

Ganzjahressimulation von Tageslicht

EQUA Fachtag Gebäudesimulation
06.04.2016

Warum sind Sie an Ganzjahres-Tageslicht interessiert?

- Großer Einfluß auf Wärmebilanz der Zone
- Großer Einfluß auf thermischen Komfort
- Exakte Tageslichtbewertung
(Bewertungssysteme wie LEED, BREEAM, DGNB, BNB)

Bewertungskriterien für Ganzjahres- Tageslicht

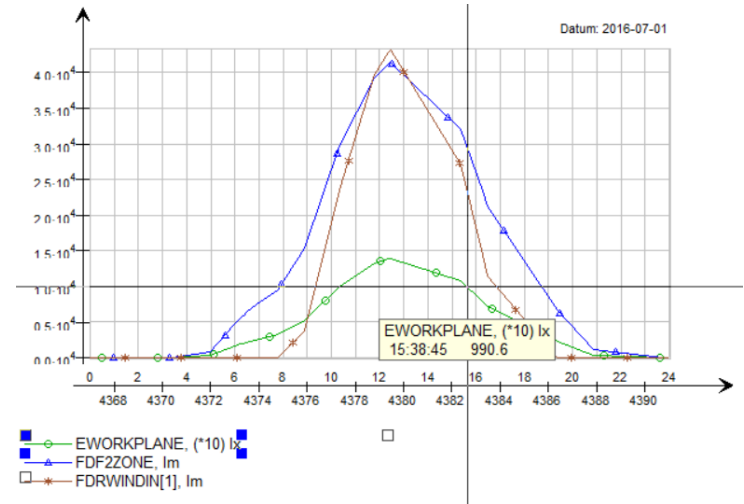
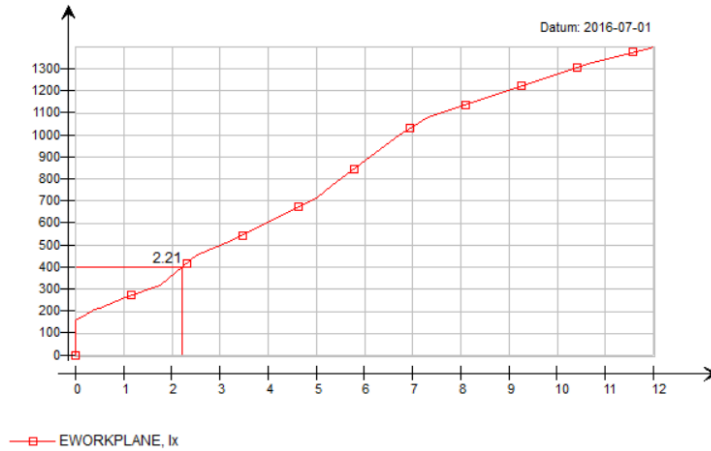
- Tageslichtautonomie

Anteil an Nutzungsstunden innerhalb eines Raums oder Gebäude an denen ein festgelegter Mindestwert der Beleuchtungsstärke überschritten ist.

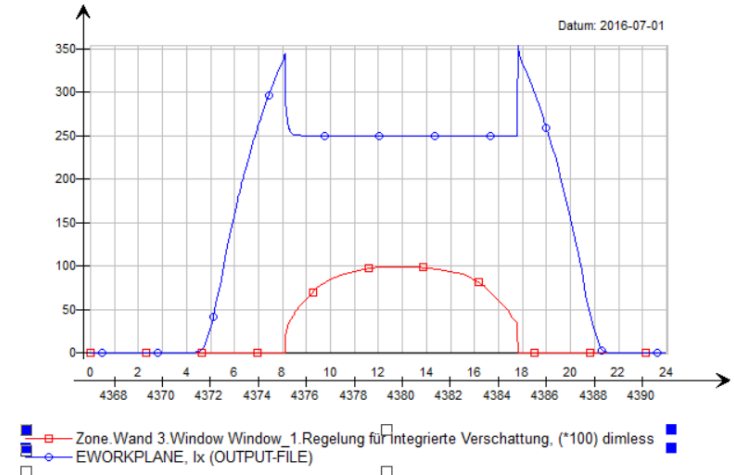
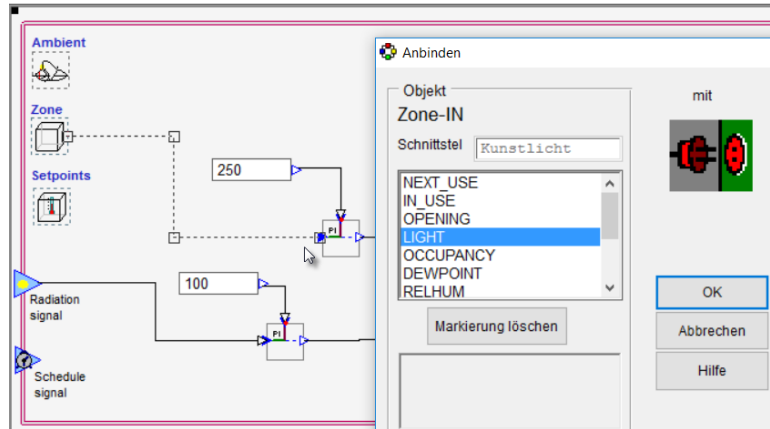
- BREEAM whole-year daylight assessment
- Spatial daylight autonomy (LEED v4)
- Annual sunlight exposure (LEED v4)
- DGNB Nachweis
- BNB Nachweis

