Die lichttechnischen Herausforderungen für die Zukunft des Fachgebietes Lichttechnik in Ilmenau

Ch. Schierz

Technische Universität Ilmenau
Fakultät für Maschinenbau
Fachgebiet Lichttechnik

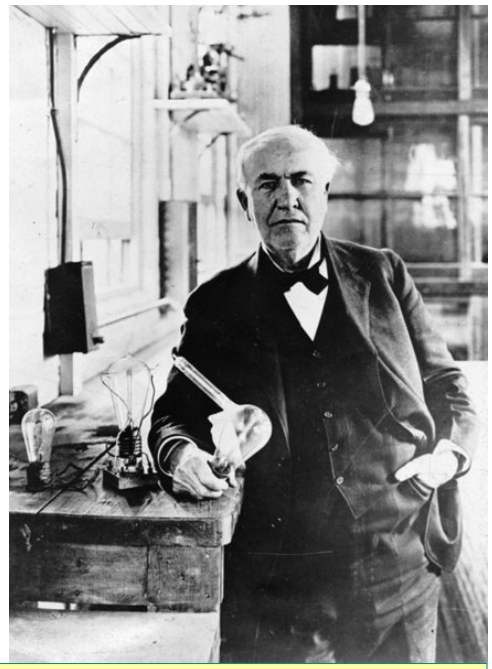
Übersicht: Die drei Herausforderungen

- **Herausforderung 1:** Ökologische Notwendigkeiten
- **Herausforderung 2:** Gesellschaftliche Entwicklungen
- **Herausforderung 3:** Neue Technologien

Herausforderung 1: Ökologische Notwendigkeiten

z.B.: CO_2 + Energieeffizienz

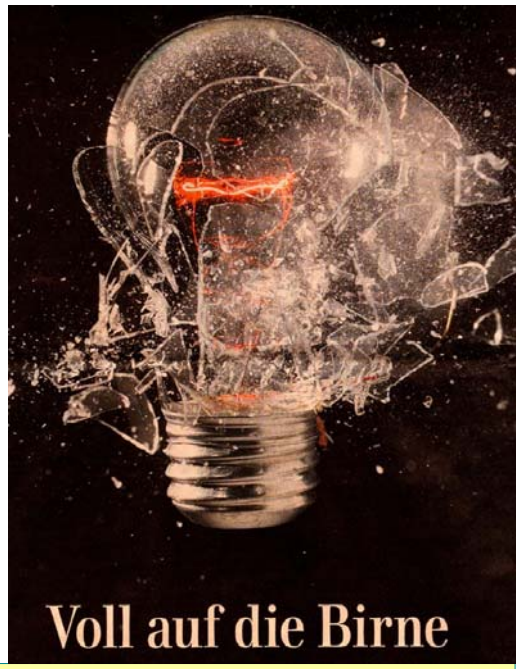
Edison-Glühlampe von 1882



Herausforderung 1: Ökologische Notwendigkeiten

z.B.: CO_2 + Energieeffizienz

Wird es ein Glühlampenverbot geben?

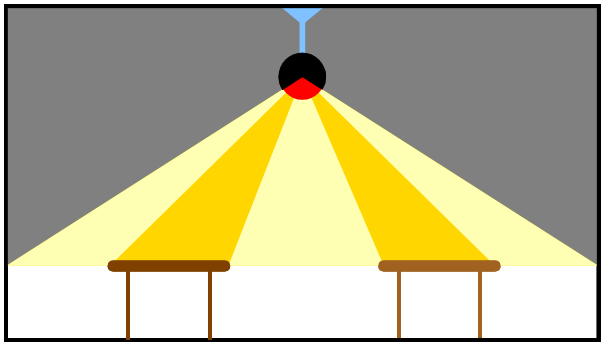


Energieeffizienz wie?

