

Beleuchtungstechnik - neue / alte Technologien

H. Krueger



Beleuchtungstechnik – neue Technologien

- 1. Ziele einer guten Beleuchtung am Arbeitsplatz**
- 2. Arbeitsmittel**
- 3. Welche Kriterien sind für die Beurteilung von Bedeutung?**
- 4. Lichtquellen**
- 5. Leuchten**
- 6. Hinweise für die Auswahl**
- 7. Beispiele für den Einsatz neuer Lichtquellen**

Beleuchtungstechnik – neue Technologien

- 1. Ziele einer guten Beleuchtung am Arbeitsplatz**
- 2. Arbeitsmittel**
- 3. Welche Kriterien sind für die Beurteilung von Bedeutung?**
- 4. Lichtquellen**
- 5. Leuchten**
- 6. Hinweise für die Auswahl**
- 7. Beispiele für den Einsatz neuer Lichtquellen**

Ziele für Beurteilung und Gestaltung

Gesundheit

Arbeitsbefähigung

Wohlbefinden

Akzeptanz

3785

Gutes Licht bedeutet

- Licht zum Sehen
- Licht zum Hinsehen
- Licht zum Ansehen
- Licht zum Ändern

3226

4.13 Variability of light

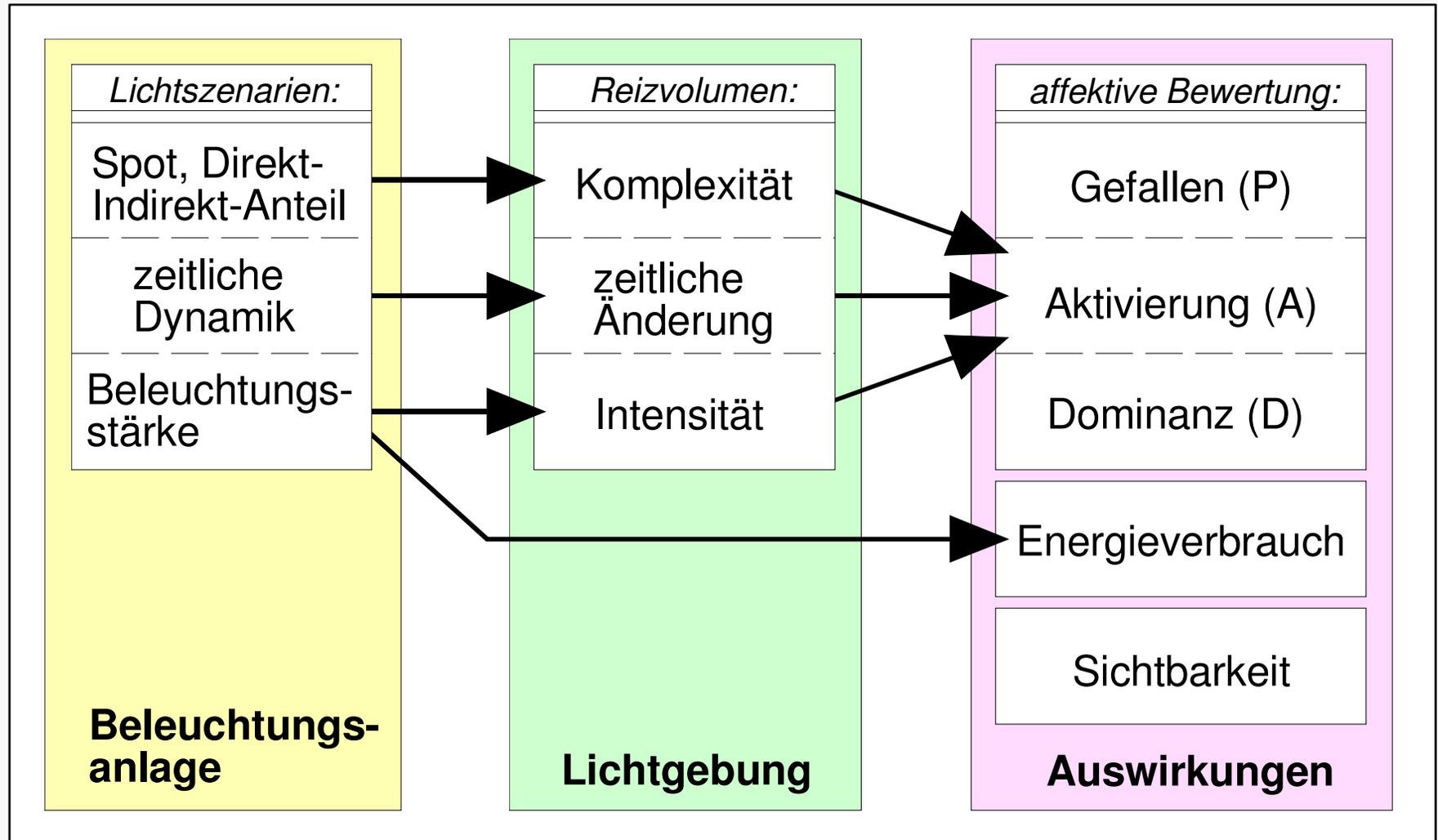
Light is important to people's health and wellbeing. **Light affects the mood, emotion and mental alertness of people. It can also support and adjust the circadian rhythms and influence people's physiological and psychological state.**

Up to date research indicates that these phenomena, in addition to the lighting design criteria defined in EN 12464-1, can be provided by the so-called "non-image forming" illuminances and colour appearance of light. Varying lighting conditions in time by higher illuminance, luminance distribution and wider range of colour temperature than specified in this standard with daylight and/or dedicated electric lighting solutions can stimulate people and enhance their wellbeing. The recommended band of variations is under consideration.

Standard CEN/TC 169

Light and lighting — Lighting of work places — Part 1: Indoor work places

Lichtszenerarien - Reizvolumen - affektiver Wert



Wirkungen

Licht- charakteristik	Sehfähigkeit	Wohlbefinden	Leistungs- fähigkeit	Gesundheit
Energie	<ul style="list-style-type: none"> - Streulicht - Spiegelungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Unbehaglichkeitsblendung 	<ul style="list-style-type: none"> - Wachheitsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> - „aktinische“ Wirkung - Biologische Rhythmik - Saisonale Depression
spektrale Verteilung	<ul style="list-style-type: none"> - Farbwiedergabe 	<ul style="list-style-type: none"> - Farbtemperatur - Farbverteilung 	<ul style="list-style-type: none"> - ? 	<ul style="list-style-type: none"> - ?
räumliche Verteilung	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrastwiedergabe - Körperwiedergabe 	<ul style="list-style-type: none"> - "visuelles Raumklima" - Schattigkeit - Lichtverteilung 	<ul style="list-style-type: none"> - Sehleistung - Erkennungsgeschwindigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - Unfallgefahr - asthenopische Beschwerden
zeitliche Verteilung	<ul style="list-style-type: none"> - Stroboskop-Effekt 	<ul style="list-style-type: none"> - Flimmern 	<ul style="list-style-type: none"> - Störung der Aufmerksamkeit - circadiane Leistungsbereitschaft 	<ul style="list-style-type: none"> - Krampfanfälle

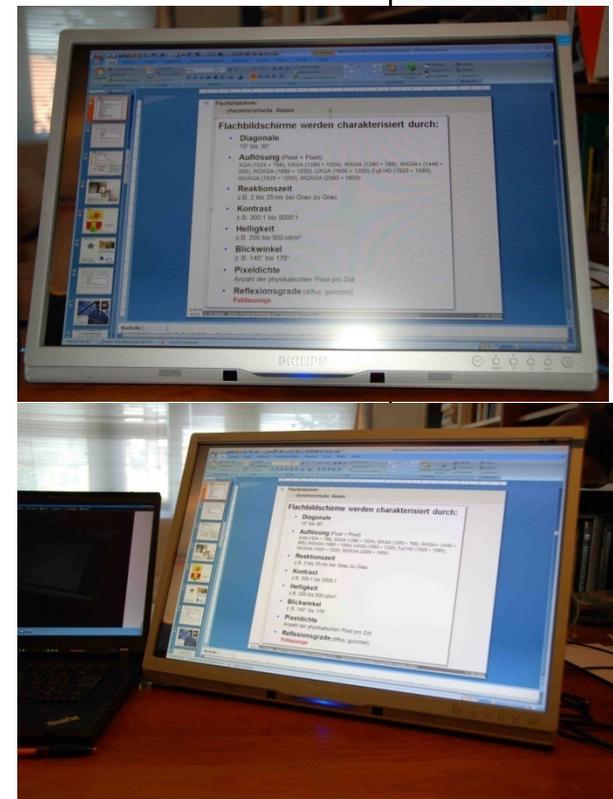
nach Ch. Schierz / 25. 2. 1997

Beleuchtungstechnik – neue Technologien

- 1. Ziele einer guten Beleuchtung am Arbeitsplatz**
- 2. Arbeitsmittel**
- 3. Welche Kriterien sind für die Beurteilung von Bedeutung?**
- 4. Lichtquellen**
- 5. Leuchten**
- 6. Hinweise für die Auswahl**
- 7. Beispiele für den Einsatz neuer Lichtquellen**

Flachbildschirme werden charakterisiert durch:

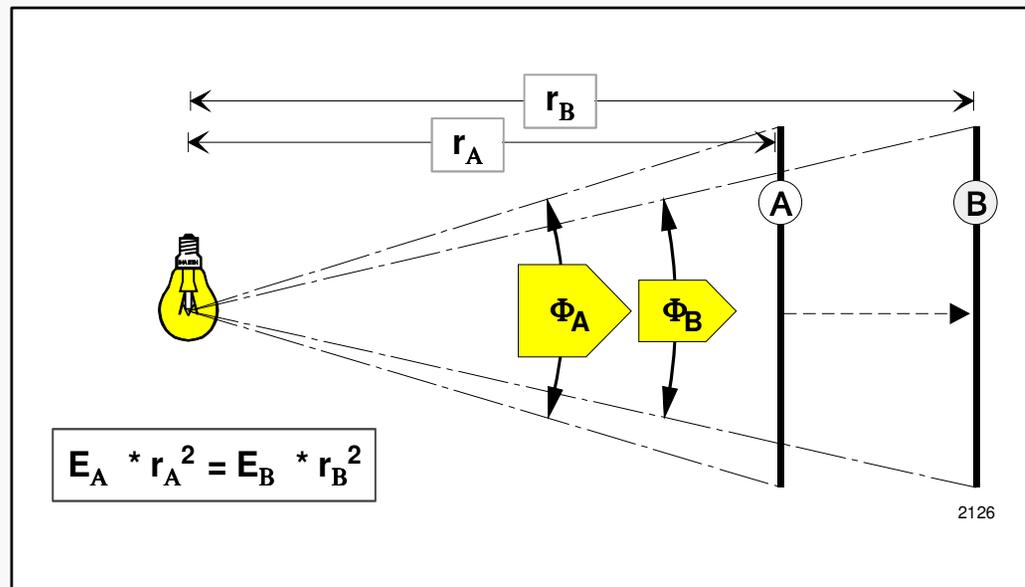
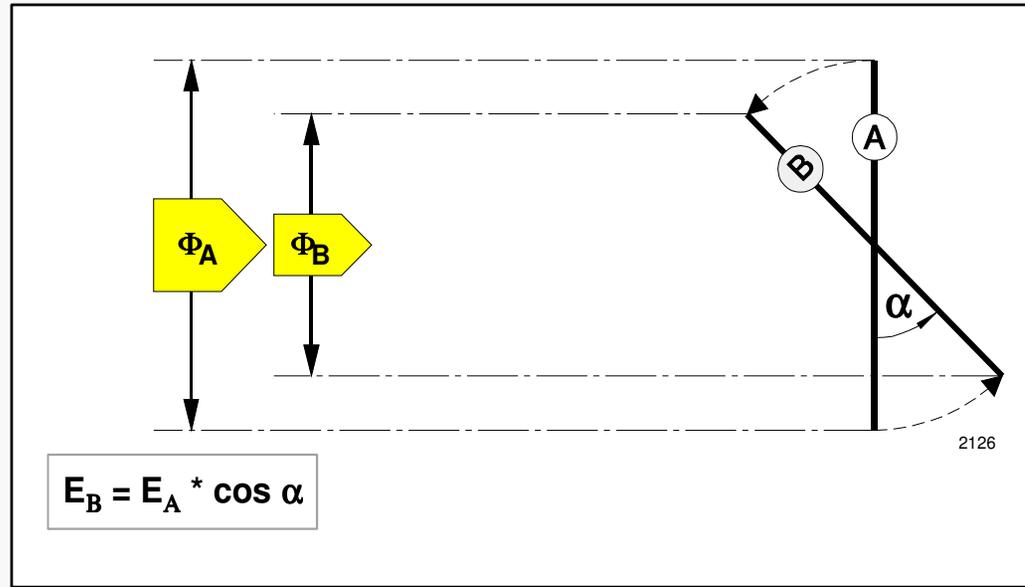
- **Diagonale**
15“ bis 30“
- **Auflösung** (Pixel × Pixel)
XGA (1024 × 768), SXGA (1280 × 1024), WXGA (1280 × 768), WXGA+ (1440 × 900), WSXGA (1680 × 1050), UXGA (1600 × 1200), Full HD (1920 × 1080), WUXGA (1920 × 1200), WQXGA (2560 × 1600)
- **Reaktionszeit**
z.B. 2 bis 25 ms bei Grau zu Grau
- **Kontrast**
z.B. 300:1 bis 5000:1
- **Helligkeit**
z.B. 200 bis 500 cd/m²
- **Blickwinkel**
z. B. 140° bis 178°
- **Pixeldichte**
Anzahl der physikalischen Pixel pro Zoll
- **Reflexionsgrade** (diffus, gerichtet)
Fehlanzeige



Beleuchtungstechnik – neue Technologien

- 1. Ziele einer guten Beleuchtung am Arbeitsplatz**
- 2. Arbeitsmittel**
- 3. Welche Kriterien sind für die Beurteilung von Bedeutung?**
- 4. Lichtquellen**
- 5. Leuchten**
- 6. Hinweise für die Auswahl**
- 7. Beispiele für den Einsatz neuer Lichtquellen**

Cosinusgesetz - Abstandsgesetz



Zusammenhang zwischen Lichtstrom, Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte

oben:

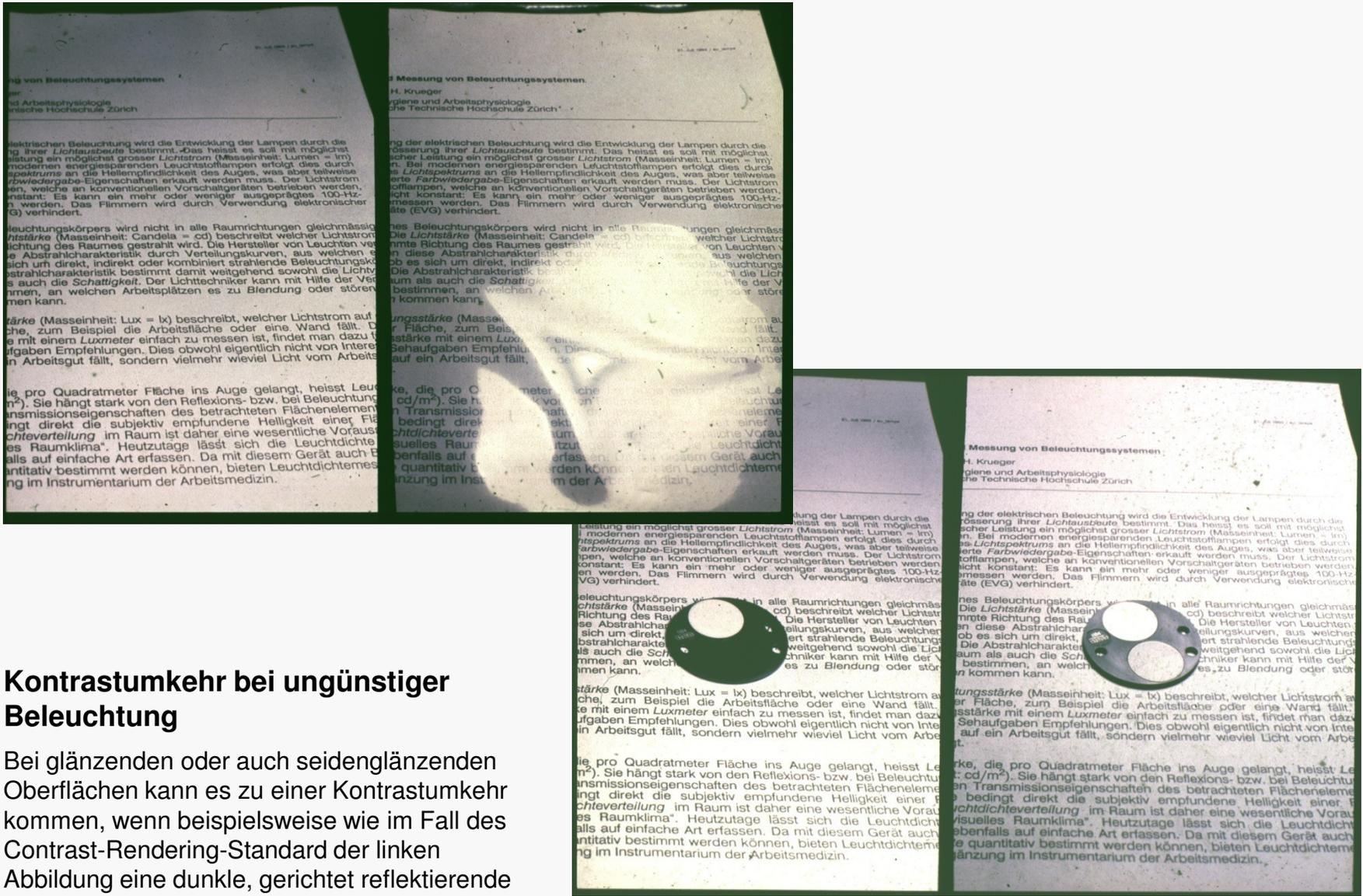
Cosinusgesetz;

im parallelen Lichtstrom trifft auf die geneigte Fläche B ein kleinerer Lichtstrom Φ_B als auf die senkrecht zum Lichtstromstehende Fläche A, nämlich Φ_A . Entsprechend dem $\cos \alpha$ ist die Leuchtdichte vermindert.

unten: Abstandsgesetz

Im Fall einer punktförmigen Lichtquelle nimmt der Lichtstrom pro Flächeneinheit mit dem Quadrat der Distanz von der Lichtquelle ab. Entsprechend sinkt die Beleuchtungsstärke von der Fläche A zur Fläche B mit dem Quadrat der Distanz und somit die Leuchtdichte der Fläche.