- Sonneneinstrahlung (kWh/m²)

Ganzjahres-Tageslicht in IDA ICE - Heute



Ganzjahres-Tageslicht in IDA ICE - Heute

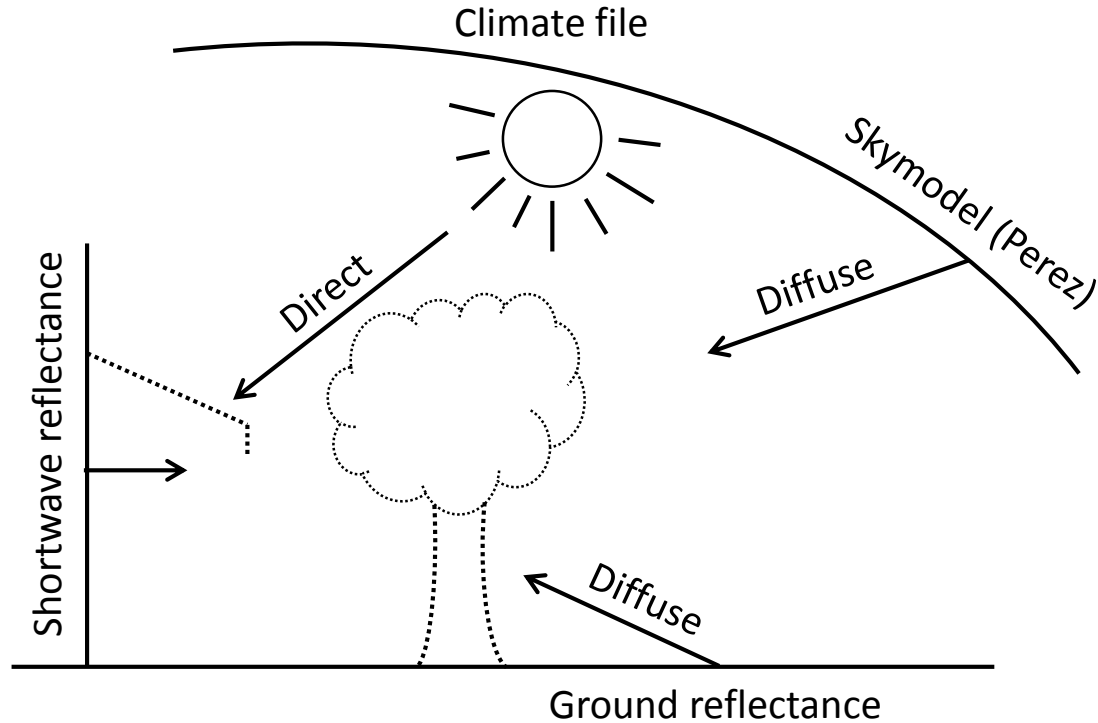


Ganzjahres-Tageslicht in IDA ICE - Heute

- Ausreichend für Einfluß auf Wärmebilanz der Zone
- Ausreichend für Einfluß auf thermischen Komfort (insbesondere mit dem neuen "Climate" Model)
- Nicht ausreichend für detaillierte Tageslichtstudien

