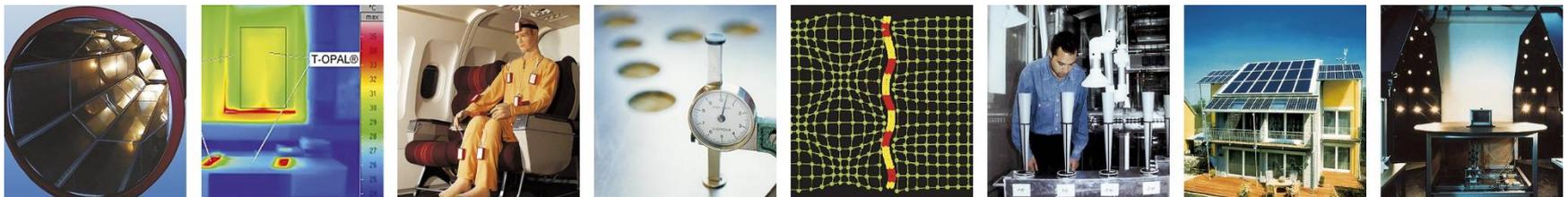

Sanierungspotentiale und neue Konzepte bei der Beleuchtung

Zukunftsraum Schule

Kongress 2013

Berat Aktuna, Jan de Boer

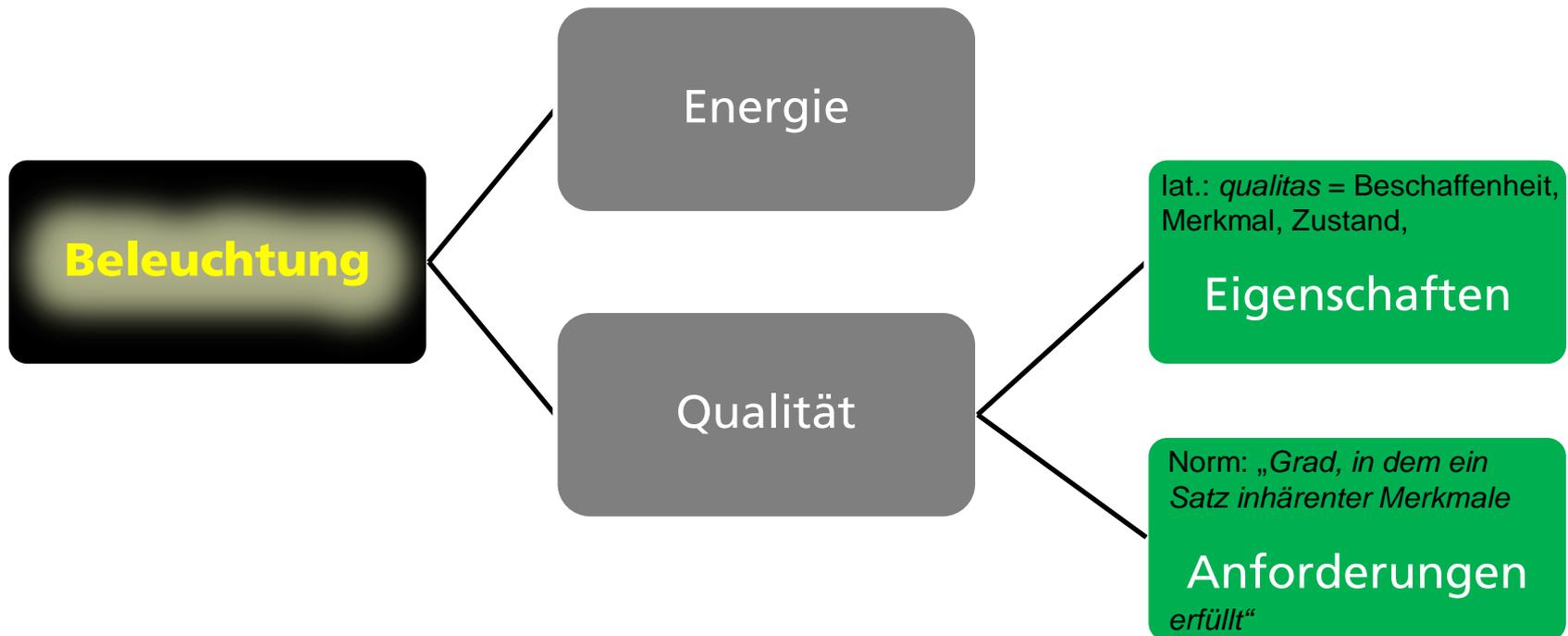
12.11.2013

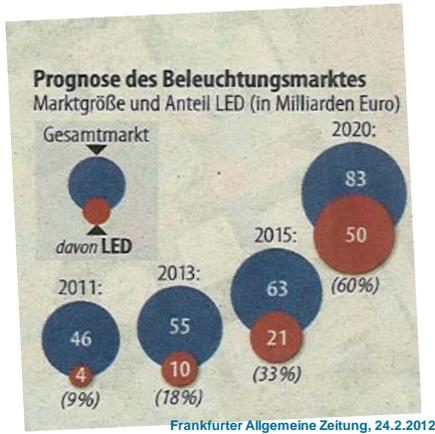
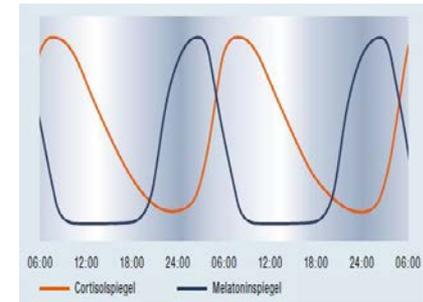
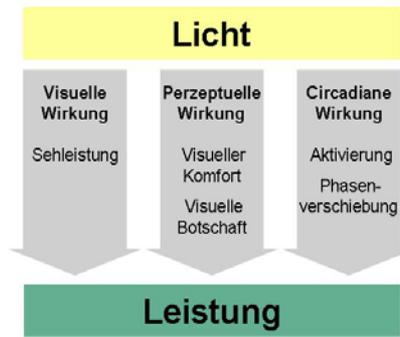
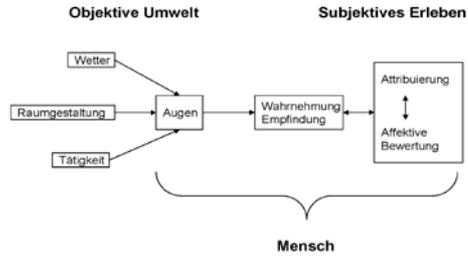


© Fraunhofer IBP

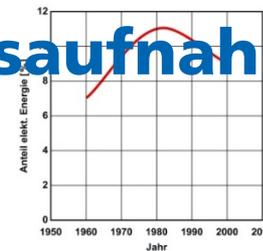
Auf Wissen bauen

Was bedeutet Beleuchtung für uns





80 - 90 % der Informationsaufnahme über das Auge



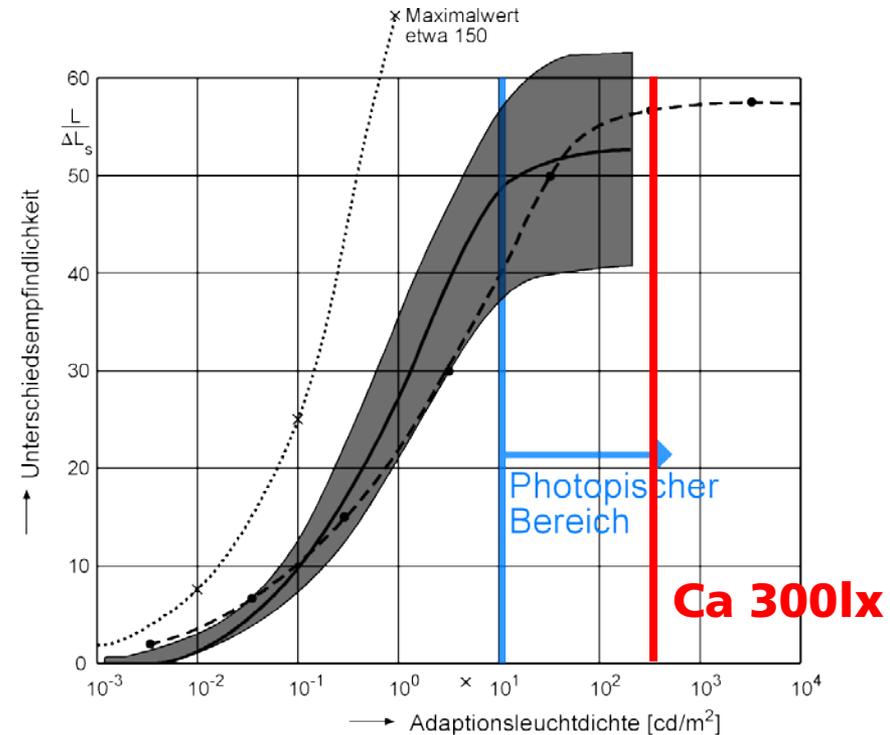
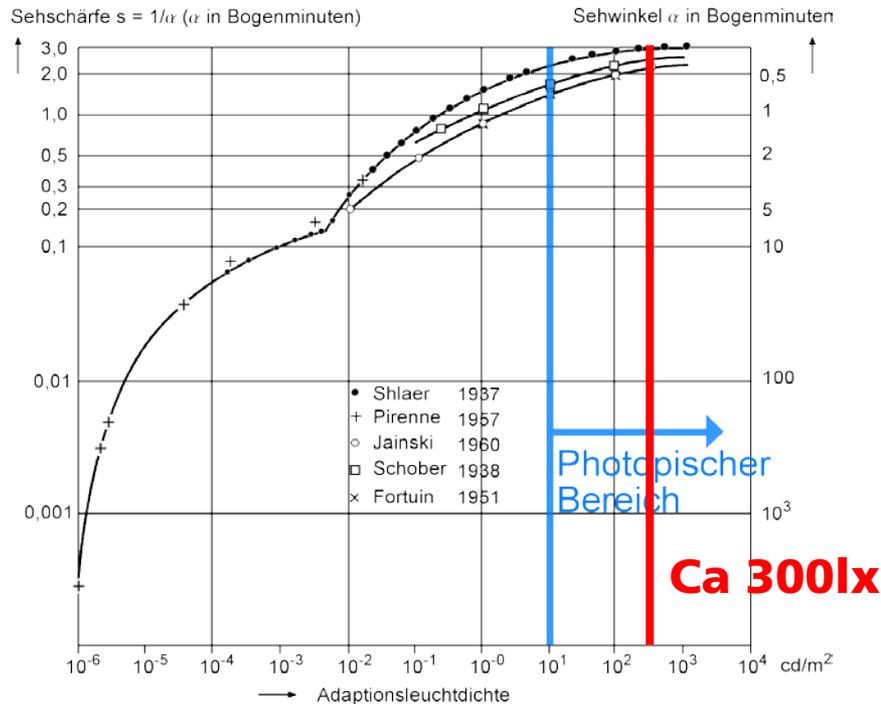
- 8% des Stromverbrauchs Gewerbebau:
 - über 20 %
 - z.T. > 30 % Primär
- Große Potentiale in der Sanierung

Berücksichtigung in normativen Anforderungen

DIN EN 12464-1: Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen

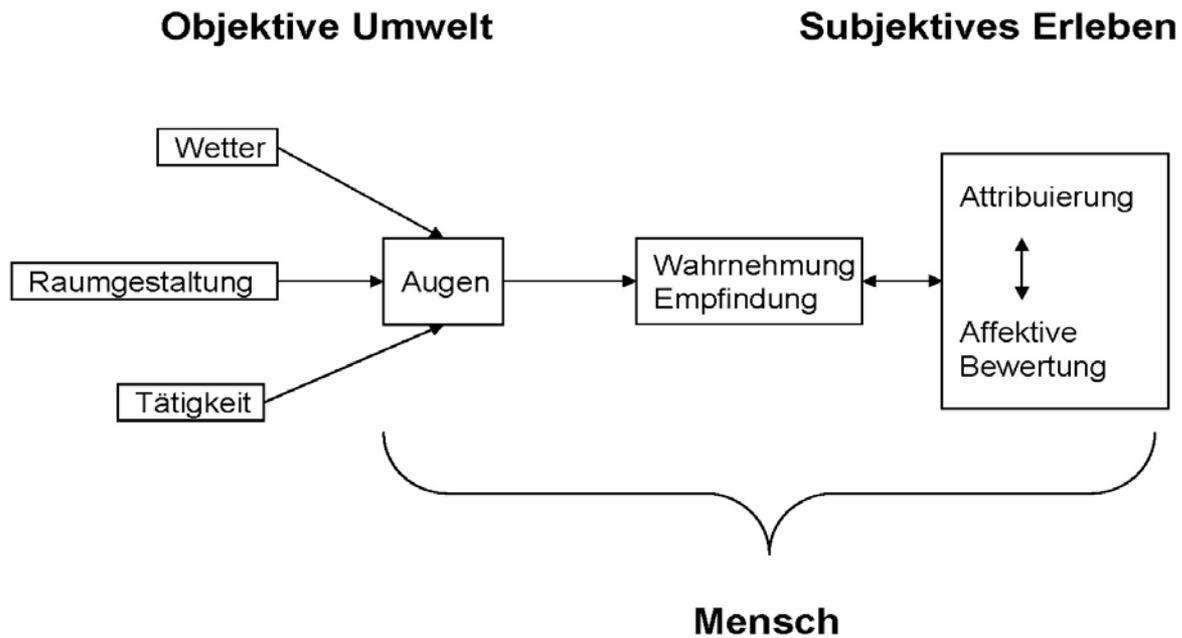
- Klassenräume:
 - $E_m = 300 \text{ lx}$
 - $R_a = 80$
- Fachräume (Klassenräume Erwachsenenbildung):
 - $E_m = 500 \text{ lx}$
 - $R_a = 80$
- Neues Kriterium: Zylindrische Beleuchtungsstärke in 1,2m Höhe, Standard: 50 lx;
Empfehlung für gute visuelle Kommunikation: 150 lx (z.B. Unterrichtsräume)
- Leuchtdichten bis zu 3000 cd/m²
- Modelling: $0,3 < E_z/E_h < 0,6$

Planung rein nach Normativen Anforderungen?