Entwurf Schierz Ch

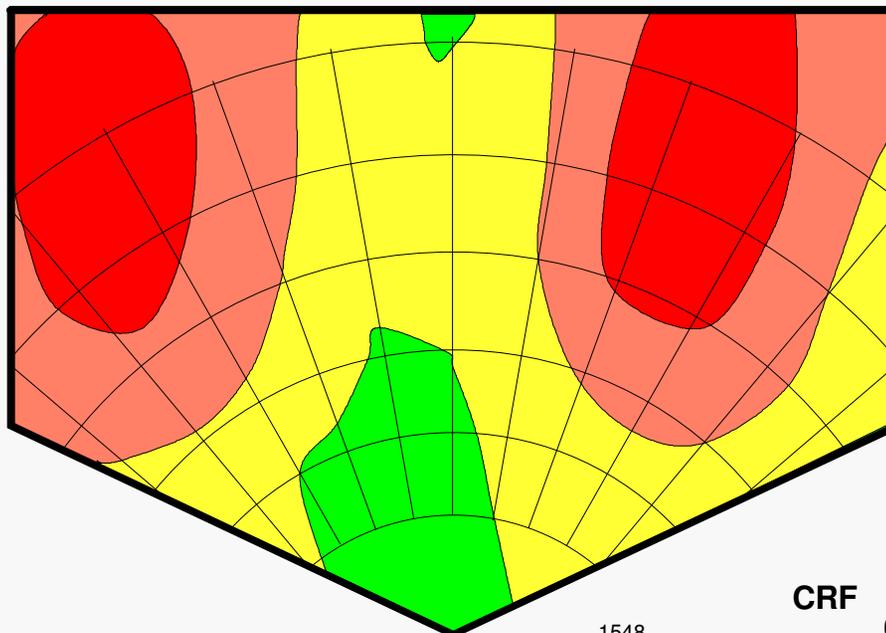
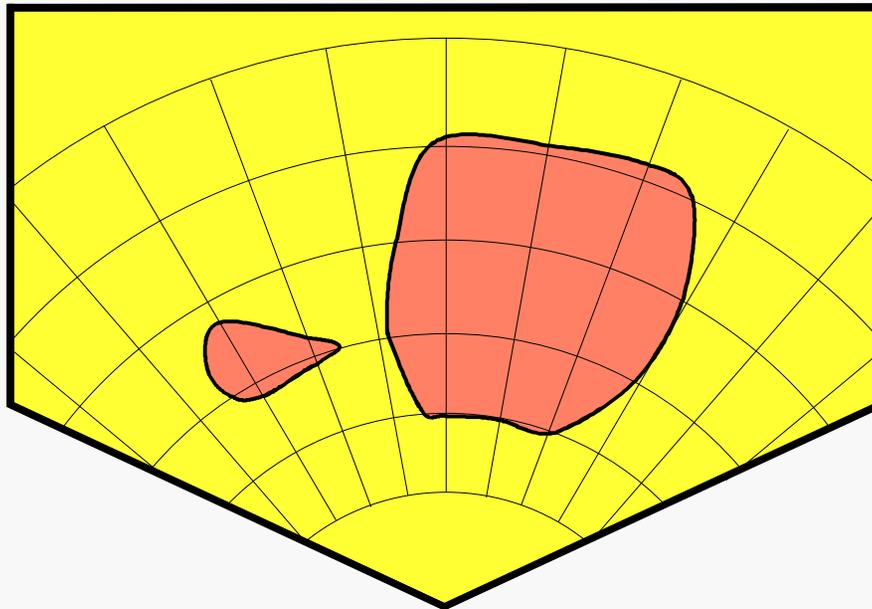


Kontrastumkehr bei ungünstiger Beleuchtung

Bei glänzenden oder auch seidenglänzenden Oberflächen kann es zu einer Kontrastumkehr kommen, wenn beispielsweise wie im Fall des Contrast-Rendering-Standard der linken Abbildung eine dunkle, gerichtet reflektierende Fläche mit einer hellen, diffus reflektierenden verglichen wird.

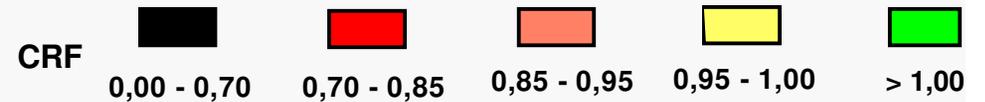
Quelle

Kontrastwiedergabe



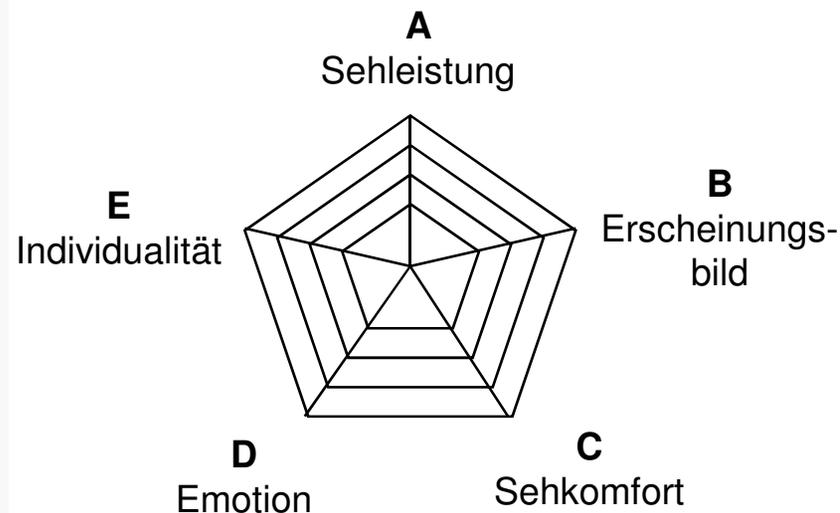
Contrast Rendering Factor CRF

oben: diffuse indirekte Beleuchtung
 unten: direkte Beleuchtung
 der Arbeitsfläche



1548

Beurteilung mittels ENI LENI

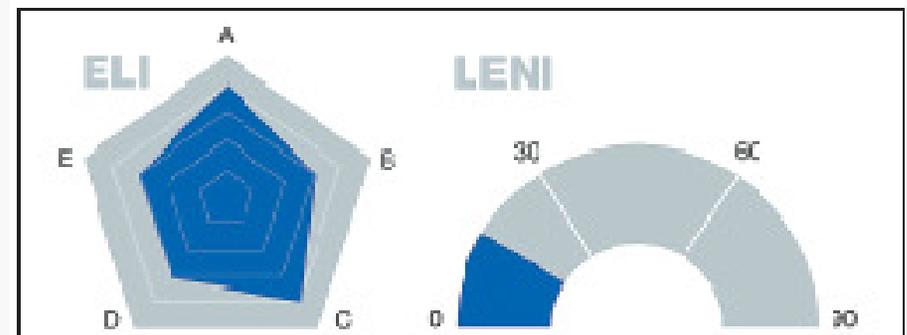
**Schulraum**

In den Unterrichts- und EDV-Räumen der Schulanlage Bünzmatt © kommen blendfreie LIGHT FIELDS zum Einsatz. Mikropyramidenoptik und ein Betriebswirkungsgrad von über 86% legen den Grundstein, um die Schweizer MINERGIE-Anforderungen von 8.2 kWh/m² und Jahr zu erfüllen.

Beurteilung einer Schulraumbeleuchtung

Spinnendiagramme sind eine Möglichkeit eine mehrdimensionale Bewertung von Beleuchtungssituationen optisch erfassbar zu machen.

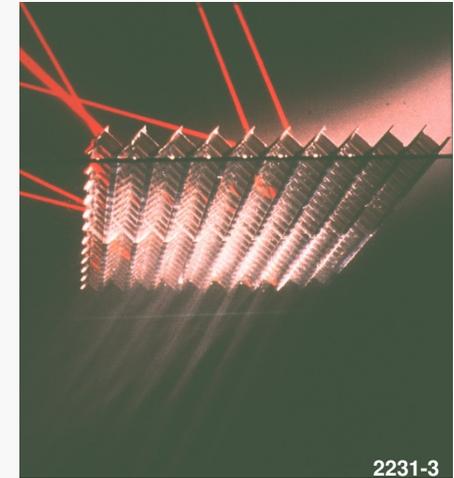
Quelle: Dehoff - Zumtobel



www.zumtobel.com/HumanergyBalance

Beleuchtungstechnik – neue Technologien

- 1. Ziele einer guten Beleuchtung am Arbeitsplatz**
- 2. Arbeitsmittel**
- 3. Welche Kriterien sind für die Beurteilung von Bedeutung?**
- 4. Lichtquellen**
- 5. Leuchten**
- 6. Hinweise für die Auswahl**
- 7. Beispiele für den Einsatz neuer Lichtquellen**

