

**Schlußbericht** an die Rud. Otto Meyer-Umwelt-Stiftung  
zum Forschungsprojekt „Tageslichtsimulation in Räumen“

Berichtsverfasser: Dipl.-Ing. (FH) Bettina Hagn, Prof. Dr. rer. nat. Udo Dietrich

Präsentation des Projektergebnisses:

**PRIMERO-Licht**



**Das Simulationsprogramm für Tageslicht und  
Kunstlicht-Stromverbrauch speziell für die frühe  
Gebäudeplanungsphase**

# Inhaltsverzeichnis

<a href="#">...Wichtige Daten</a>	3
<a href="#">I. Die Vorplanung</a>	4
<a href="#">Umweltverträgliches Bauen und Gebäudesimulation</a>	4
<a href="#">Was gibt es schon?</a>	5
<a href="#">Was wird gebraucht?</a>	5
<a href="#">II. Der Entwurf</a>	6
<a href="#">Die Konzeption von PRIMERO-LICHT</a>	6
<a href="#">III. Die Ausführung</a>	8
<a href="#">Fundamente</a>	8
<a href="#">Stein auf Stein</a>	8
<a href="#">Richtfest</a>	9
<a href="#">Probewohnen</a>	9
<a href="#">Die Außenanlagen</a>	9
<a href="#">IV. Die Baubesichtigung</a>	11
<a href="#">Wer PRIMERO-LICHT braucht</a>	11
<a href="#">Was PRIMERO-LICHT so einfach macht</a>	11
<a href="#">Was PRIMERO-LICHT bietet</a>	12
<a href="#">1. Zusammengefasst</a>	12
<a href="#">2. Im Detail anhand eines Beispiels</a>	13
<a href="#">2.1 Die Tageslicht-Auswertung im Grundriss</a>	14
<a href="#">2.2 Die Tageslicht-Auswertung im Schnitt</a>	15
<a href="#">2.3 Die Tabelle zu Tageslichtautonomie und Kunstlicht-Strombedarf</a>	16
<a href="#">2.4 Die Grafik zur Lichtsituation für die Hauptnutzungsfläche</a>	17
<a href="#">2.5 Die Eingabedokumentation</a>	18
<a href="#">V. Die Dokumentation</a>	19
<a href="#">Finanzen</a>	19
<a href="#">Programm und Quellcodes</a>	19
<a href="#">Vorträge und Publikationen</a>	19

## Anhang

- 1 - CD mit PRIMERO-Licht 1.0, wie sie verkauft wird
- 2 - Handbuch
- 3 - Programmdokumentation zur „Licht.exe“
- 4 - Programmdokumentation zur „DL\_frac.exe“
- 5 - Programmdokumentation zu PRIMERO-LICHT.jar
- 6 - Programmdokumentationen und Quellcodes als gepackte Dateien auf Disketten
- 7 - Programmdokumentationen und Quellcodes als gepackte Dateien auf CD

## ...Wichtige Daten

Laufzeit	ein Jahr von Oktober 2001 bis September 2002
Fördermittel	66.000,- DM / 33.745,26 € von der ROM-Umwelt-Stiftung sowie Mittel für die Forschungsstelle von der HAW Hamburg
Projektleitung	Prof. Dr. rer. nat Udo Dietrich, Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg FB Architektur, Lehrbereich Bauphysik/Energieoptimiertes
Bauen	Hebebrandstr. 1 22297 Hamburg Tel./Fax (040) 42804-3766 mail: u.dietrich@rzcn.haw-hamburg.de
wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dipl.-Ing. (FH) Bettina Hagn
weitere Mitarbeiter	cand.arch. Ramona Jordan Dr. Detlef Hennings, Köln
Projektpartner	ALware Klabunde Lahme GbR Oliver Klabunde (Geschäftsführung) Andreas Lahme (Geschäftsführung) Thorsten Hoffmann (Programmierung) Nicole Mack (Sekretariat)  Julius-Konegen-Str. 22 38114 Braunschweig Tel. 0531-250 72-80 Fax 0531-250 72-81 mail: info@alware.de

# I. Die Vorplanung

## **Umweltverträgliches Bauen und Gebäudesimulation**

---

Die Anforderungen an die Planung eines Gebäudes sind sehr anspruchsvoll und komplex geworden. Dies hat seine Ursache auch in der Forderung nach einer umweltverträglichen Bauweise und damit im Zusammenhang dem Einsatz von neuen Baumaterialien und Technologien. Umweltverträgliche Gebäude realisieren in möglichst passiver Weise den gewünschten Innenkomfort mit Hilfe des Außen angebotenen Klimas. Insbesondere in den frühen, gestaltgebenden Phasen des Gebäudeentwurfes werden Aspekte des umweltfreundlichen Bauens bereits entscheidend festgelegt: Gebäudeform (Kompaktheit) und Orientierung, Größe und Anordnung der Fenster, passive Solarenergienutzung, natürliche Belüftung und Tageslichtversorgung.

Als adäquate Planungsmethode gilt die Gebäudesimulation. Ziel dieses Forschungsprojektes war es ein speziell auf die Fähigkeiten von Architekten ausgelegtes, in den frühen Planungsphasen einsetzbares EDV-Programm zur Simulation der Tageslichtsituation in Räumen zu erstellen. Der wesentliche Inhalt der Forschungsarbeiten bestand jedoch nicht aus der Neuentwicklung, sondern aus der didaktischen Aufbereitung eines bereits vorhandenen Programms. Das heißt, es wurden bekannte und erprobte Methoden der Tageslichtsimulation unter einer neuen Oberfläche in eine für Architekten lesbare Sprache übersetzt.

Mit diesem Planungshilfsmittel kann die Qualität der Tageslichtversorgung beurteilt werden. Damit werden erreicht:

- bessere Versorgung des Raumes mit dem physiologisch wertvollen Tageslicht
- Reduktion des Stromverbrauches für Kunstlicht
- Schaffung von Planungssicherheit bereits in frühen Stadien des Entwurfes

Mit den Ergebnissen aus diesem Forschungsprojekt wird die breite Anwendung der Gebäudesimulation durch Architekten gefördert werden.

Durch die Anwendung wird der Nutzer für typische Planungsfragen sensibilisiert, bei denen sich Simulationsprogramme mit Gewinn einsetzen lassen, außerdem wird ihm der kritische Umgang mit der Simulation vermittelt (Plausibilität der Ergebnisse, Anwendbarkeitsgrenzen der Simulationsprogramme, etc.).

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes dienen der gegenwärtig wichtigsten Anforderung an die Architektur, der Schaffung umweltverträglicher Gebäude. Durch die erhöhte Anwendbarkeit der Gebäudesimulation wird das Verständnis der Architekten für die zugehörige Methode des integralen Planens durch unmittelbares Erleben gefördert und die Planungssicherheit erhöht.