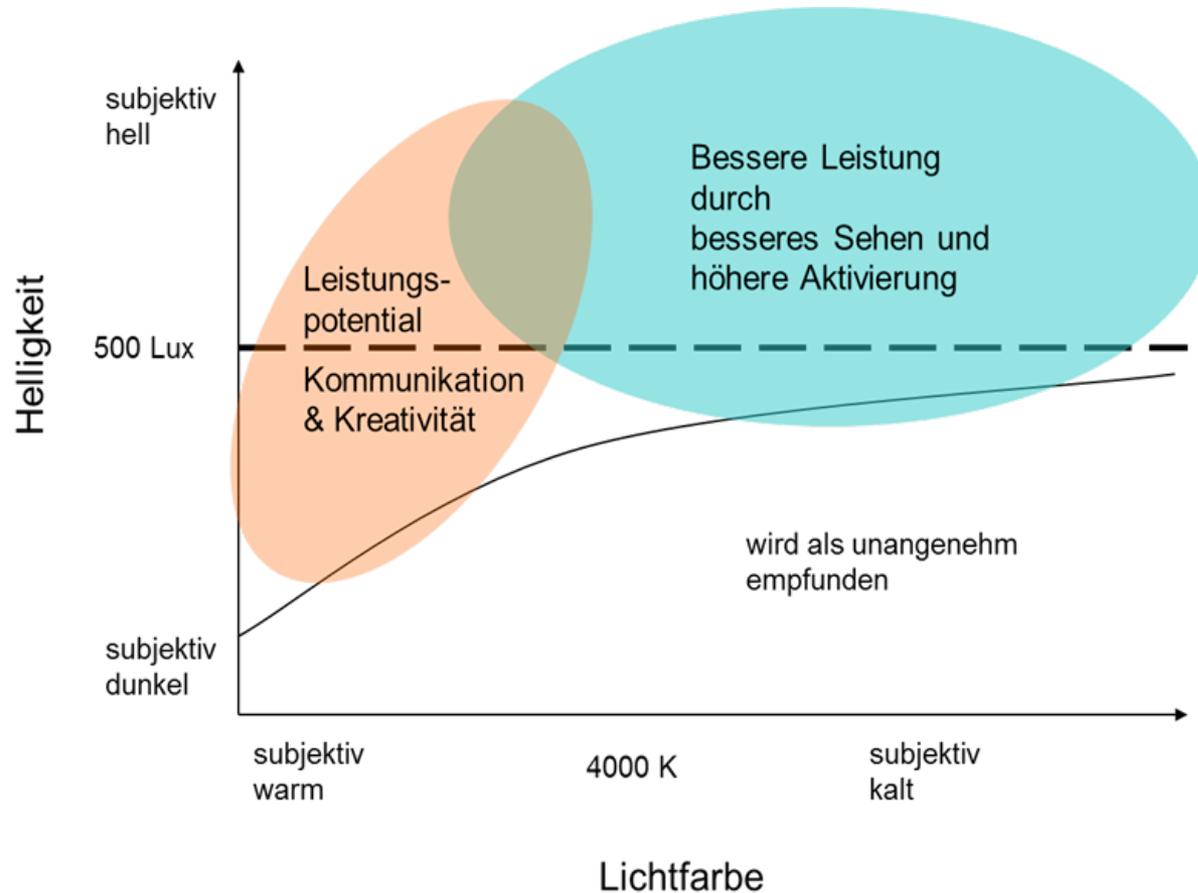


- Unterschiedsempfindlichkeit nach Jainski für 1°-Testfeld in 20°x20°-Umfeld (mit Grenze der minimalen und maximalen Werte)
- - - Werte nach König-Brodhun (siehe Text) für Testfeld 2x3°x45° in dunklem Umfeld
- Werte nach Blackwell (umgerechnet nach Adrian) für 1°-Testfeld in 180°-Umfeld

Perzeptuelle Wirkung



Beleuchtungsstärke, Lichtfarbe, Leistung (Kruithoff-Kurve)

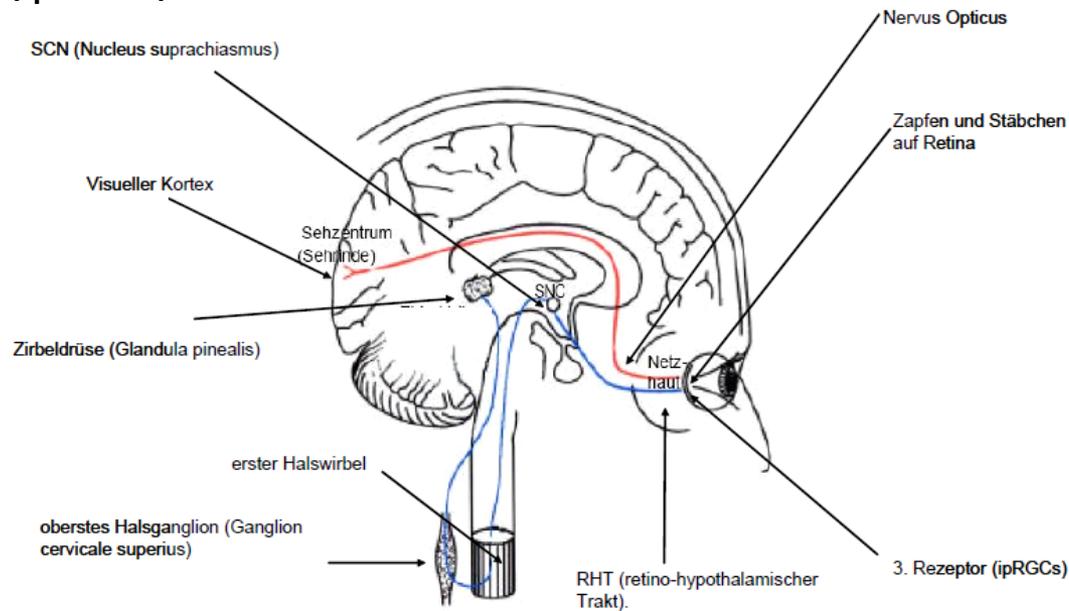


Perzeptuelle Wirkung – Tageslicht, Sichtverbindung

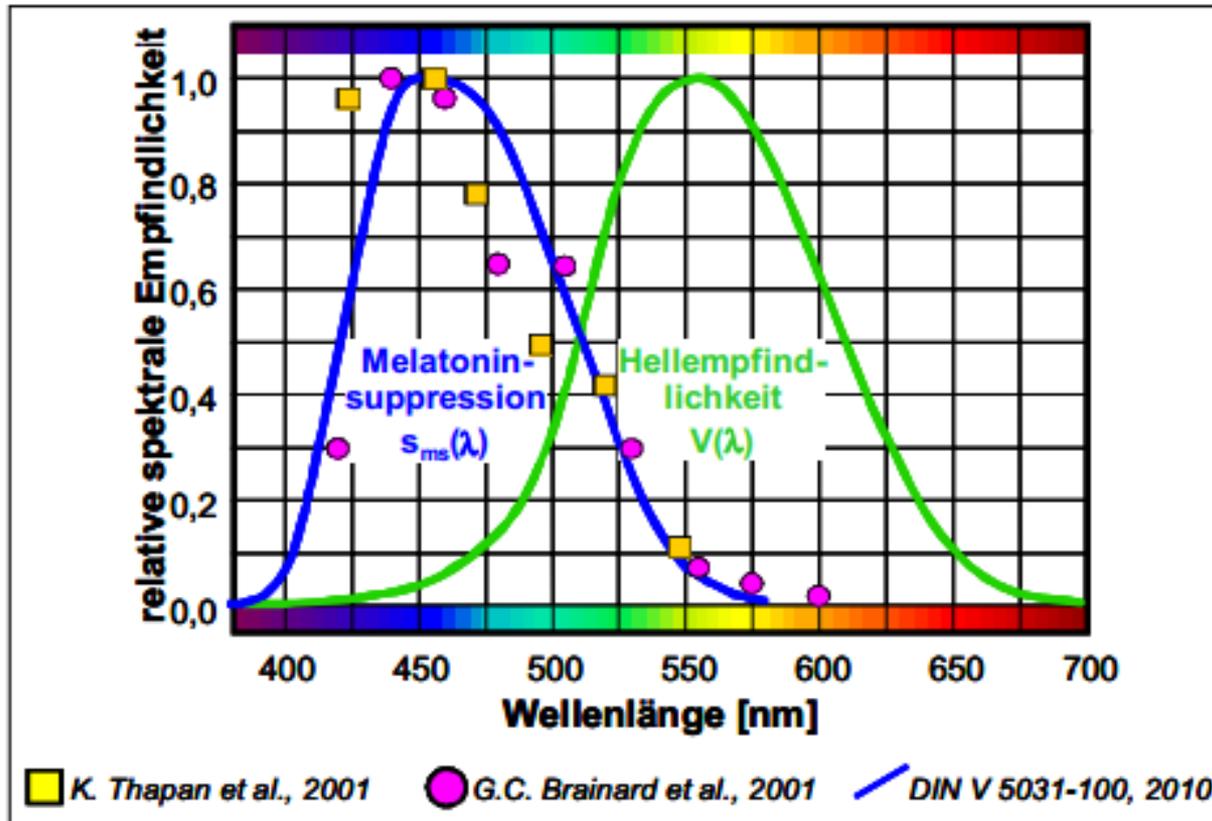
- Generell ziehen Menschen Tageslicht dem Kunstlicht vor (Cuttle, 1983; Farley & Veitch, 2001; Markus, 1967; Veitch & Gifford, 1996)
- Tageslicht kann menschliche Bedürfnisse nach guter Sicht und Variabilität befriedigen:
 - Ein Ausblick ist besser als kein Ausblick
 - Ausblick in die Natur ist erholsamer (z.B. Ulrich, 1984; Hartig, Mang, & Evans, 1991; Kaplan & Berman, 2010) und wird als kreativitätsfördernder eingestuft (McCoy & Evans, 2008) als Ausblick auf bebautes Umland.
- Raumwahrnehmung und –bewertung:
 - Attraktive Räume sind gut für psychische und physische Gesundheit (Evans, Wells, Chan & Saltzman, 2000; Gifford & Lacombe, 2006)
 - Fenster führen dazu, dass Räume als weitläufiger wahrgenommen werden (Franz, von der Heyde & Bühlhoff, 2003)
 - Weiter, unbebauter Ausblick beeinflusst die Wahrnehmung von Raumgröße und –helligkeit (Munakata & Oi, 2004; Ozdemir, 2010)

Nicht-visuelle Wirkung von Licht auf den Menschen

Unabhängig vom Sehen. Beeinflussung der Inneren Uhr (circadiane Rhythmik) die viele physiologische und psychologische Funktionen steuert. Dazu gehören unter anderem die Körperkerntemperatur, der Schlafrhythmus und damit die Wachheit. Verantwortliche Photorezeptoren: intrinsically photo sensitive retinal ganglion cells (ipRGCs)



Circadiane Wirkkurve



Nicht-visuelle Wirkung von Licht auf den Menschen

- Licht beeinflusst zahlreiche Körperfunktionen (Gesundheit, Wachheit, Leistungsfähigkeit ...)
- Dies ist in komplexer Weise abhängig von:
 - Intensität (Beleuchtungsstärke 100lx bis 300lx [600lx] am Auge)
 - Spektraler Zusammensetzung des Lichts
 - Dosis (Intensität und Dauer)
 - Tageszeit (Zeitpunkt im circadianen Rhythmus)
 - Vorherige Beleuchtungsszenarien (-wechsel)
 - Räumliche Verteilung des Lichtes (Verteilung auf der Netzhaut)
 - Person (Chronotypen: Tageszeit-Typ, Alter,...)