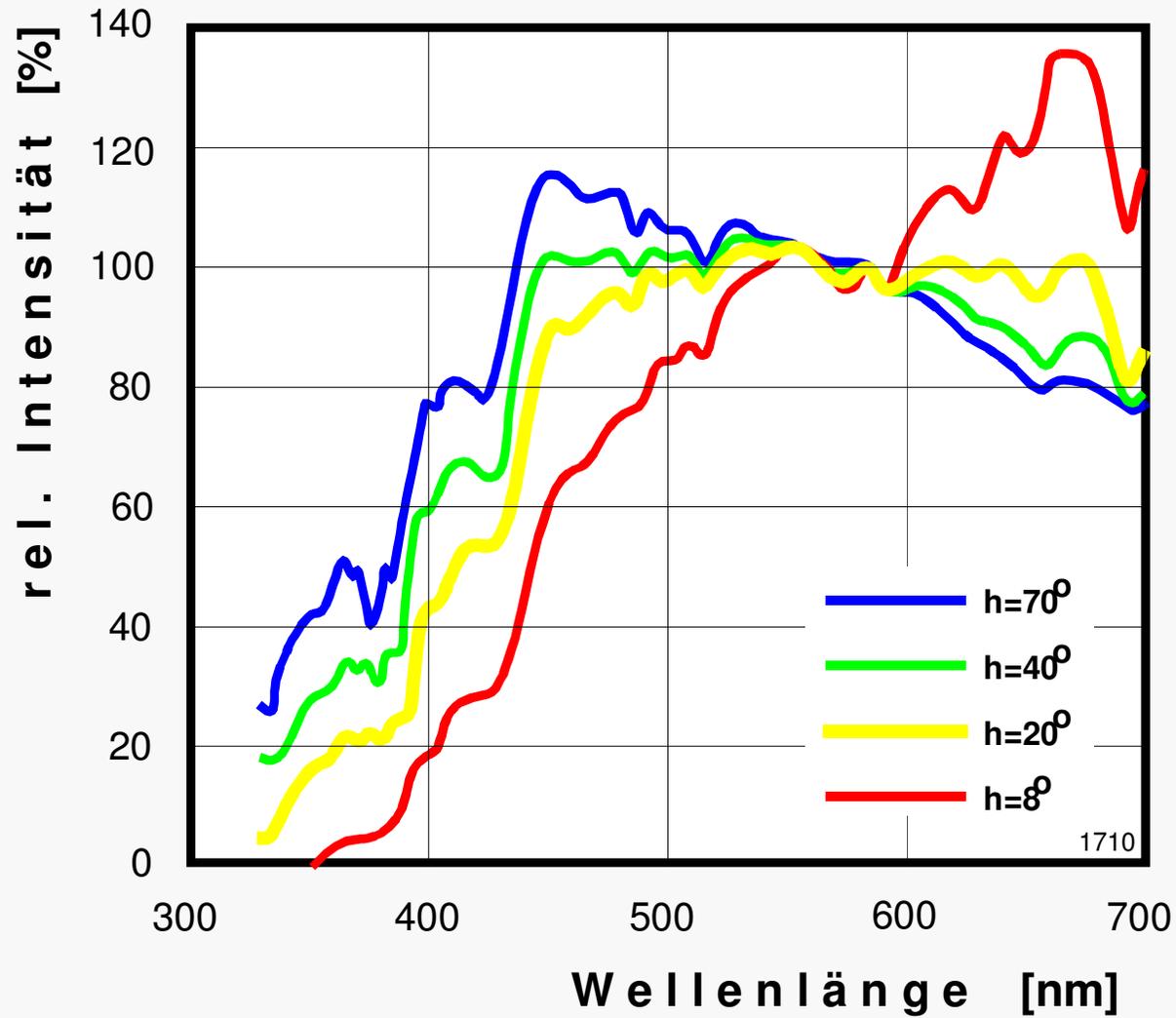


**Tageslichtbeleuchtung unter
Ausschluss des direkten
Sonnenlichtes im Design
Zentrum Linz**

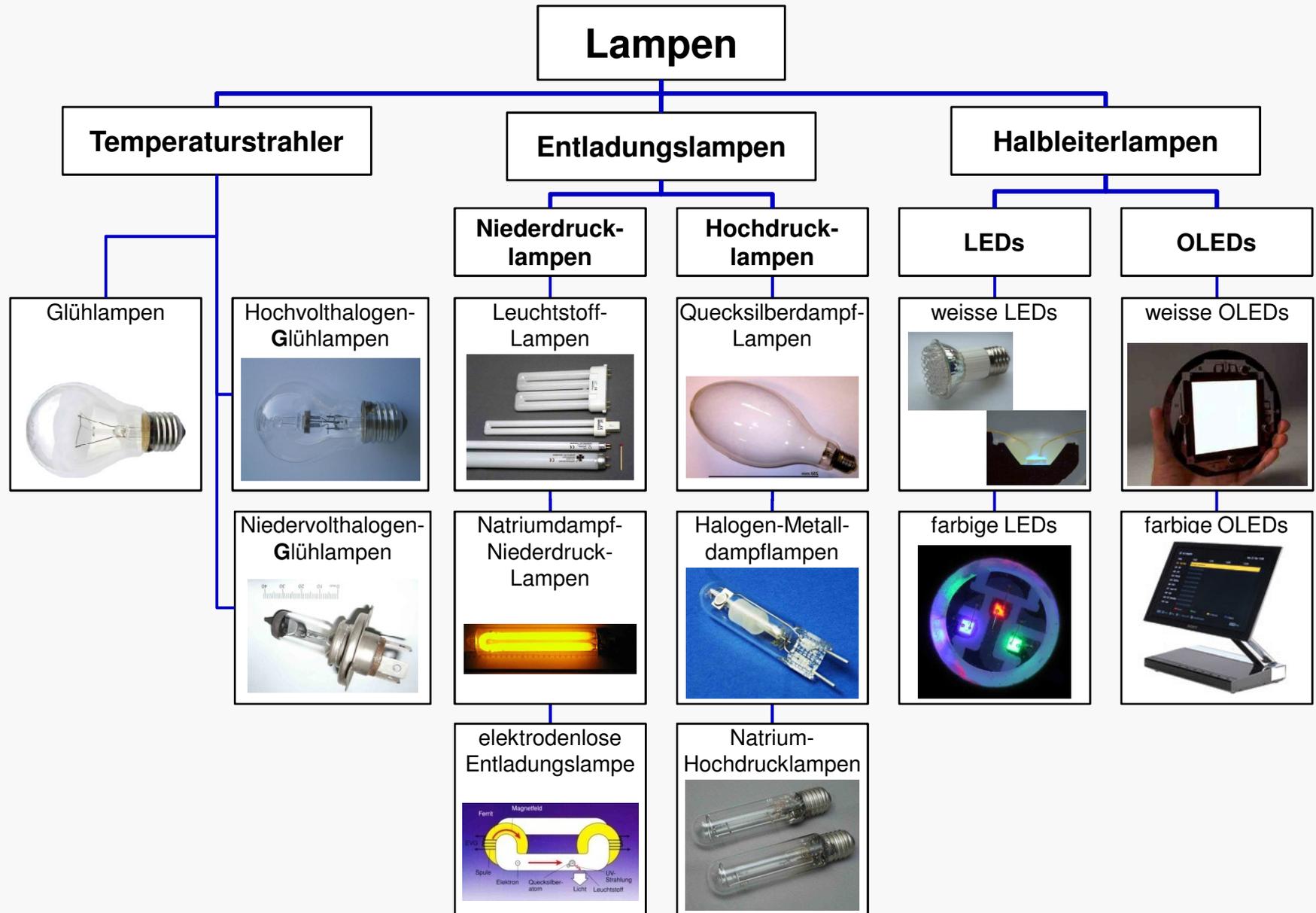
links oben: Blick in den Himmel
(diffus)

rechts unten: Blick in Richtung Sonne
rechts oben: Prinzip der Lichtlenkung
in einem Raster

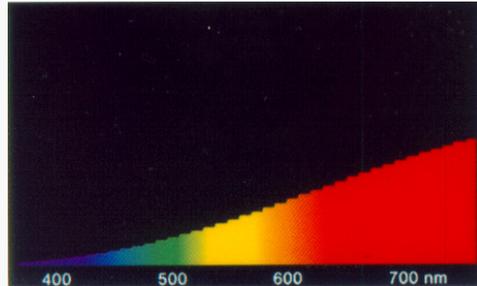




Cobdit H.R., Grum F.: Spectral energy distribution of daylight
 J. Opt. Soc. Am. V54 N7(1964) 937-944