## **Was gibt es schon?**

---

Für die Tageslichtplanung sind die vorhandenen Mittel in weiten Bereichen unzureichend.

Einfache geometrische Betrachtungsweisen (z.B. „ausreichend hell bis in eine Raumtiefe, die dem 2.5 fachen der Raumhöhe entspricht“) erfassen die Tageslichtsituation qualitativ nicht genau genug und können zu Fehlplanungen führen.

Komplexe Simulationsprogramme (z.B. SUPERLITE, RADIANCE, ADELIN) existieren seit vielen Jahren, aber sie sind aus dem Forschungsbereich heraus entwickelt worden und dementsprechend kompliziert und schwer zu handhaben, die Resultate sind teilweise unsicher, den Lichteinfall behindernde Verbauungen sind nicht oder nur schwer einbaubar. Viele dieser Programme sind zu alt (DOS-Oberflächen) oder speziell für Kunstlichtanlagen geschrieben, Tageslicht ist hier mehr ein Anhängsel.

Die Notwendigkeit einer überlangen Einarbeitungsphase steht dem Erfordernis eines breiteren Einsatzes solcher Hilfsmittel gegenwärtig sehr entgegen.

## **Was wird gebraucht?**

---

Aufgabe des Architekten ist es, Kreativität und Fachwissen zu einer Symbiose zu verschmelzen, damit Gebäude entstehen, die dem Menschen und der Umwelt gerecht werden. Neben Form und Funktion kommt es dabei entscheidend auf den Komfort und den Energieverbrauch der Gebäude an.

Allen Maßnahmen zur Ressourceneinsparung gemeinsam ist die Notwendigkeit der Berücksichtigung der planerischen Rahmenbedingungen im frühen Planungsstadium durch den Architekten. Gesicherte Erkenntnisse, wie sie nur die Simulation am Computer liefern kann, stehen dafür in den seltensten Fällen zur Verfügung.

Die Gebäudesimulation an die Architekten heranzuführen, bedeutet also, eine frühere Anwendung zu ermöglichen und einen erweiterten Planungsbereich hin zu kleinen und mittleren Projektgrößen abzudecken.

Dies erfordert vor allem einen modifizierten Aufbau des Simulationsprogramms insbesondere durch:

- *Reduktion der nötigen Eingaben durch ein Höchstmaß an Standardvorgaben*
- *sehr gute grafische Aufbereitung des In- und Outputs*

Die Simulation hat noch keinen Zugang zu den Architekten gefunden, weil die bislang vorhandenen Programme diese Erfordernisse nicht erfüllen.

## II. Der Entwurf

### **Die Konzeption von PRIMERO-LICHT**

---

Das Programm PRIMERO-LICHT wurde nach den vorgenannten Maßgaben konzipiert, zusammengestellt und teilweise neu entwickelt. Im wesentlichen bestand die „Entwicklung“ jedoch aus der geschickten Zusammenstellung vorhandener Rechenmodelle für die unter Einbeziehung verschiedener Standardvorgaben eine neue Eingabeoberfläche entworfen und programmiert wurde.

Dabei konnte insbesondere auf die Erfahrungen aus der erfolgreichen Entwicklung des Programmes ARCHPASS im Rahmen eines BMBF-Forschungsprojektes in den Jahren 1996-98 zurückgegriffen werden, so dass keine zeitraubenden Recherchen für die Programmkonzeption mehr notwendig waren.

PRIMERO-LICHT erlaubt es, die Tageslichtsituation in einem Raum hinreichend genau qualitativ und quantitativ zu beurteilen. Das Programm ist einfach zu bedienen und übersichtlich und liefert trotzdem für die überwiegende Anzahl aller Planungsfälle sichere Ergebnisse. Um ein zu kompliziertes Programm zu vermeiden, bleibt die Simulation von seltenen, sehr anspruchsvollen Situationen (stark verwinkelte Raumgeometrie, lichtlenkende Systeme) den verfügbaren komplexen Programmen vorbehalten.

PRIMERO-LICHT dient vor allem dazu, Fehler in der Tageslichtplanung in frühen Planungsstadien zu erkennen und zu vermeiden. Für die Ausleuchtung eines Raumes besonders in der Tiefe sind von entscheidendem Einfluß die Raumgeometrie, Anordnung und Größe der Fenster und die Abschattung durch feststehende Elemente wie Balkone, Verschattung durch das eigene und benachbarte Gebäude. Hierfür wurden Leistungsparameter des Programmes fixiert, die zu hinreichend genauen Resultaten führen und dabei trotzdem so weit wie möglich reduziert sind:

- **Betrachtung eines quaderförmigen Raumes**
- beliebig viele, beliebig gelegene rechteckige Fenster
- beliebig viele innere und äußere Verbauungen, rechteckig, beliebig gelegen

Da die Ausbreitung von Tageslicht primär durch die Raumgeometrie bestimmt ist, erfolgt die Eingabe des Raumes unter einer geometrieunterstützenden Eingabemaske, die unmittelbar eine 3-D Darstellung der Raumgeometrie zuläßt.

- **Visualisierung der eingegebenen Raumgeometrie im online-Betrieb**

Das Programm fragt vom Benutzer nur wirklich projektspezifische Daten wie Geometrie und Baukonstruktion ab. Alle anderen Werte sind bereits ins Programm integriert oder werden als Standardwerte vordefiniert .

Für alle Bauteile und -stoffe können -ohne Einbußen in der Aussagefähigkeit der Ergebnisse- sinnvolle Standardwerte gesetzt werden. Alle Standardwerte können auf Wunsch durch benutzerdefinierte Eingaben an das eigene Projekt exakt

angepaßt werden. Bei wichtigen Bauteilen erfolgt eine Auswahl aus einem vorgegebenen Bauteilkatalog.

- Verglasungen und Fensterrahmen nach Bauteilkatalog
- Rahmenanteil als Standardwert
- Reflexionskoeffizienten der inneren Bauteiloberflächen als Standardwerte

Zur Hochrechnung auf den zu erwartenden Strombedarf für Kunstlicht werden Informationen über den gewünschten Belichtungskomfort und die Nutzung auf der Nutzflächen des betrachteten Raumes benötigt:

- Nutzungszeiten
- Nennbeleuchtungsstärke
- Art der Kunstlichtanlage

Zur Beurteilung der aus den geometrischen Verhältnissen resultierenden Qualität der Tageslichtausleuchtung genügt es, für den Zustand des bedeckten Himmels zu rechnen und die Tageslichtquotienten zu bestimmen.

