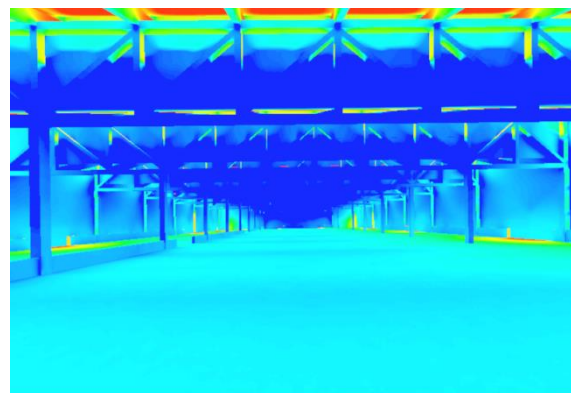
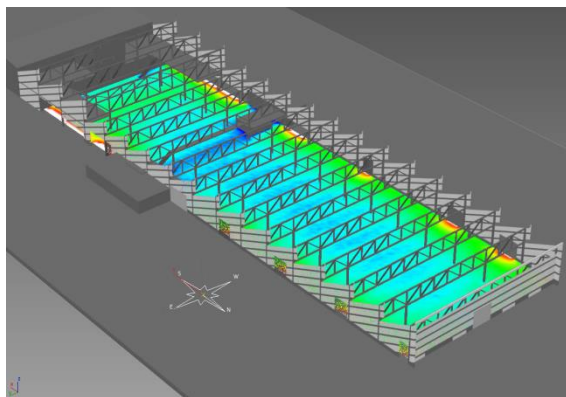


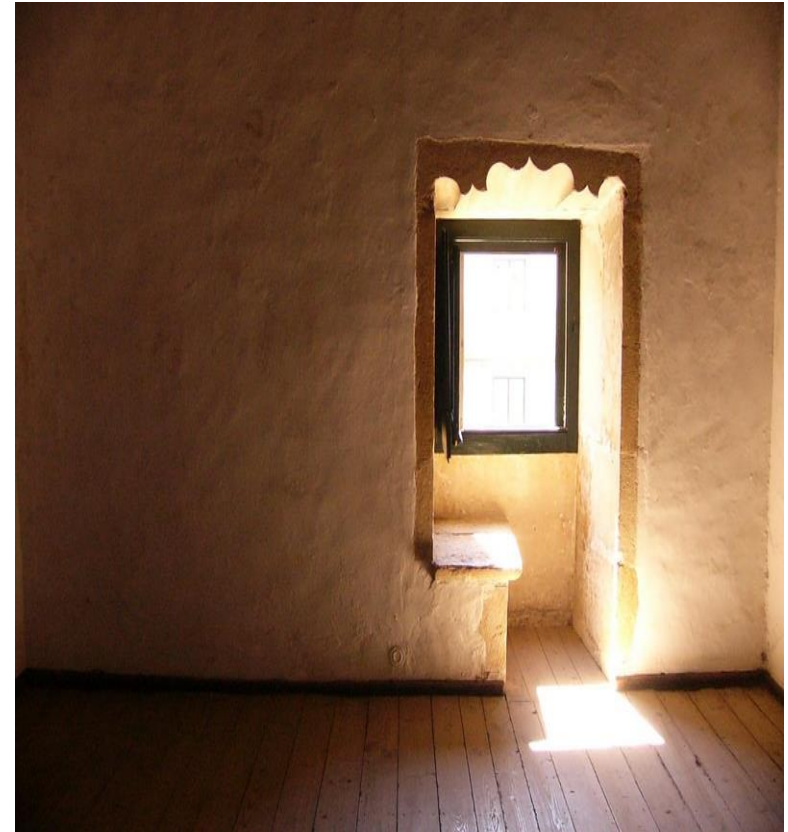
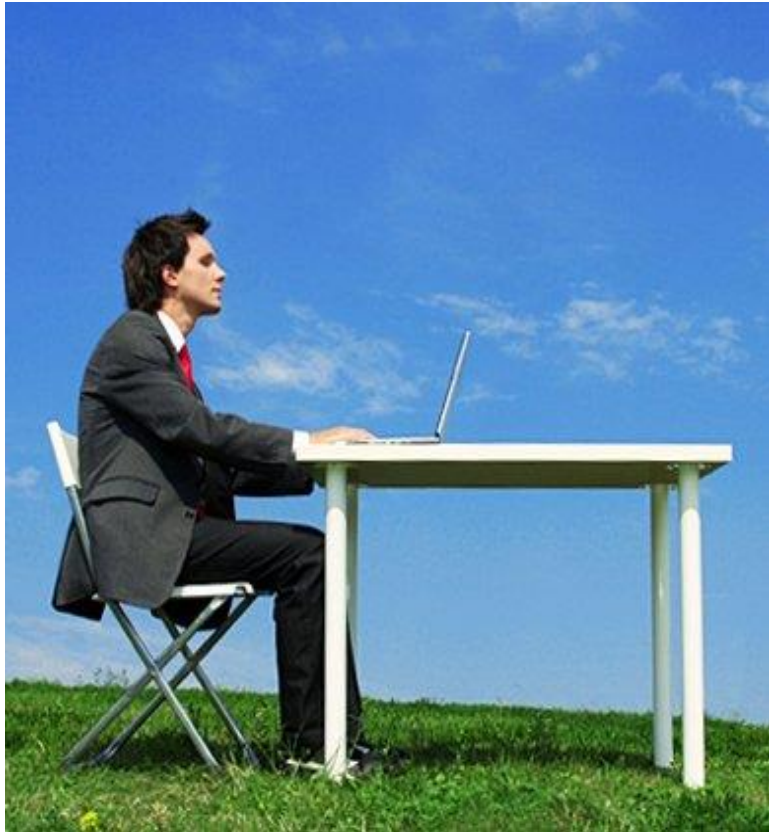
Tageslichtnutzung in Gebäuden

GNI-Sonderanlass, Griesser Aadorf

26.03.2014



- Pro & Kontra Tageslicht
- Kleine Begriffskunde
- Was ist Tageslicht?
- Tageslicht und Wärmelast
- Anforderungen bzgl. Tageslichtnutzung
- Tageslichtquotienten
- Bauliche und Technische Massnahmen
- Nachweis mit Norm oder Simulation?
- Beispiele

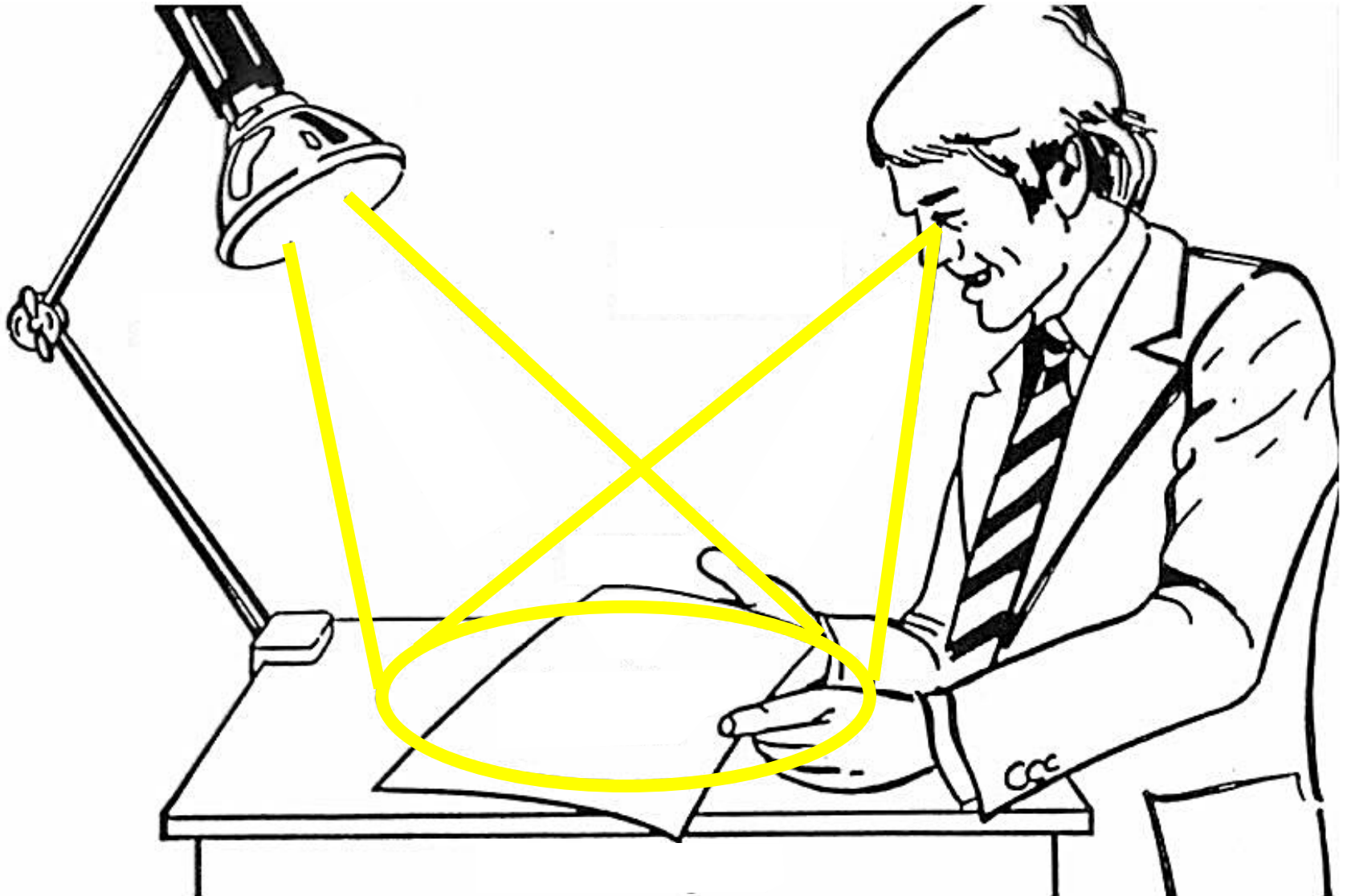


Pro

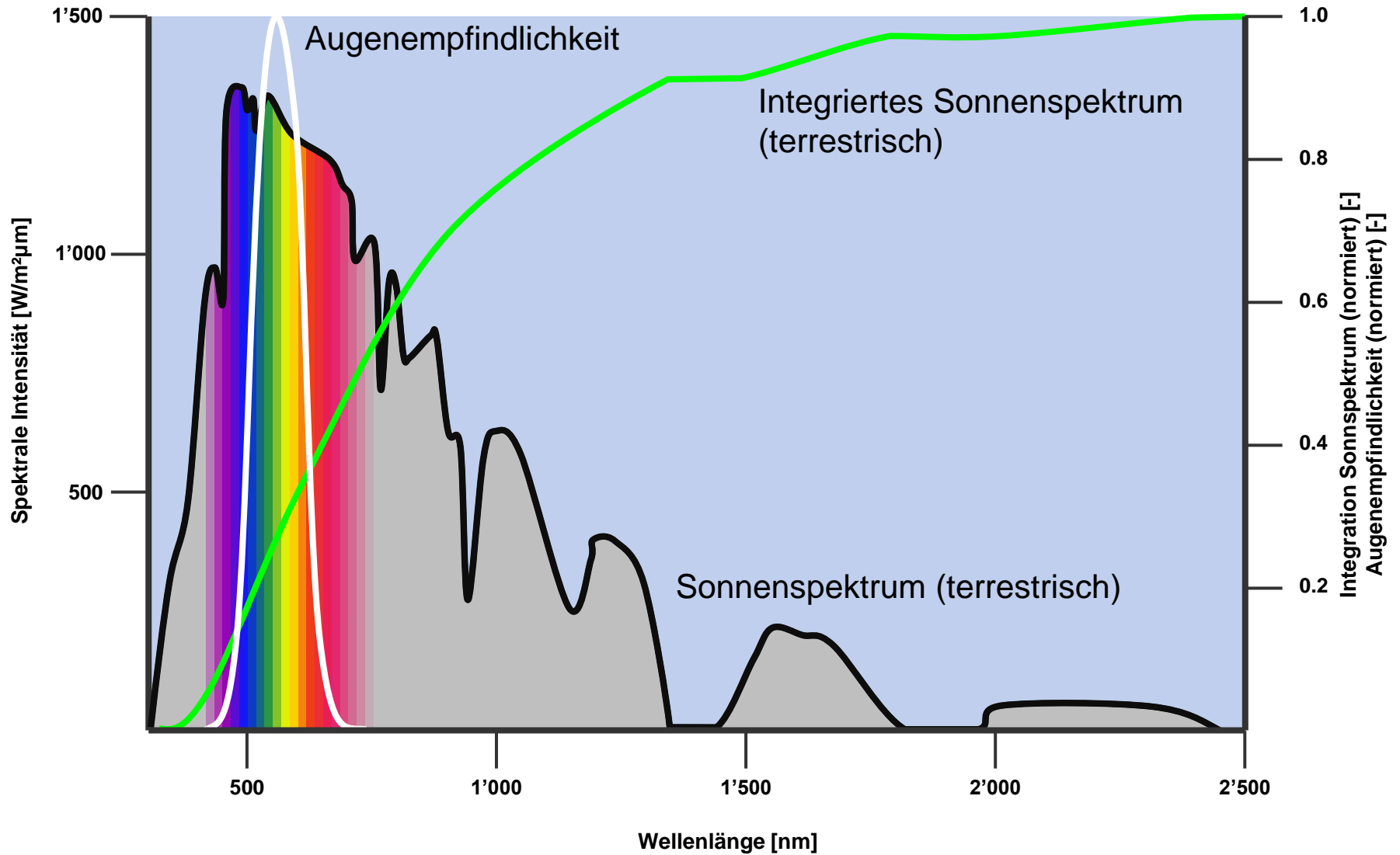
- Menschliches Auge perfekt auf Tageslichtspektrum angepasst
- Keine Energiekosten
- Zu normalen Nutzungszeiten verfügbar
- Sehr gute Effizienz in Bezug auf Wärmeabgabe