Nicht-visuelle Wirkung von Licht auf den Menschen

- **Für die Ableitung von Steuerkonzepten für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen reicht der gegenwärtige Erkenntnisstand nicht aus.**
 - **Tageslicht hat eine große biologische Wirksamkeit, steht (meist) zu den benötigten Zeiten zur Verfügung und ist kostenlos.**
 - **Die Dosis ist ausschlaggebend!**
- **Pausen für frische Luft und Tageslicht nutzen.**

Positionspapier der LITG

c) Mit 1000 lx horizontal, 600 lx vertikal bei 8000 K wurden in Laborstudien klar nachweisbare Wirkungen hinsichtlich Aktivierung und Steigerung kognitiver Fähigkeiten gezeigt. Ein solches hohes Lichtniveau ist für eine Standardbeleuchtung aus energetischen Gründen jedoch kaum vertretbar. Eine Ausnahme stellen die Fälle dar in denen diese biologischen Wirkungen die wichtigste Zielgröße sind, wenn es also neben der Beleuchtungsaufgabe insbesondere um therapeutische Wirkungen geht, wie z.B. in Seniorenheimen. Vergleiche hierzu auch Literaturergänzungen [5], [6], [7], [8] und [9].

ohne Angaben zur Farbtemperatur. Da bei jüngeren Menschen aufgrund deutlich besserer Transmission der Augenmedien (vgl. Literaturergänzungen [2]) mit einer im Vergleich zu Älteren in etwa verdoppelten Netzhautbeleuchtungsstärke gerechnet werden kann, ist davon auszugehen, dass eine Halbierung der o. g. Werte auf 600 lx horizontal, 300 lx vertikal bei 8000 K eine für jüngere Menschen ausreichend starke biologische Wirkung am Tage ergibt. Voraussetzung dabei ist, dass das Licht über mehrere Stunden zumindest am Vormittag zum Einsatz kommt.

Interpretation und Deutung für schulrelevante Anwendungsfälle

■ Visuelle Wirkung:

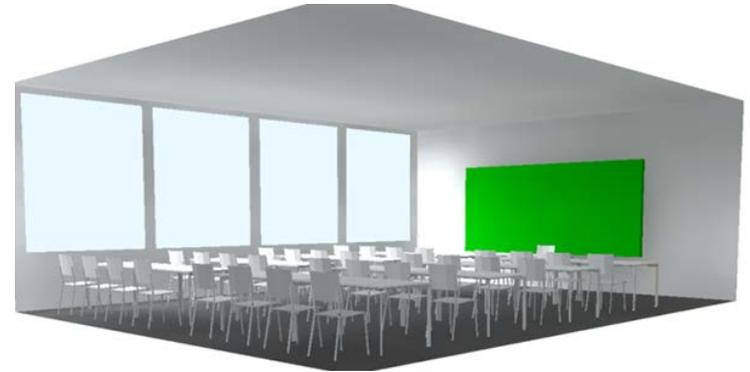
- DIN EN 12464-1

■ Perzeptuelle Wirkung:

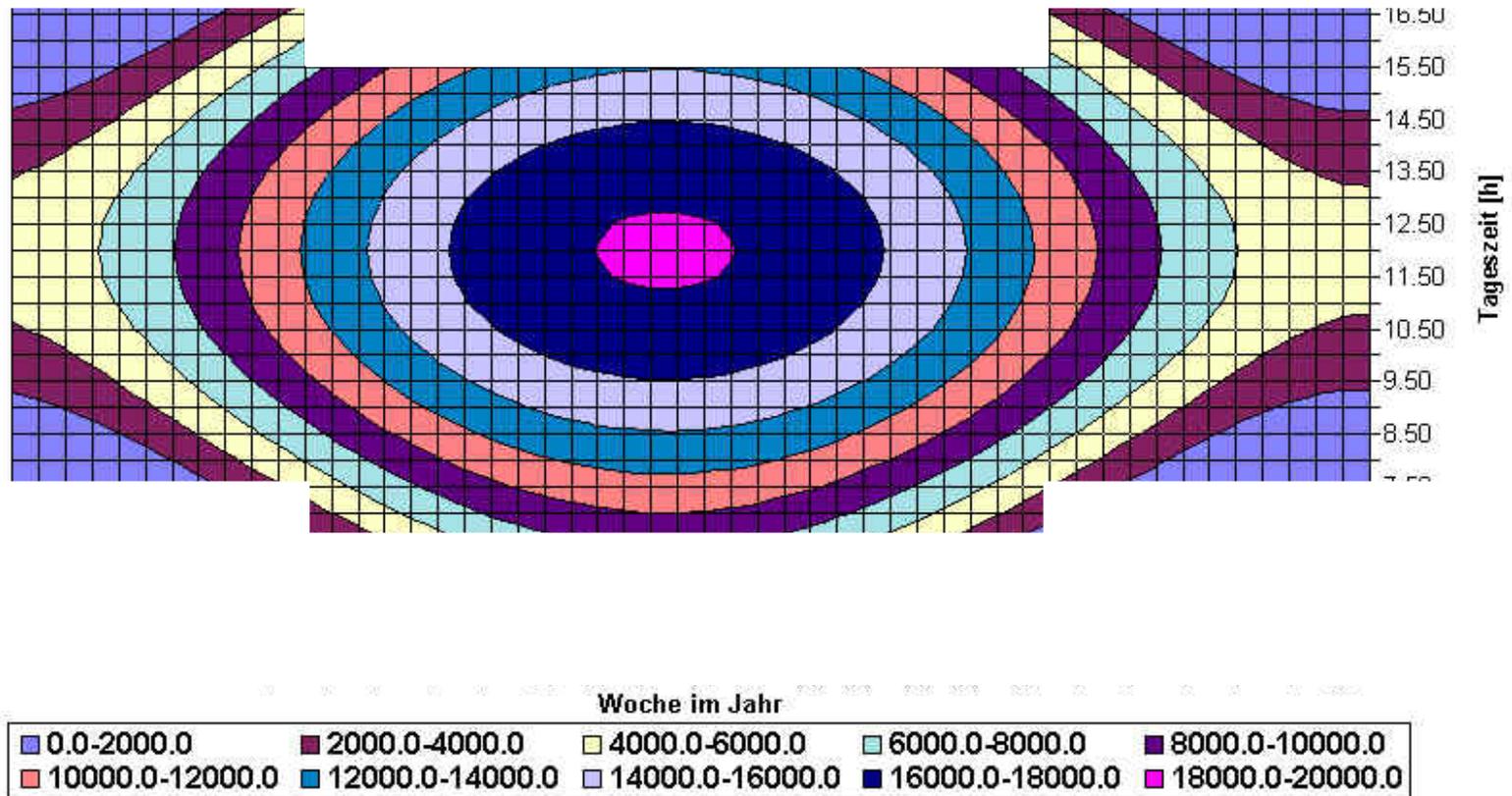
- UGR (DIN EN 12464-1)
- Kruithoff Kurve
- Tageslicht von hoher Bedeutung

■ Biologische Circadiane Wirkung

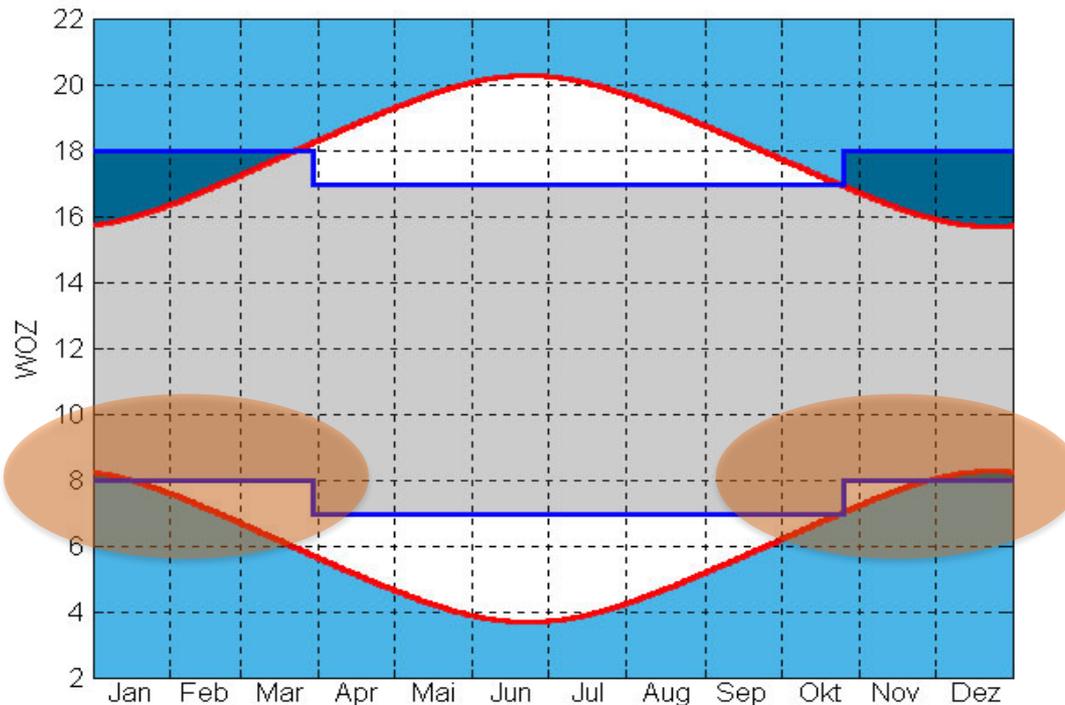
- Empfehlung LITG: 300 lx vertikal, 8000 K