- **Resultat: Tageslichtquotient in der Nutzebene des Raumes.**

Für die Ermittlung des Strombedarfes gibt es bisher keine genormten Regeln. Deshalb wurde auf die am besten validierten Erfahrungen des Institutes für Wohnen und Umwelt Darmstadt zurück gegriffen und der Strombedarf nach den Regeln des LEE „Leitfaden Elektrische Energie“, erschienen 2000, bestimmt. Dabei wird zusätzlich zu LEE auch die Nutzung Wohnen mit Standardwerten definiert, um auch hierfür Werte für den Strombedarf zu erhalten.

Die Basis für die Bestimmung des Strombedarfes ist der Anteil an der Nutzungszeit, an dem ausreichend viel Tageslicht zur Verfügung steht (Tageslichtautonomie).

- **Resultat: Tageslichtautonomie in der Nutzebene des Raumes**

Die Berechnung erfolgt unmittelbar. Die Darstellungen der Ergebnisse auf dem Bildschirm und auf dem Ausdruck sind identisch. Alle Eingabewerte sind dokumentiert und mit einem Blick können die wichtigsten Ergebnisse abgelesen werden.

- **Output einfach, übersichtlich, präsentationsfähig**
- besondere Hervorhebung der Linien mit kritischen Tageslichtquotienten (Ziel: verhindern eines zu düsteren Raumeindrucks)

Das gesamte Programm wurde unter zeitgemäßen WINDOWS-Oberflächen erstellt. Das Konzept für PRIMERO-LICHT konnte dank perfekter Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten ohne Abstriche dafür mit einigen nützlichen, zusätzlichen Funktionen umgesetzt werden.

### III. Die Ausführung

#### **Fundamente...**

---

Für die Entwicklungsarbeit an PRIMERO-LICHT war es ebenso wichtig, vertiefte Kenntnisse des Planungsablaufes von Gebäuden im Architekturbüro zu haben, wie exaktes Wissen um den Umgang und die Programmierung von und mit Simulationsprogrammen und anderen Rechenverfahren.

Die Zusammenarbeit der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg, Fachbereich Architektur mit ihren praxisnahen Kenntnissen bezüglich des Entwerfens und Konstruierens von Gebäuden sowie den Erfahrungen aus der Entwicklung des Programms ARCHPASS mit den Softwarespezialisten von der Firma ALware in Braunschweig hat sich als sehr fruchtbar und erfolgreich erwiesen.

Wesentliche Teile des Programms lagen zu Beginn des Projektes bereits vor. Der wissenschaftliche Kern des Programms ist eine Weiterentwicklung eines für das dynamische Simulationsprogramm TRNSYS vom Projektleiter entwickelten Moduls. Dieser Programmkern war bereits validiert und zeigte mit den üblicherweise als Referenz benutzten Standardprogrammen SUPERLITE und RADIANCE sehr gute Übereinstimmung. Genauere Informationen hierzu können in einer Veröffentlichung /1/ nachgelesen werden.

- Prof. Dr. U. Dietrich, Dipl.-Phys. S. Holst, Dipl.-Ing.(FH) B. Lüben  
„Ein Tageslichtmodul für TRNSYS 14.2 – Dynamische Verbindung von Tageslichtberechnung und thermischer Gebäudesimulation“

Weiterhin gab es bereits ein Programm zur 3D-Visualisierung der einzugebenden Raumgeometrie. Dieses Programm „GEOVIEW“ wurde jedoch nicht für PRIMERO-LICHT verwendet, weil uns durch den Projektpartner ALware als Basis für die Visualisierung das leistungsfähigere Programm 3Dsolar zur Verfügung stand.

Es gab sogar schon erste Programmentwürfe auf Papier, die allerdings noch einer gründlichen Neukonzeption und Überarbeitung bedurften, insbesondere im Hinblick auf das geplante PRIMERO-Gesamtpaket...

#### **Stein auf Stein...**

---

Die „alten“ Oberflächenentwürfe wurden also noch einmal gründlich überarbeitet und im Hinblick auf ihre Benutzerfreundlichkeit optimiert. Dabei wurde insbesondere die Geometrieingabe verbessert und auf die besonderen Bedürfnisse einer schnellen und fehlerfreien Eingabe durch den Architekten geachtet. Alle Fenster, innere und äußere Verbauungen können nun unabhängig von einer koordinatensystembezogenen Eingabe anhand von raumbezogenen Abfragen eingegeben werden.



Durch die interaktive 3D-Geometriedarstellung aus dem Programm 3DSOLAR erfolgt zusätzlich nach jeder Eingabe die visuelle Kontrolle.

Die darauffolgenden Arbeitsschritte waren

- die Programmierung der papiernen Programmentwürfe
- die Entwicklung des Berechnungsalgorithmus für die Ermittlung des Strombedarfes nach LEE 2000
- die Anbindung der Rechenmotoren
- die grafische Aufbereitung der Simulationsergebnisse für die Ausgabe
- die Dokumentation der Eingaben
- der präsentationsfähige Ausdruck
- und immer wieder die entsprechenden Kontrollen und Korrekturen.

## **Richtfest...**

---

Im Mai 2002 lag dann die erste lauffähige Version von PRIMERO-LICHT vor und konnte stolz bei der Vorstandssitzung der Rud. Otto Meyer-Umwelt-Stiftung am 25.5.02 präsentiert werden.

## **Probewohnen...**

---

Für den sogenannten Beta-Test von PRIMERO-LICHT in Architektur- und Lichtplanungsbüros sowie an einigen Hochschulen wurden ca. 4 Wochen eingeplant. Leider waren die Rückmeldungen etwas dürftig in der Menge, dafür im Ergebnis aber sehr erfreulich: Es wurden lediglich kleinere Verbesserungsvorschläge gemacht und es traten keine gravierenden Programmfehler in der Testphase auf.

Darüber hinaus wurde und wird das Programm im Rahmen von Lehrveranstaltungen des Projektleiters mit Studenten des Fachbereichs Architektur der HAW Hamburg angewendet und getestet. Doch selbst der grenzenlose „Spieltrieb“ der Studenten konnte nur die einwandfreie Funktion und Anwendbarkeit des Programms bestätigen.

## **Die Außenanlagen...**

---

Während der Laufzeit des Beta-Tests wurde noch das Programmwerkzeug U-WERT-MANAGER 3.0 (Anhang xx) zur Berechnung des u-Wertes von eigenen Baukonstruktionen als Update der alten Version 2.0 erstellt. Es kann eigenständig

genutzt werden und soll außerdem Bestandteil des PRIMERO-Gesamtpakets werden.

PRIMERO-LICHT wird nach Abschluss der letzten Korrekturen in seiner ersten Version von unserem Projektpartner ALware nach Maßgabe des geschlossenen Vertrages vom 18. Oktober 2001 und einer separaten Vertriebsvereinbarung auf den Markt gebracht – voraussichtlich noch in diesem Jahr.