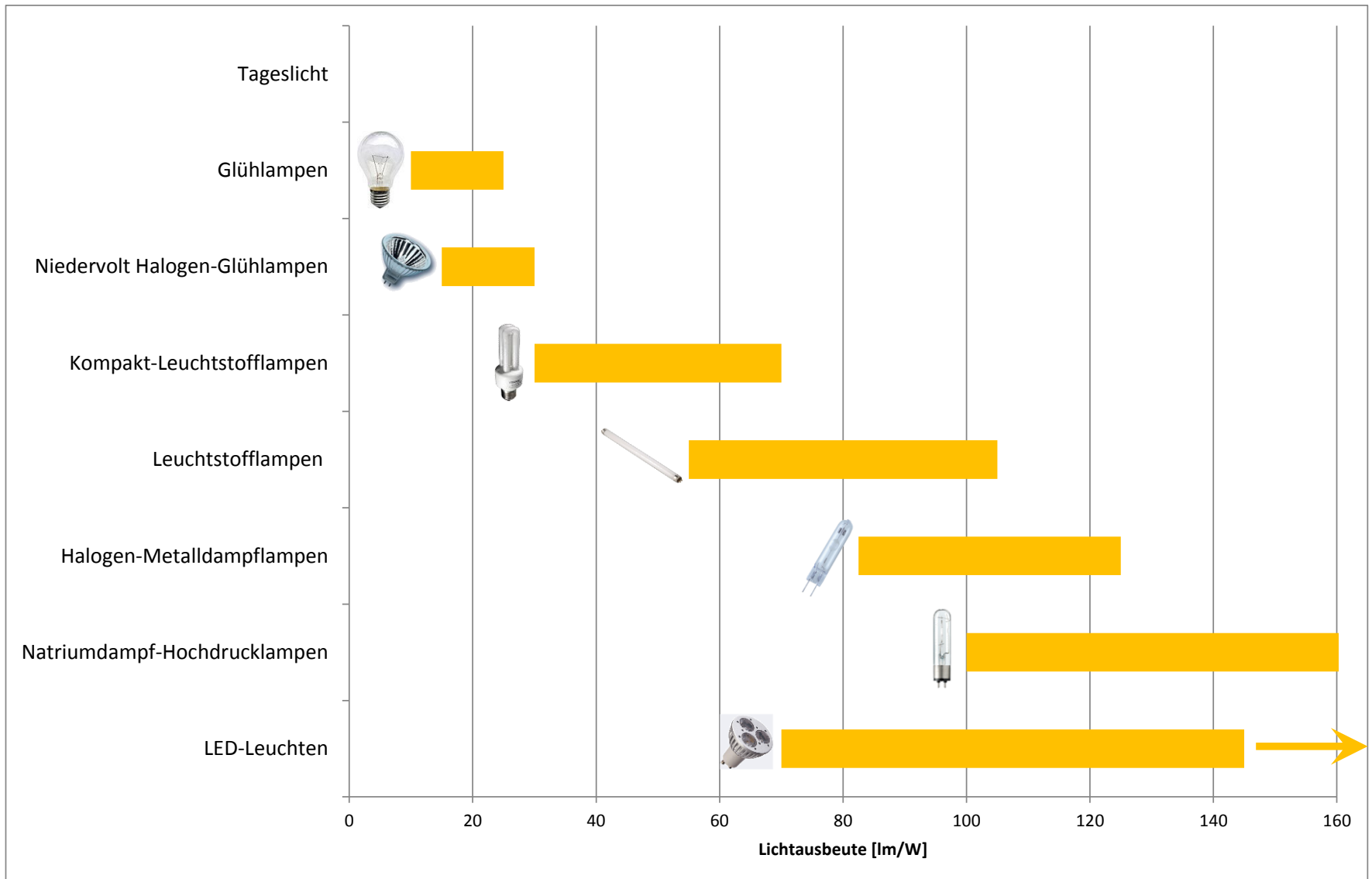
Kontra

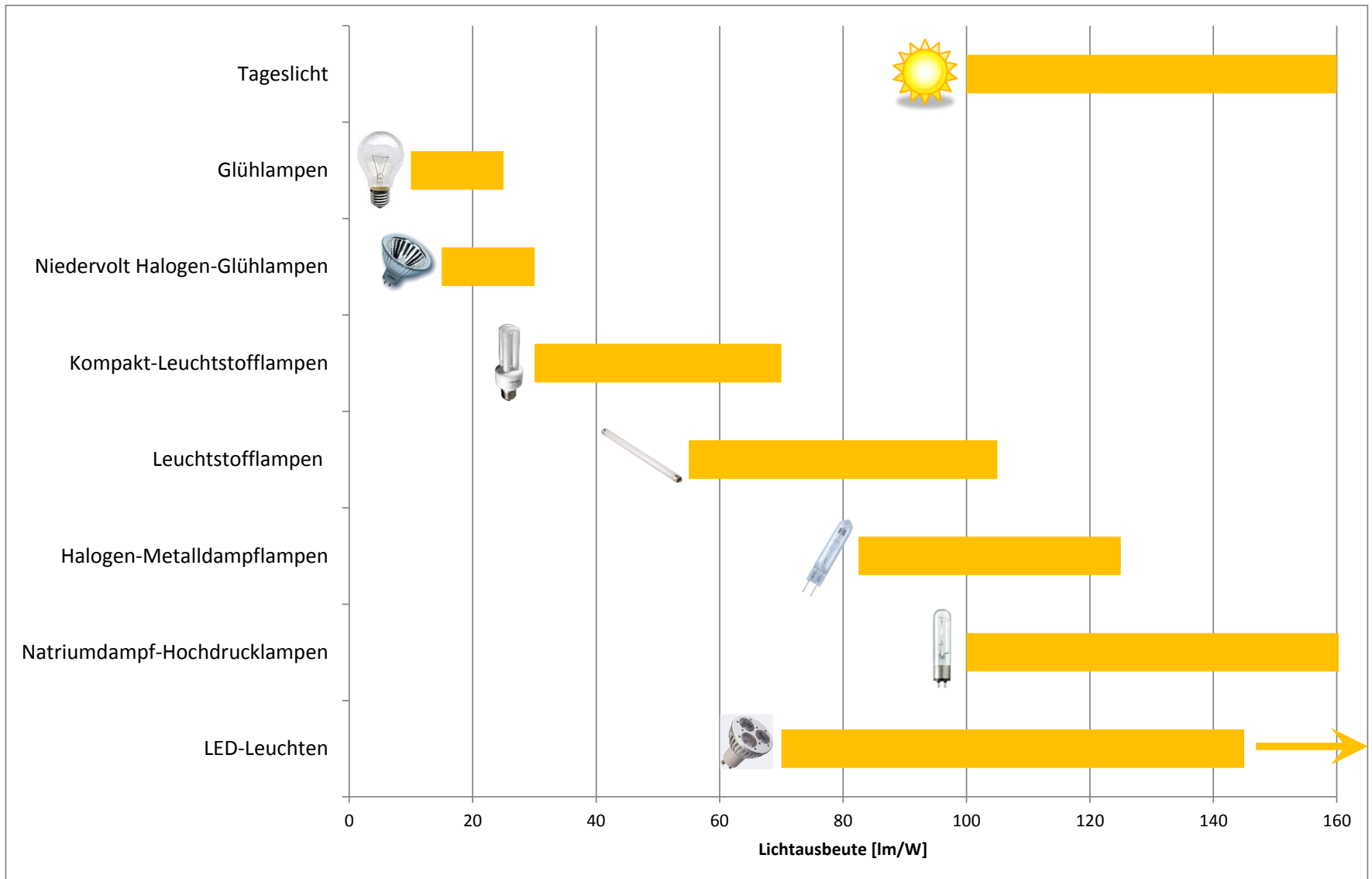
- Erhöhte Gefahr von Blendung
- Überhitzung im Sommer



Bildquelle: Vorlesungsskript Feuchte, Tagelicht Stadtklima Brand; Prof. Dr. Heinrich Manz, 2010







Wegleitung der SECO (Direktion für Arbeit Arbeitsbedingungen, 3003 Bern):

Ausreichende Elektrische Beleuchtung ist zu gewähren.

- Quantitative Mindestvorgaben werden genannt.

Blickkontakt nach aussen ist zu gewährleisten.

- Quantitative Mindestvorgaben werden genannt.

Arbeitsstätten sind grundsätzlich natürlich zu Beleuchten.

Aber

- **Keine** quantitative Anforderung an das Tageslichtangebot.

Anforderungen verschiedener Zertifikate:

MINERGIE®

Minergie-(P-/A-)ECO

Vollaststunden der elektr. Beleuchtung
Grenzwerte



LEED

Tageslichtautonomie o. Beleuchtungsstärke
Punktesystem

breeam

breeam

Tageslichtfaktor: mittlerer, kleinster, gleichförmige Verteilung
Punktesystem



SGNI/DGNB

Tageslichtverfügbarkeit über Tageslichtfaktor
Punktesystem

DIN 5034-1 1999:

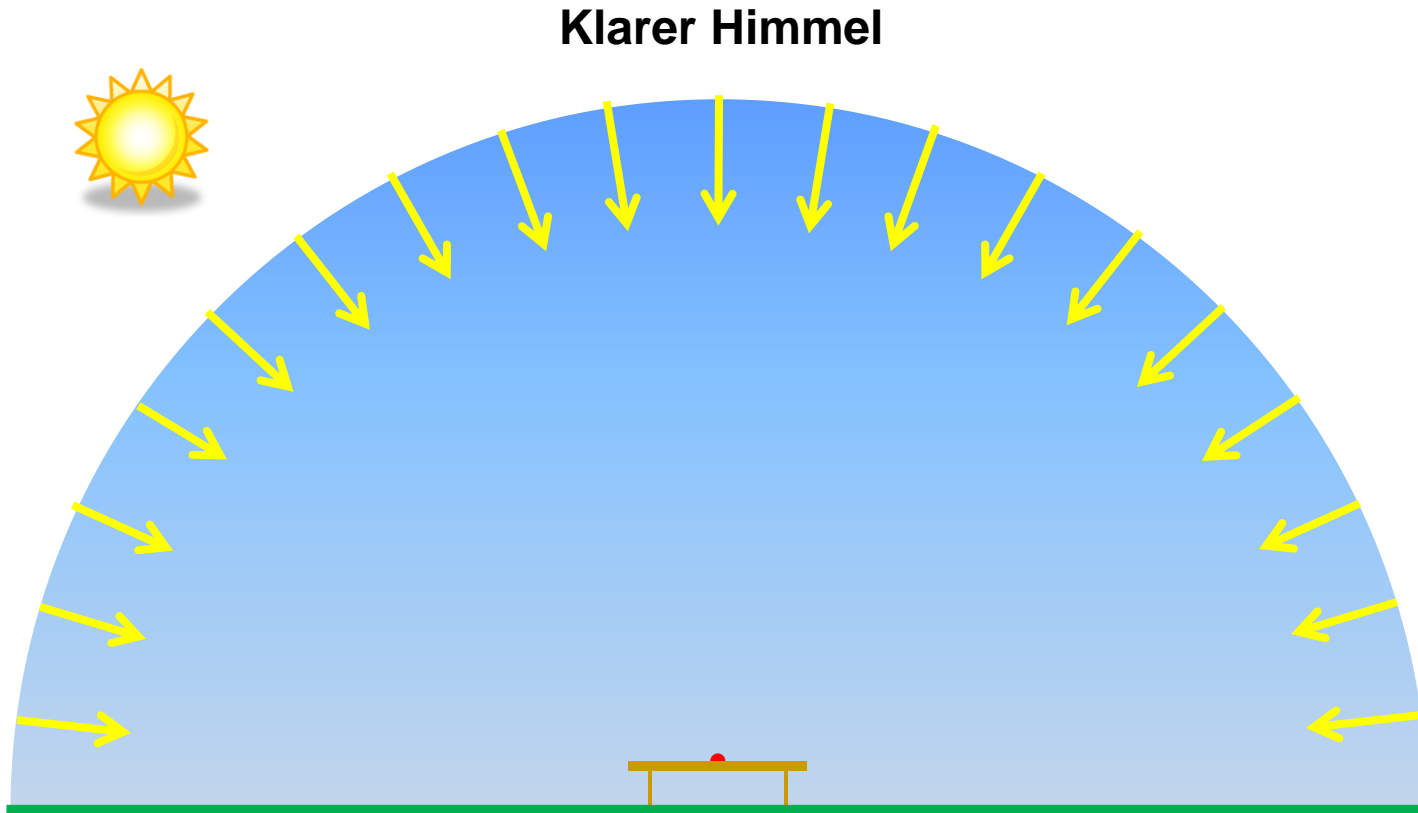
“Tageslichtquotient D (en: Daylight Factor)”

Verhältnis der Beleuchtungsstärke E_p in einem Punkt einer gegebenen Ebene, die durch direktes und/oder indirektes Himmelslicht bei angenommener oder bekannter Leuchtdichteverteilung des Himmels erzeugt wird, zur gleichzeitig vorhandenen Horizontalbeleuchtungsstärke E_a im Freien bei unverbaubarer Himmelshalbkugel.

$$D = \frac{E_a}{E_p} * 100 \text{ in } \%$$

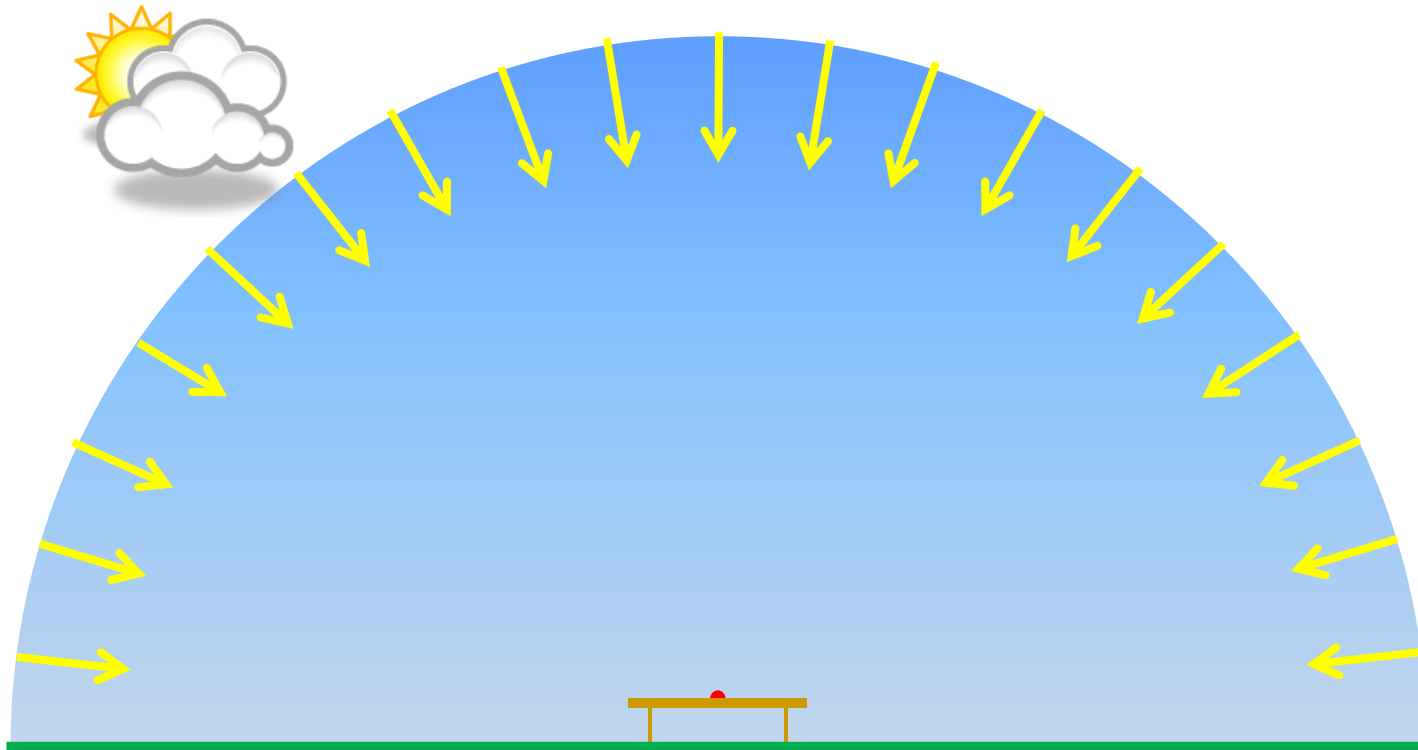
Die durch direktes Sonnenlicht bewirkten Anteile beider Beleuchtungsstärken bleiben unberücksichtigt.