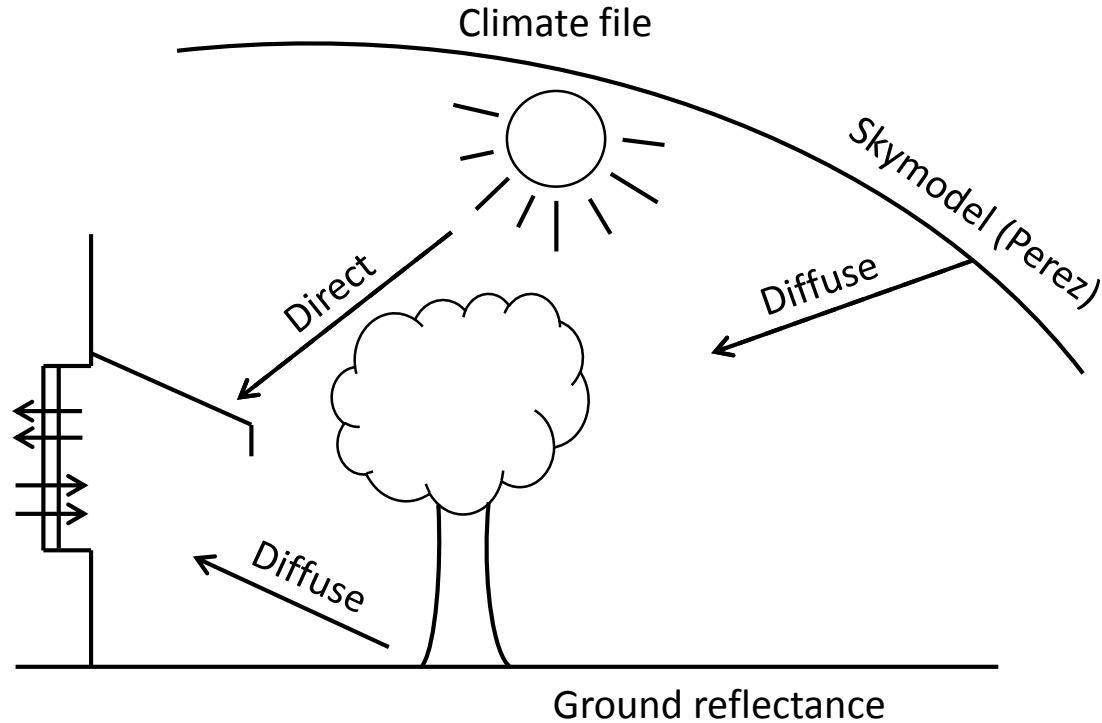
Was sind die Einschränkungen der Ganzjahres-
Tageslichtberechnung in IDA ICE – Heute ?

