thermisch guter Performance im Sinne von Heizwärmebedarf und Kühlbedarf einerseits und gutem Tageslichtpotenzial im Sinne der Durchlichtung andererseits.

Die Optimierungsansätze haben ihrerseits deutlich gezeigt, wie sensibel die Dimension der Wohnungstiefe alle drei Potenziale beeinflusst.

Die Ergebnisse scheinen uns geeignet, daraus grundsätzliche Handlungsempfehlungen im frühen Entwurfsstadium von Laubengangwohnhäusern ableiten zu können. Etwa folgende:

- > Nord-Süd-belichtete Wohnungen weisen bei gleichzeitig vorteilhaftem thermischen Verhalten eine schlechte Durchlichtung auf, was die sinnvollen Wohnungstiefen beschränkt und/oder Fragestellungen optimierter Lichtführung aufwirft.
- > Wohnungen mit moderat aus der Nord-Süd-Richtung verschwenkten Längsachsen weisen eine sehr ausgewogene thermische und optische Performance auf. In der gegenständlichen Arbeit hat sich das an den Typen mit Orientierungen von SSO bis SSW bzw. NNW bis NNO gezeigt.
- > Wohnungs-Längsachsen in Ost-West-Richtung führen zu Situationen mit zwar exzellenter Durchlichtung, aber auch zu schlechten Ausgangsbedingungen hinsichtlich der thermischen Performance. Ansätze einer gezielten Verkleinerung der Verglasungsflächen oder auch Erhöhung der Wohnungstiefen sind geeignet, dieses Ungleichgewicht zu entschärfen.

Festzuhalten ist jedenfalls, dass natürlich durch konstruktive und technische Maßnahmen die tatsächliche Performance von vergleichbaren Wohnungstypen in hohem Maß gegenüber den Ergebnisse dieser Arbeit verbessert werden kann. Dennoch bleiben die grundsätzlichen Zusammenhänge als Ausgangsposition jeglicher nachträglicher Maßnahmen stets bestehen und sollen daher tunlichst im Entwurf ihre Berücksichtigung finden.

Festzuhalten ist auch, dass die einzelnen Potenziale mit nachträglichen Verbesserungsmaßnahmen unterschiedlich gut beeinflussbar sind: Am leichtesten zu optimieren ist sicherlich der Heizwärmebedarf, der unter den drei Potenzialen auch die am wenigsten starke Bindung an die Ausrichtung der Fassaden aufweist. Weit grundlegender mit der Wohnungsorientierung und -tiefe und dem Innenausbau verbunden ist dagegen der Kühlbedarf und erst recht das Durchlichtungspotenzial.

Mit der Kennzahl des Durchlichtungsfaktors wurde schließlich in dieser Arbeit eine neue Bewertungsgröße für das Tageslichtpotenzial eingeführt, die sich zur praktischen Anwendung in der Vorentwurfsphase anbietet und die in dieser Eigenschaft dem Tageslichtquotienten jedenfalls überlegen ist.

Die Autoren danken der Wiener Wohnbauforschung für das entgegengebrachte Vertrauen. Über Anregungen, die sich aus dem Studium der vorliegenden Arbeit ergeben, freuen wir uns stets und stehen für eine Diskussion der Forschungsergebnisse gerne zur Verfügung.

DI Renate Hammer, MAS

DI Peter Holzer

Wien, im Dezember 2007

## 9. Verzeichnisse

### 9.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hof des Hauses Apollogasse 3, A 1070 Wien im Jahr 1928	8
Abbildung 2: Haus Anne Gasse 5, A-1010 Wien im Jahr 2007	9
Abbildung 3: Wohnhaus Brünnerstraße 26-32, 1230 Wien	10
Abbildung 4: Wohnhaus Breitenfurterstraße 114, 1120 Wien	11
Abbildung 5: Wohnhaus Rosensteingasse 104-106, 1170 Wien	11
Abbildung 6: Wohnhaus Anton Baumgartnerstraße, 1230 Wien	12
Abbildung 7: Modell zur Berechnung des Tageslichtquotientenverteilung	33
Abbildung 8: Tagslichtquotientenverlauf, Basismodell 4,6m Breite	36
Abbildung 9: Modell zur Berechnung des Durchlichtungsfaktors	41
Abbildung 10: Exemplarische perspektivische Darstellung des LPF	43
Abbildung 11: Exemplarische Darstellung des LPF-Verlaufs über ein Jahr	44
Abbildung 12: Geometrisches Modell zur Berechnung des Heizwärmebedarfs	46
Abbildung 13: Exemplarische Darstellung des monatlichen HWB über ein Jahr	49
Abbildung 14: Exemplarisches Symbol zur Visualisierung der Ausrichtung	53
Abbildung 15: Orientierungsabhängige Potenzialverteilung der Basistypen	89
Abbildung 16: Orientierungsabhängige Potenzialverteilung der Aufbautypen	121

## 9.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse Tageslichtquotient, Basismodell	36
Tabelle 2: Ergebnisse Tageslichtquotient, verkürztes Basismodell	37
Tabelle 3: Ergebnisübersicht Basismodelle mit 2,3m Breite	82
Tabelle 4: Ergebnisübersicht Basismodelle mit 2,3m Breite	83
Tabelle 5: Ergebnisse "Moderate Typen"	85
Tabelle 6: Ergebnisse "Thermisch mehrfach problematische Typen"	86
Tabelle 7: Ergebnisse "Dunkle Typen"	87
Tabelle 8: Ergebnisse "Heizproblematische Typen"	88
Tabelle 9: Ergebnisse "Überhitzungstypen"	88
Tabelle 10: Definition von Aufbaumodellen für die "Moderaten Typen"	92
Tabelle 11: Definition von Aufbaumodellen für die "Dunklen Typen"	93
Tabelle 12: Definition von Aufbaumodellen für die "Thermisch probl. Typen"	95
Tabelle 13: Ergebnisübersicht Aufbaumodelle mit 4,6m Breite	118
Tabelle 14: Ergebnisübersicht Aufbaumodelle mit 2,3m Breite	119

### 9.3. Literaturverzeichnis

- [1] "Pawlatschen - Die alte Idee - Der neue Freiraum"; Birgit Brodner; Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien Ö., August 1997; UB BOKU Wien + H11667403
- [2] "Der experimentelle Charakter des Laubenganghauses"; Johann Friedrich Geist; Wiss. Zeitschrift der Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar D., 1987; Fernleihe, Jg. 33, Heft 4-6, Seiten 251-255
- [3] "Wiens Architektur im 19.Jahrhundert"; Renate Wagner-Rieger; Österreichischer Bundesverlag für Unterricht, Wiss. und Kunst, Wien Ö., 1970; Studienbibliothek Linz
- [4] "Kleine Stilkunde der Baukunst"; Wilfried Koch; Verlagsgruppe Bertelsmann GmbH, München Gütersloh Wien, 1974; -ISBN 3 570-03037-7