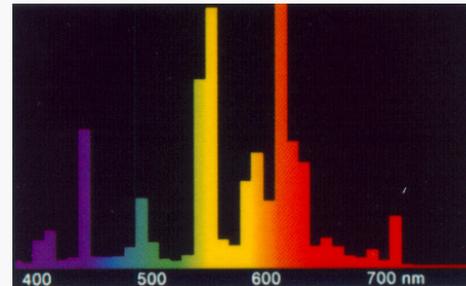
Temperaturstrahler



Glühlampenlicht

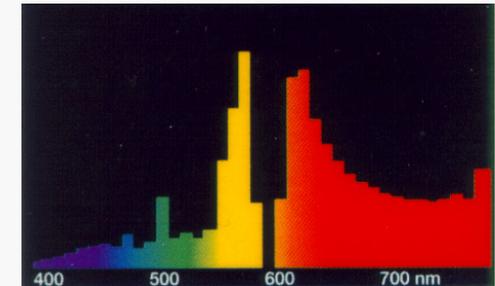
warmweiss
< 3.300 K

Leuchtstofflampen



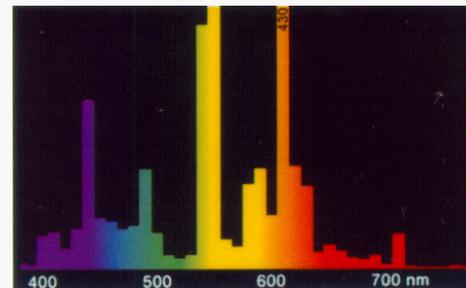
Lichtfarbe 41-827
Luminux plus interna

Hochdrucklampen

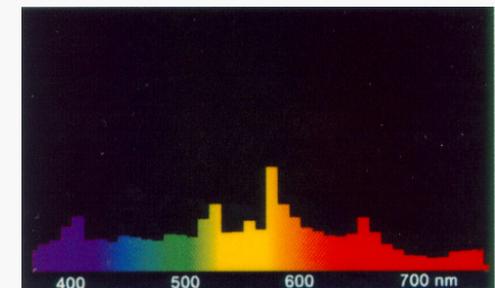


Colorstar DSX 2.700K

Neutralweiss
4.000 K
3300 – 5300 K

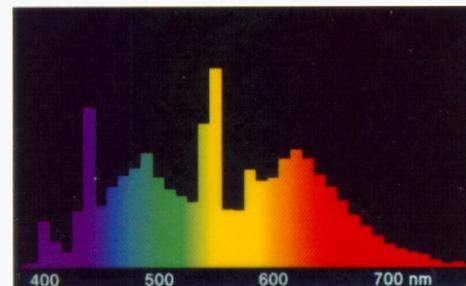


Lichtfarbe 21-840
Luminux plus coolwhite

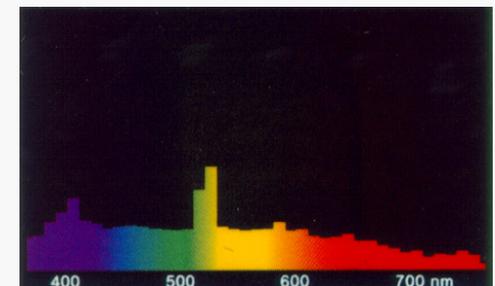


HQI .../NDL

Tageslichtweiss
> 5.300 K



Lichtfarbe 12-950

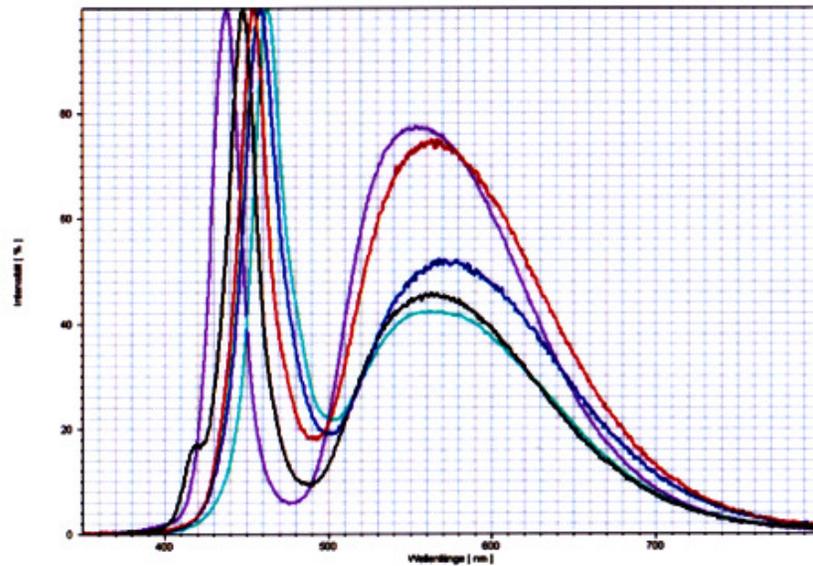


HQI .../D

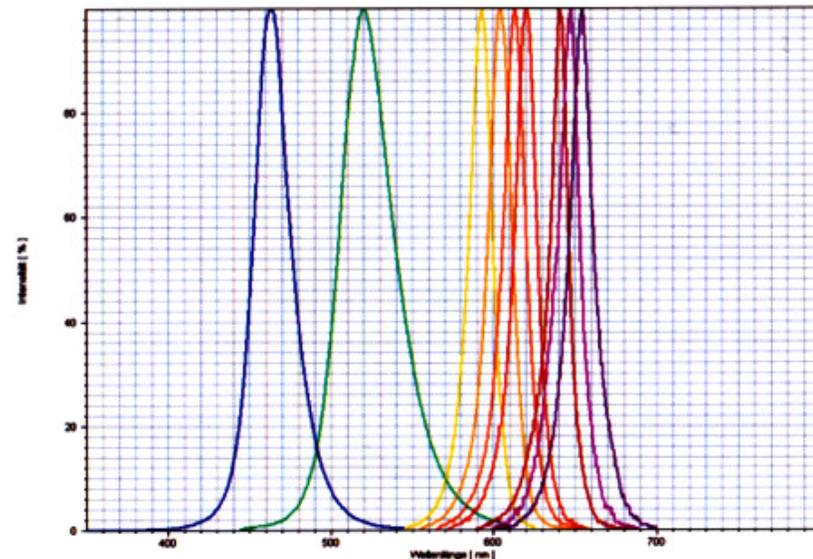
Spektrale Verteilung verschiedener Lichtquellen (Lampen)

Die Diagrammhöhe entspricht
 $600 \text{ mW} / (1000 \text{ lm} \cdot 10 \text{ nm})$.

n. Lange (1998) Handbuch für Beleuchtung, ecomed



Spektral-
verteilung
einiger weißer
LED (Bild B)



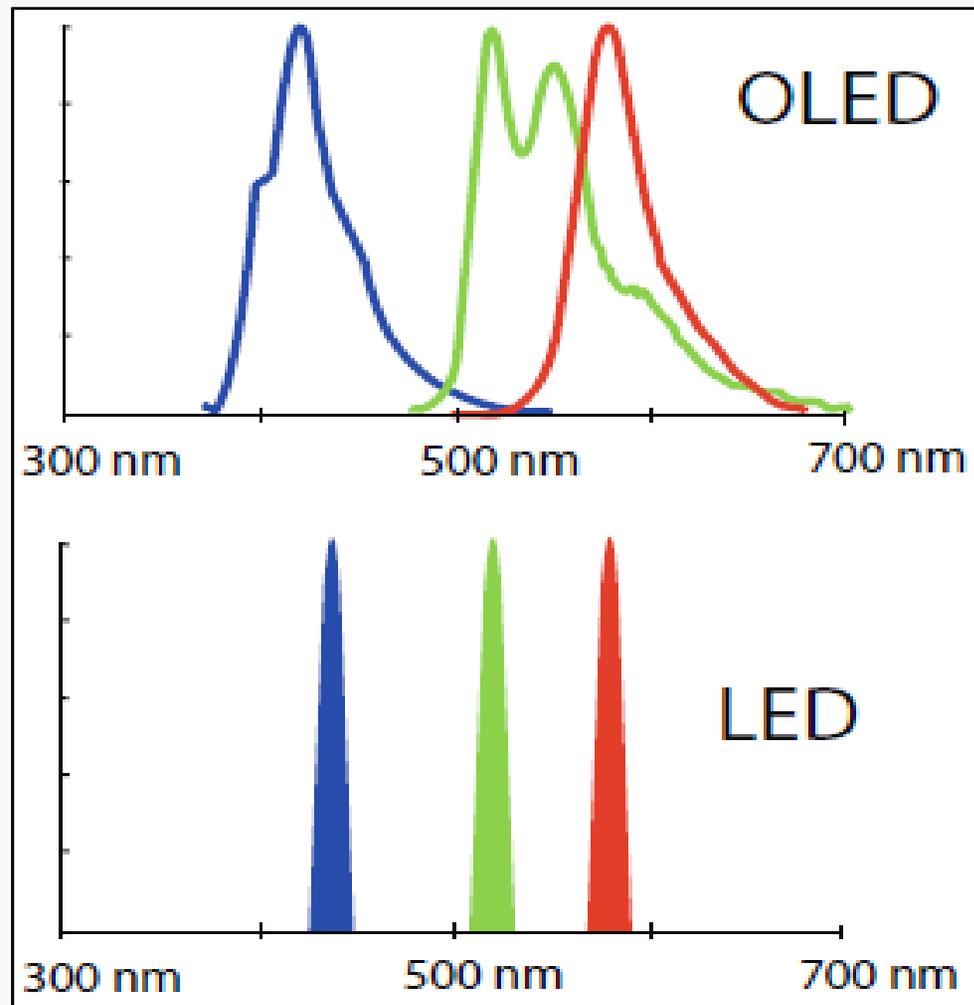
Emissions-
spektren
verschiedener
LEDs (Bild A)

blau 468 nm;
grün 527 nm;
gelb 588 nm;
gelb 599 nm;
orange 607 nm;
orange 613 nm;
rot 632 nm;
hyperrot 641 nm

Spektrale Energieverteilung verschiedener Leuchtdioden

Quelle: Handbuch für Beleuchtung. ecomed

Emissionsspektrum - LED - OLED

**Emissionsspektren von OLED und LED im Vergleich**

Quelle: http://www.shop.highlight-verlag.de/media/Heinz/Heinz_Kap7_114-115.pdf. 06-2009

Technologie	Temperaturstrahler	Fluoreszenz	Metall Halogen	Na-Hochdruck	Na-Farbverbessert	LED	OLED
Farbe	warm bis warmweiss	warm bis Tageslicht	warm bis neutral	goldgelb	warmweiss	weiss / farbig	weiss / farbig
Farbwiedergabeindex Ra	100	60-90	60-85	20	60+	?	?
Lichtart		diffus	mittel-hohe Helligkeit	mittel-hohe Helligkeit	mittel-hohe Helligkeit	hohe Helligkeit	hohe Helligkeit
Lumen/Watt	10-20	60-100	60-100	80-140	70-90	-140	90-120
UV-Anteil	kein - wenig	vernachlässigbar	Konstr.abh. mässig	kein	kein	kein	kein
Lebensdauer	kurz	lang	lang	sehr lang	lang	sehr lang	sehr lang
Lichtregelung	gut	gut	nicht	beschränkt	nicht	gut	gut
Ökologie	-	Sonderabfall	Sonderabfall	-	-	-	+