Vor einer opaken Fassade



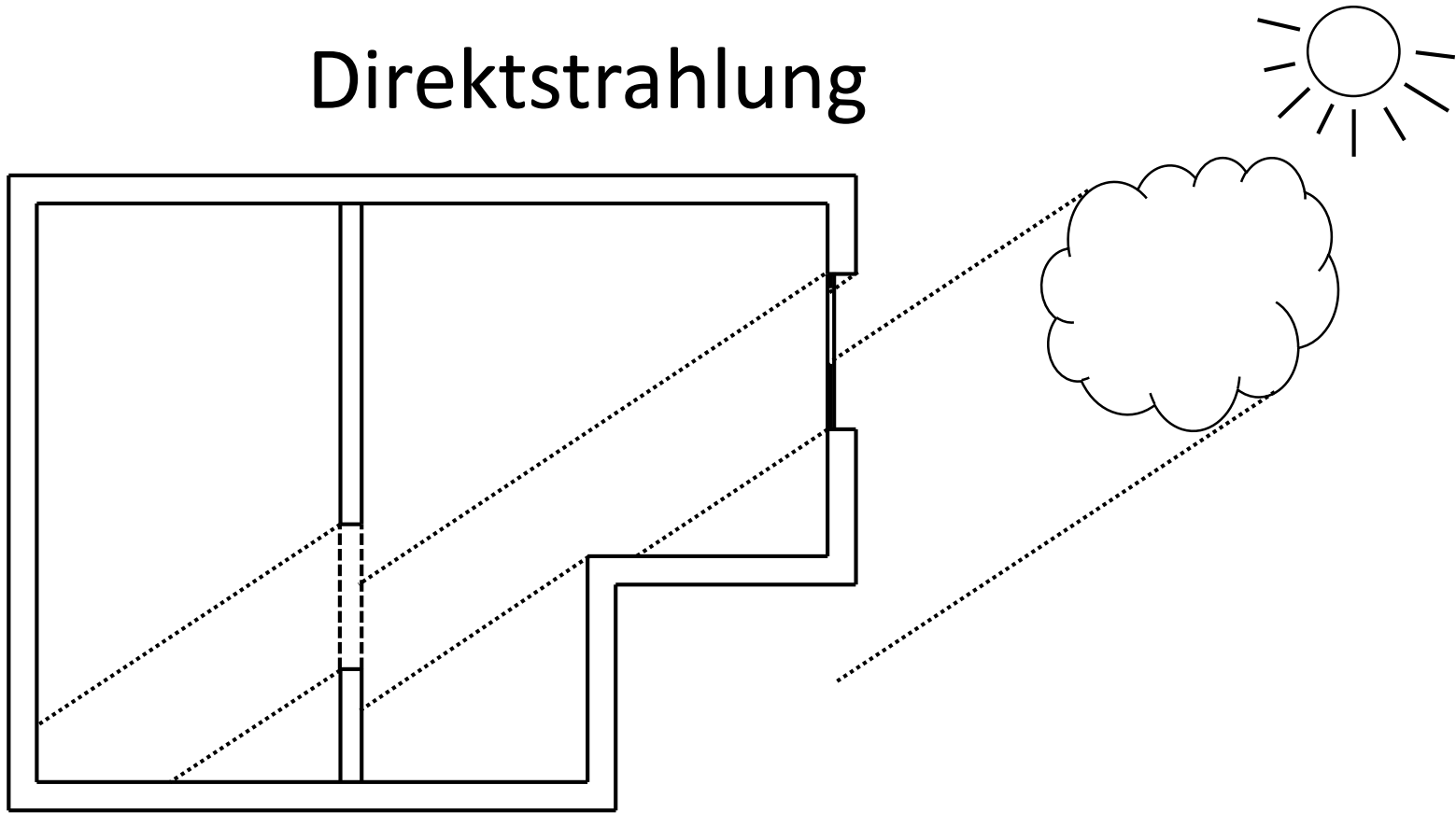
- Keine Verschattung
- Keine Reflexion

Vor einem Aussenfenster

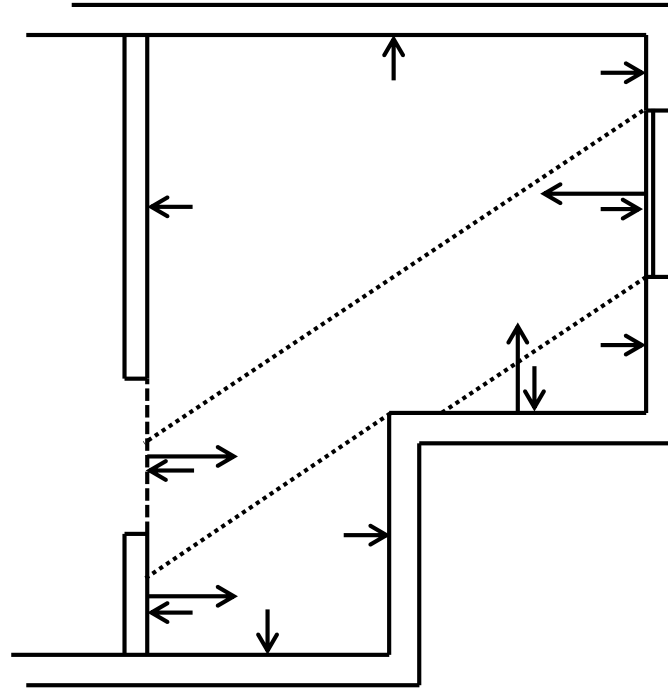


- Keine Schatten durch Diffusstrahlung vom Boden
- Keine Reflexion

Direktstrahlung

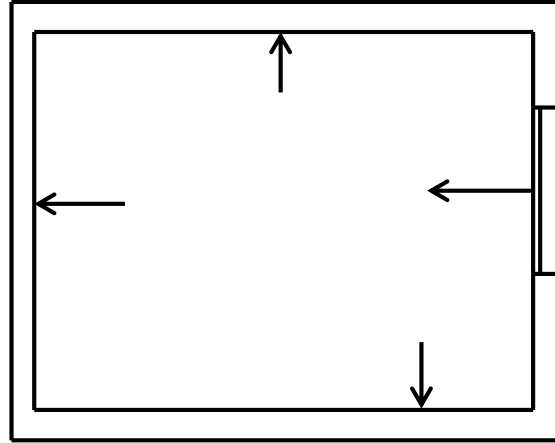


Diffusstrahlung beim einfachen Zonenmodell



- Auf andere Flächen verteilt, basierend auf Flächenanteil

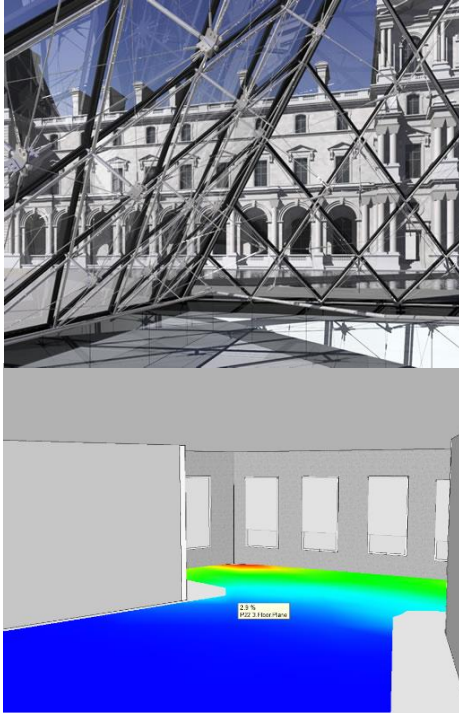
Diffusstrahlung beim detaillierten Zonenmodell



- Auf andere Flächen verteilt, basierend auf Sichtfaktoren
- In IDA ICE 4.7 nur für rechteckige Zonen anwendbar