## **Das Gebäude im städtebaulichen Zusammenhang...**

---

Das Fernziel der gesamten angestrebten Programmentwicklung ist ein leicht bedienbares, aber hinreichend genau rechnendes Planungshilfsmittel, das den gesamten Primärenergiebedarf zur Erzielung des gewünschten Nutzerkomforts durch Heizen, Kühlen und Strombedarf für Kunstlicht, mechanische Lüftung und Heizungspumpen in einem Gebäude ermittelt. Dieses Programm soll bereits in den frühen Planungsphasen anwendbar sein, um durch Variantenvergleiche zu einem energetisch optimierten Gebäude zu gelangen.

Ein vergleichbares Programm ist in dieser Form bisher nicht vorhanden, wird aber für das umweltverträgliche Bauen dringend benötigt.

Die Konzeption und Umsetzung dieses Programmpakets PRIMERO zur PRIMärEneRgieOptimierung von Gebäuden erfolgt im bereits von der ROM-Umwelt-Stiftung genehmigten Folgeprojekt, das im direkten Anschluss an dieses Projekt in Angriff genommen wird!

## IV. Die Baubesichtigung

### Wer PRIMERO-LICHT braucht

- Architekten, Energieberater und Lichtplaner

Die Eingabe aller Daten in PRIMERO-Licht wurde speziell auf die Bedürfnisse der an der energiesparenden Konzeption von Gebäuden und Räumen beteiligten Planer in den frühen, aber für das Energiekonzept eines Gebäudes entscheidenden Planungsphasen ausgerichtet.

Damit ist es insbesondere für den Einsatz zu Lehrzwecken an Architektur- und Lichtplanungsfachbereichen bestens geeignet.

### Was PRIMERO-LICHT so einfach macht

- schnelle Erfassung der Raumgeometrie
- visuelle Kontrolle durch interaktive Raum-Ansicht
- übersichtliche und leicht verständliche Eingabeoberflächen
- sinnvolle Standardvorgaben für die frühe Planungsphase

Die übersichtlichen Eingabeoberflächen ermöglichen eine schnelle Einarbeitung und beschränken sich auf ein Minimum an Datenabfragen.

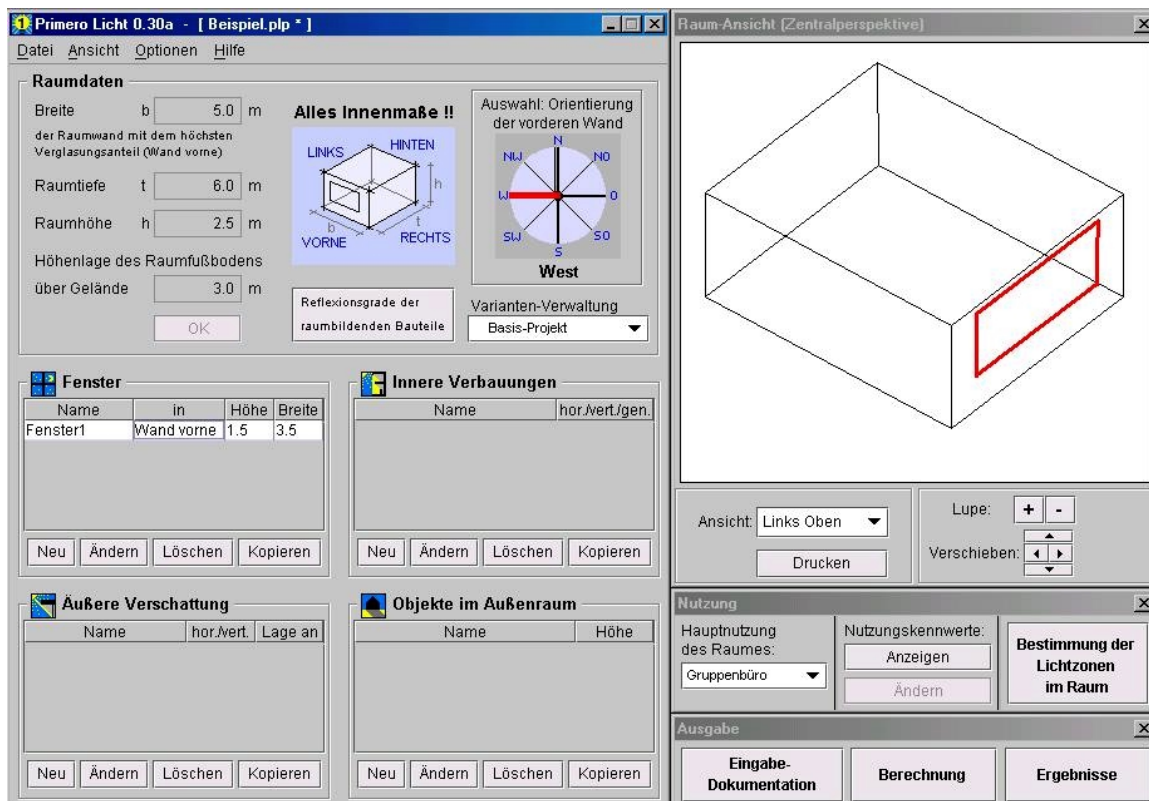


Abbildung 1: Die bedienerfreundliche Hauptmaske von PRIMERO-Licht

Abbildung 2: Beispiel für eine Eingabemaske für ein Objekt im Raum

## Was PRIMERO-LICHT bietet

### 1. Zusammengefasst...

PRIMERO-Licht simuliert auf der Basis von stündlichen Wetterdatensätzen die Versorgung von Räumen mit Tageslicht, das von der diffusen Einstrahlung, also von der Himmelshalbkugel angeboten wird.

Als Ergebnis wird der Tageslichtquotient  $D$  [%] auf einer (gedachten) Arbeitsfläche im Raum ausgegeben.

Dargestellt werden die Resultate auf zwei Weisen:

- einem in  $25 \times 25$  gleich große Felder unterteilten Grundriss in verschiedenen Graustufen, die den visuellen Komfort (zwischen zu düster, ausreichend hell, tageslichtorientiert) wieder geben und
- in je 25 längs und quer beliebig auswählbaren Schnitten mit dem exakten Tageslichtquotienten.

Auf Grundlage der Tageslicht-Daten errechnet PRIMERO-Licht weiterhin:

- die Tageslichtautonomie, also den prozentualen Anteil an der Nutzungszeit, an dem ausreichend Tageslicht zur Verfügung steht, sowie
- den absoluten und den flächenbezogenen Stromverbrauch getrennt nach Hauptnutz- und Verkehrsflächen.