SIA-Dokumentation:

«... Dazu sind Leuchten mit maximaler Lichtausbeute (lm/W) und direktmöglichster Lichtverteilcharakteristik an optimaler Stelle vorzusehen.»

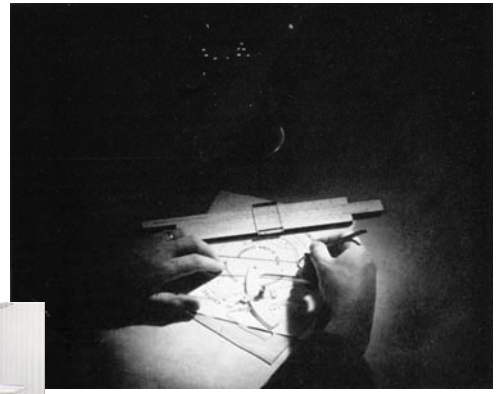
Optimieren des Raumwirkungsgrades



Licht sparen am falschen Ort!

Das Licht der Zukunft?

Sehaufgaben-Beleuchtung, ca. 1930

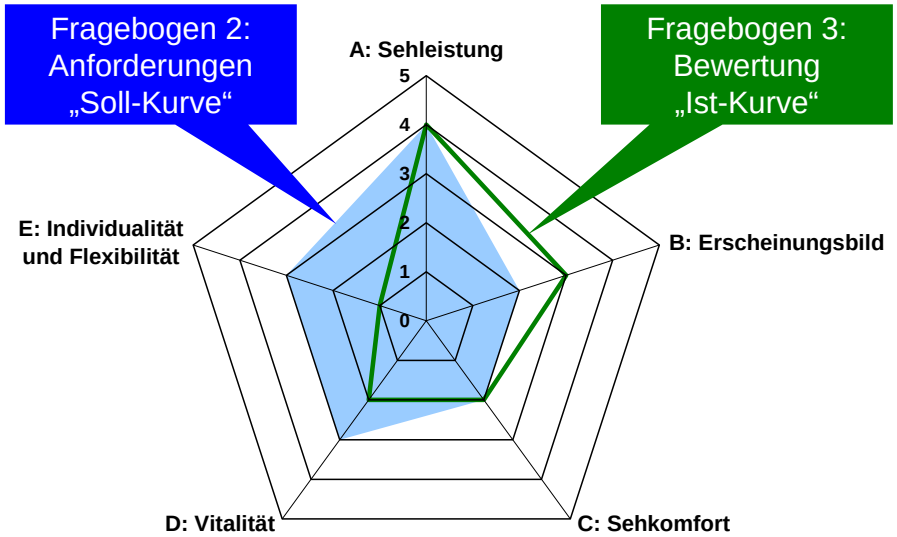


R. G. Hopkinson, J. Longmore, 1959

Direkt-Indirekt-Beleuchtung, heute

Kriterien für Erhaltung der Lichtqualität

ELI-Diagramm



Fragebogen 2A:

Anforderungen (Lichtbedürfnisse)

A	Wie gut ist die Sehaufgabe erkennbar?
A1	Schnelles, sicheres, leichtes, ausdauerndes und fehlerfreies Sehen im Bereich der Sehaufgabe
A2	Ausreichende Sichtbarkeit der Sehobjekte an der dunkelsten Stelle des Bereichs der Sehaufgabe
A3	Keine visuelle Überbelastung und kein Unbehagen durch ständige Adaptationswechsel im Bereich der Sehaufgabe
A4	Natürliches und differenziertes Sehen von Oberflächenfarben im Bereich der Sehaufgaben
A5	Keine Störungen durch Schlagschatten der Person oder der vorgesehenen Möblierung im Bereich der Sehaufgabe
A6	Ausreichende Sichtbarkeit von plastischen Objekten im Bereich der Sehaufgabe durch Glanz und Eigenschatten
A7	Keine Reflexblendung oder ermüdende Augenbeschwerden durch Spiegelbilder im Bereich der Sehaufgabe
A8	Keine Reduktion des Sehvermögens durch Streulicht im Auge bei Blick in den Bereich der Sehaufgabe