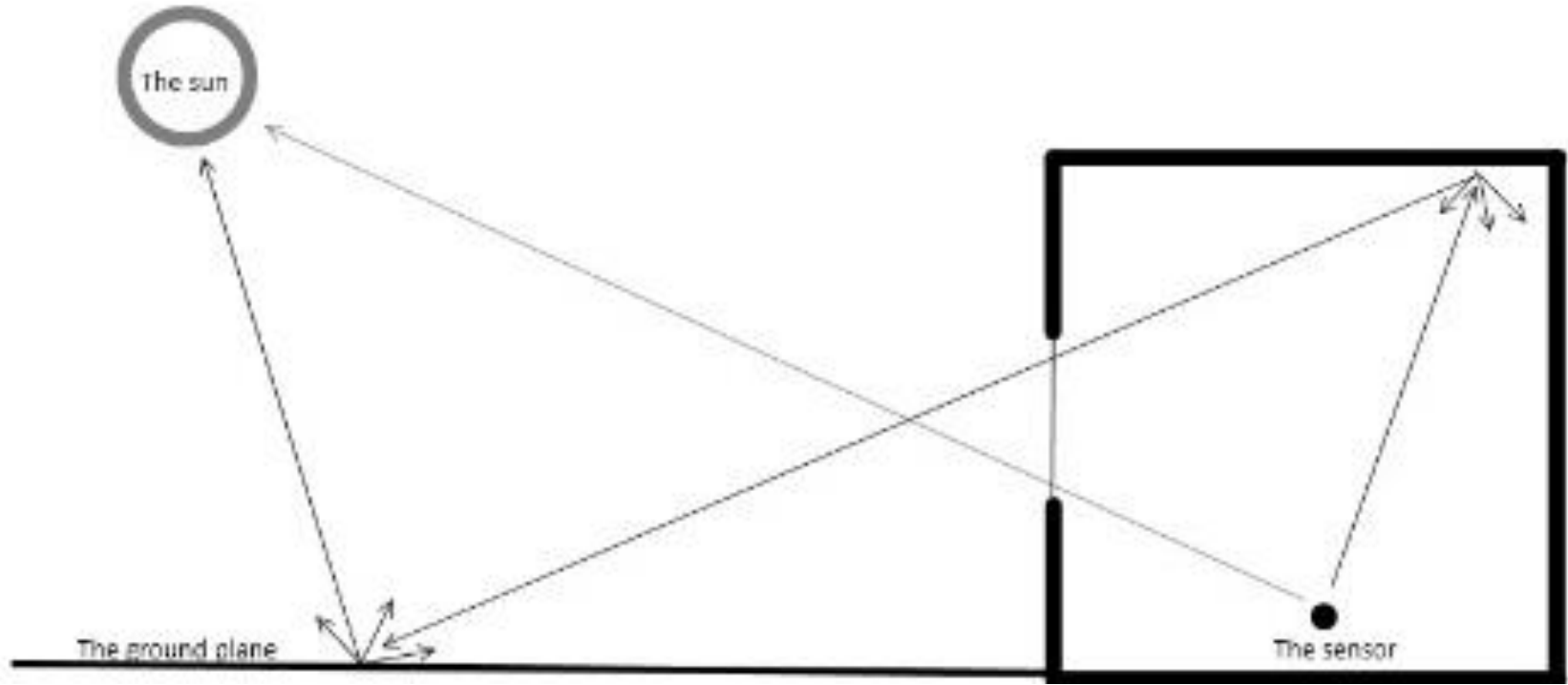
Was nun?

Radiance



- Software zur Simulation von Licht
- Gratis und Open Source
- Vielfach angewendet und validiert
- Vielseitig einsetzbar

Wie Radiance funktioniert



Einschränkungen von Radiance



- Separate Simulation für jedes "Setup"
- Langsam bei Ganzjahressimulation
- Langsam für komplexe Fenstersysteme