Außenbeleuchtungsstärken eines Jahres bei bedecktem Himmel, Standort Stuttgart

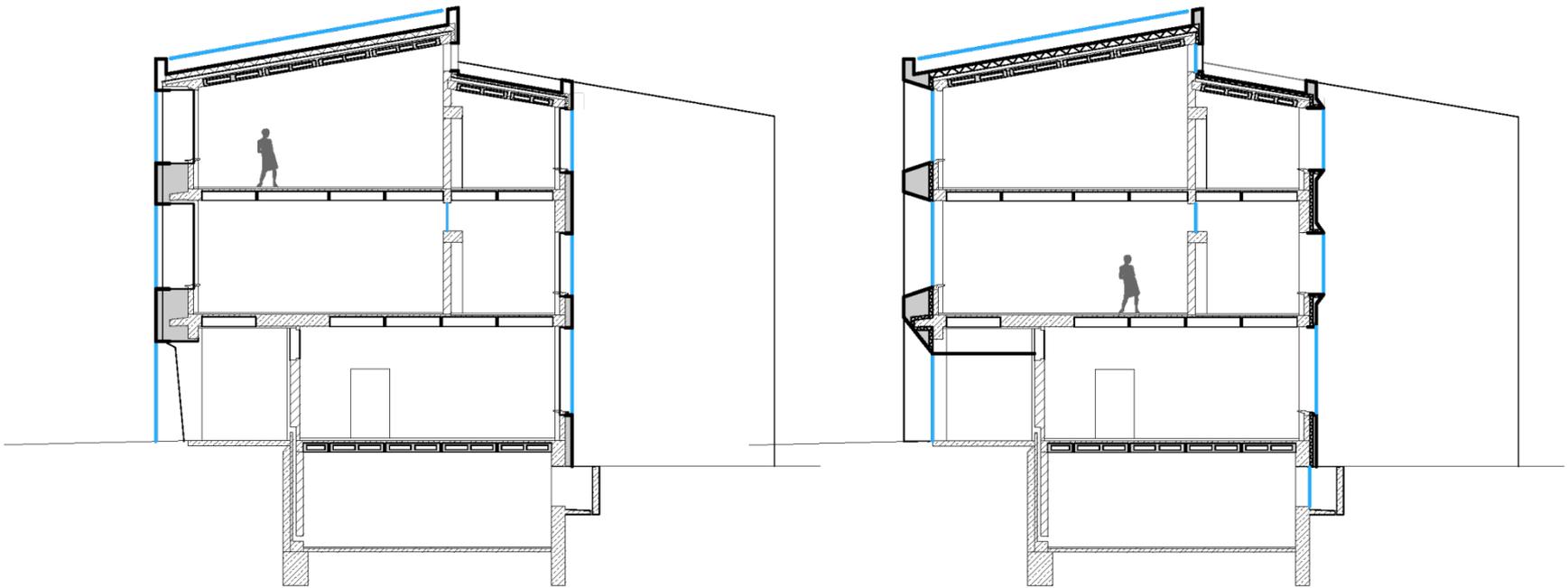


Tageslicht Verfügbarkeit

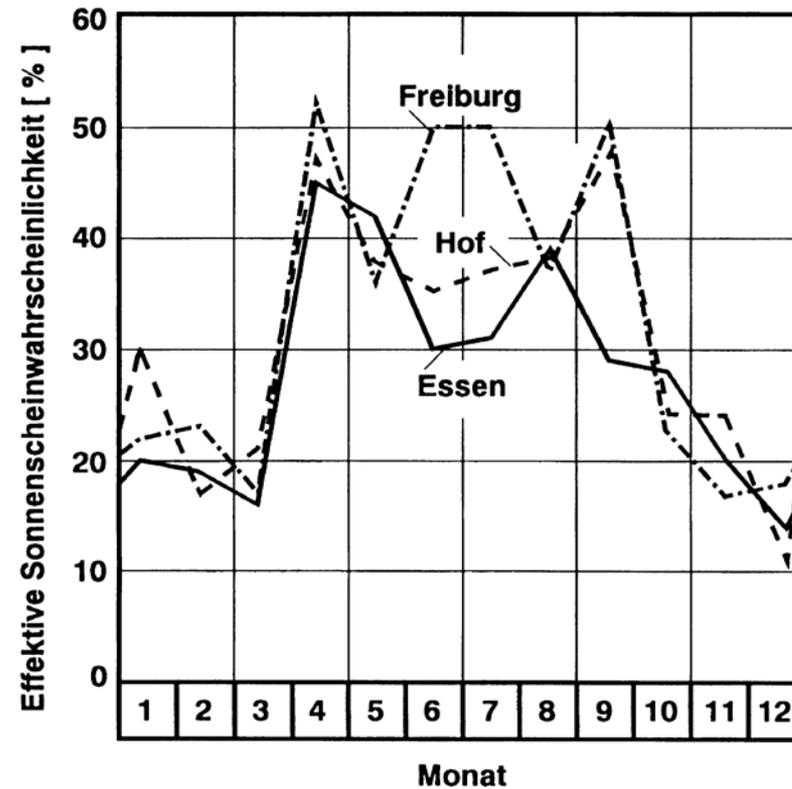


- Dosis anregendes Licht möglichst schon vor Schulbeginn
- Aussenbeleuchtungsstärken Größenordnung 10-50 x höher als Innen -> raus in den Pausen

Tageslicht im Konflikt mit Wärmedämmung?

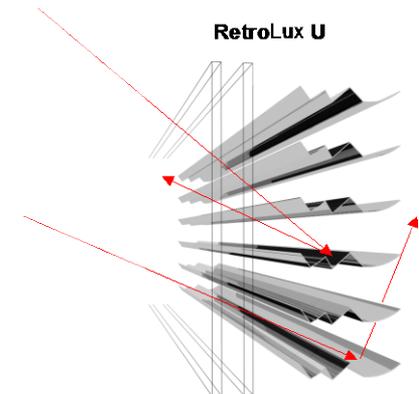
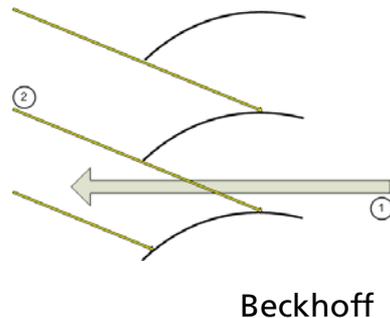


Monatliche Sonnenscheinwahrscheinlichkeit



Tageslichtnutzung -> Fassade

- Verglasung: möglichst hohe Lichttransmission
- Schlanke Rahmenanteile
- Sonnenschutz, z.B.:
 - normaler Behang im „Cut-Off“ Betrieb
 - Lichtlenkender Behang
 - Speziallamellen



Tageslichtnutzung

Betrachtung des Tageslichtangebotes aus verschiedenen Schülerperspektiven
Fokus auf Biologisch wirksames Licht!

Schüler 1 - Fensternah

Schüler 2 – Wandnah

Stündliche Simulation für

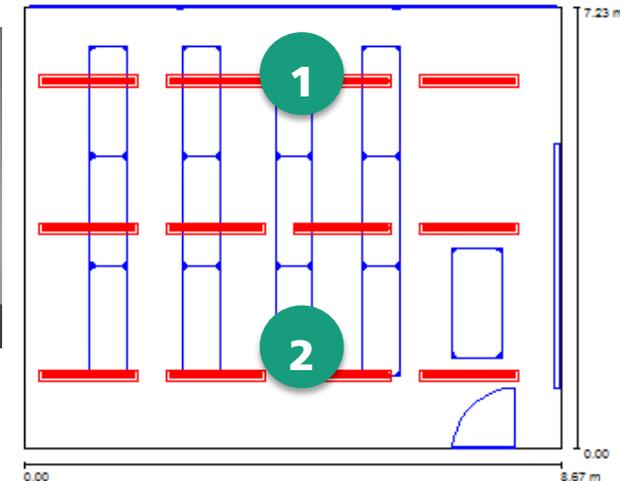
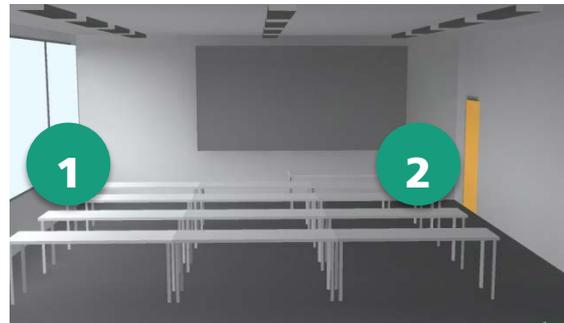
21. Dezember

21. März

21. Juni

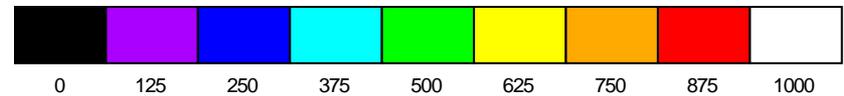
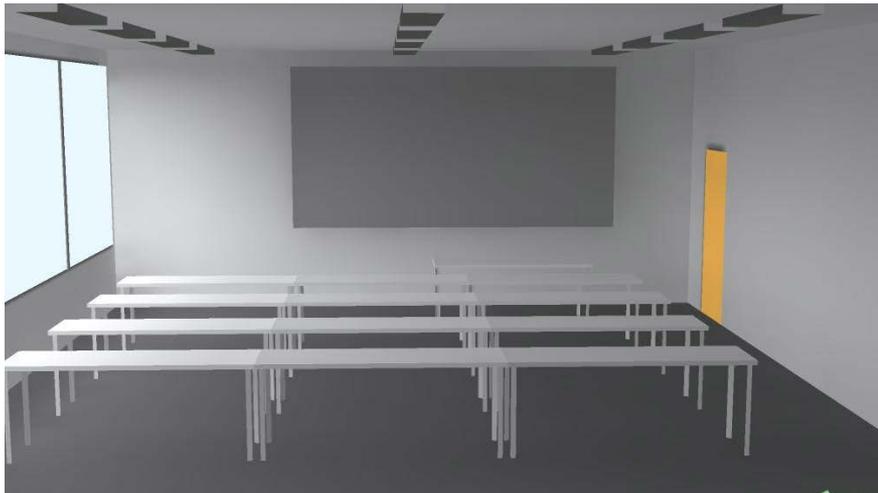
Jeweils 8 bis 12 Uhr

© Fraunhofer IBP



Sonnenschutz nicht aktiviert

Bedeckter Himmel (21.Dez 9:00Uhr)

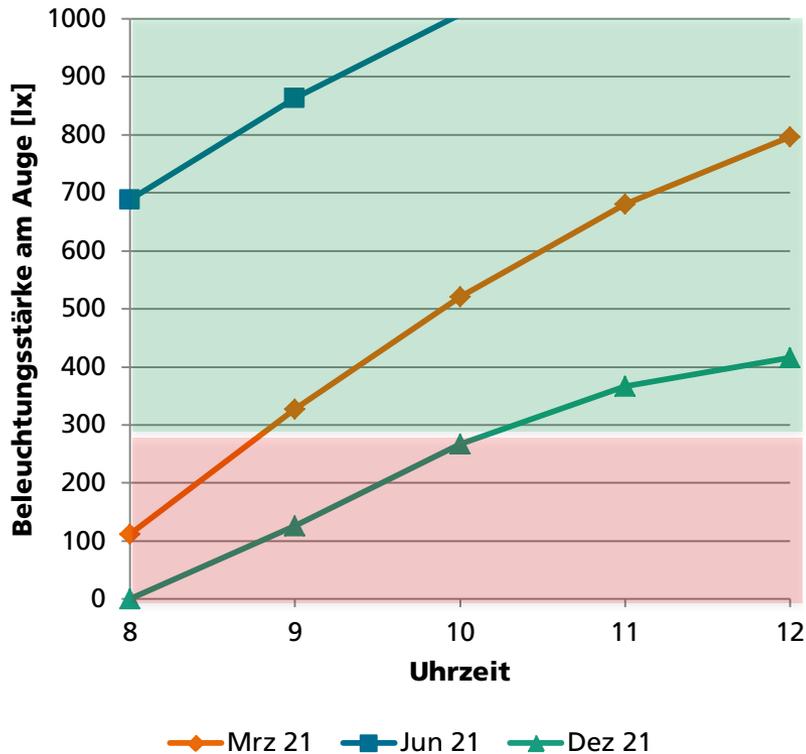


lx

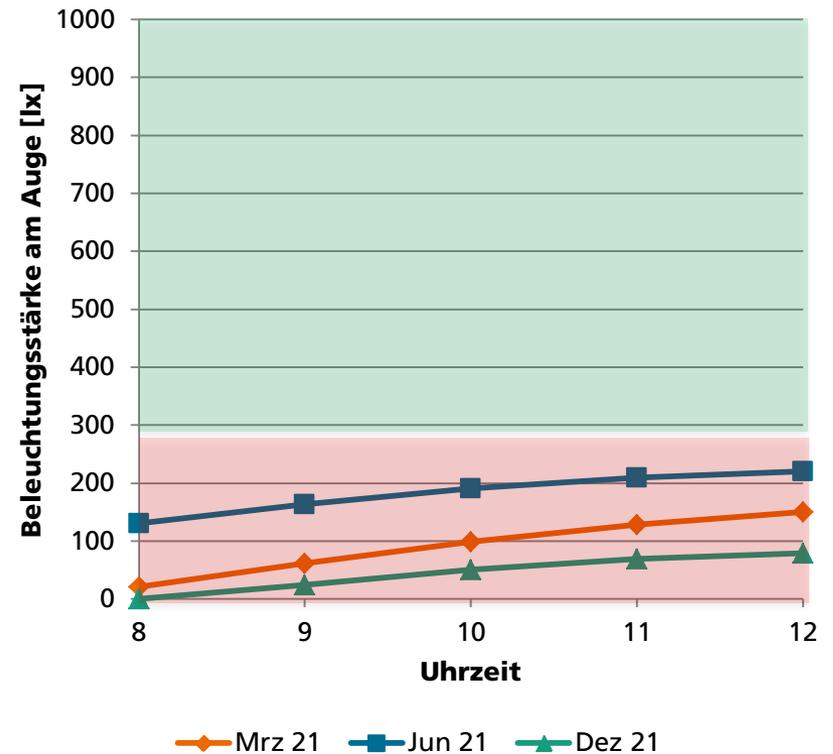
Sonnenschutz nicht aktiviert

Bedeckter Himmel

Schüler 1

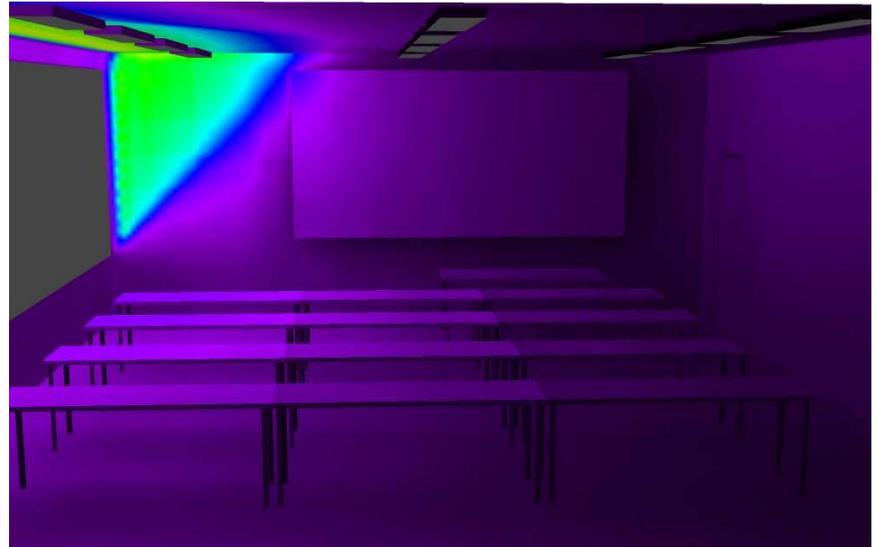


Schüler 2



Lamellen geschlossen

Besonnung - Sonnenschutz aktiviert (21.Dez 9:00)