Die Auswertung erfolgt tabellarisch und in einem Diagramm, das den Zusammenhang von Tageslichtautonomie und Stromverbrauch verdeutlicht.

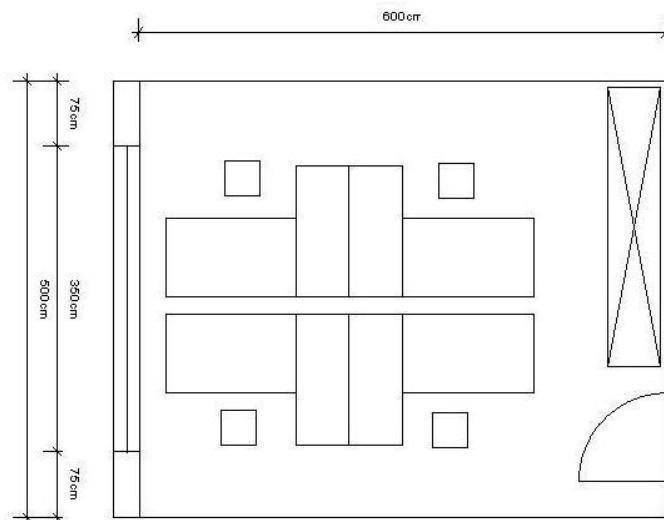
Eine mögliche, zusätzliche Aufhellung durch die Sonne (wenn sie denn scheint!) wird nicht berücksichtigt, da vor allem im Verwaltungsbau direktes Sonnenlicht rasch zu Blendungserscheinungen führt und durch einen Blendschutz ohnehin nicht in den Raum gelangen darf.

Damit erhält man eine Abschätzung nach der sicheren Seite und ein einfacheres Modell, das es erlaubt, verschiedene Varianten der Tageslichtsituation (z.B. abschattender Dachüberstand: ja oder nein) zuverlässig miteinander zu vergleichen.

Das Hauptziel von PRIMERO-Licht besteht darin, durch einen sehr komfortablen Variantenvergleich die optimale Ausstattung für die Tageslichtsituation in einem Raum zu finden.

## 2. Im Detail anhand eines Beispiels...

Die Auswertungen von PRIMERO-Licht möchten wir Ihnen anhand eines Beispiels erläutern. Es handelt sich dabei um ein „typisches“ Gruppenbüro mit vier Arbeitsplätzen und den folgenden Abmessungen:



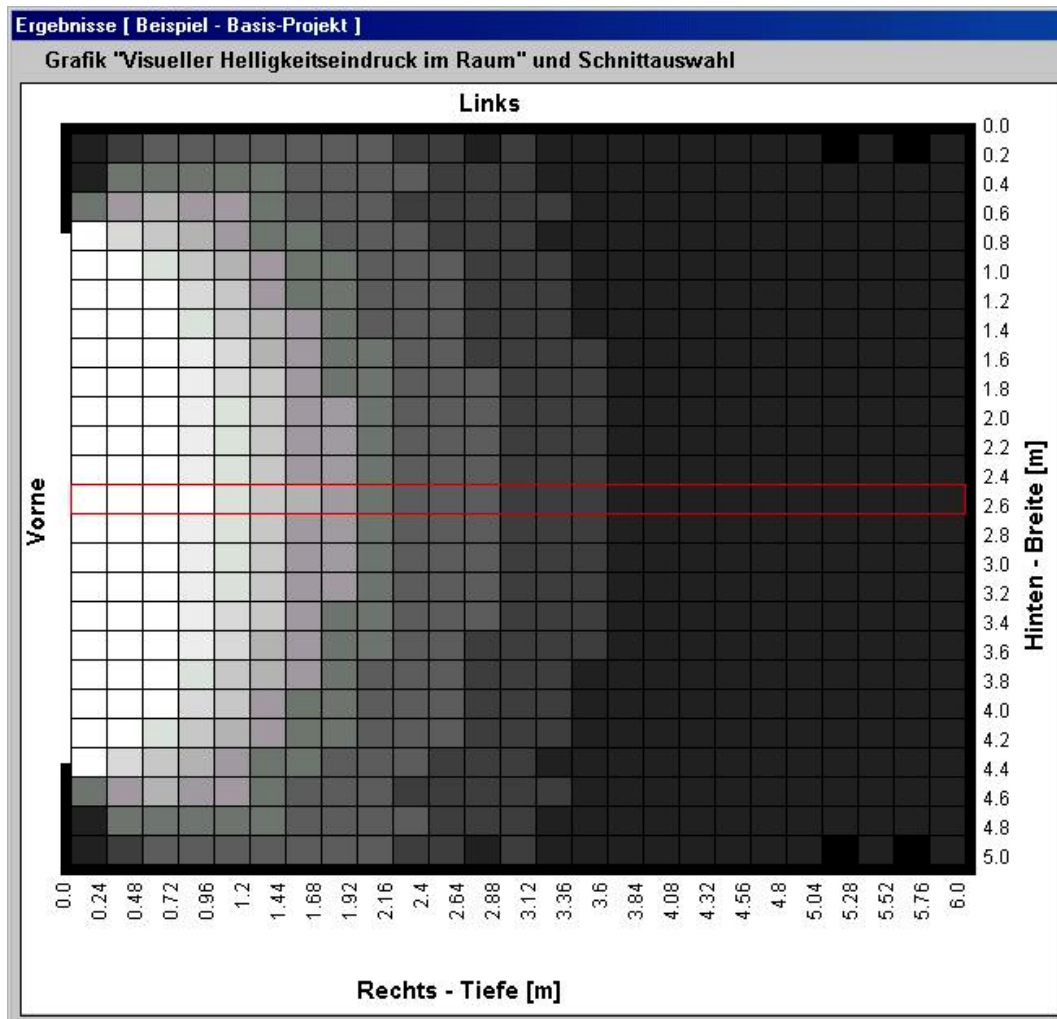
Das Büro hat eine Raumhöhe von 2,5m und liegt im 1. OG. Die vordere Wand, also diejenige mit dem höchsten Verglasungsanteil – hier links, liegt nach Westen. Im Basis-Projekt ist das Fenster 3,5m breit und 1,5m hoch. Die Brüstung ist 80 cm hoch, der Fenstersturz 20 cm.

Obwohl es im hinterem Raumbereich eine reine Verkehrsfläche mit Abstellflächen gibt, wird diese in der Lichtzonenabfrage – siehe Abschnitt VII.8.3 – NICHT als solche erfasst, weil der Raum insgesamt nur mit EINER Kunstlichtschaltung versorgt wird. Wäre die Kunstlichtversorgung der Verkehrsfläche GETRENNT SCHALTBAR, würde man sie auch als solche erfassen! Dies würde sich dann positiv auf den Stromverbrauch auswirken.