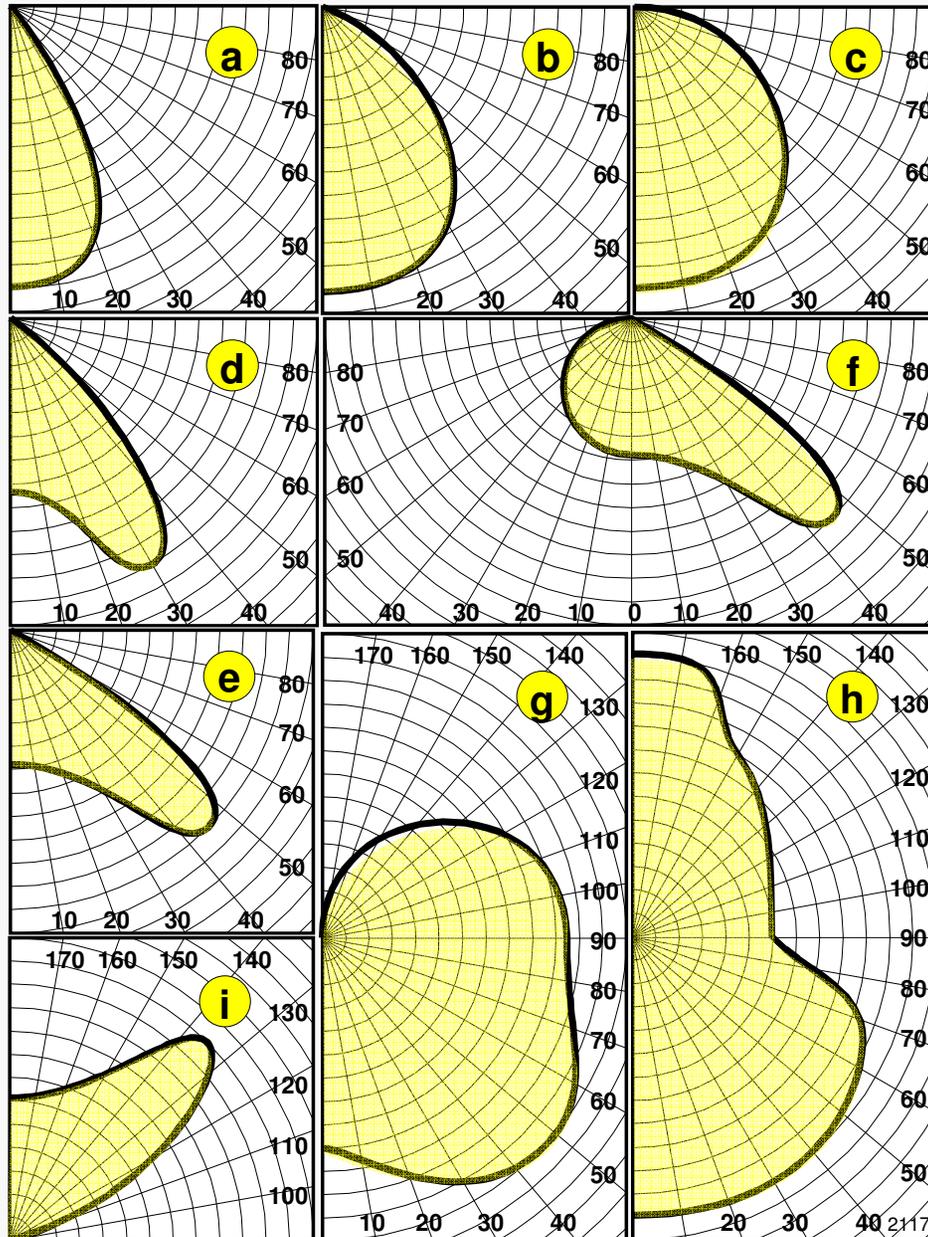
1295

Qualitative Zusammenstellung der wichtigsten Eigenschaften verschiedener Lampentypen.

Beleuchtungstechnik – neue Technologien

- 1. Ziele einer guten Beleuchtung am Arbeitsplatz**
- 2. Arbeitsmittel**
- 3. Welche Kriterien sind für die Beurteilung von Bedeutung?**
- 4. Lichtquellen**
- 5. Leuchten**
- 6. Hinweise für die Auswahl**
- 7. Beispiele für den Einsatz neuer Lichtquellen**

Indikatrix - Zusammenstellung einiger typischer Leuchten



typische Verteilungskurven der Lichtstärke für Innenleuchten.

- a) tiefstrahlend
(Spiegelreflektorleuchte, Spotleuchte);
- b) tiefstrahlend
(weiße Großrasterleuchte);
- c) tief-breitstrahlend
(Einbaudeckenleuchte mit prismatischer Wanne);
- d) tief-breitstrahlend
(Ein- und Anbauleuchte mit Spiegelraster "Darklight");
- e) breitstrahlend
(Ein- und Anbauleuchte mit Spiegelraster "Batwing");
- f) schrägstrahlend
(asymmetrisch strahlende Leuchte mit Spiegelraster);
- g) freistrahlend
(Anbauleuchte mit Seitenprismen zur Deckenaufhellung);
- h) freistrahlend
(Pendelleuchte mit raster und Glasseitenteilen);
- i) hochstrahlend
(Indirektleuchte)

**Art der
Beleuchtung**

Indirekt/Direkt


 Indirekt/Direkt
Wandbeleuchtung

 Indirekt/Direkt
Wandbeleuchtung
Spots

Einzelbüro
Besprechungsraum
Gruppenbüro
Beleuchtungswirkung

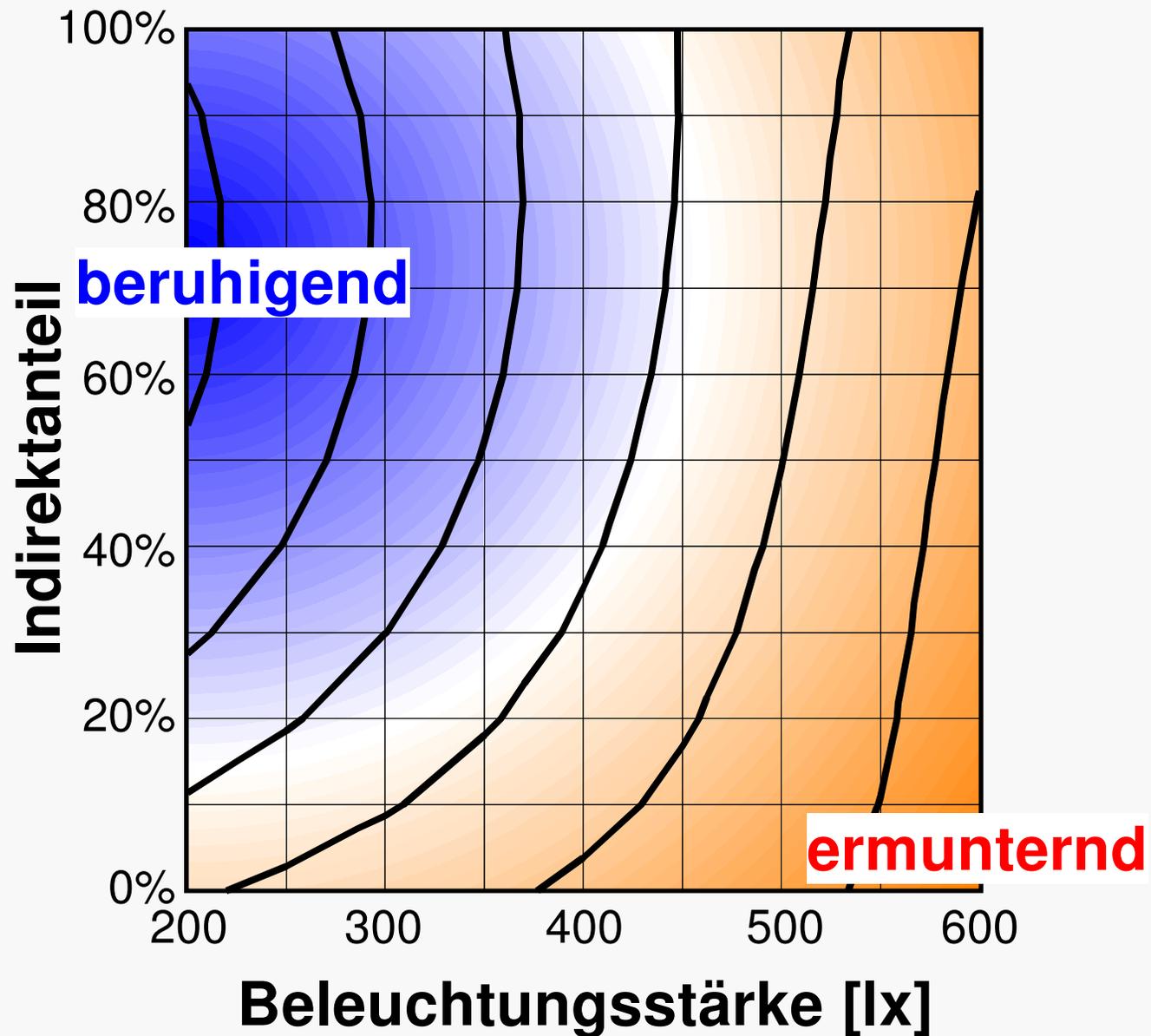
Kombination verschiedener konventioneller Beleuchtungsarten und deren Wirkung