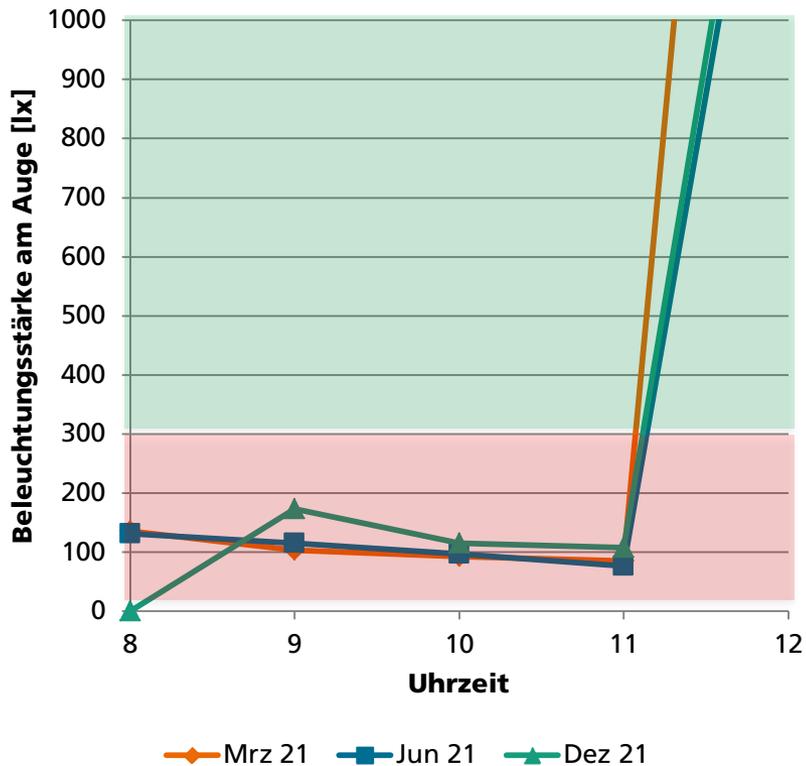


0 250 500 750 1000 1250 1500 1750 2000 lx

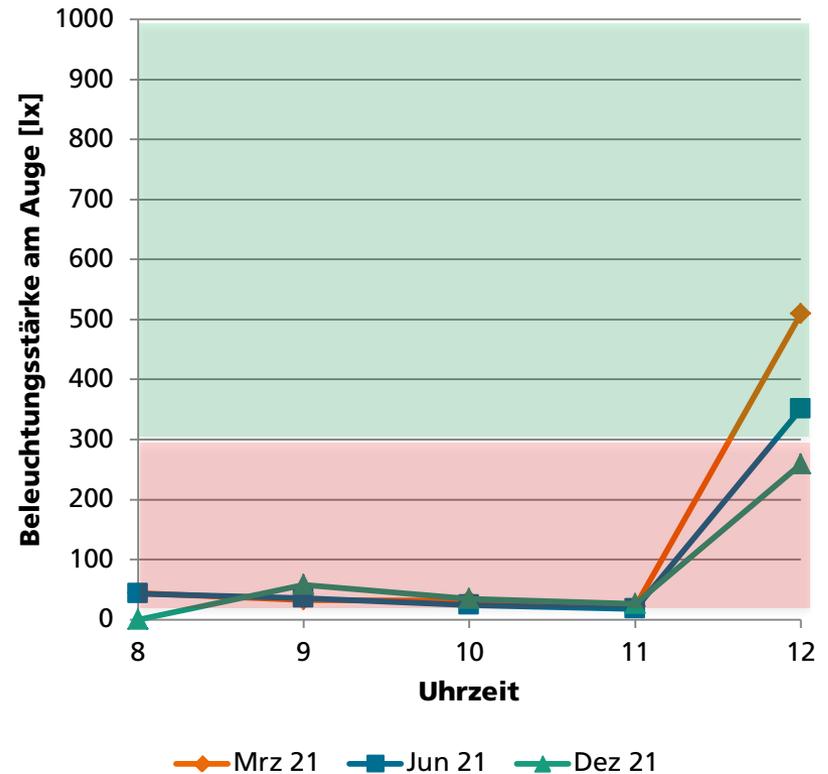
Lamellen geschlossen

Besonnung - Sonnenschutz aktiviert

Schüler 1

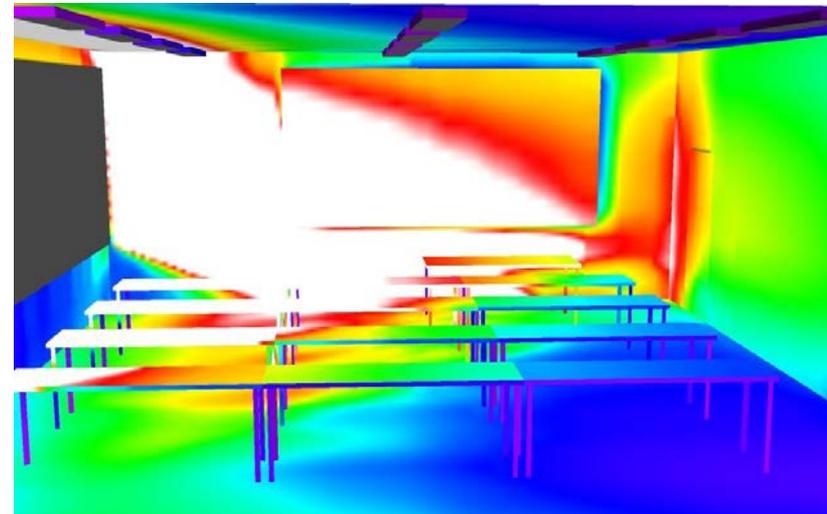
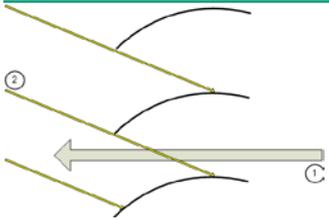


Schüler 2



Lamellen in Cut-Off Stellung

Besonnung - Sonnenschutz aktiviert (21.Dez 9:00)