ANMERKUNG: Einflüsse der Verglasung, der Verschmutzung und der Versprossung sind eingeschlossen. Für den Anwendungsbereich nach dieser Norm gilt der Tageslichtquotient für die Beleuchtung durch den bedeckten Himmel [1]. In diesem Fall ist der Tageslichtquotient für jeden Raumpunkt eine konstante Grösse.”



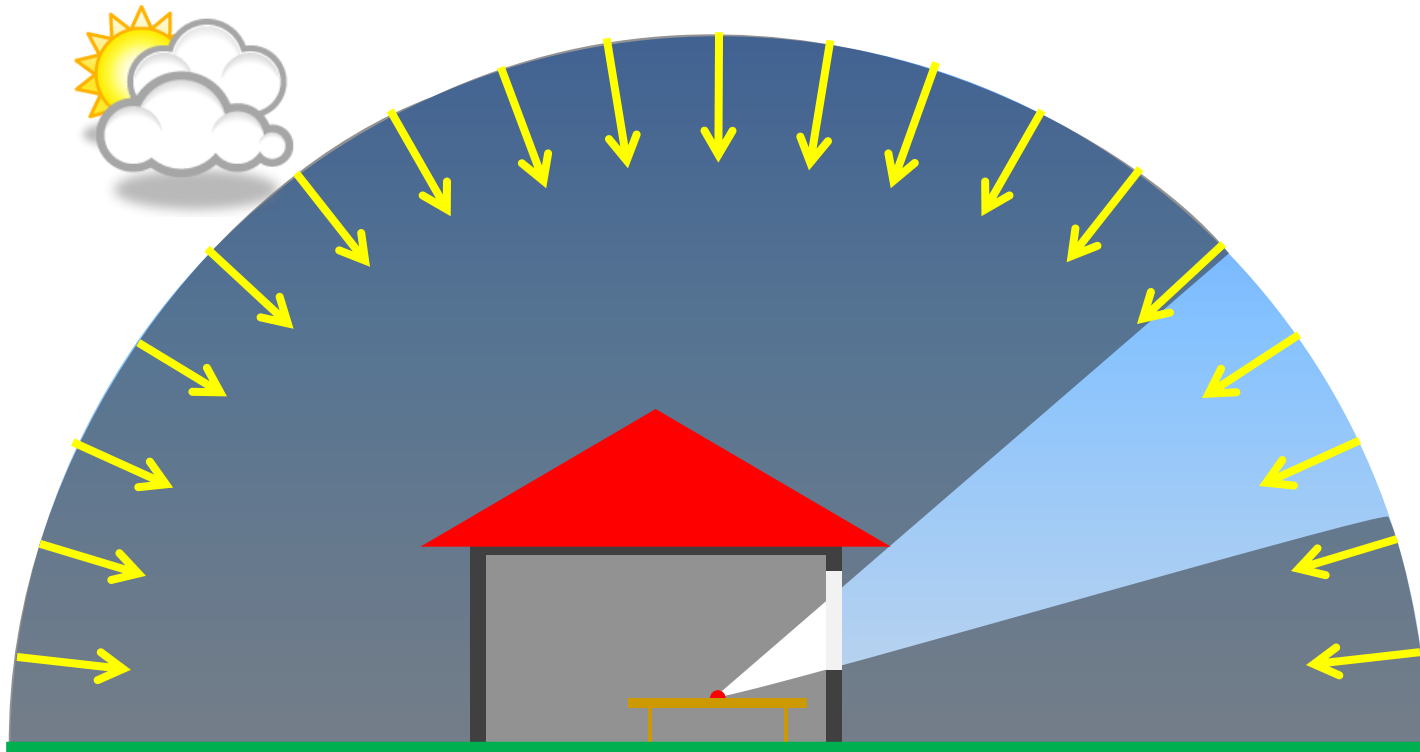
Messpunkt:	$E_p = E_a$	bis 100'000 lx
davon:	$E_{a, \text{Sonne}}$	bis 80'000 lx
	$E_{a, \text{Himmel}}$	bis 20'000 lx

Bedeckter Himmel nach CIE



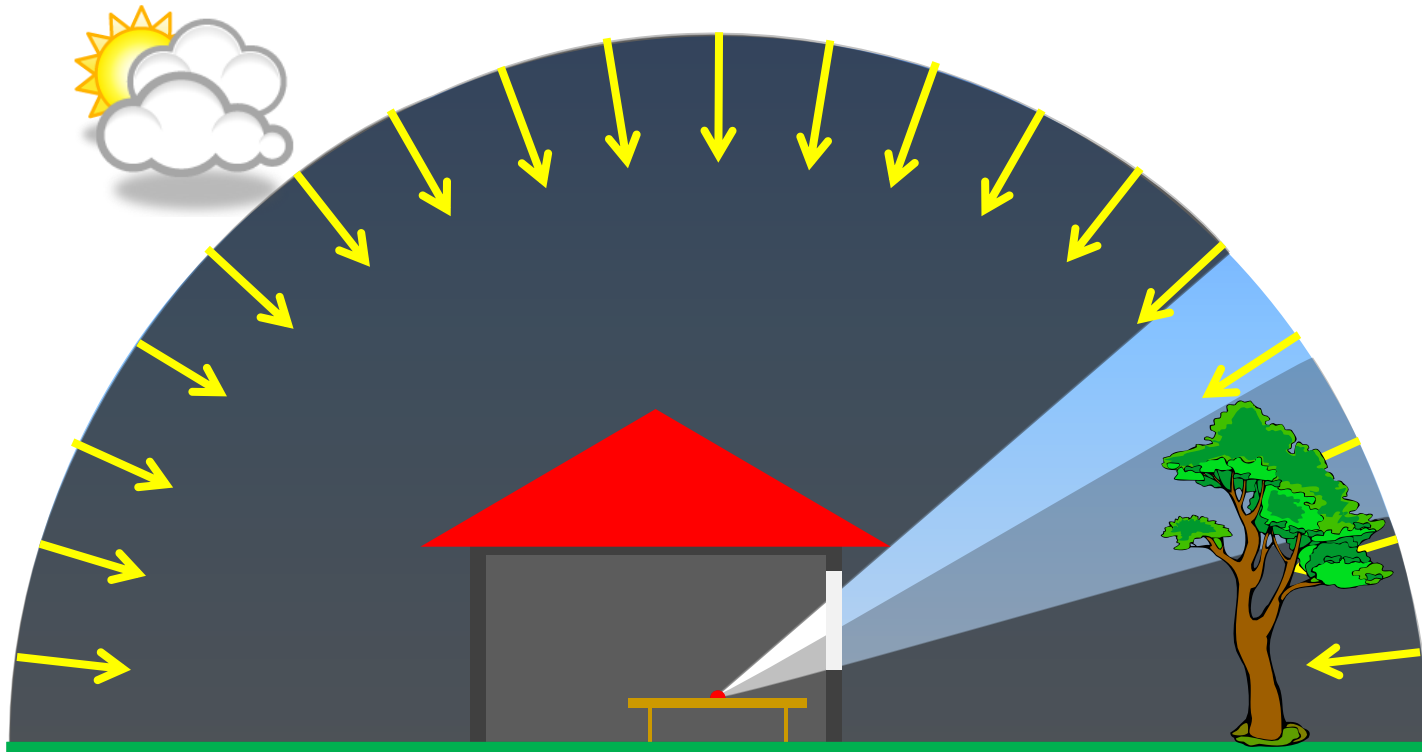
Messpunkt: $E_p = 10'000 \text{ lx}$
 davon: $E_{a, \text{ Sonne}} = 10'000 \text{ lx}$
 $E_{a, \text{ Himmel}} = 90'000 \text{ lx}$

Beispiel einer Messung



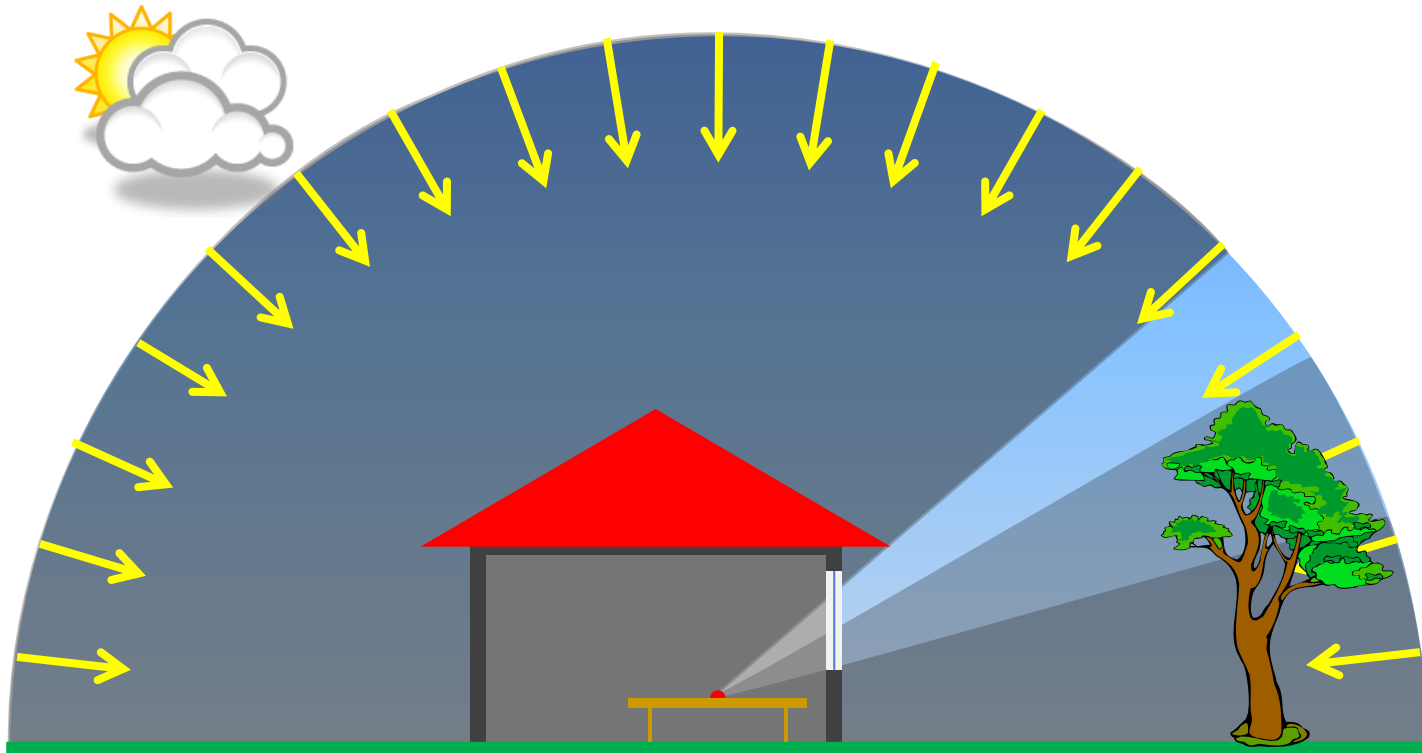
Messpunkt: $E_p = 700 \text{ lx}$
 $E_a = 10'000 \text{ lx}$
 $D = 7.0 \%$

Verdichtungs- und Verschattungseffekte



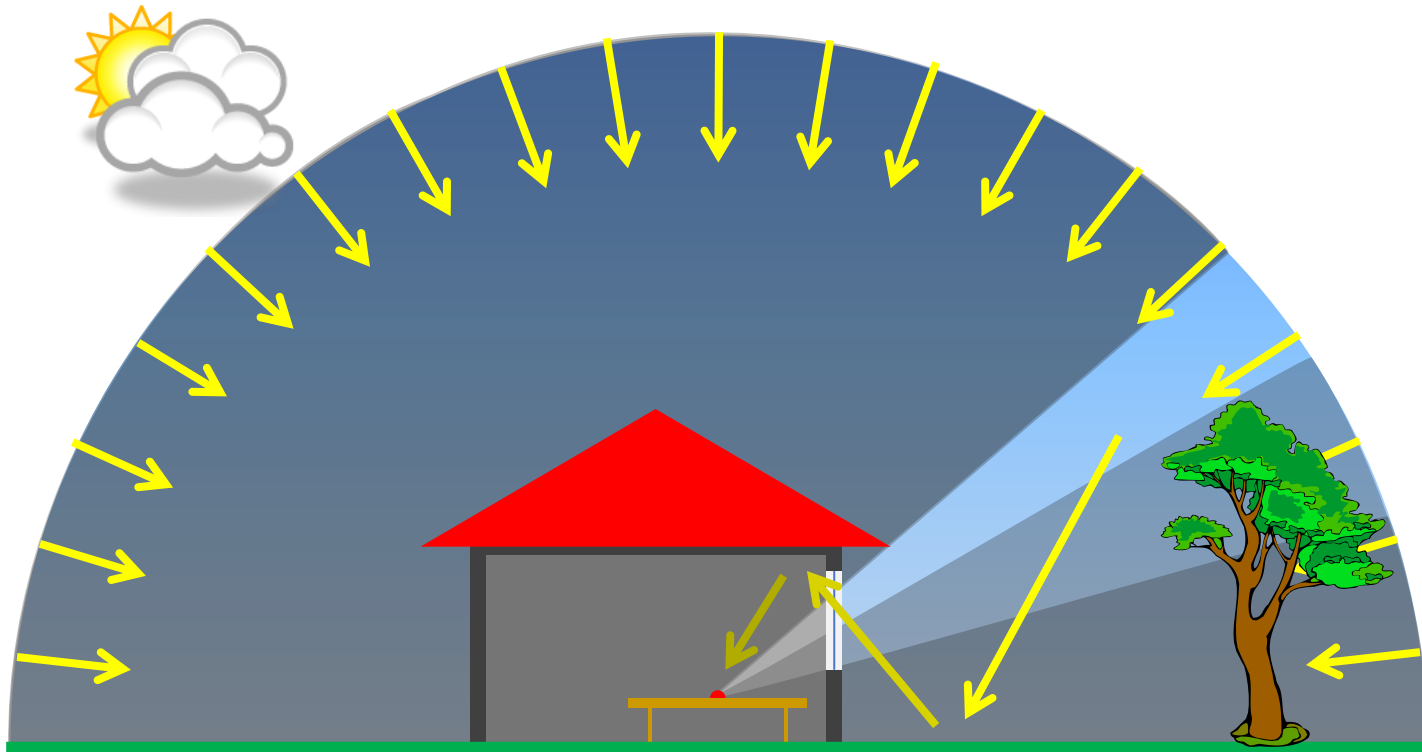
Messpunkt: $E_p = 700 \text{ lx}$
 $E_a = 10'000 \text{ lx}$
 $D = 7.0 \%$