Zumtobel

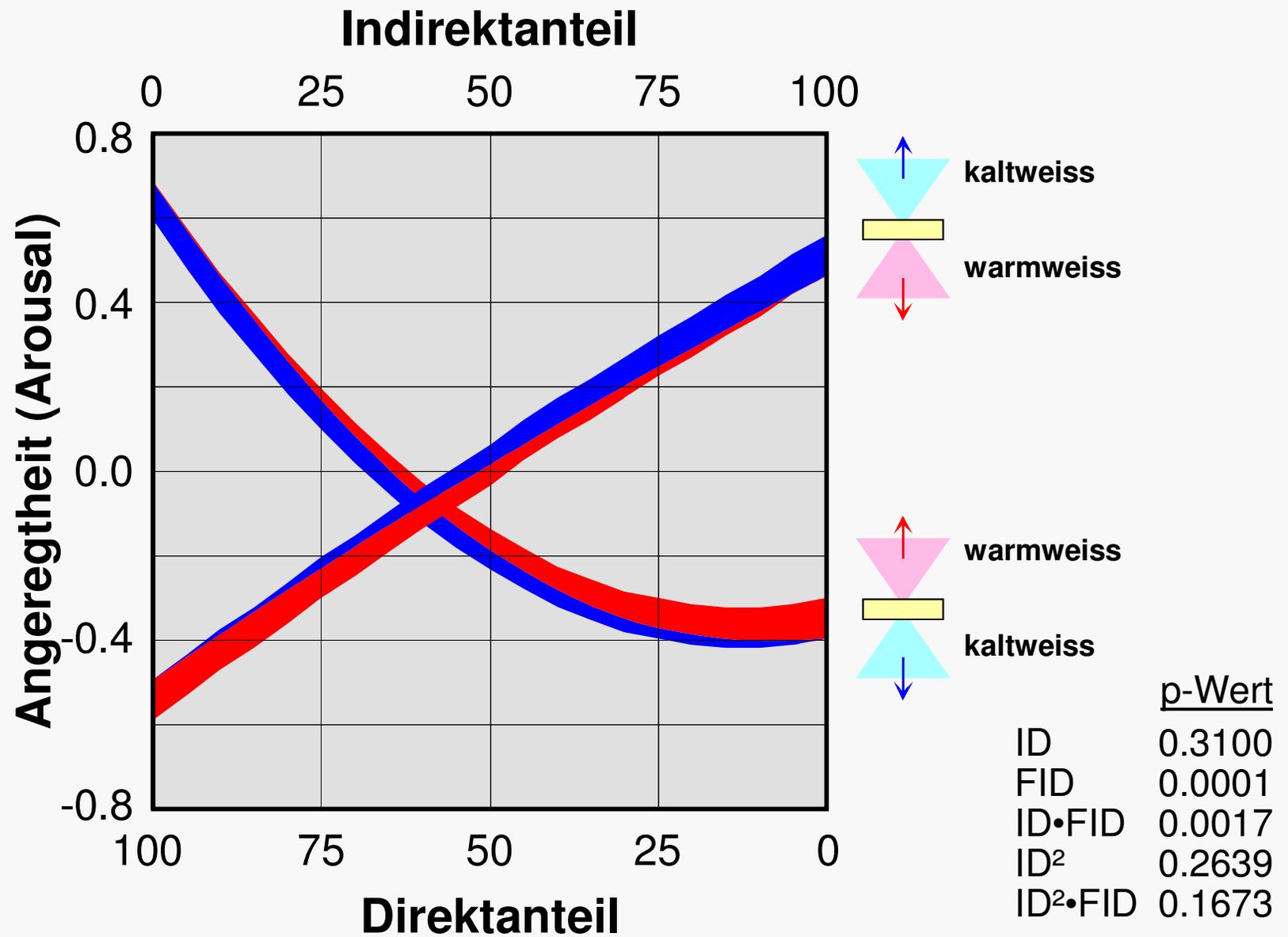
Beleuchtungstechnik – neue Technologien

- 1. Ziele einer guten Beleuchtung am Arbeitsplatz**
- 2. Arbeitsmittel**
- 3. Welche Kriterien sind für die Beurteilung von Bedeutung?**
- 4. Lichtquellen**
- 5. Leuchten**
- 6. Hinweise für die Auswahl**
- 7. Beispiele für den Einsatz neuer Lichtquellen**

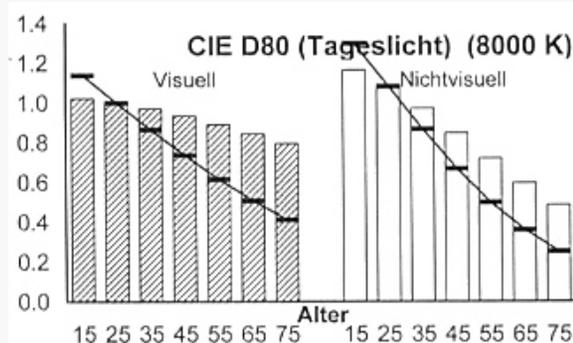
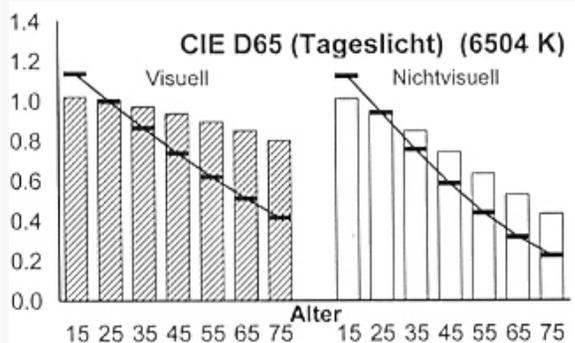
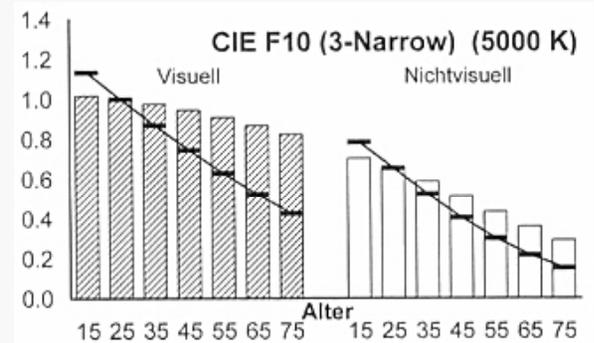
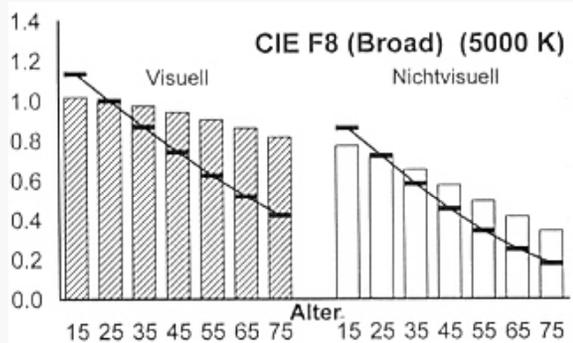
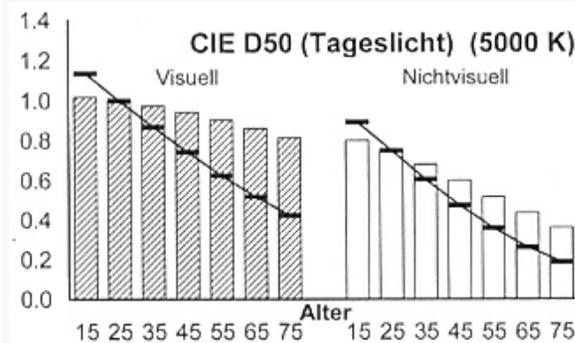
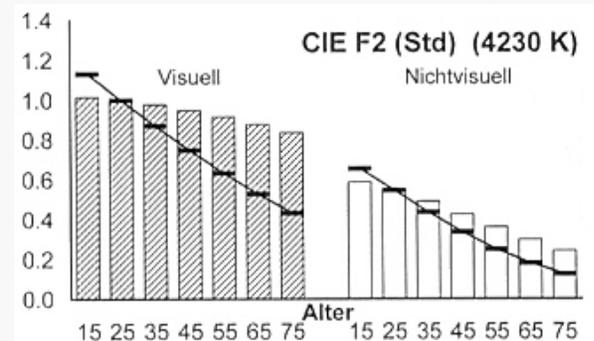
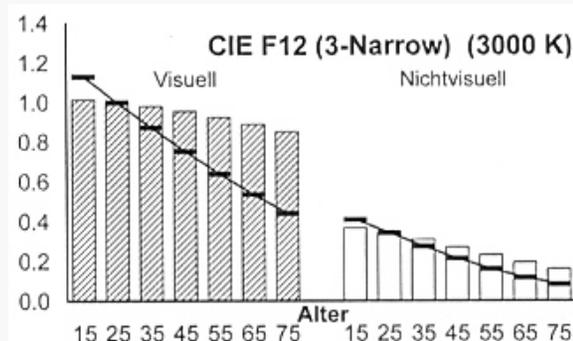
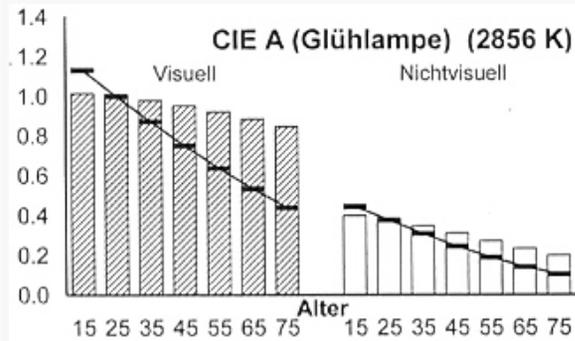
Arousal: Einfluss von Beleuchtungsstärke und Indirektanteil



Arousal: Einfluss von Indirektanteil und Lichtfarbe



Alter - Wirkung



Altersabhängige Schwächungsfaktoren W von Licht unterschiedlicher Lichtquellen auf die Helligkeitswahrnehmung (linke Balken) und für nicht-visuelle Melatoninsuppression in der Nacht (rechte Balken) ohne Berücksichtigung der Pupillenweite. Die Berücksichtigung der presbyopen Miosis ergibt die Werte der horizontalen Balken. In Klammern die ähnlichste Farbtemperatur

Ch. Schierz (2008) Licht für die ältere Bevölkerung. Licht 2008

Kennzeichnung von Licht - Lampen - Leuchten

	Typen	Kennzahlen
Licht	Kontinuierliches Spektrum Linien, Banden	Farbwiedergabe Lichtfarbe
Lampen	Glühlampen Niederdruckentladungslampen Hochdruckentladungslampen LED OLED	Lichtstrom Lichtausbeute Lebensdauer
Leuchten	Zweckleuchten Dekorative Leuchten Scheinwerfer	Lichtstromverteilung Lichtstärkeverteilung Leuchtdichteverteilung Betriebswirkungsgrad

Quelle: Handbuch für Beleuchtung, ecomed 1998

Beleuchtungstechnik – neue Technologien

- 1. Ziele einer guten Beleuchtung am Arbeitsplatz**
- 2. Arbeitsmittel**
- 3. Welche Kriterien sind für die Beurteilung von Bedeutung?**
- 4. Lichtquellen**
- 5. Leuchten**
- 6. Hinweise für die Auswahl**
- 7. Beispiele für den Einsatz neuer Lichtquellen**



LEDs als Leuchte, La Maladière Centre, Neuchâtel

SCHOTT's patented LightPoints™ LED glass system features light-emitting diodes (LEDs) wirelessly encapsulated inside laminated glass. Electricity flows through a pre-structured clear conductive coating, eliminating the need for visible wiring. LED glass requires virtually no maintenance; in fact, LightPoints™ LED Glass can last decades without being replaced.