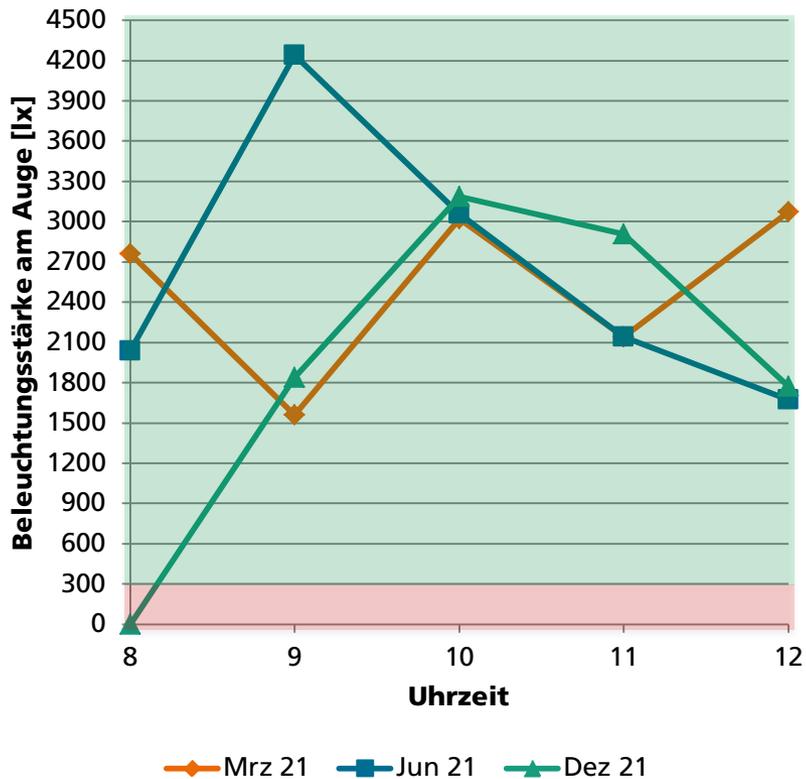


0 250 500 750 1000 1250 1500 1750 2000 lx

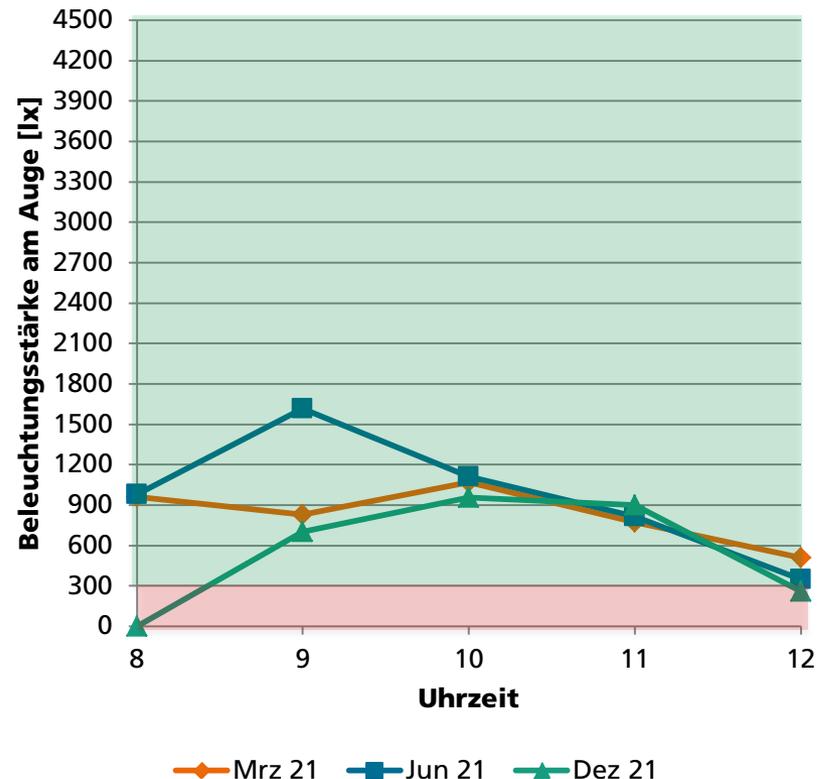
Lamellen in Cut-Off Stellung

Besonnung - Sonnenschutz aktiviert

Schüler 1

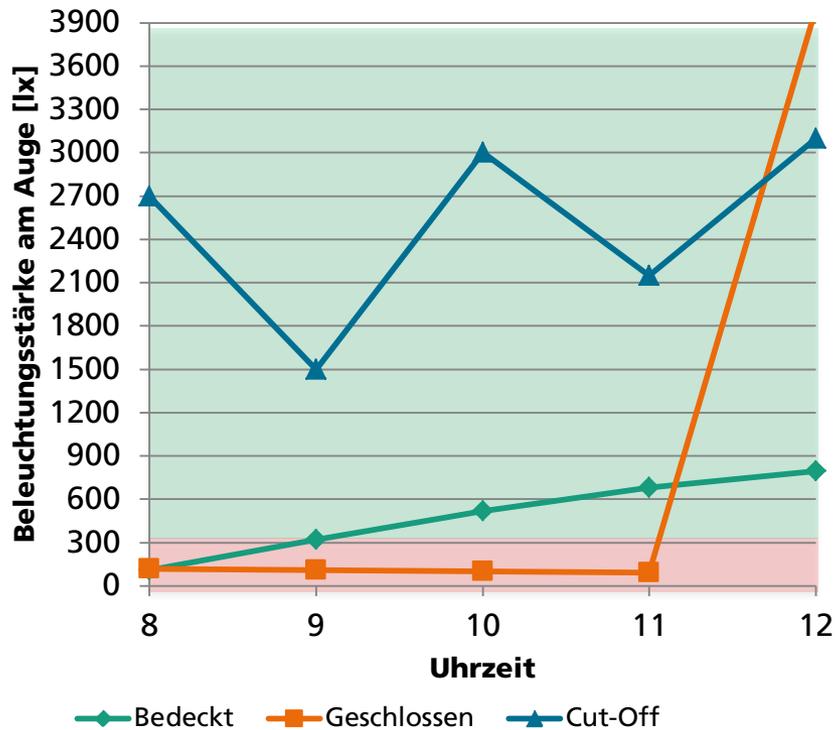


Schüler 2

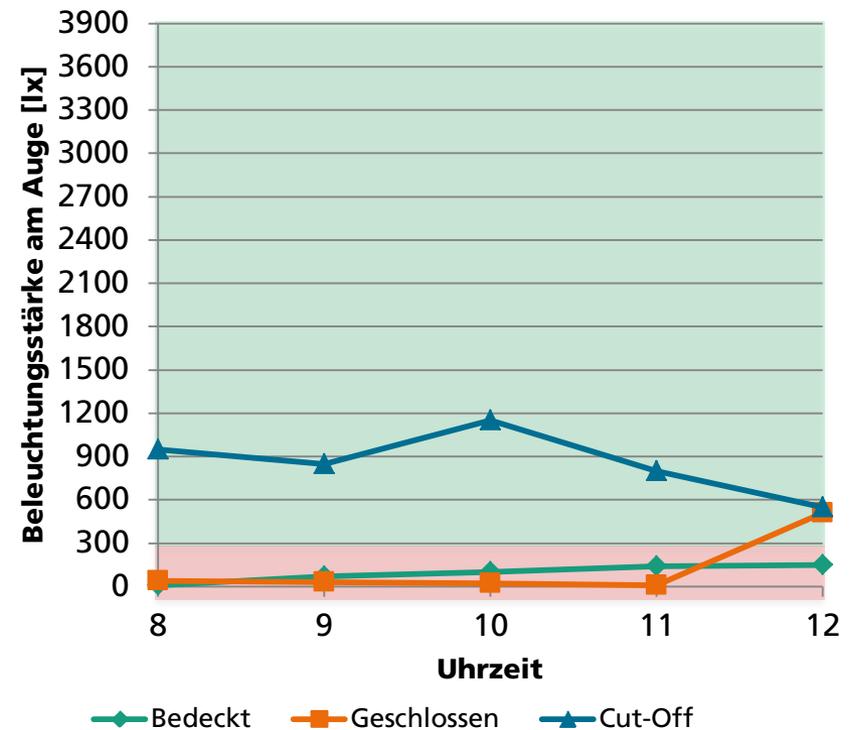


Vergleich der Systeme am 21 März

Schüler 1



Schüler 1



Kunstlicht

Anbauleuchten, rein direkt

T5, EDD, $\eta_{LB} = 0,9$

$E_m = 650 \text{ lx}$

Installierte Leistung: $11,5 \text{ W/m}^2$

$E_{\text{Auge}} \sim 300 \text{ lx}$

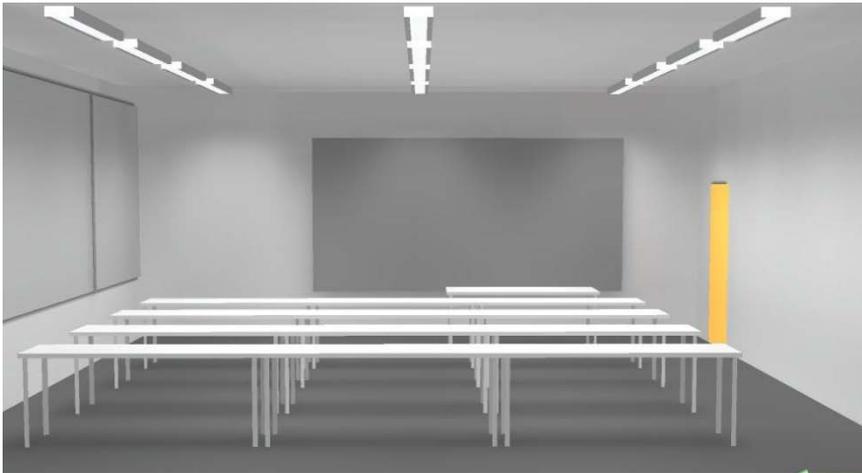
Abgependelt, direkt/indirekt

T5, EDD, $\eta_{LB} = 0,95$

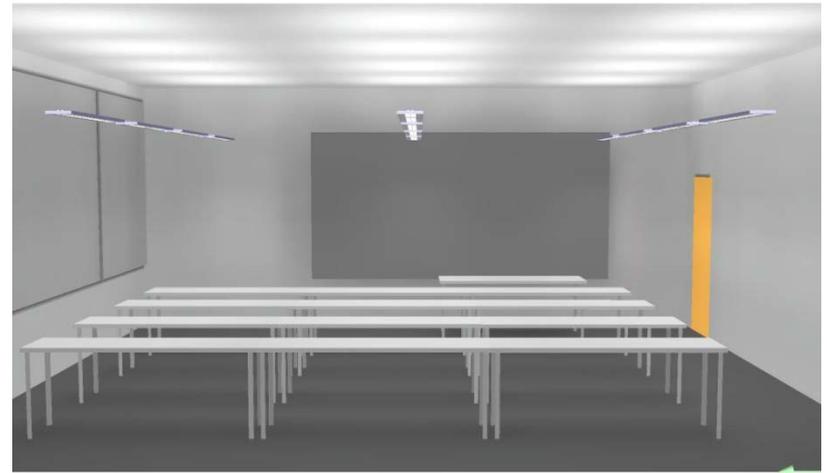
$E_m = 540 \text{ lx}$

Installierte Leistung: $12,3 \text{ W/m}^2$

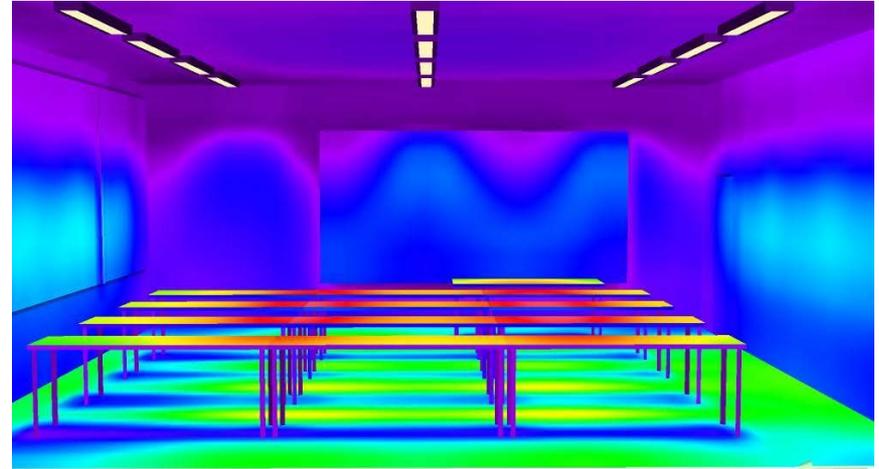
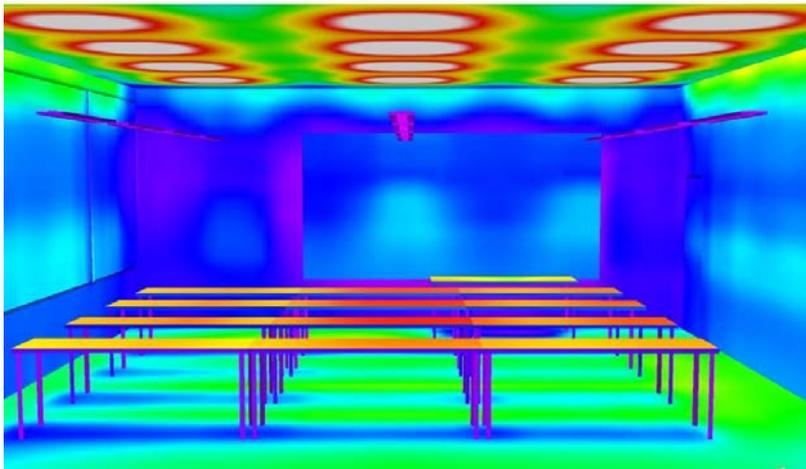
$E_{\text{Auge}} \sim 300 \text{ lx}$



© Fraunhofer IBP



Kunstlicht



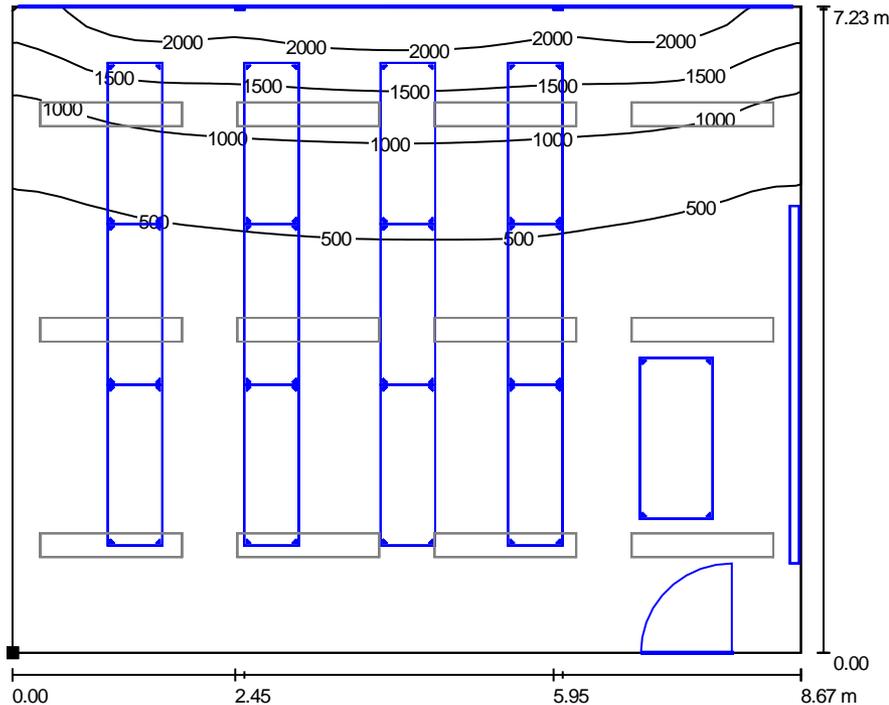
0 125 250 375 500 625 750 875 1000 lx

Lichtmanagement

(Regelung der Leuchtenreihen)