Das Beispiel finden Sie auch im Programmordner „Projekte“. Dort liegt im Unterordner „Beispiel1“ die Projektdatei „Beispiel1.plp“ – siehe Abschnitt VII.2.2 – .

## 2.1 Die Tageslicht-Auswertung im Grundriss

Auf dem in 625 gleich große Felder unterteilten Grundriss werden die Tageslichtquotienten in verschiedenen Graustufen – ihrem visuellen Helligkeitseindruck im Raum entsprechend – dargestellt. Hier können Sie ablesen, ob Ihr untersuchter Raum ausreichend mit Tageslicht versorgt wird.



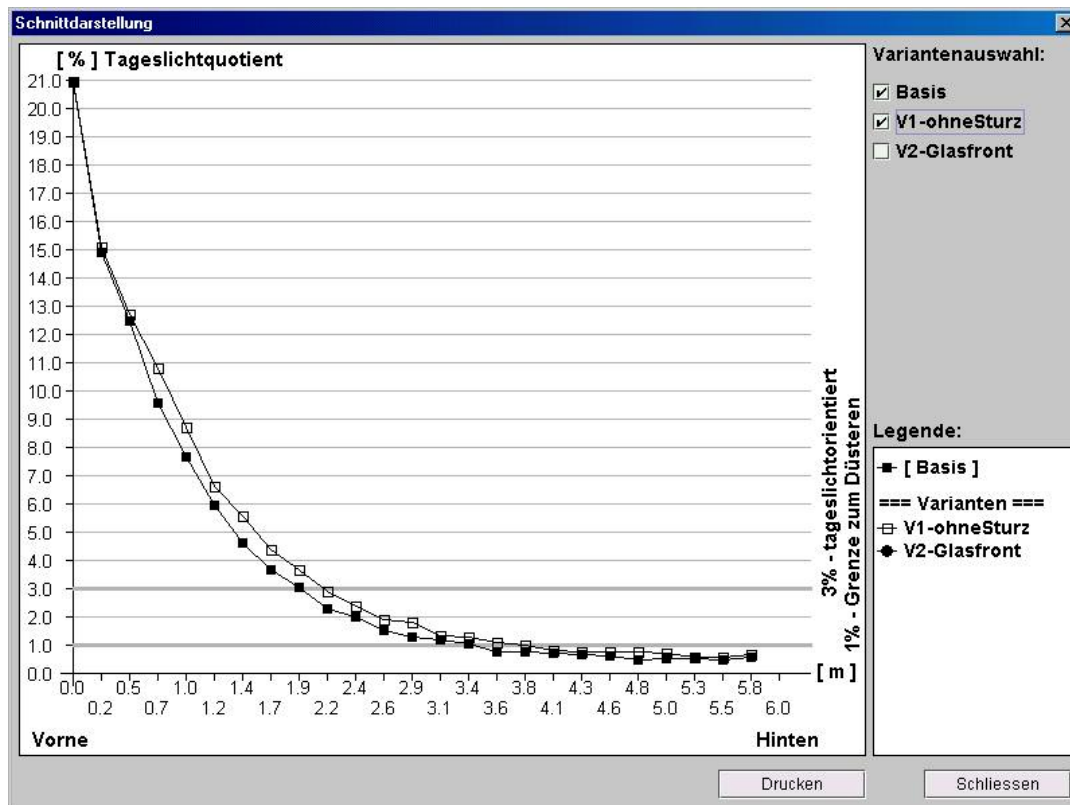
An unserem Beispiel 1 erkennen Sie, dass der Raum im fensternahen Bereich bis ca. 2m Tiefe gut, im mittleren Bereich bis ca. 3,5m Tiefe nicht mehr optimal, aber gerade noch ausreichend mit Tageslicht versorgt ist. Im hinteren Teil des Raumes kommt keine ausreichende Tageslichtversorgung mehr zustande.

Das bedeutet in diesem Fall für die Arbeitsplätze am Fenster gute Arbeitsbedingungen, die Kollegen „in der zweiten Reihe“ jedoch sitzen im Düstern oder sie betätigen den Lichtschalter...

## 2.2 Die Tageslicht-Auswertung im Schnitt

Eine zahlenmäßig genauere Auswertung der Tageslichtquotienten können Sie nun anhand des Schnittes vornehmen. Es sind zwei wichtige Grenzwerte ( 3 und 1% ) grau markiert:

- Tageslichtquotient >3% : Bis hierhin ist der Raum tageslichtorientiert.
- Tageslichtquotient 1-3% : Hier wird die Tageslichtversorgung kritisch.
- Tageslichtquotient <1% : Ab hier ist es zu düster.



Hier im Schnitt haben Sie auch die Möglichkeit, vorhandene Varianten direkt miteinander zu vergleichen. Bei unserem Beispiel 1 haben wir als erste Variante das gleiche Fenster ohne den 20cm hohen Sturz gerechnet. Wie man am Schnitt erkennen kann, erreicht man dadurch eine bessere Belichtung des Raumes in der Tiefe.

Die Ergebnisse der zweiten Variante mit einer kompletten Glasfront wurden hier ausgeblendet, um eine bessere Übersichtlichkeit der Grafik zu erreichen. Sie können auf diese Weise Ihre Varianten ganz individuell auswerten und vergleichen.

## 2.3 Die Tabelle zu Tageslichtautonomie und Kunstlicht-Strombedarf

Die Daten zu Tageslichtautonomie und Strombedarf für Kunstlicht sind hier übersichtlich, getrennt nach Hauptnutz- und Verkehrsfläche, zusammengefasst:

	Hauptnutzung	Verkehrsfläche	gesamt
Tageslicht-Autonomie (%)	<b>12.6</b>	<b>0.0</b>	---
erreichter Tageslichtquotient für Kunstlichtschaltung (%)	<b>1.7</b>	<b>0.0</b>	---
Strombedarf absolut (kWh/a)	<b>885.0</b>	<b>0.0</b>	<b>885.0</b>
Strombedarf flächenbez. (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>29.5</b>	<b>0.0</b>	---
Fläche der Lichtzone (m <sup>2</sup> )	<b>30.0</b>	<b>0.0</b>	<b>30.0</b>

Die Tageslichtautonomie – also der prozentuale Anteil an der Nutzungszeit, an dem ausreichend Tageslicht zur Verfügung steht – ist hier im Beispiel für die Hauptnutzfläche mit ca. einem Achtel der Nutzungszeit sehr gering.