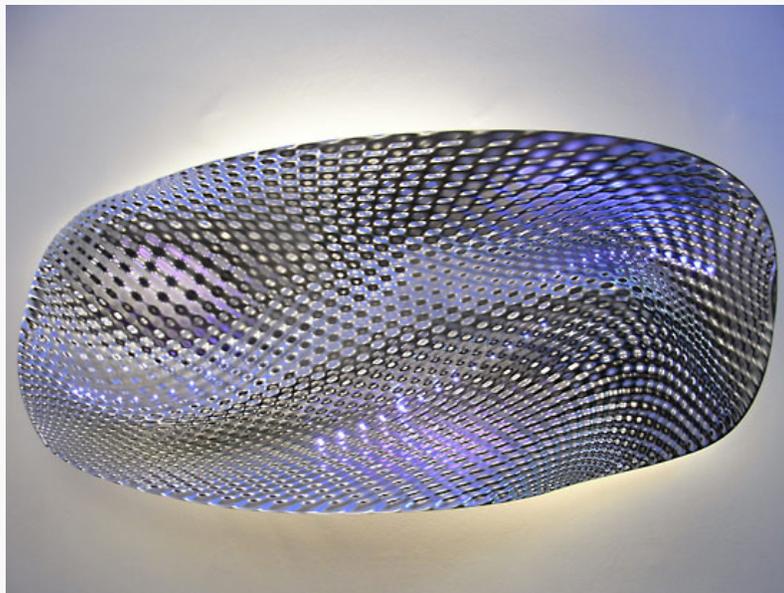
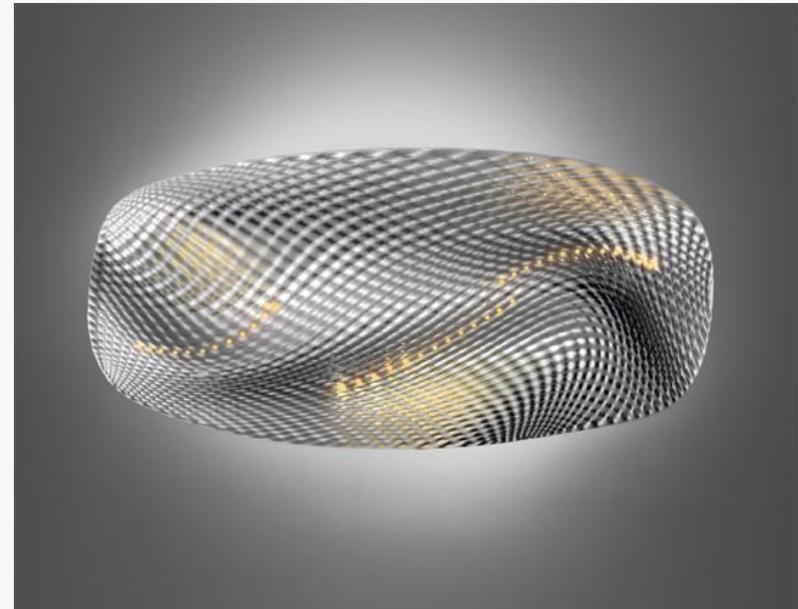
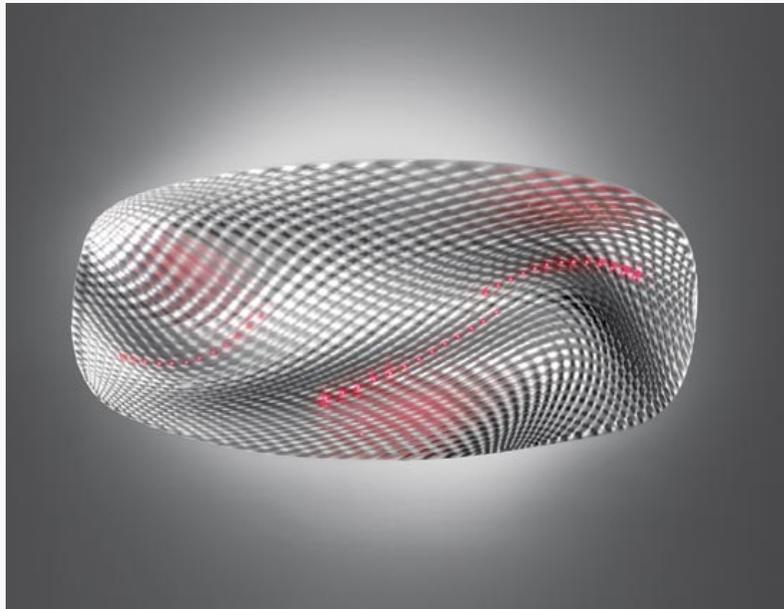
Architekt: GD Architects, Neuchâtel

Verarbeiter/Systemhersteller: lif GmbH

Glas: LEDs im Flachglas-Folienverbund LightPoints

Die LEDs (in den Farben weiss, blau und rot eingesetzt) sind jeweils einzeln ansteuerbar. Dadurch können individuelle Sequenzen abgespielt werden. Im "La Maladière Center" sind fünf unterschiedliche Programmierungen hinterlegt.

<http://www.schott.com/architecture/german/lightsolutions/lightpoints.html>



Ross Lovegrove *1958

„cosmic angel“ wall lamp

artemide presented the latest light collection by Ross Lovegrove: The new 'cosmic angel' wall lamp during the Milan design week 2009



Raimond

Für das niederländische Kultlabel moooi geschaffene Leuchte in Form eines Himmelskörpers nach Vorlage des niederländischen Mathematikers Raimond Puts mit bis zu 1212 LEDs.

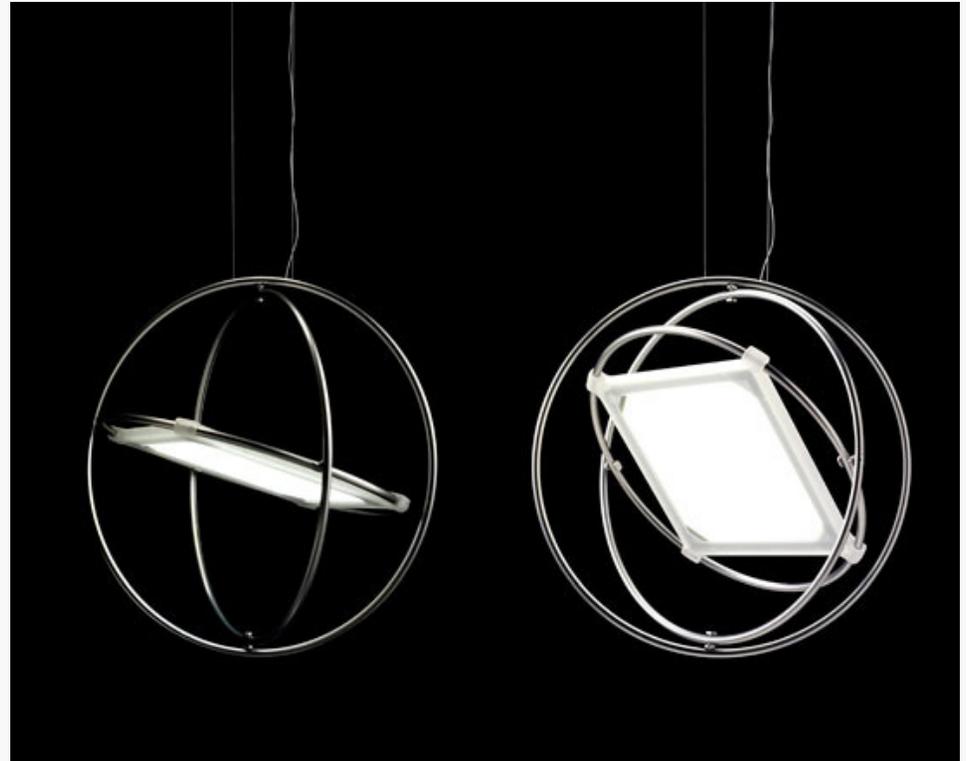
Photography by Maarten van Houten
<http://www.moooi.com/files/ProductsPDF/Raimond.pdf>



Opernhaus Oslo

Die norwegische National-Oper (wurde am 12. April 2008 nach fünf Jahren Bauzeit feierlich eröffnet. Highlight des eindrucksvollen Baus ist der größte Kronleuchter Norwegens. Insgesamt 1.250 Osram LINEARlight Dragon LED-Module sind in der außergewöhnlichen Hauptlichtquelle des großen Saals verbaut.

Leuchte mit OLEDs

**OLED lamps by Toshiyuki Kita**

left: comet table lamp

right: planet, a lighting fixture with a 15 cm square OLED panel in the centre sustained by three metal rings. it can illuminate in all 360-degree directions when the ring is adjusted to a sphere of 26,8 cm in diameter.



Toshiyuki Kita *1942

milan design week 2009



OLED-Deckenleuchte Frankfurt 2008



OLED-Tischlampe Osram, 2008



OLED-Beleuchtung Frankfurt 2008

OLED als Leuchte

<http://www.oled.at/oledlicht-weisse-oled.htm>

Beurteilungskriterien

Criterion A: visual performance

- Illuminance in visual task area
- Limitation of physiological glare
- Recognisability of coloured surfaces (colour rendition index)
- Uniformity of illuminance in visual task area
- Illuminance in area surrounding visual task
- Limitation of reduction in contrast (CRF)
- Limitation of reflections in visual task area

Criterion B: appearance

- Architectural concept and matching and enhancement of the latter with the lighting concept
- Abstract concept; key styles include conservative or progressive, old-fashioned or modern, private or public
- Light as a means of finding one's bearings in terms of time, location and social interaction
- Hierarchy of perception and order (what strikes the user first?)
- Impression of space and two-dimensional structures
- Lines of light, focus of light, eye-catching features
- Appearance of luminaires and their arrangement in the interior (even when light is switched off)
- Appearance of lighting and luminaires when seen from the outside

Quelle: Dehoff - Zumtobel

Criterion C: visual comfort

- Plasticity and modelling (visibility of surface textures and 3D objects)
- Limitation of physiological glare
- Light colours
- Clearness
- Absence of relatively large, dark and obscure areas in the room (gloom)
- Limitation of annoying reflections in surrounding area (not in visual task area)
- Limitation of annoying distractions, e.g. due to flashing, flickering or unsteadiness

Criterion D: emotion

- Colourfulness
- Changes in colours and brightness
- Energising and stimulation by light and colour
- Adapting lighting scene to suit use of room (church, office, trade fair, hospital)
- Symbolism
- Avoiding cave or shoebox effects
- Feeling of security

Criterion E: individuality

- Personal control by switching and dimming
- Choice of lighting scene
- Duration of daily use
- Influence on personal space; who can see me and who can I see?



Vergängliche Schönheit

Die Leuchte „Life 01“ von Paul Cocksedge für
Flos, 2009

NZZ 2009 Nr. 133 B23