Fragebogen 3A:

Bewertung (Lichtlösung)

A	Kriterium A: Sehleistung
A1	Wartungswert der Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe / Berücksichtigen besonderer Arbeitsmittel (z.B. BS)
A2	Gleichmässigkeit der Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe / Abstand der Leuchten
A3	Beleuchtungsstärke (eigentlich Leuchtdichte) im unmittelbaren Umgebungsbereich (im Gesichtsfeld bei Blick auf Sehaufgabe)
A4	Farbwiedergabeindex / Farben der Umgebungsflächen und im unmittelbaren Umgebungsbereich
A5	Anordnung der Leuchten in Bezug zur architektonischen Struktur, zur vorgesehenen Möblierung und zum Aufenthaltsort der
A6	Anordnung von Leuchten und Lichtabschirmungen in Bezug zur Blickrichtung / Modelling (Lichtvektor :EO)
A7	Anordnung und Orientierung der Leuchten in Bezug zur Blickrichtung und zur Sehaufgabe / CRF-Faktor /
A8	Entblendung noch sichtbarer Leuchte (Leuchtenhöhe, -orientierung, Abschirmung) / Spiegelungen im Umgebungsbereich

Fragebogen 2B:
Anforderungen (Lichtbedürfnisse)

B	Wie erscheint der Raum im Licht?
B1	Übereinstimmung des Lichtkonzepts mit der architektonischen Struktur und der vorgesehenen Möblierung
B2	Übereinstimmung des Lichtkonzepts mit Erwartungen und mentalen Konzepten (z.B. Raumstimmung in Kirche, Messehalle, Bar)
B3	Übereinstimmung des Lichtkonzepts mit den Verkehrswegen und den Aufenthaltszonen als räumliche Orientierungshilfe
B4	Erster Eindruck: Übereinstimmung der Wahrnehmungs-hierarchie und Ordnung mit einer vorgesehenen Inszenierung oder einem Drehbuch
B5	Übereinstimmung des Lichtkonzepts mit der äusseren architektonischen Struktur zur Aufwertung der
B6	Ausreichende sichtbare optische und mechanische Qualität der Leuchten
B7	Erhalt der Sauberkeit der Anlage bei vorgegebenem Wartungsplan
B8	Vermeiden von Strahlungsschäden auf empfindlichen Objekten durch die optische Strahlung (UV, VIS, IR)

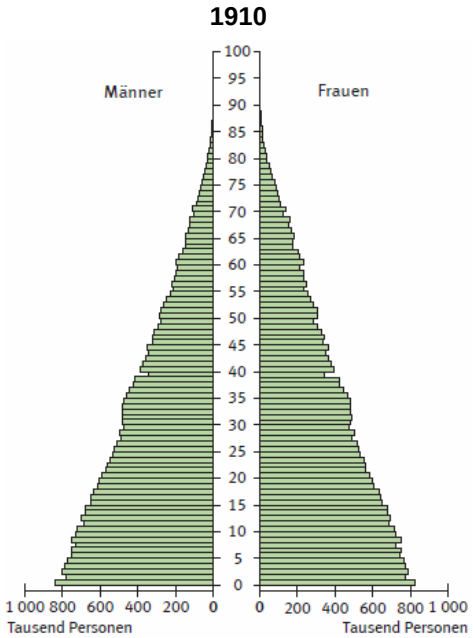
Fragebogen 3B:
Bewertung (Lichtlösung)