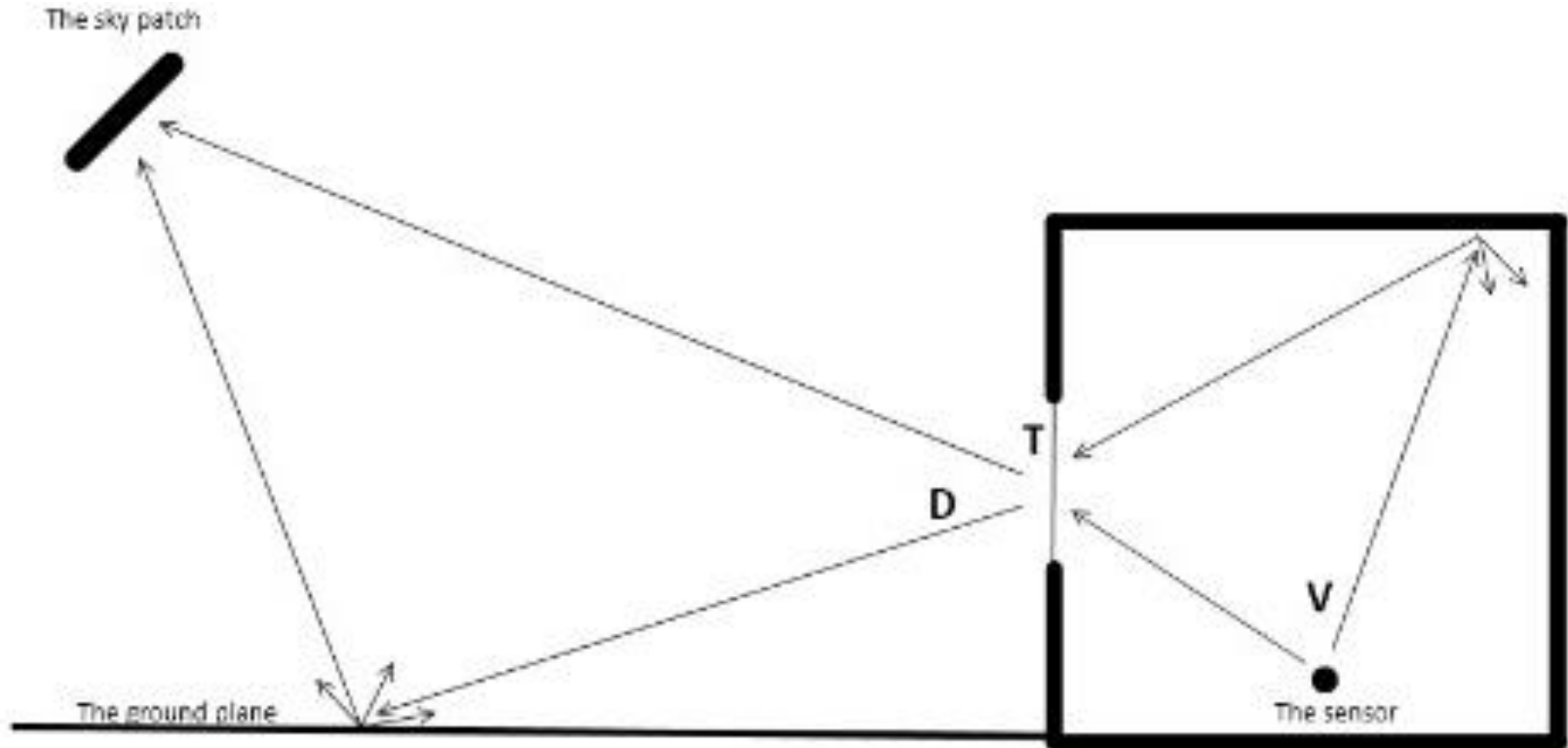


Die Drei-Phasen Methode



- Unabhängige Berechnung
- Austauschbare Elemente
- Schnelle (finale) Berechnung

Wie die Drei-Phasen Methode funktioniert

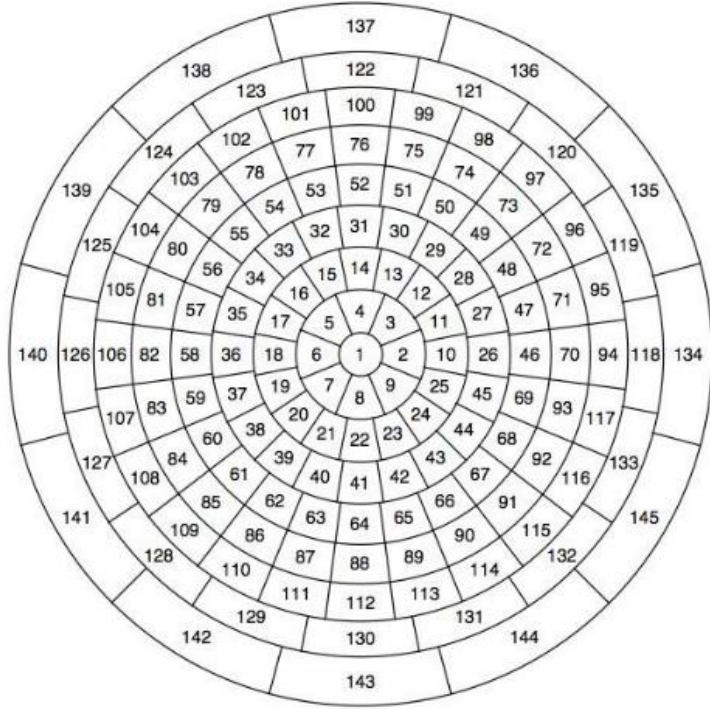


Three- Phase Gleichung

$$E = VTDS$$

- S – sky matrix
- D – daylight matrix (outside)
- T – window transmission matrix
- V – view matrix (inside)
- E – irradiance at sensor