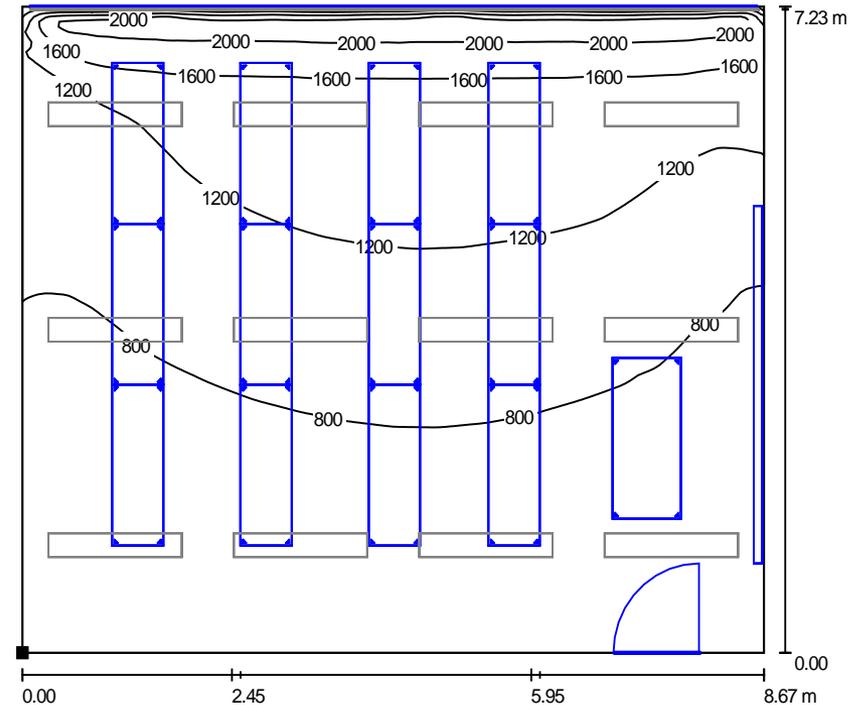
Bedeckter Himmel

- Sonnenschutz nicht aktiviert



Besonnung

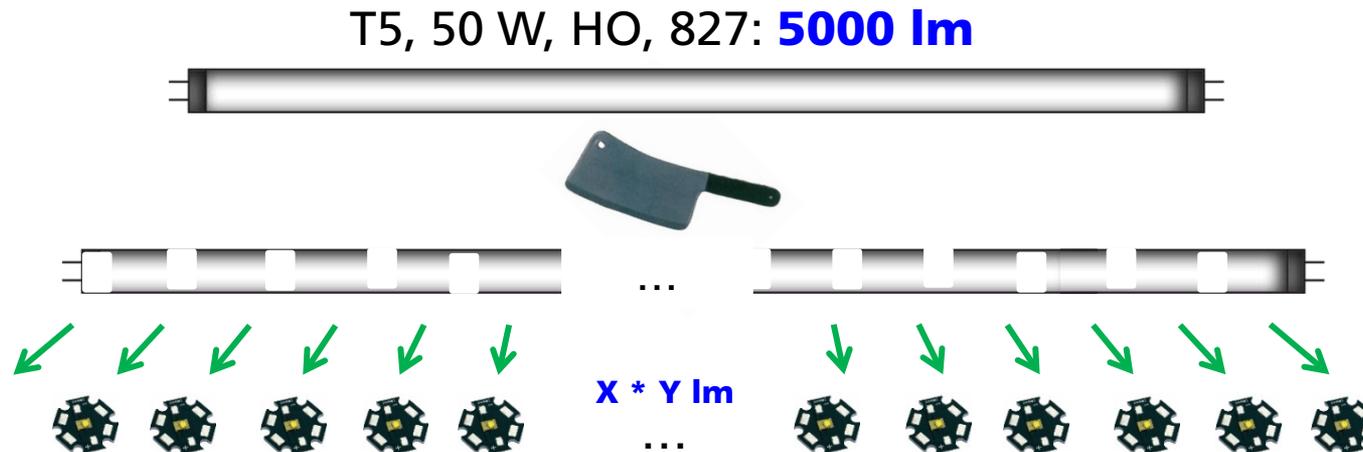
- Sonnenschutz im Cut-Off betrieb



Leuchtentechnik

LEDs haben die Leuchtstofflampe in der Effizienz überholt!

- Kosten sinken rapide und es gibt Wirtschaftliche Lösungen
- LED-Leuchten mit 120 lm/W
- LED Chip über 150 lm/W
- Kleinere Lichtstrompakete und Abmessungen, dadurch flexiblere Beleuchtungsmöglichkeiten.



Zonales Dimmen – Konzept



Lichtmanagement

- Tageslichtabhängig (2, 3 oder mehr Zonen?)
- Präsenzabhängig
 - Ausschaltend, nicht einschaltend
 - Kurze Nachlaufzeit
- Saisonale Abhängigkeit:
 - Sollwert morgens im Winter: Max
 - Sollwert im Sommer: $E_m = 300 \text{ lx} / 500 \text{ lx}$

Interpretation und Deutung für schulrelevante Anwendungsfälle

- Tageslicht: Möglichst viel Tageslicht blendfrei in die Räume bringen
 - Biologisch wirksam
 - Hohe Dynamik
 - Kostenfrei verfügbar
 - Sichtverbindung nach Außen...
- Kunstlicht:
 - Aktivierendes Licht: Entsprechende Dosis zu kritischen Zeiten hinzuschalten?
 - Kommunikatives Licht: Direkt / Indirekt ?
- Lichtmanagement:
 - Energieeffizienz
 - Saisonale Sollwerte?
- Raumgestaltung: Unterstützung durch z.B. helle Anstriche



New systems of lamps/luminaires and façades for retrofitting

Deliverables

Within the scope of Task 50, the following main deliverables are anticipated:

- Report on the lighting retrofit market, including policy issues and proposals of action
- Source book on daylighting and electric lighting retrofit technologies, covering low-budget and new advanced retrofit solutions
- Toolbox with (simple) methods and tools for energy and economic auditing, rating and performance simulation
- Documentation of realized projects and case studies of lighting retrofits for different building types
- "Lighting Retrofit Adviser"
An electronic, interactive source book including design advice and recommendations, decision-making tools and design tools for lighting retrofits

Most deliverables will be available on the Website. In addition, Workshops and Newsletters will inform about progress and disseminate important outcomes.

IEA SHC Task 50 Advanced Lighting Solutions for Retrofitting Buildings

Operating Agent: J. de Boer, DE

Subtask A <i>M. Fontoynt, DK</i> Market and Policies	Subtask B <i>M. Knoop, DE</i> Daylighting and Electric Lighting Solutions	Subtask C <i>J. Kaempf & B. Paule, CH</i> Methods and Tools	Subtask D <i>M.-C. Dubois, SE</i> Case Studies
Joint Working Group: "Lighting Retrofit Adviser"			

Structure of IEA SHC Task 50

Coordination

Subtask A: Market and Policies
Mark Fontoynt, Danish Building Research Institute (SBI), Copenhagen, Denmark

Subtask B: Daylighting and Electric Lighting Solutions
Martine Knoop, Technische Universität (TU) Berlin, Germany

Subtask C: Methods and Tools
*Jérôme Kaempf*¹ and *Bernard Paule*², Switzerland
¹ Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
² Estia SA, Lausanne

Subtask D: Case Studies
Marie-Claude Dubois, Lund University, Sweden

Operating Agent:
Jan de Boer, Fraunhofer Institute for Building Physics, Stuttgart, Germany

Website: <http://task50.iea-shc.org>

E-mail: task50.info@iea-shc.org

Task duration: January 2013 – December 2015



IEA SHC Task 50

Advanced Lighting Solutions for Retrofitting Buildings

Daylighting
Electric Lighting
Lighting Controls



The "New Gallery" (Kassel, Germany) before and after refurbishment

Die App reLight

*„Erarbeitung eines computergestützten Sanierungsratgebers für Beleuchtungsanlagen im Zweckbau basierend auf einer Sammlung technischer, energetischer und wirtschaftlicher Kennwerte typischer Bestandsanlagen und Sanierungslösungen“
(BBR-AZ: SF-10.08.18.7-11.24 / I13-F20-10-1-010)*

Projektziele

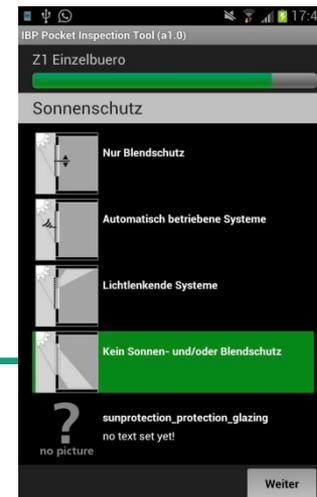
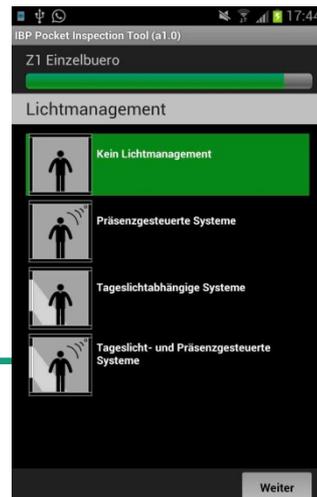
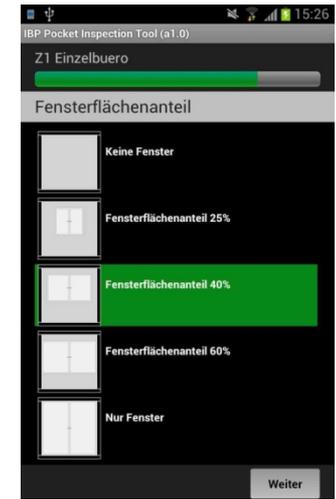
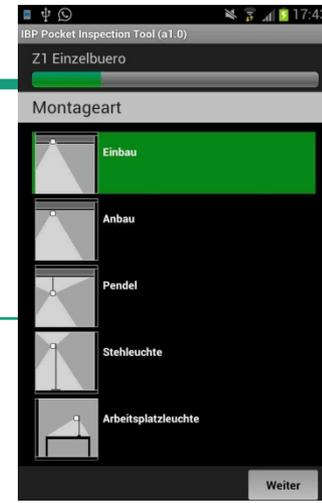
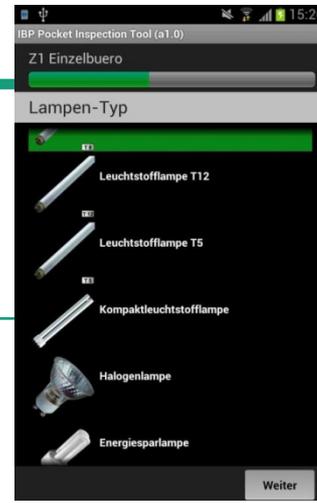
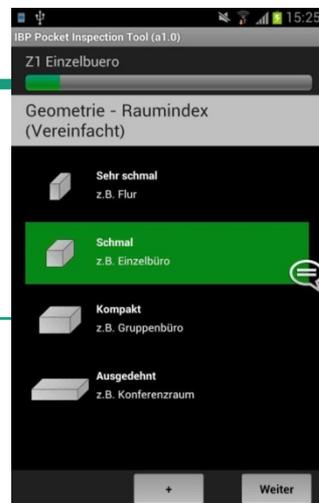
- Unterstützung Gebäudebegehung
- Bewertung Energie und Wirtschaftlichkeit
- Entscheidungshilfe
- Zeit- und Kosteneffizienz

Zielgruppen

- Gebäude-, Facility-Management
- Planer / Energieberater
- Elektro- Installateure
- Industrie: Vertrieb



Erfassung



Bestandsbewertung

Zone wählen

- Z1 Einzelbüro**
 - ✓ Sanierung abgeschlossen. (besteht aus 10 Typräumen)
- Z2 Verkehrsflächen**
 - ✓ Sanierung abgeschlossen. (besteht aus 3 Typräumen)
- Z3 Gewerbliche und industrielle Hallen – feine Arbeit**
 - ✓ Sanierung abgeschlossen. (besteht aus 1 Tyraum)

Neue Zone anlegen

Projekt

Z1 Einzelbüro

Ergebnisse des Typraums

Berechnung wurde mit Beispielwerten durchgeführt.

Installierte Leistung : 426.0 [W]

Flächenbezogene Leistung : 21.3 [W/m²]

Energiebedarf : 766.57 [kWh/a]

Energiebedarf : 38.33 [kWh/(a*m²)]

Übersicht Sanierung

Z2 Verkehrsflächen

Ergebnisse des Typraums

Berechnung erfolgreich durchgeführt

Installierte Leistung : 249.6 [W]

Flächenbezogene Leistung : 6.24 [W/m²]

Energiebedarf : 353.82 [kWh/a]

Energiebedarf : 8.85 [kWh/(a*m²)]

Übersicht Sanierung

Z3 Gewerbliche und industrielle Hallen – feine Arbeit

Ergebnisse des Typraums

Berechnung erfolgreich durchgeführt

Installierte Leistung : 55040.0 [W]

Flächenbezogene Leistung : 15.29 [W/m²]

Energiebedarf : 219661.9 [kWh/a]

Energiebedarf : 61.02 [kWh/(a*m²)]