Verschattungsgleichung



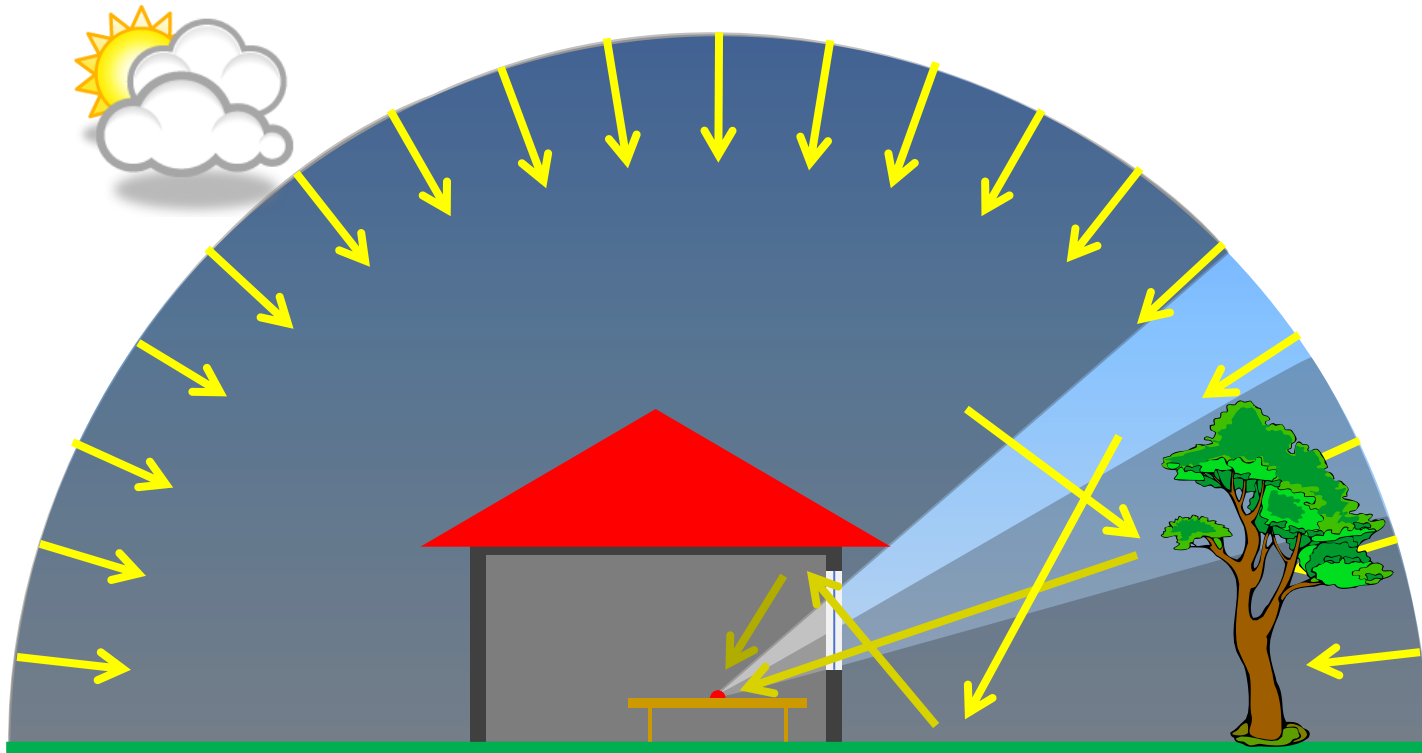
Messpunkt: $E_p = 220 \text{ lx}$
 $E_a = 10'000 \text{ lx}$
 $D = 2.2 \%$

Einfluss der Verglasung



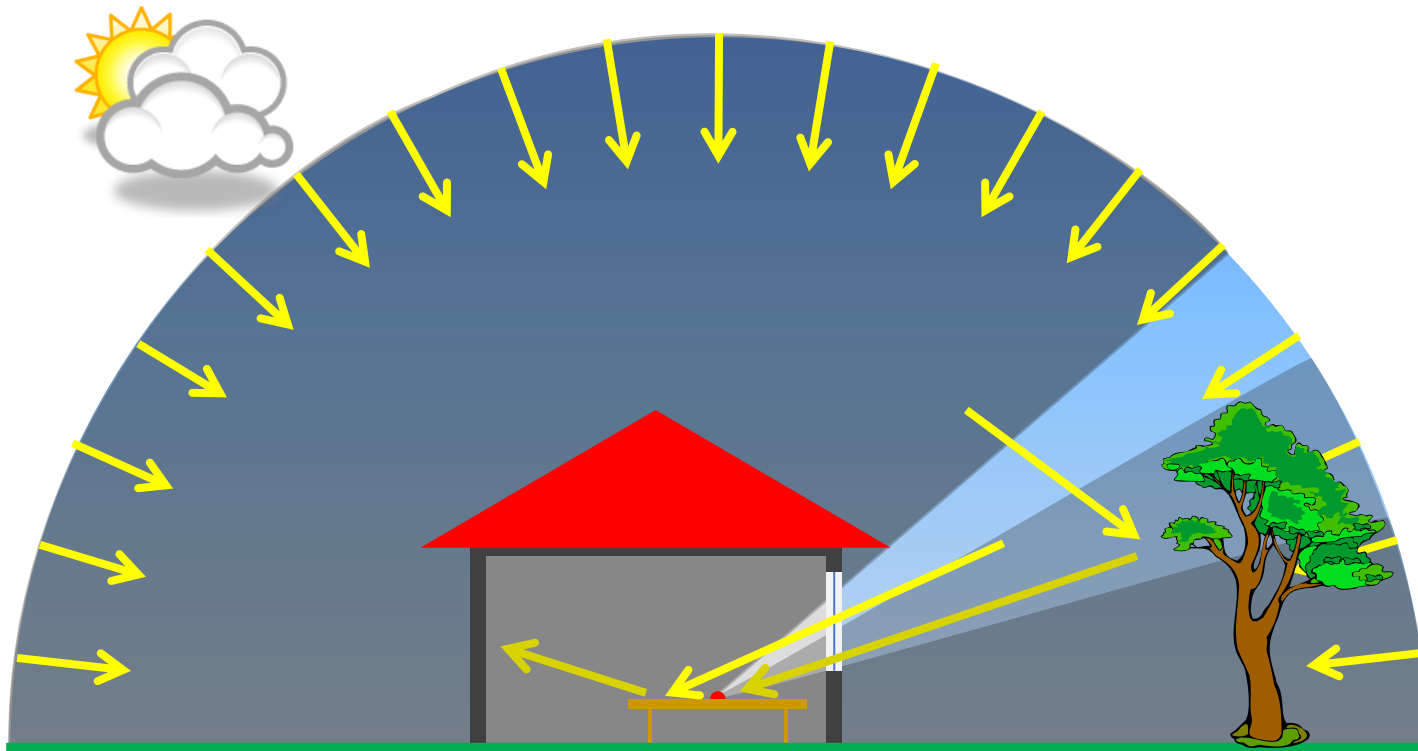
Messpunkt: $E_p = 280 \text{ lx}$
 $E_a = 10'000 \text{ lx}$
 $D = 2.8 \%$

Reflexion in der Umgebung



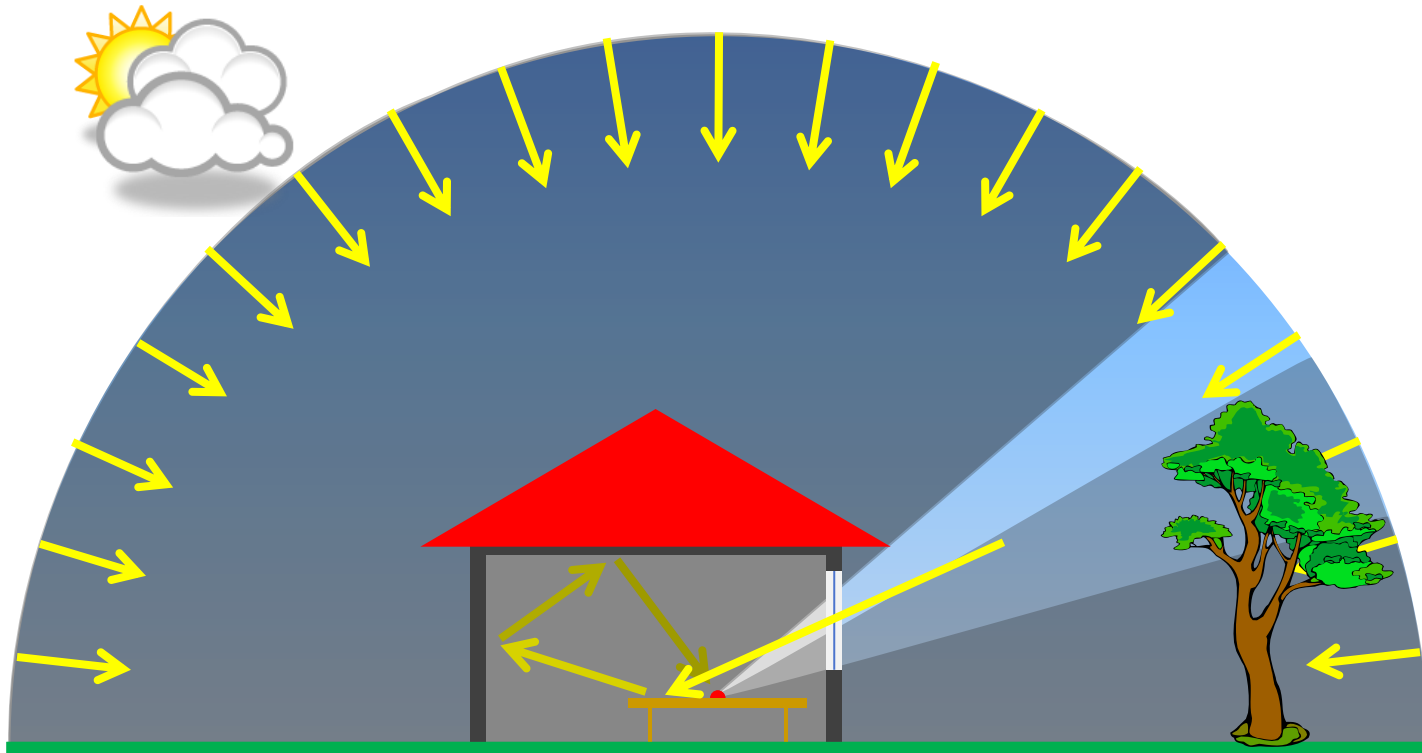
Messpunkt: $E_p = 320 \text{ lx}$
 $E_a = 10'000 \text{ lx}$
 $D = 3.2 \%$

Reflexion der Umgebung



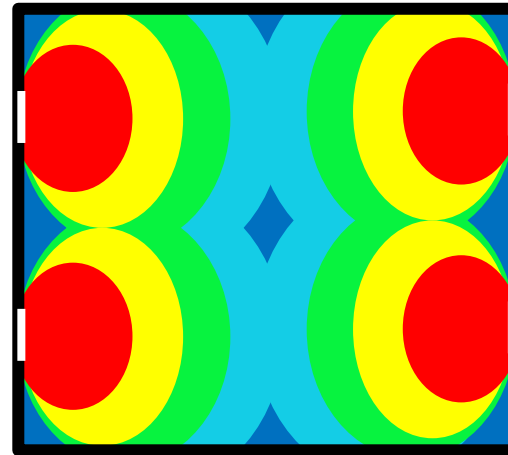
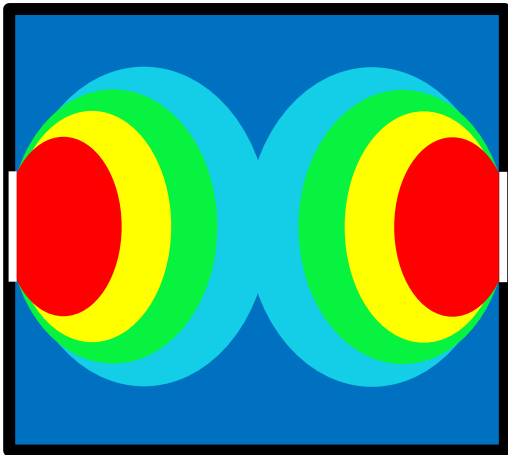
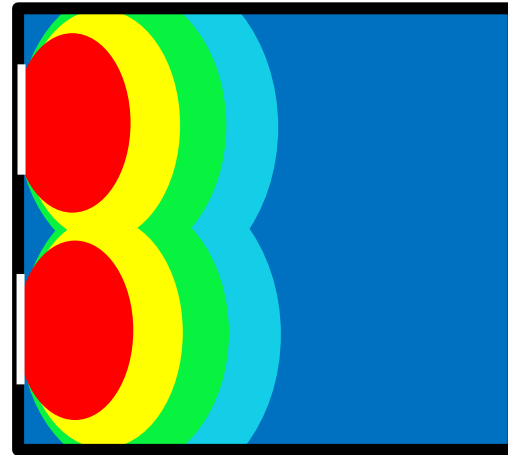
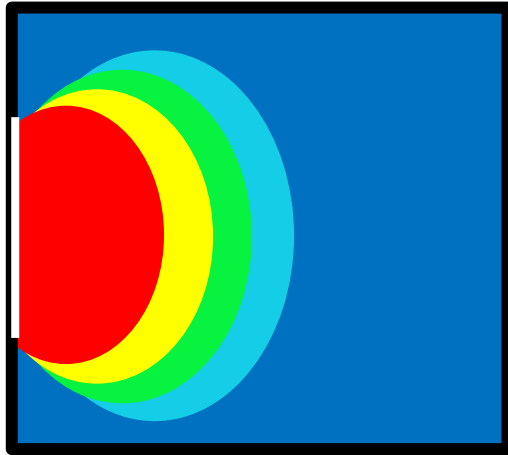
Messpunkt: $E_p = 320 \text{ lx}$
 $E_a = 10'000 \text{ lx}$
 $D = 3.2 \%$