Der erreichte Tageslichtquotient für die Kunstlichtschaltung („D-Schalt“) ist der Tageslichtquotient, bei dem das Kunstlicht in diesem Raum zugeschaltet wird. Das ist natürlich abhängig davon, wo man sich im Raum befindet. In aller Regel verfügt z.B. ein Büroraum mit mehreren Arbeitsplätzen – wie in unserem Beispiel – über nur EINEN Schalter für die gesamte Kunstlichtanlage. Das bedeutet, dass diejenigen, die am weitesten vom Fenster weg sitzen, bestimmen, wann das Licht angemacht wird, auch wenn die anderen noch genügend Tageslicht am Arbeitsplatz haben.

Dieser „Schaltunkt“ bestimmt somit den Stromverbrauch für Kunstlicht, diese Werte können – absolut und flächenbezogen für den betrachteten Raum – ebenfalls aus der Tabelle entnommen werden.

Wie der erreichte Tageslichtquotient für die Kunstlichtschaltung D-Schalt berechnet wird, können Interessierte im technischen Anhang des Handbuches nachlesen.

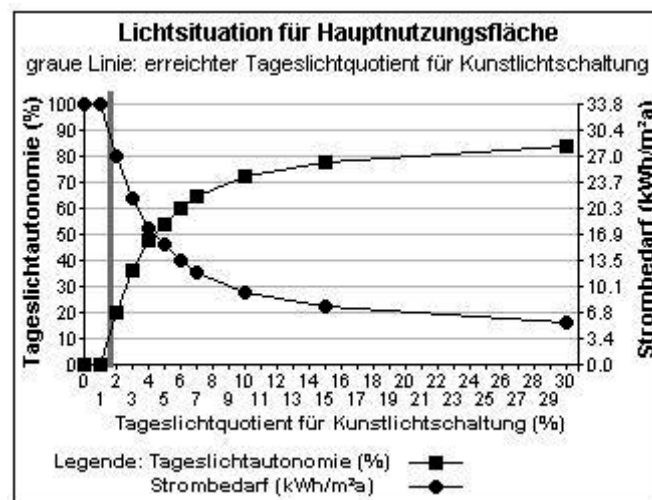


## 2.4 Die Grafik zur Lichtsituation für die Hauptnutzungsfläche

Diese Grafik erteilt Ihnen Auskunft darüber, wo Sie mit Ihrer tageslichttechnischen Planung stehen, d.h. ob es noch Potenzial für eine Verbesserung gibt.

In der Grafik sind die Werte für Tageslichtautonomie und Kunstlicht-Stromverbrauch über alle **theoretisch möglichen** Tageslichtquotienten für die Kunstlichtschaltung („D-Schalt“) von 0-30% aufgetragen.

Die senkrechte graue Linie zeigt Ihnen den aktuellen Wert für „D-Schalt“ an, den Ihr Raum erreicht.



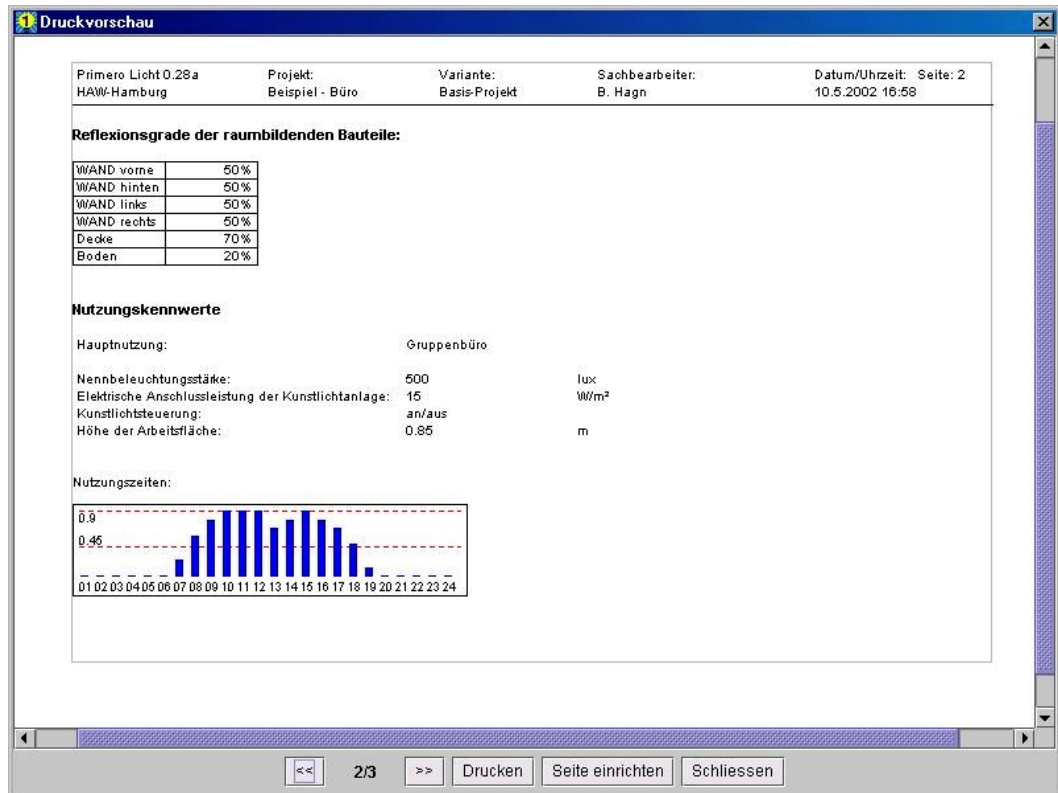
Die beiden Kurven flachen in aller Regel mit ansteigendem „D-Schalt“ mehr oder weniger stark ab, d.h. je mehr sich Ihr D-Schalt-Wert schon im gesättigten, also im flachen Bereich der Kurven befindet, desto besser ist die Tageslichtversorgung und desto unnötiger ist aber auch eine weitere Optimierung.

Befinden Sie sich allerdings weit links auf der Grafik – wie in unserem Beispiel – in einem Bereich, wo die Werte für die Tageslichtautonomie bei höheren D-Schalt-Werten noch erheblich ansteigen (und der daraus resultierende Stromverbrauch geringer wird), dann macht es Sinn, die Tageslichtsituation im Raum weiter zu verbessern.

Im Beispiel 1 haben wir daher die beiden Varianten V1 und V2 untersucht, die erste ohne Fenstersturz, die zweite mit kompletter Glasfront, um die Optimierungsmöglichkeiten auszuloten. Insbesondere bei der Variante 2 sollte man sich jedoch über die möglichen Überhitzungs- und Blendungsprobleme im Klaren sein und bei der Realisierung einer solchen Lösung nach vernünftigen Verschattungseinrichtungen, die z.B. ein Oberlicht freilassen, suchen.