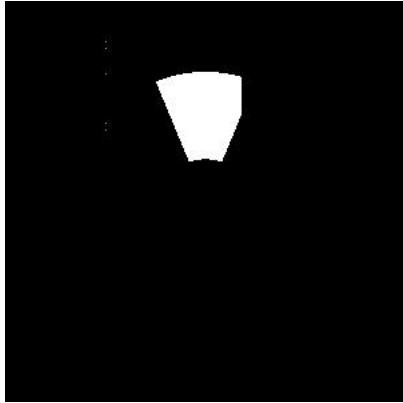
Transmission BSDF matrix



- BSDF – Bidirektionale Lichtstreuungs-Verteilungsfunktion
- Die Hemisphäre wird in 145 Stücke (patches) aufgeteilt
- Matrixgröße: 145×145
- Lichtanteil von jeder Außenrichtung zur jeweiligen Innenrichtung
- Beschreibt komplexe Fenster
- Kann berechnet oder gemessen werden

View matrix

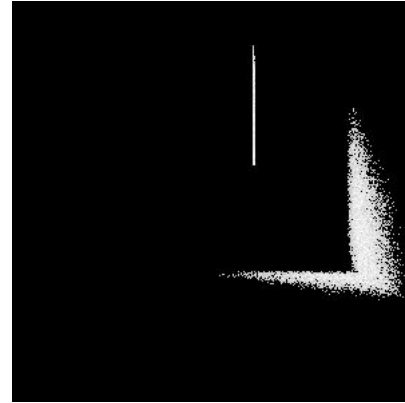
- Matrixgröße: $145 \times \text{Anzahl Sensoren}$
- Lichtanteil jeder Klems-Richtung zu jedem Sensor



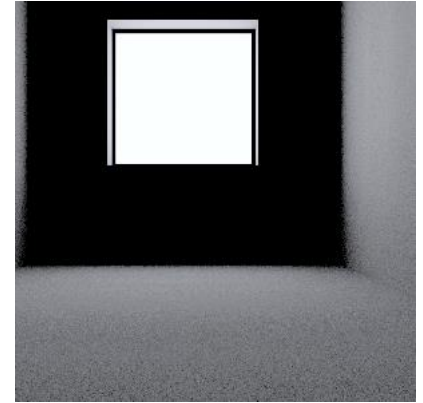
Patch 7



Patch 64



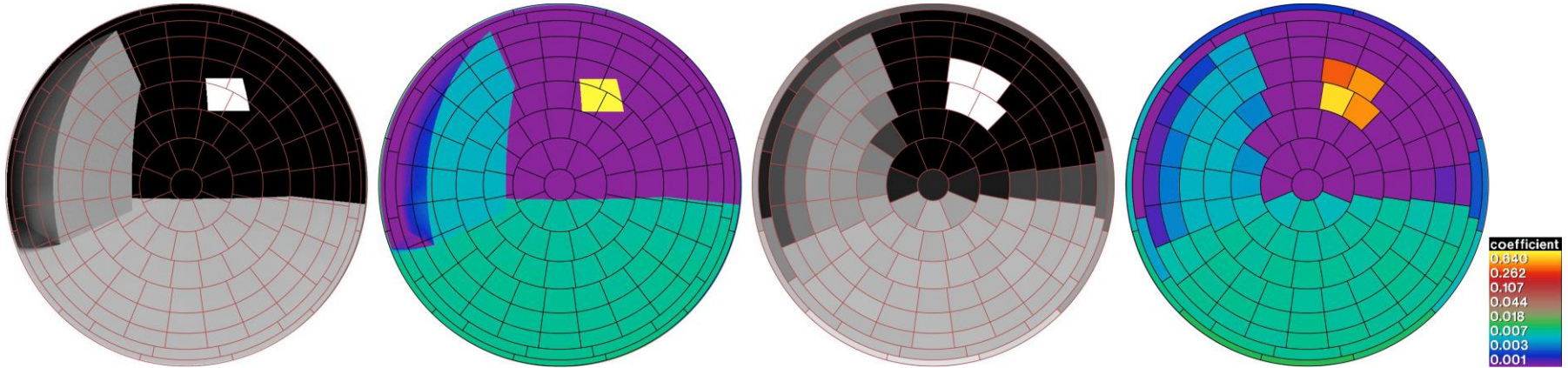
Patch 114



Final rendering

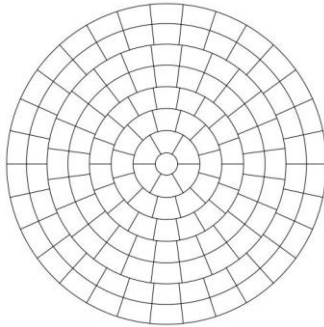
Daylight matrix

- Matrixgröße: Sky vector- größe *145
- Lichtanteil von jedem Himmelspatch zu jeder Klems-Richtung des Fensters