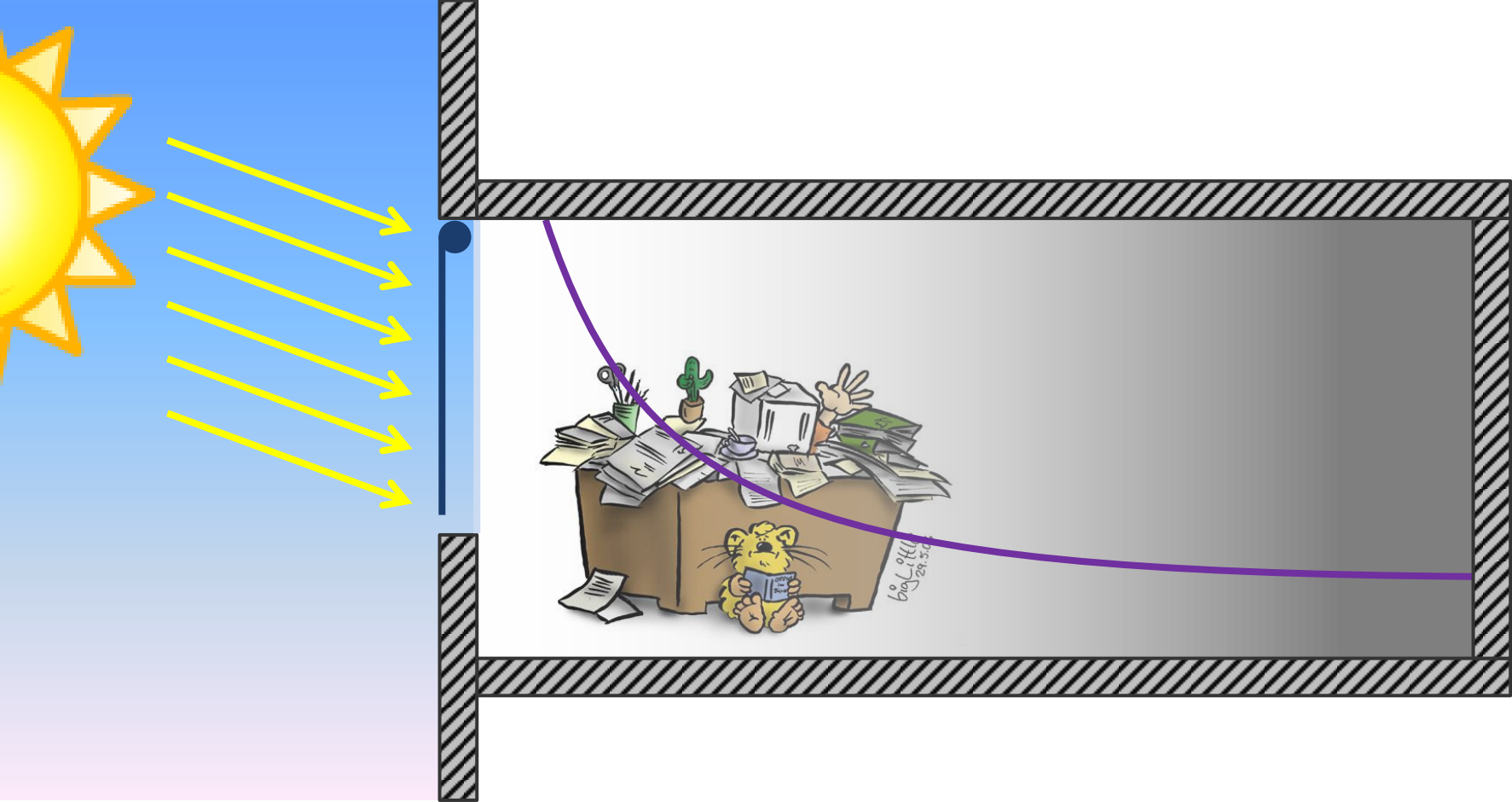
Innenreflexion

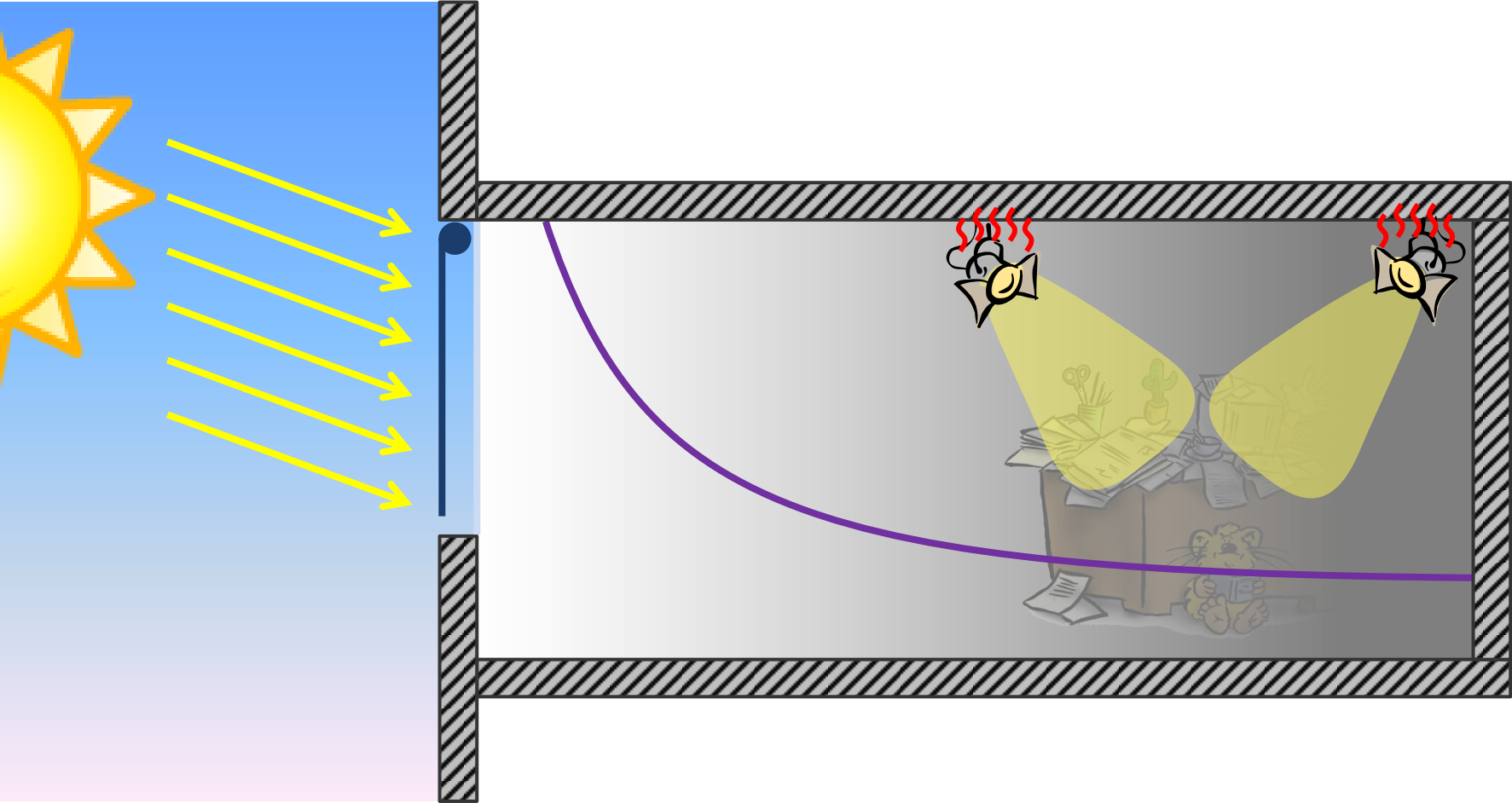


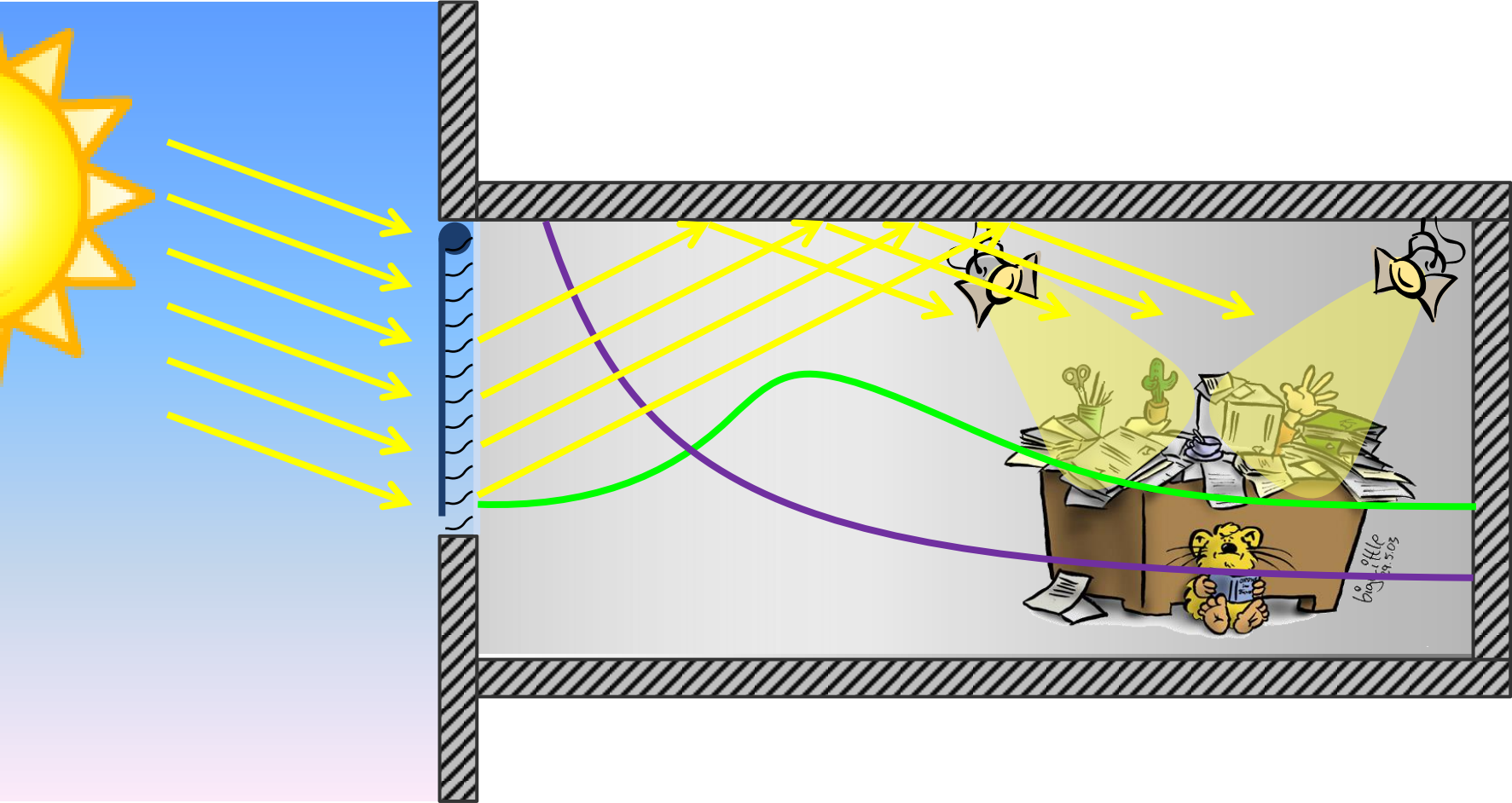
Messpunkt: $E_p = 400 \text{ lx}$
 $E_a = 10'000 \text{ lx}$
 $D = 4.0 \%$

Anhaltswerte für den Tageslichtquotienten D_m nur Seitenlicht, nur Wärmeschutzfenster, ohne Beschattung, ohne Verbauung		
Einschätzung	Fenster- zu Bodenfläche [-]	Tageslichtquotient D_m [%]
sehr helle Räume	0.30 – 0.50	6.0
helle Räume	0.15 – 0.30	3.0
mittelhelle Räume	0.10 - 0.15	1.0
Tageslicht nur in fensternahen Zonen	< 0.10	0.5
kein Tageslicht	0.00	0.0











Anforderungen verschiedener Zertifikate:

MINERGIE®

Minergie-(P-/A-)ECO

Vollaststunden der elektr. Beleuchtung

Grenzwerte, Nachweis basierend auf SIA 380/4



LEED

Tageslichtautonomie o. Beleuchtungsstärke

Punktesystem, Nachweis mit Simulation

breeam

breeam

Tageslichtfaktor: mittlerer, kleinster, gleichförmige Verteilung

Punktesystem, Nachweis mit Simulation

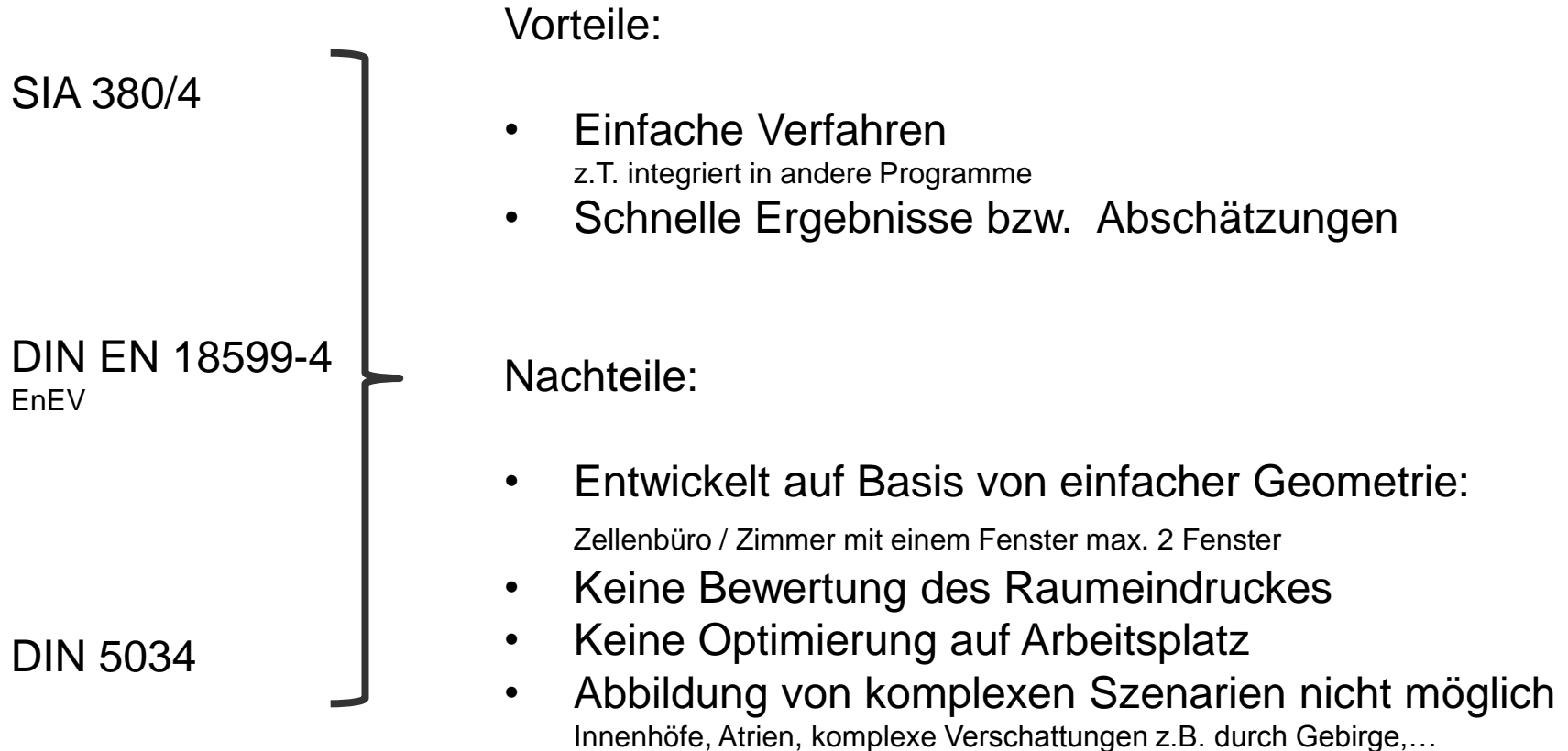


SGNI/DGNB

Tageslichtverfügbarkeit über Tageslichtfaktor

Punktesystem, Nachweis mit Simulation u. Normen

Bewertung des Tageslichtes nach Norm:



Bewertung des Tageslichtes mittels Simulation

3dsMax

Radiance

Relux

Dialux

Rayfront

Lumen Designer

AGi32

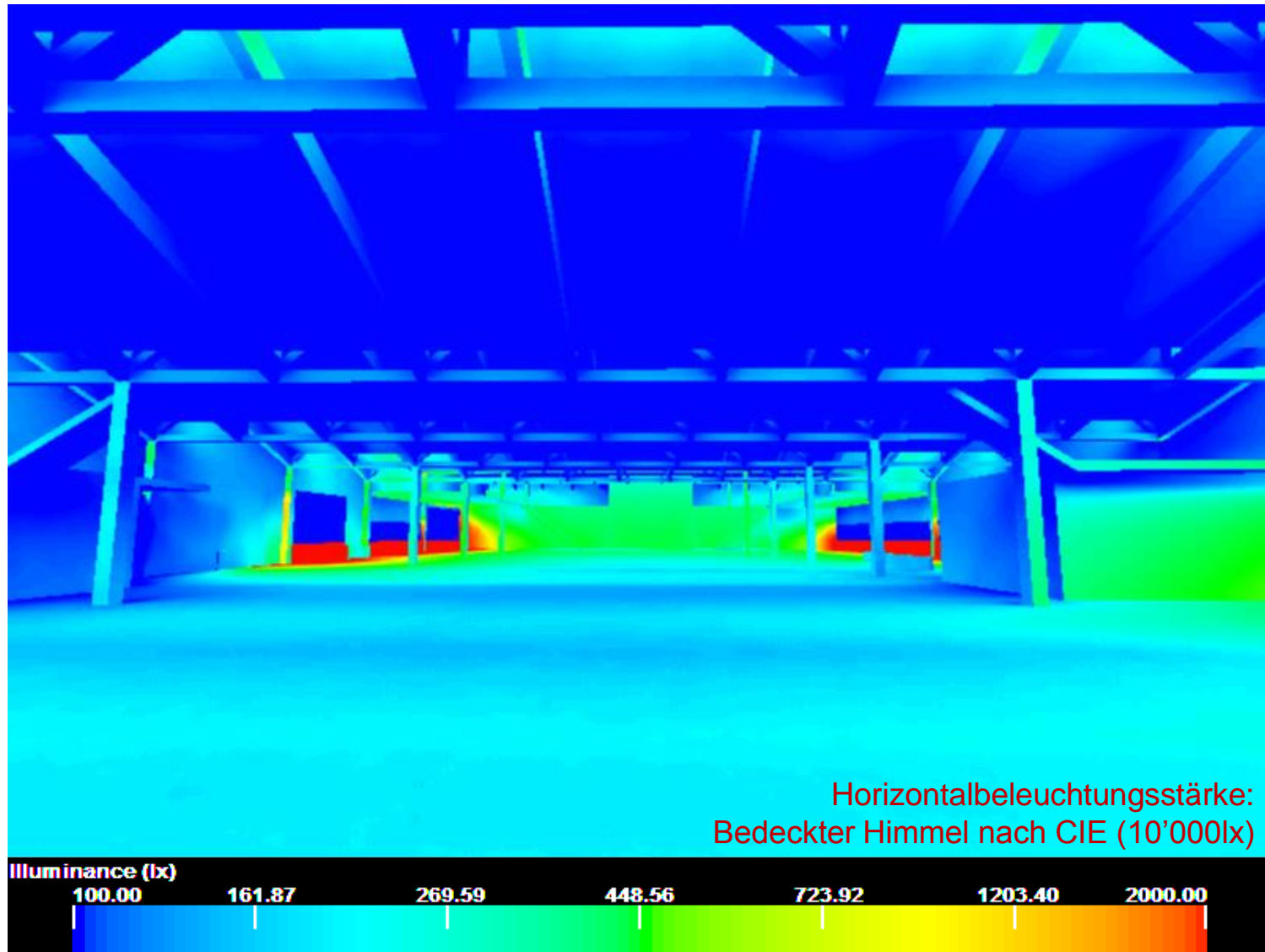
...

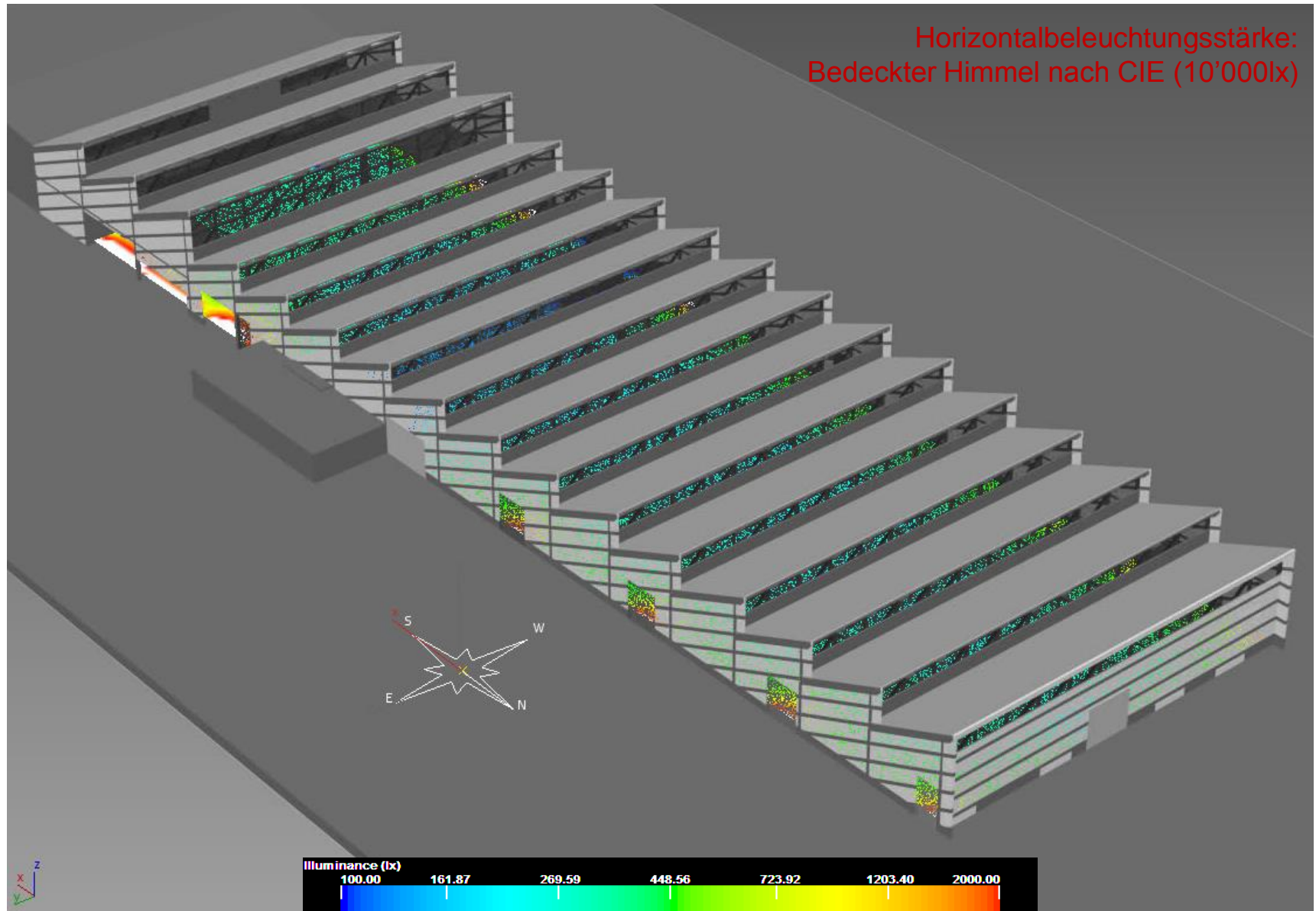
Vorteile:

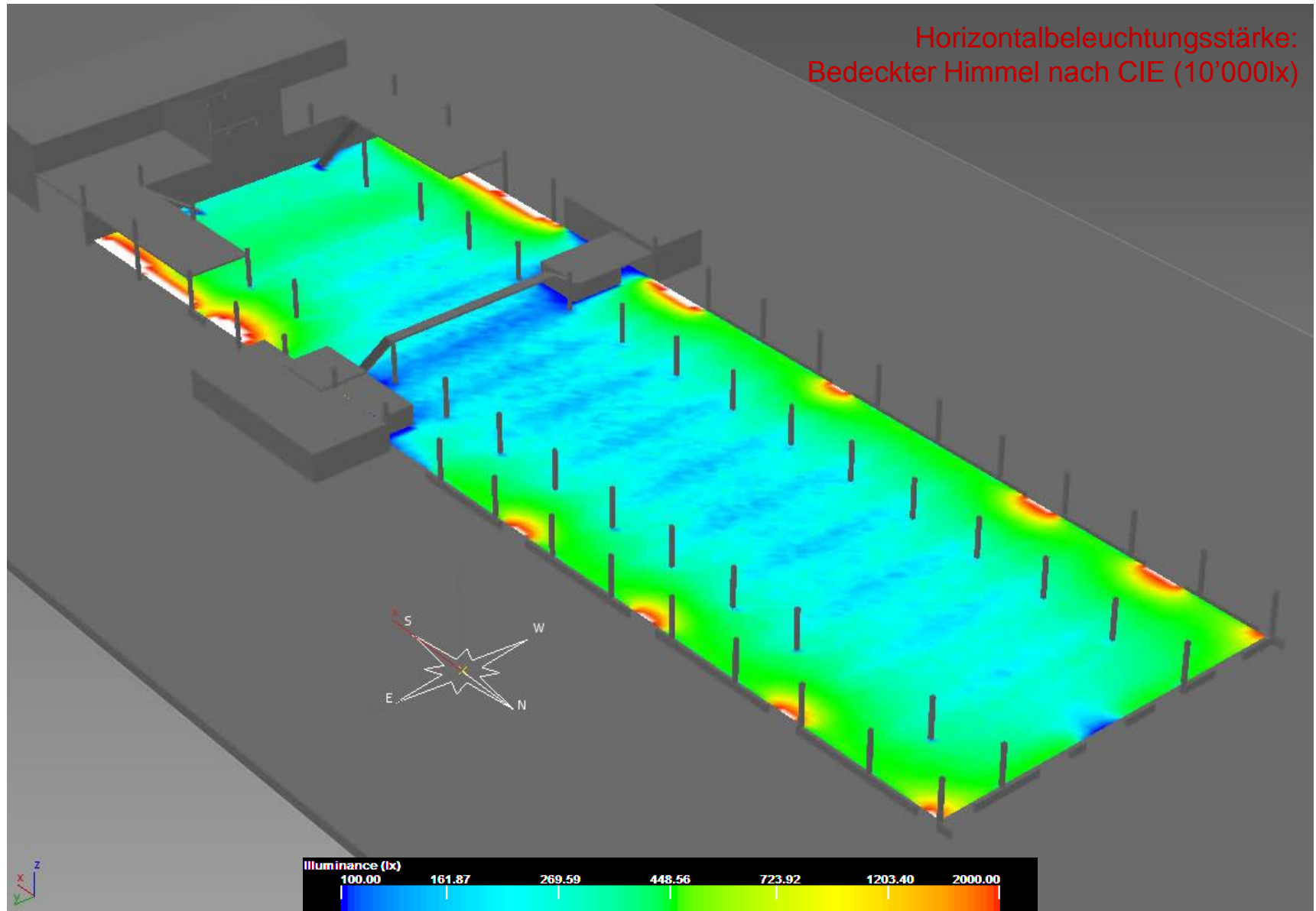
- Detaillierte Auswertung / Statistiken
- Visuelle Darstellung der Ergebnisse
- Abbildung komplexer Szenarien
je nach Software unterschiedlich Detailtiefe
- Bewertung bei Diffus- u. Direktstrahlung