Übersicht Sanierung

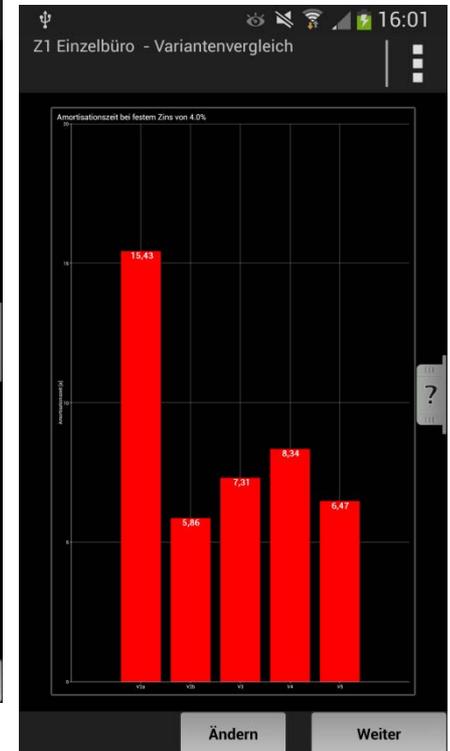
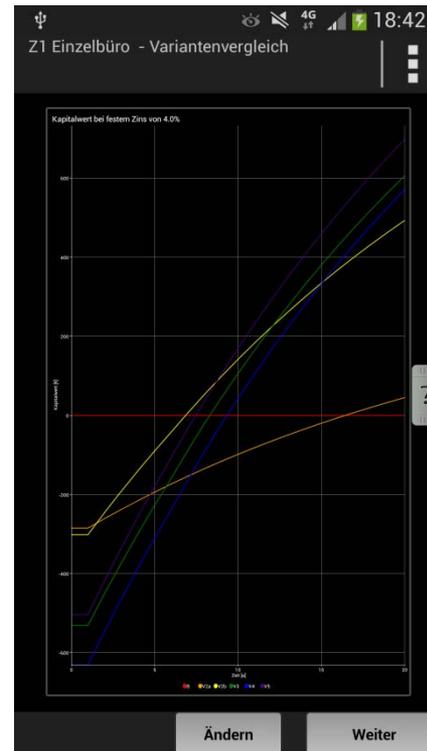
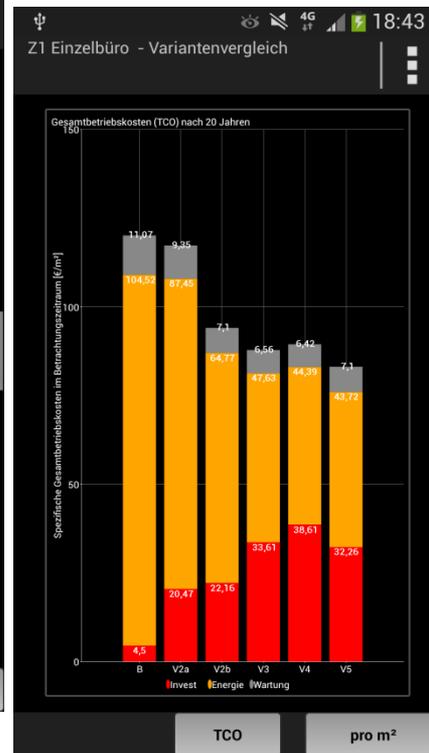
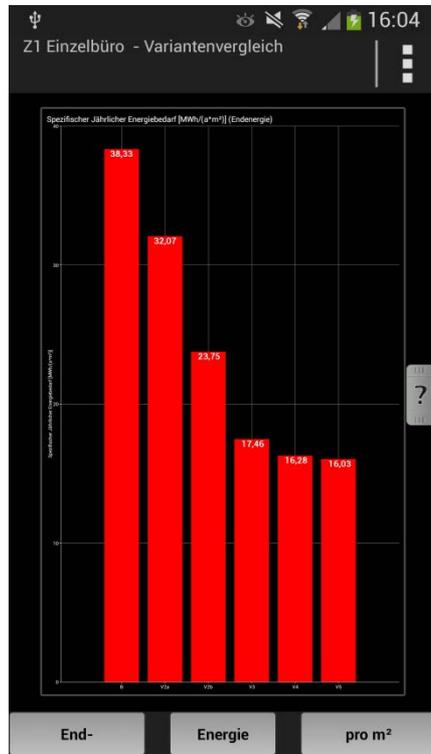
Sanierungsvarianten (automatische Generierung)

The image displays five overlapping screenshots of a mobile application interface for lighting renovation options. Each screen shows a different variant with its name, a brief description, and technical details.

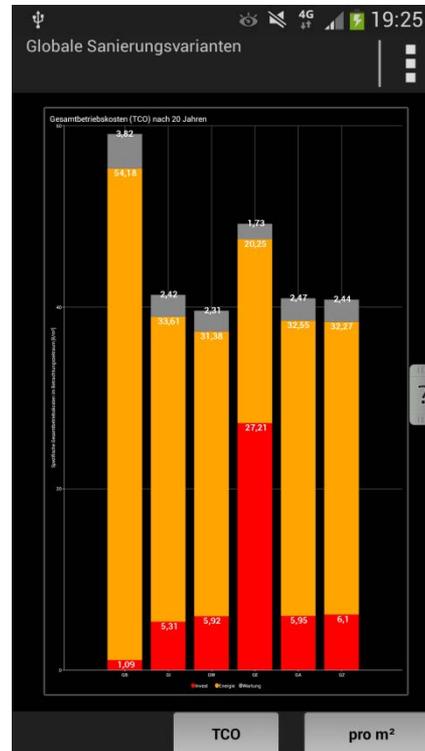
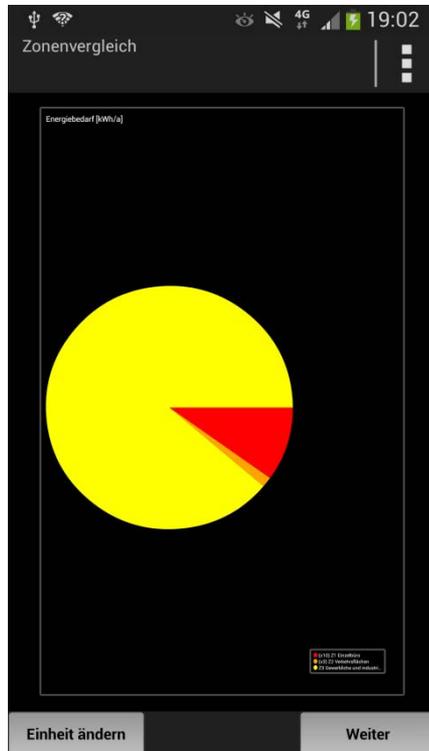
- Screenshot 1 (Top Left):** Shows the main menu with options: V2a : Austausch der Leuchten, V2b : Austausch der Leuchten, V3 : B + Sanierung des Lichtmanagements, V4 : V3 + Sanierung der Fassade, and V5 : B + Sanierung der Raumreflexionsgrad. Buttons for 'Übersicht' and 'Aus' are visible at the bottom.
- Screenshot 2 (Middle Left):** Details for 'Austausch der Leuchten'. Info: Für den Raum werden insgesamt 18215 [lm] (6071 [lm] pro Leuchte) benötigt um 500.0 [lx] bereitstellen zu können. 3 x Anbau, 2 Leuchtstofflampe T8 (KVG nicht dimmbar) je 58.0 [W], Raster matt (LBW= 0.55) mit 142.0 [W] und 4235 [lm].
- Screenshot 3 (Middle):** Details for 'B + Sanierung des Lichtmanagements'. Info: Für den Raum werden insgesamt 18215 [lm] (6071 [lm] pro Leuchte) benötigt um 500.0 [lx] bereitstellen zu können. 3 x Anbau, 2 Leuchtstofflampe T8 (KVG nicht dimmbar) je 58.0 [W], Raster matt (LBW= 0.55) mit 142.0 [W] und 4235 [lm].
- Screenshot 4 (Middle Right):** Details for 'B + Sanierung der Raumreflexionsgrade'. Info: Durch den verbesserten Reflektionsgrad wird weniger Lichtstrom benötigt und die Beleuchtungsanlage kann weiter angepasst werden. Für den Raum werden insgesamt 12920 [lm] (4306 [lm] pro Leuchte) benötigt um 500.0 [lx] bereitstellen zu können. 3 x Anbau, 2 Leuchtstofflampe T8 (KVG nicht dimmbar) je 58.0 [W], Raster matt (LBW= 0.55) mit 142.0 [W] und 4235 [lm].
- Screenshot 5 (Bottom Right):** Details for 'V3 + Sanierung der Fassade'. Info: Sonnenenschutz: "Blendschutz (manuell)" wurde ersetzt durch "Lichtlenkende Systeme". Für den Raum werden insgesamt 12920 [lm] (4306 [lm] pro Leuchte) benötigt um 500.0 [lx] bereitstellen zu können. 3 x Anbauleuchte, 1 Leuchtstofflampe T5 (EVG digital dimmbar) je 54.0 [W], Abdeckung klar (LBW= 0.87) mit insgesamt 59.4 [W] und 4350 [lm], Preis durchschnittlich: 176 €. Die Toleranz des erforderlichen Lichtstroms [lm] beträgt -10% bis +30% folglich können die Werte der Ersatz-Leuchten etwas höher oder geringer ausfallen, als der in der ersten Zeile geforderte Wert.

Buttons for 'Zurück' and 'Ändern' are visible at the bottom of each detail screen.

Darstellung auf Zonenebene: Energie und Wirtschaftlichkeit



Darstellung auf Gebäudeebene: Energie und Wirtschaftlichkeit



Globale Sanierungsvarianten

		GB	GI	GW	GE	GA	GZ
TCO	[1000 €]	232	162	155	193	161	160
Energie	[MWh/a]	77.88	77.88	77.88	77.88	77.88	77.88
Invest	[1000 €]	4.26	20.83	23.19	106.66	23.33	23.93
Amortisation	[a]	-	2.36	2.49	12.67	2.69	2.76
Zinssatz	[%]	-	45.74	43.43	8.07	40.32	39.32
Zone 1	-	B	V2a	V5	V5	V2b	V2b
Zone 2	-	B	V2b	V2b	V3	V2a	V3
Zone 3	-	B	V2b	V2b	V3	V2b	V2b

Weiter

- GB: Bestand
- GI: Niedrigste Investitionskosten
- GW: Niedrigste Gesamtkosten (TCO)
- GE: Niedrigster Energiebedarf
- GA: Kürzeste Amortisationszeit (niedrigstes Risiko)
- GI: Bester Investitions-Zinssatz (beste Geldanlage)

Interesse geweckt?

Ich Suche Bilder Maps Play YouTube News Gmail Drive Kalender Mehr

Google play Suchen

Apps

Meine Apps
Einkaufen
Spiele
Empfehlungen

reLight
Fraunhofer Institut für Bauphysik - 2. August 2013
Tools

Installieren Zur Wunschliste hinzufügen

★★★★★ (1)

Beschreibung

reLight* ist ein praktisches Tool für Smartphones und Tablets, das die energetische und wirtschaftliche Bewertung von Beleuchtungsanlagen ermöglicht. Beleuchtung im Innern von Gebäuden gehört zum alltäglichen Gebrauch, doch oft ist diese nicht optimal an die Gegebenheiten des einzelnen Raumes oder an den Tageslichteinfall angepasst. Somit bleiben zahlreiche Optimierungspotentiale und viel Energie und Geld werden unnötig ausgegeben! Nehmen sie es selbst in die Hand und schauen Sie, welche Potentiale sich bei Ihnen ergeben.

Achtung, lichttechnisches Vorwissen wird vorausgesetzt.
Mit reLight können Sie:

- den Bestand der Beleuchtungsanlage einfach und zeiteffizient vor Ort erfassen und festhalten,
- energetische und wirtschaftliche Potentiale bei der Sanierung von Beleuchtungsanlagen vor Ort abschätzen,
- automatisch generierte Sanierungsvarianten inklusive energetischer und wirtschaftlicher Bewertung betrachten (absoluter / spezifischer End- / Primärenergiebedarf, CO2-Emissionen, unterschiedliche Kostenarten, Amortisationszeit, „Total Cost of Ownership“, Kapitalzins),
- herausfinden, an welchen Stellen / Räumen im Gebäude welche beleuchtungstechnischen Maßnahmen am wirkungsvollsten sind,
- Projektdateien zur Weiterverarbeitung in andere Planungstools exportieren,
- PDF-Berichte erstellen (zum Anzeigen wird ein PDF-Reader benötigt).

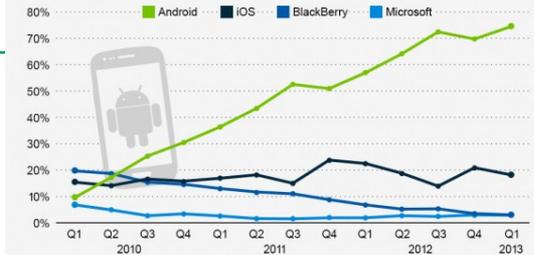
Das alles auf Grundlage des neuesten Stands der Normung (DIN EN 12464 und DIN V 18599).

Weitere Infos

Erfahrungsberichte

Android marschiert, Apple stagniert

Marktanteile der Betriebssysteme am weltweiten Smartphone-Absatz 2010 - 2013 (in %)



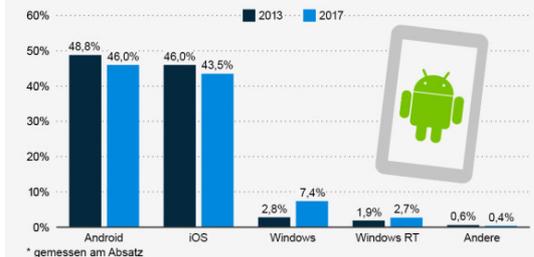
statista
Das Statistik-Portal



Quelle: Gartner

Android wird 2013 Nummer 1 bei Tablets

Prognose des weltweiten Marktanteils* von Tablet-Betriebssystemen



statista
Das Statistik-Portal



Quelle: IDC

Emulator für
Windows / MAC OSX