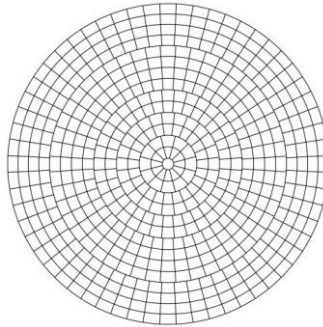


Sky matrix

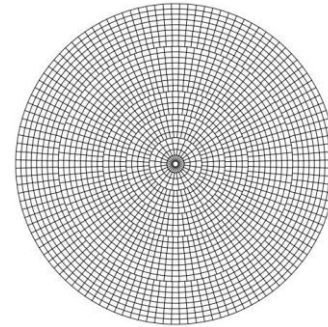
- Die Hemisphäre wird in 145 Stücke (patches) aufgeteilt
- Tregenza division: 145 patches
- Reinhart divisions: 580 or 2305 patches
- Matrixgröße: Anzahl Zeitintervalle* Anzahl Patches



145 patches



580 patches



2305 patches

Zusammenfassung

$$E = VTDS$$

- Sky matrix: Alle Himmelszustände (z.B. Während eines Jahres)
- Daylight matrix: Pfad vom Himmel zum Fenster (alle nicht beweglichen Hindernisse und Verschattung)
- Transmission matrix: Pfad durch das Fenster (bewegliche Verschattung)
- View matrix: Pfad vom Fenster zum Sensor (Hindernisse in der Zone)
- Resultat: Bestrahlungsstärke am Sensorpunkt

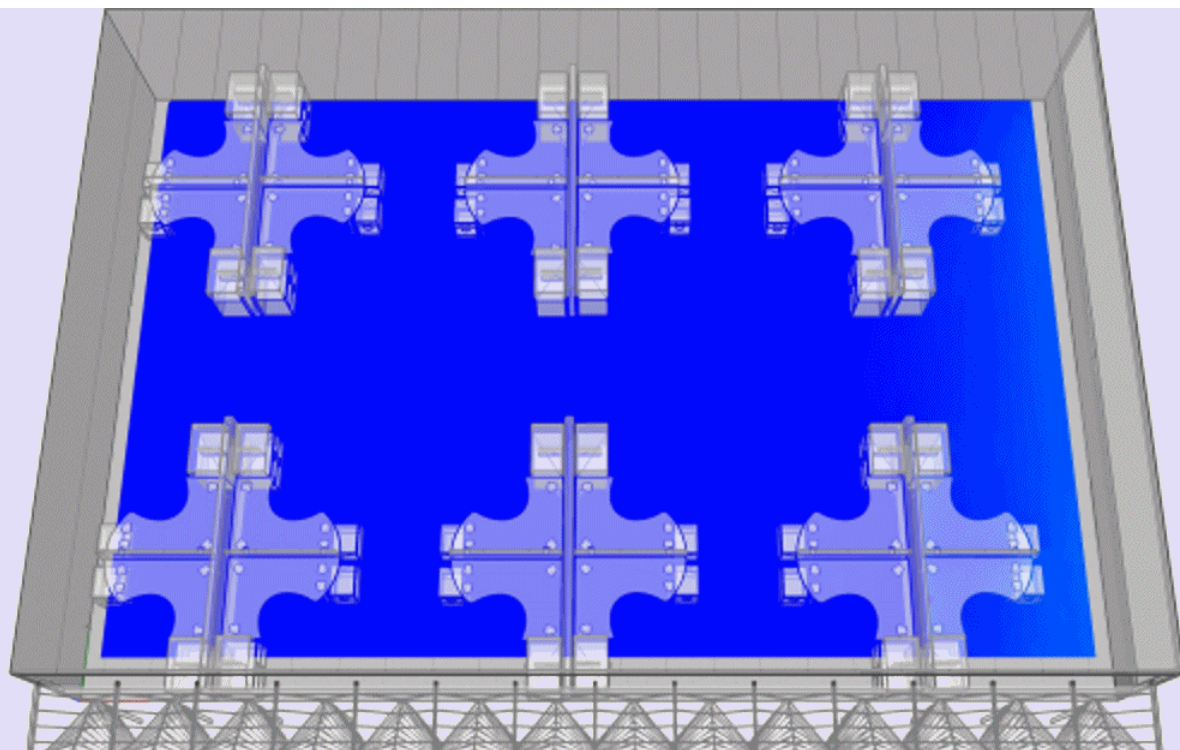
Implementierung?

- Geometrie
- Sensorpunkte
- Klima
- Signale

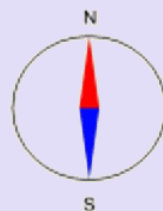


IDA ICE 4.7

Illuminance, Lux
Beleuchtungsstärke, Lux



Location: Kalmar (SWE)
Date: 2015-09-15
Time: 06:00 - 20:00
Step: 15 min



(c) EQUA