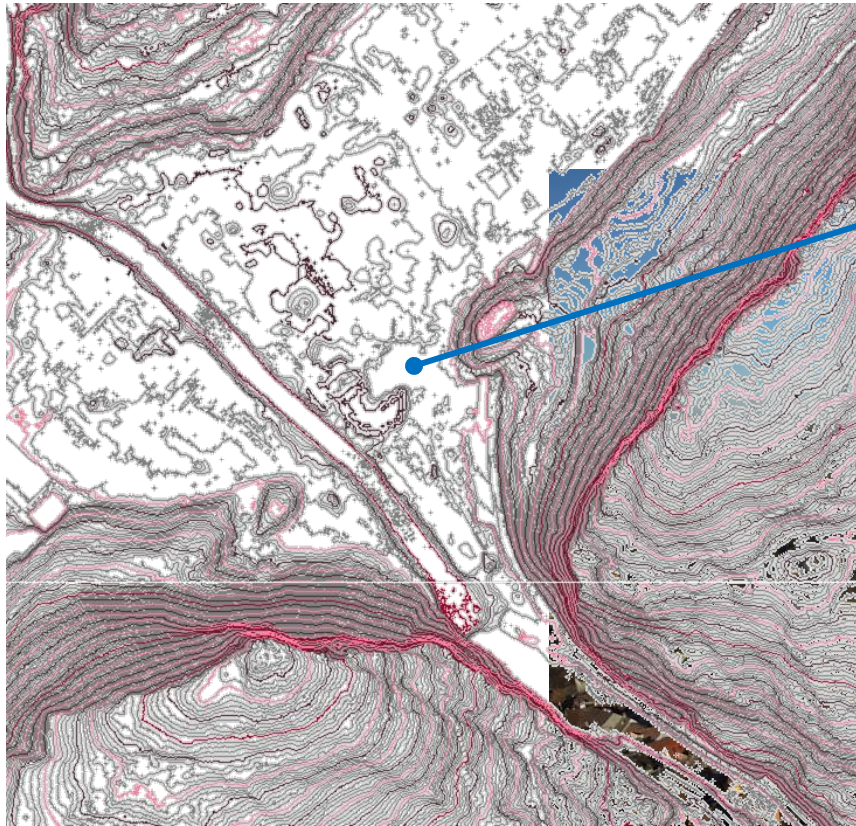
Nachteile:

- Hoher Eingabeaufwand
- Keine/wenige Schnittstellen zu anderer Simulationssoftware
- Oft nachträgliche Aufarbeitung der Ergebnisse nötig
unterschiedliche Anforderungen der jeweiligen Zertifizierungssysteme



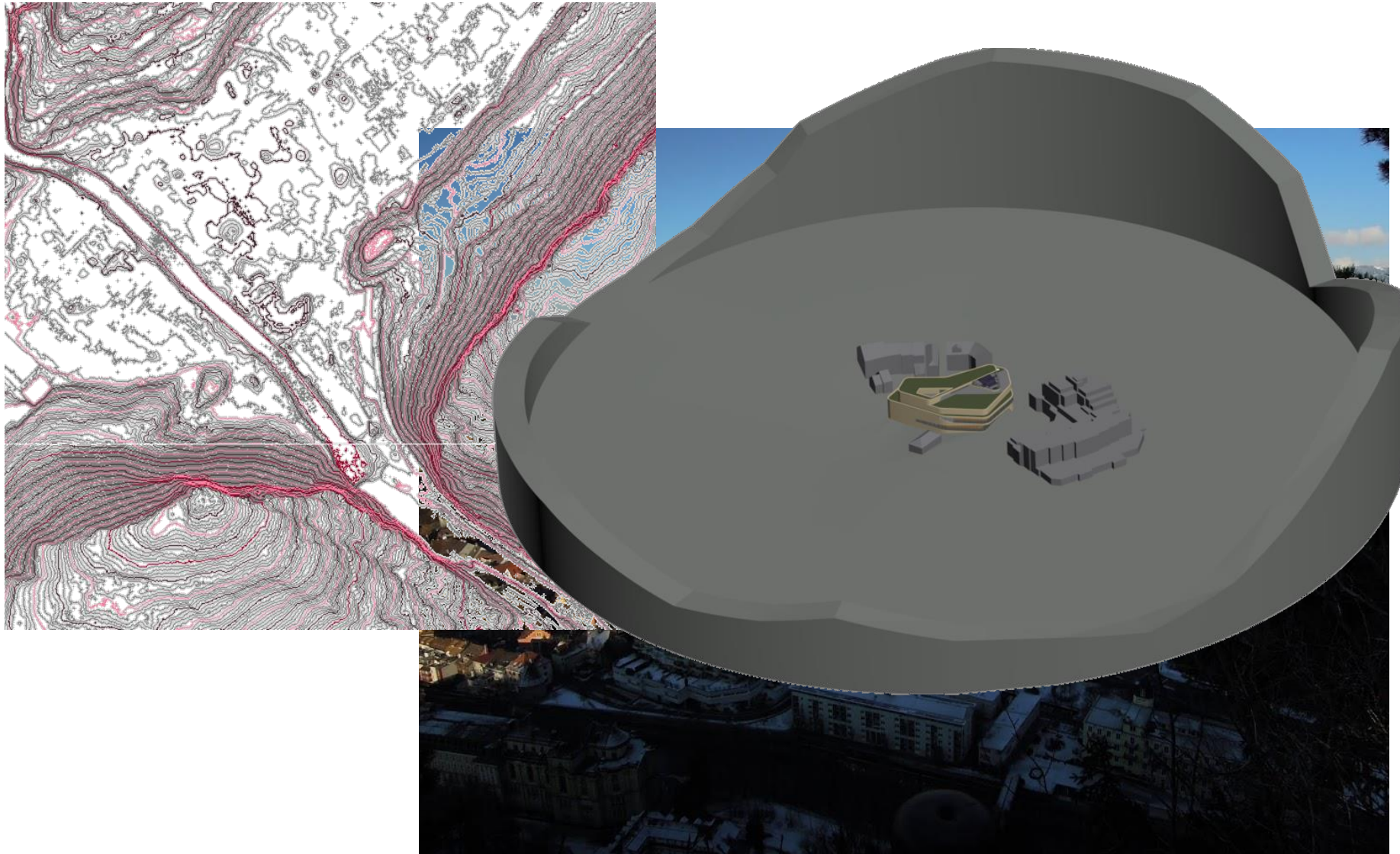




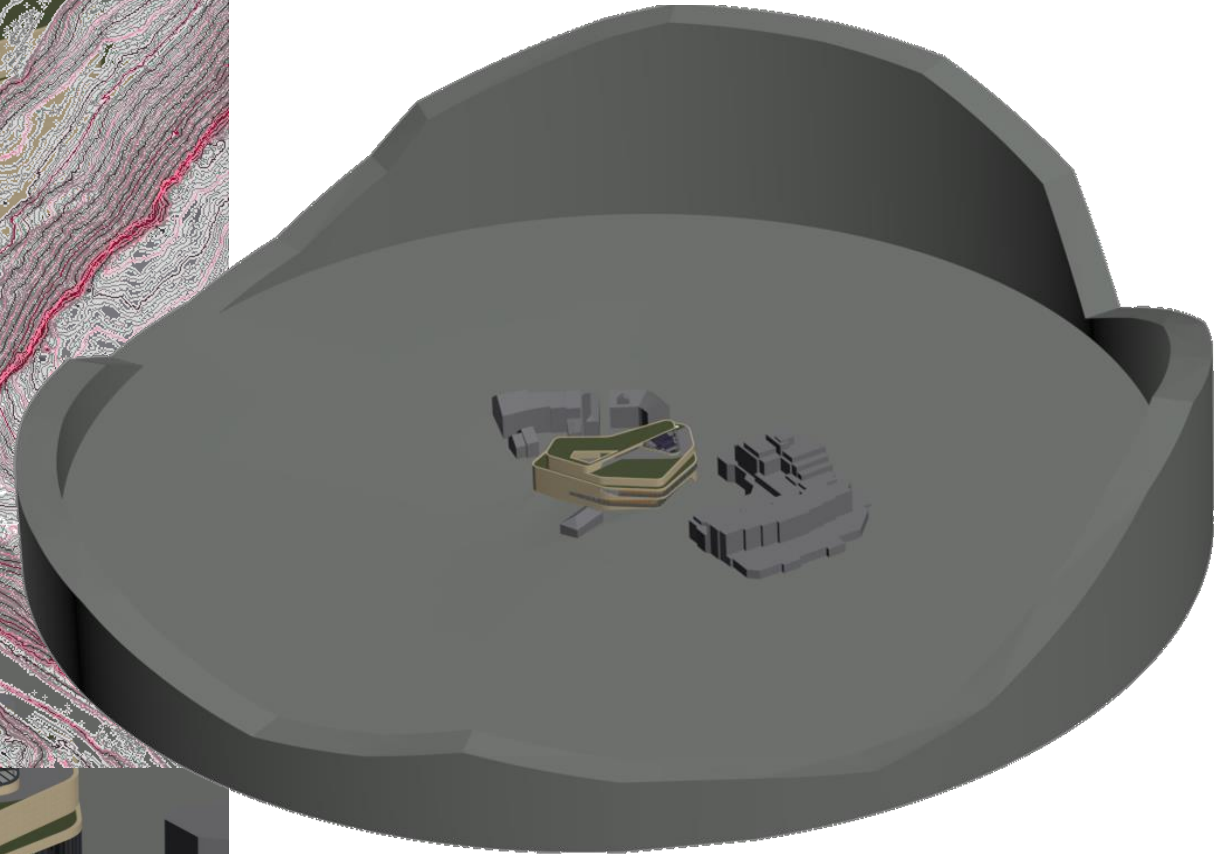
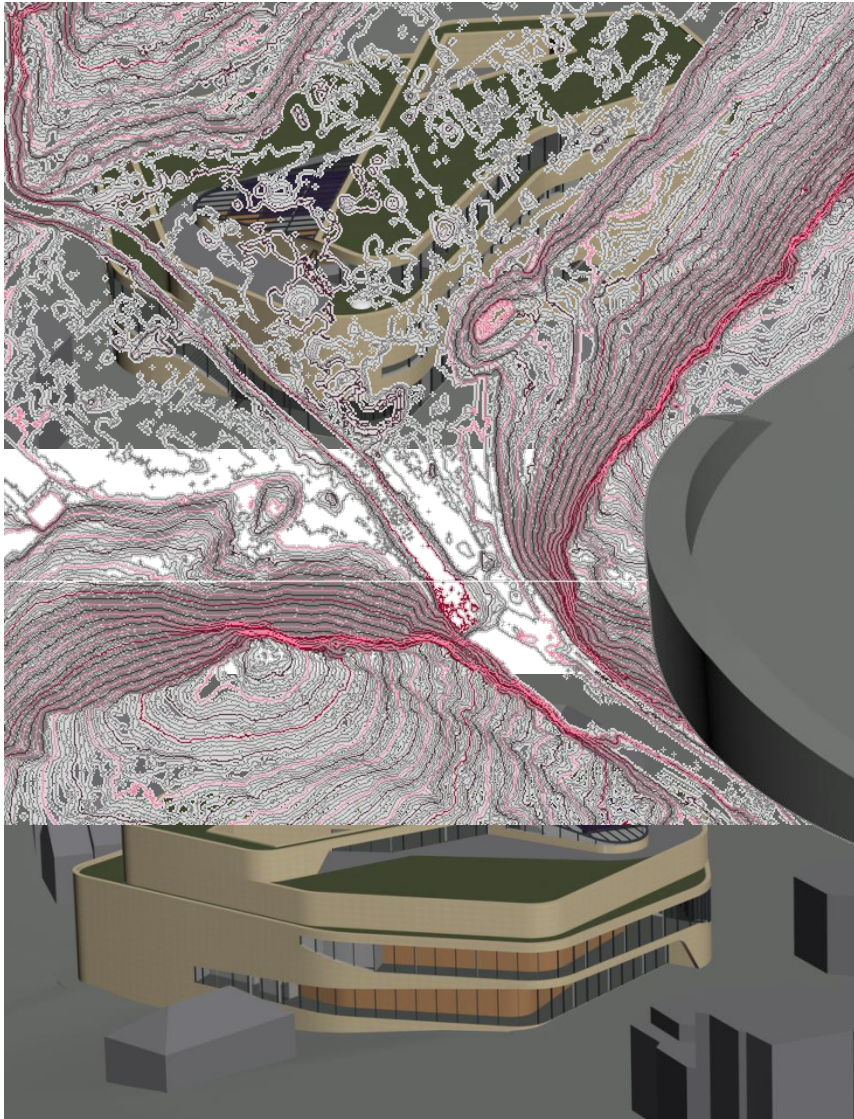


Standort

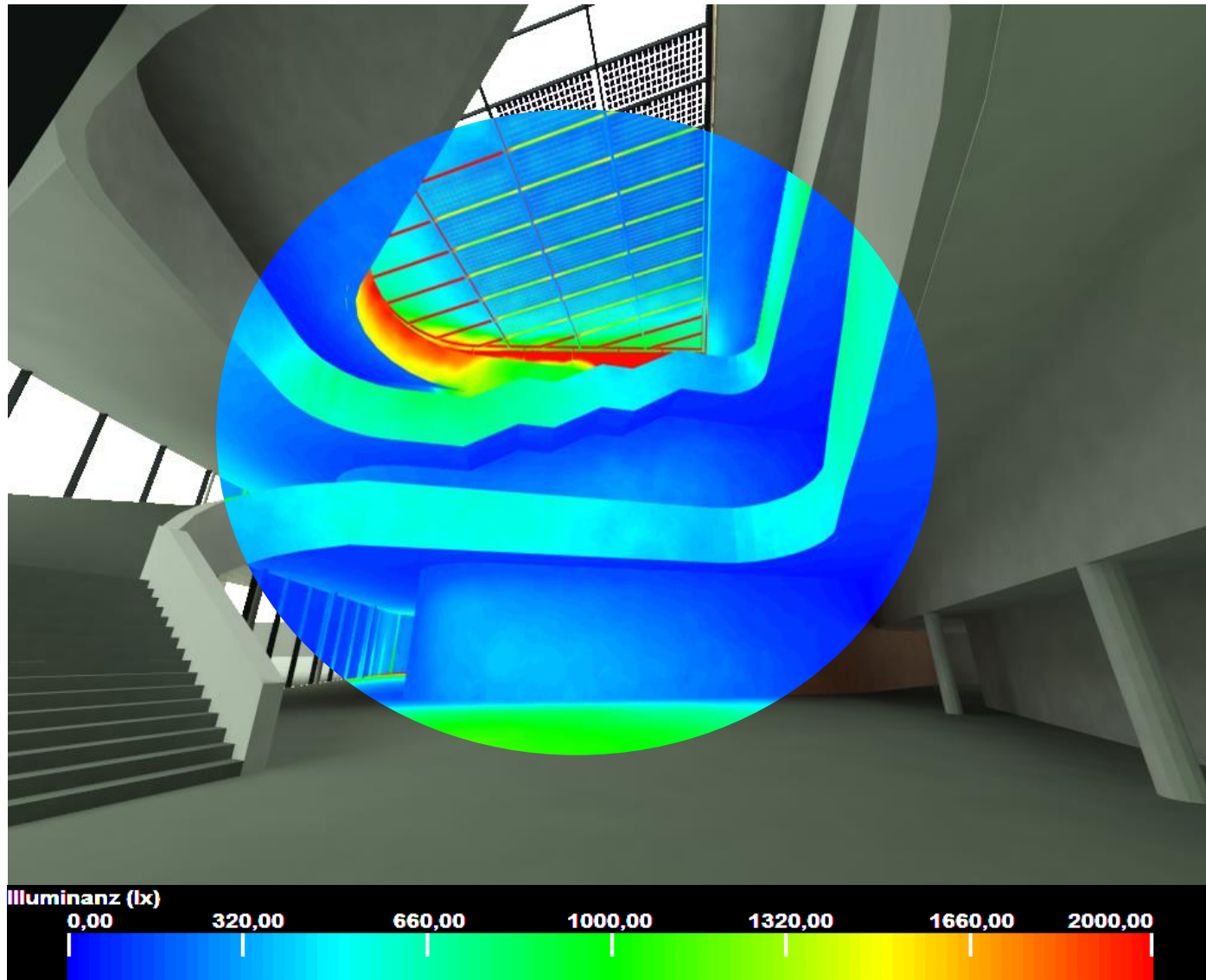




Bildquelle: Mit freundlicher Genehmigung durch das Ingenieurbüro P. Jung GmbH Köln