## 2.5 Die Eingabedokumentation

Nicht zuletzt bietet Ihnen PRIMERO-Licht eine komfortable Eingabedokumentation Ihres Projektes. Hier sind alle Eingabe-Daten auf mehreren Seiten noch einmal übersichtlich zusammengetragen.



Wie die bereits erläuterten Auswertungen kann auch die Eingabedokumentation selbstverständlich ausgedruckt werden.

## V. Die Dokumentation

### **Finanzen**

---

Alle von der Rud. Otto Meyer – Umwelt – Stiftung erhaltenen Gelder wurden zeit- und bestimmungsgemäß nach Vorgabe des geschlossenen Werkvertrages vom 25.9.2001 ausgezahlt und verwandt.

Eine Restsumme von 956,36 € ist bei den Material- und Reisekosten verblieben, diese sollen im Januar 2003 für die Reise- (ca. 300,- €) und Unterkunftskosten (212,- €) sowie die Tagungsbeiträge (425,- €) für die Präsentation von PRIMERO-LICHT auf dem Symposium „Innovative Lichttechnik in Gebäuden“ des OTTI-Energie-Kollegs verwendet werden.

Mit Abgabe dieses Abschlussberichts steht noch die Abschlusszahlung aus, die für die Restarbeiten am Programm an die Firma ALware ausgezahlt wird.

### **Programm und Quellcodes**

---

In den Anhängen dieses Berichtes finden sich

- Datenträger mit dem aktuellen Stand des Programms PRIMERO-Licht 1.0 zu Vertriebsbeginn
- das gedruckte Handbuch
- die verschiedenen Programmdokumentationen, gedruckt
- die Programmdokumentationen als gepackte Dateien auf Datenträger
- die Quellcodes auf Datenträger

### **Vorträge und Publikationen**

---

Das Programm PRIMERO-LICHT wurde von Herrn Andreas Lahme (Geschäftsführer ALware) beim Seminar und Workshop „Tageslichttechnik“ des FiTLicht-Instituts in Berlin präsentiert. Dort wurde auch bereits eine erste Bestellung entgegengenommen!

PRIMERO-LICHT wird außerdem auf dem Neunten Symposiums „Innovative Lichttechnik in Gebäuden“ des OTTI-Energie-Kollegs in Form eines Vortrags im Januar 2003 der Öffentlichkeit präsentiert. Ein entsprechender Beitrag wird im zugehörigen Tagungsband veröffentlicht.

Im übrigen wird ALware das Produkt im Internet auf Ihrer Homepage [www.alware.de](http://www.alware.de) publizieren. Für die Zukunft ist dies auch von Seiten der HAW und der ROM-Umwelt-Stiftung geplant.

## **Anhang 1**

CD\_1 mit PRIMERO-Licht 1.0

## **Anhang 2**

Handbuch

## **Anhang 3**

Programmdokumentation zur „Licht.exe“

# Information zum verwendeten FORTRAN Compiler

Es wurde MICROSOFT POWERSTATION 4.0 verwendet. Es werden die Standardeinstellungen benutzt.

Zum erstellen der dll wird eine Befehlszeile benötigt, die in attribs.inc abegelegt ist. Die zweite Zeile im Quellcode verweist auf die Compilerspezifische Bücherei PORTLIB. Bei einem Wechsel des Compilers brauchen nur diese beiden Einträge angepasst zu werden.

# ZUM WISSENSCHAFTLICHEN TEIL GEHÖRENDE BERECHNUNGEN INNERHALB VON **PrimeroSicht.jar**

Einige wenige Simulationen erfolgen direkt im JAVA-Programmteil **PrimeroSicht.jar**. Für die umfassende Information wird auf die Dokumentation dieser Programmteile verwiesen.

Es handelt sich um diese Berechnungen:

1. Erstellen der Datei **DL\_FRAC.IN**

Diese Datei ist die Inputdatei für **DL\_FRAC.EXE**. Sie wird erstellt aus Daten der zuvor gelaufenen Tageslichtsimulation (mit **LICHT.EXE** bzw. **Lichtdlfortran.dll**) sowie dem in **timeprofile.csv** abgelegten Zeitprofil für die Nutzung und der Art der Kunstlichtanlage für die Hauptnutzung.

Die Datei **timeprofile.csv** kann beliebig erweitert bzw. editiert werden, die Änderungen werden von **PRIMERO-LICHT** übernommen.

2. Berechnen des für die Ansteuerung der Kunstlichtanlage maßgeblichen Tageslichtquotienten „D-Schalt“. Die Berechnungsvorschrift ist im Handbuch im technischen Anhang zu finden.

## **Anhang 4**

Programmdokumentation zur „DL\_frac.exe“

## **Anhang 5**

Programmdokumentationen und Quellcodes als gepackte Dateien auf CD 2:

DIESER BERICHT

LICHT.EXE

DL\_FRAC.EXE

## **Anhang 6**

Programmdokumentation zu PRIMERO-LICHT.jar

Alle Daten befinden sich auf der im Anhang befindlichen CD 3.

### Beschreibung des CD-Inhaltes

Verzeichnis PLiG:

Enthält den Lizenz-Generator für Primero-Licht + Handbuch (Ausdruck angefügt)

Aus der dem Nutzer mitgeteilten Schlüsselnummer liest PRIMERO-LICHT.jar das Verfallsdatum der Lizenz aus. Ist das Datum überschritten, muss ein neuer Schlüssel abgefragt werden.

Verzeichnis Primero-Licht:

Verzeichnis docs:

Enthält die Dokumentation des Quellcodes. Der Aufruf erfolgt mit der Datei index-all.html.

Verzeichnis Install:

Enthält das Verz. "Install-CD" welches alle Daten zur Erstellung einer Installations-CD beinhaltet. Der Käufer erhält auf seiner CD setup.exe und das Unterverzeichnis Handbuch.

Verzeichnis source:

Enthält alle Quellcodes, die für eine Weiterentwicklung nötig sind *(Mit Ausnahme der Klassen "Point3D" und "ALPrintDialog", diese wurden ausserhalb des Projektes geschrieben. Eine Weiterentwicklung der Primero-Licht-Programmes ist jedoch trotzdem möglich)*

### Eingesetzter Compiler

JAVA 1.31

### Install-Programm

Install Maker, ein Freeware Programm von click team, gibt es im Internet

Auf einen vollständigen Ausdruck des Quellcodes wurde verzichtet, weil der Umfang mehrere hundert Seiten betragen würde.

Als Beispiel für die Dokumentation innerhalb des Quellcodes ist ein exemplarischer Auszug angefügt.

## **Anhang 7**

Programmdokumentationen und Quellcodes als Dateien auf CD 3:

PRIMERO-LICHT.jar