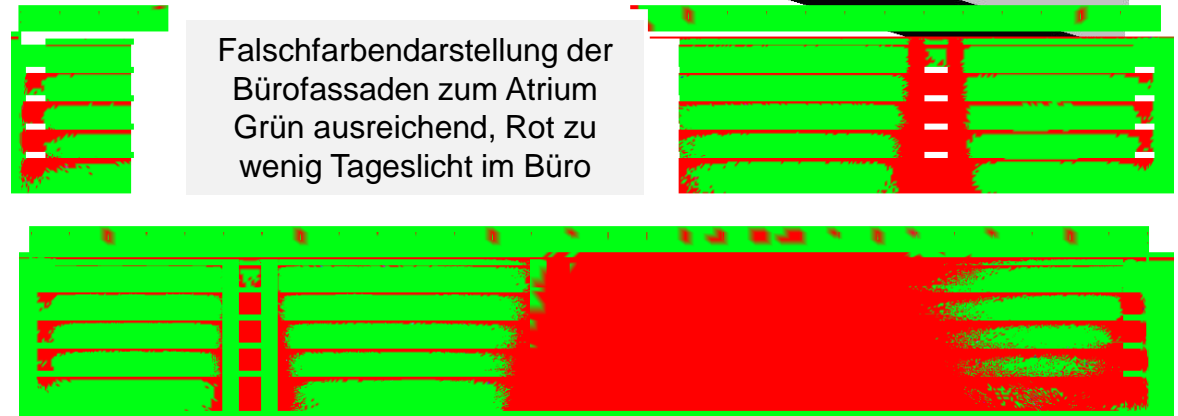
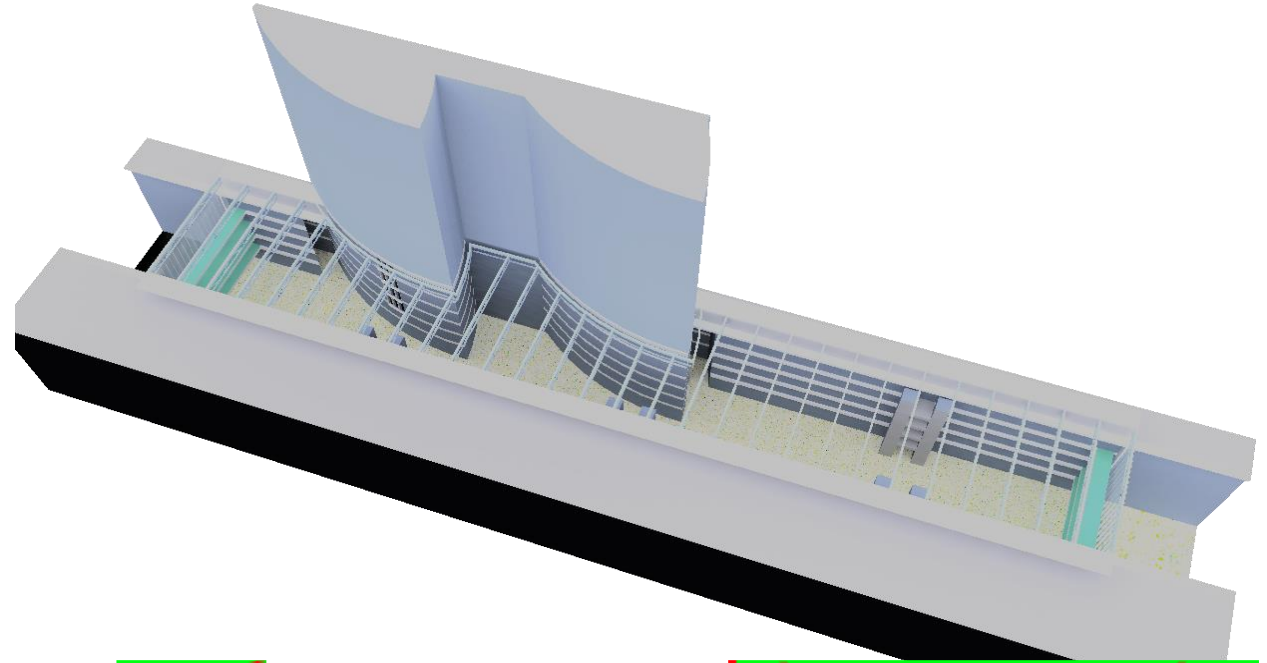
Bildquelle: Mit freundlicher Genehmigung durch das Ingenieurbüro P. Jung GmbH Köln



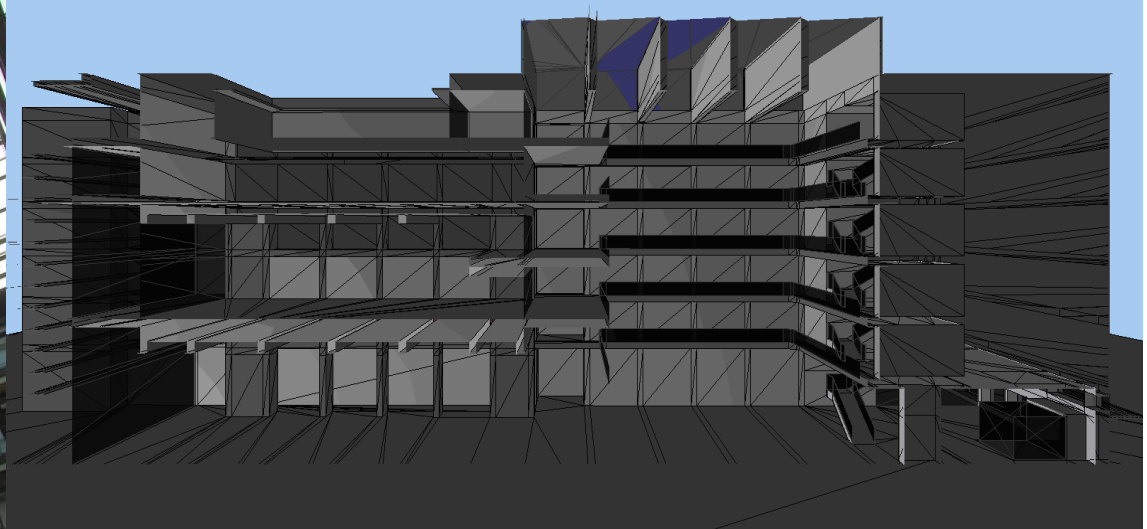
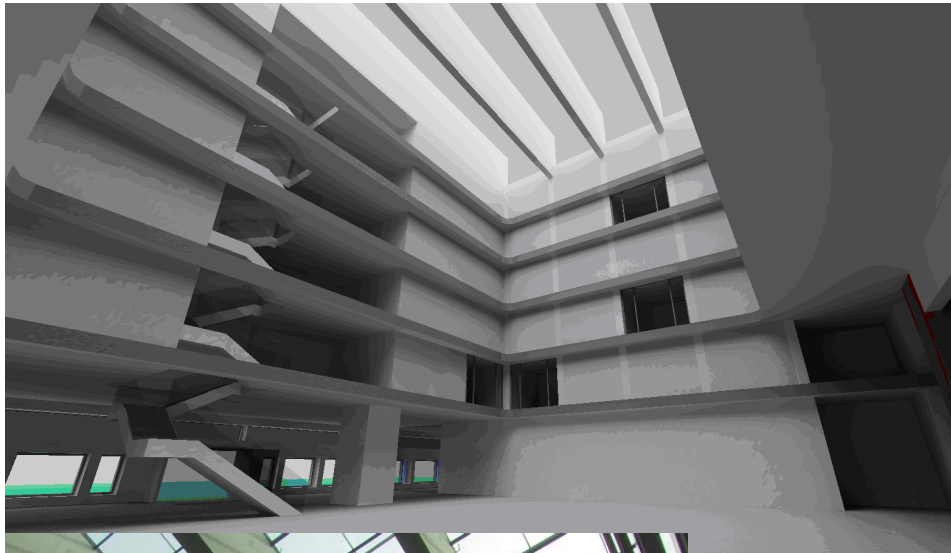
Bildquelle: Mit freundlicher Genehmigung durch das Ingenieurbüro P. Jung GmbH Köln



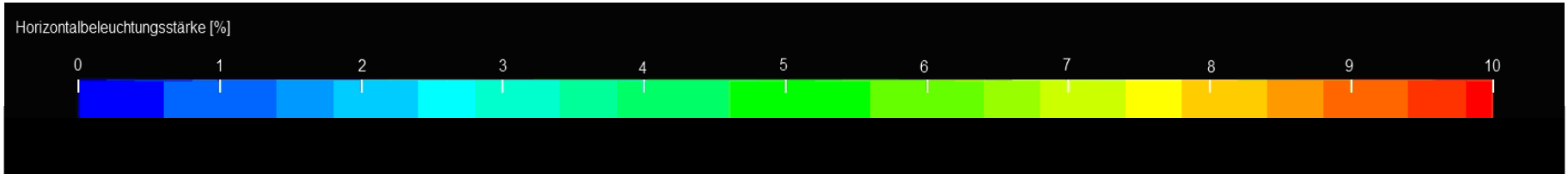
Bildquelle: e-on Ruhrgas



Bildquelle: Mit freundlicher Genehmigung durch das Ingenieurbüro P. Jung GmbH Köln

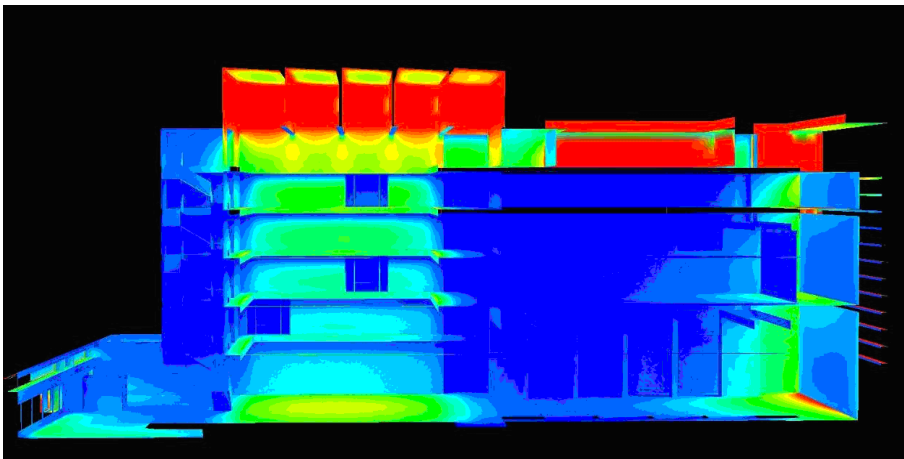


Bildquelle: Mit freundlicher Genehmigung durch das Ingenieurbüro P. Jung GmbH Köln

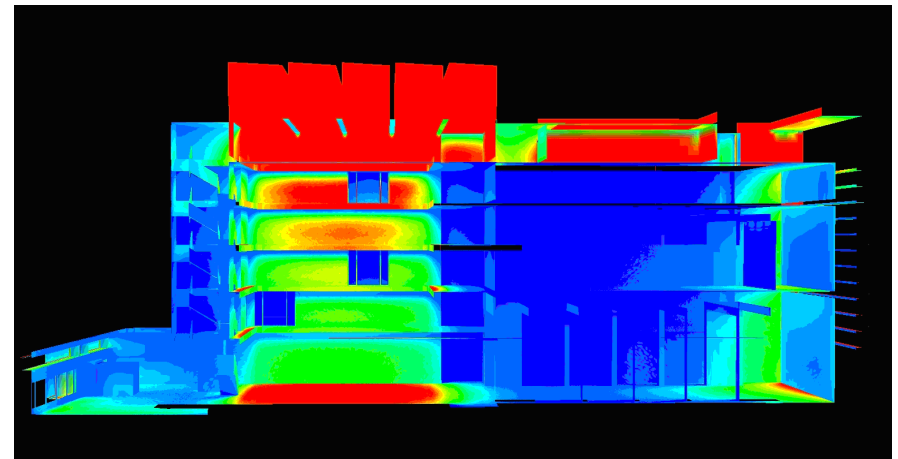


Farbe: Tageslichtquotient, Blau 0% Rot 10%

Variante 1: Sonnenschutzverglasung



Variante 2: Isolierverglasung



Bildquelle: Mit freundlicher Genehmigung durch das Ingenieurbüro P. Jung GmbH Köln

- Tageslicht ist wichtig für unser Wohlbefinden
- Tageslicht ist eine der effizientesten Lichtquellen
- Anforderungen an das Tageslichtangebot sind nicht homogen formuliert
- Anforderungen werden in jüngster Zeit vermehrt gestellt (Zertifizierung)
- Normenwesen bietet nur einfache Hilfsmittel
- Komplexe Situationen mit Norm nur schlecht oder gar nicht abbildbar
- Simulationen bieten beste Optimierungsmöglichkeiten
- Neben dem Tageslicht ist immer auch der thermische Raumkomfort zu betrachten
 - Im Winter tageslichtoptimiert
 - Im Sommer Sonnenschutz mit Lichtlenkfunktion