B	Kriterium B: Erscheinungsbild
B1	Anordnung, Orientierung und Höhe der Leuchten in Bezug zu den Möblen und architektonischen Merkmalen, Lichtschwerpunkt (dir-
B2	Leuchtflächen, Leuchten-Erscheinungsbild (auch ohne Licht), Akzent-beleuchtung: Lichtfarbe, farbiges Licht, Objektbeleuchtung (z.B. Vouten)
B3	Lichtleitlinien, Lichtführung am Boden, Lichtzonierung / Eignung für Sehbehinderte
B4	Was fällt zuerst auf? genereller Raumeindruck, Blickfänge, Lichtbrillianz, Aufmerksamkeitsführung / Übergang von Nachbarraum
B5	Leuchtenorientierung, -position und -anordnung in Bezug zu den Fenstern
B6	Präzise Ausrichtung der Leuchten untereinander / keine ungewollten Irisierungen, Interferenzfarben oder Lichtreflexe
B7	"Reinigungsfreundlichkeit" der Leuchten, Staub-, Feuchte-, Chemie-schutz der Leuchte, Altersbeständigkeit von Leuchte und
B8	UV-Filter, IR-Reflektoren, Auswahl der Lichtquelle

Beiträge zur ökologischen Lichtanwendung
Mögliche Fragestellungen

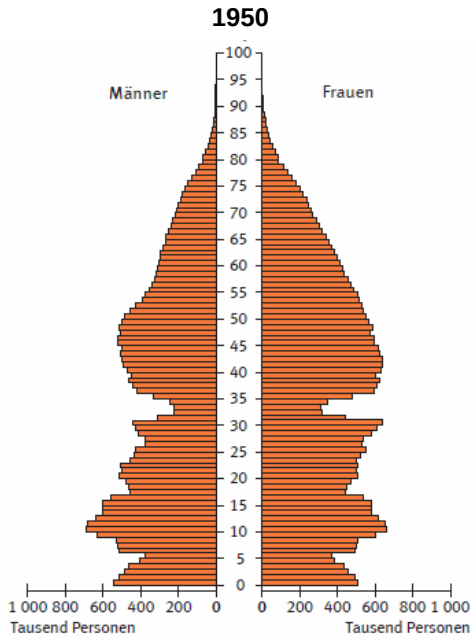
- Welche Leuchtdichten sind für Decke und Wände geeignet?
- Wann muss Tageslicht mit dem Licht künstlicher Beleuchtung ergänzt werden (auch im Hinblick auf Leuchtdichten)?
- Wie schnell darf Licht gedimmt werden, ohne dass es stört?
- Kann mit weniger, dafür dynamisch veränderlichem Licht eine vergleichbare Aktivierung der Personen erreicht werden?
- Gibt es Tageszeiten, an welchen der Mensch einen geringeren Lichtbedarf hat?
- Wie weit darf das Lichtspektrum energetisch optimiert werden, ohne Kompromisse bei der Farbwiedergabe einzugehen?
- etc. ...

Herausforderung 2:
Gesellschaftliche Entwicklungen
z.B.: Demografischer Wandel



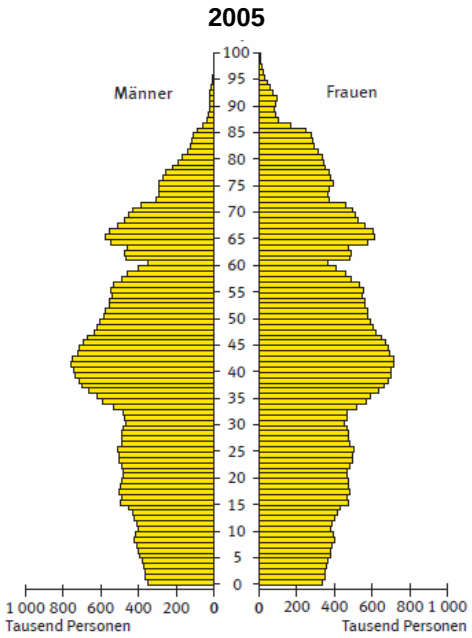
Alterspyramide für Deutschland

Herausforderung 2:
Gesellschaftliche Entwicklungen
z.B.: Demografischer Wandel



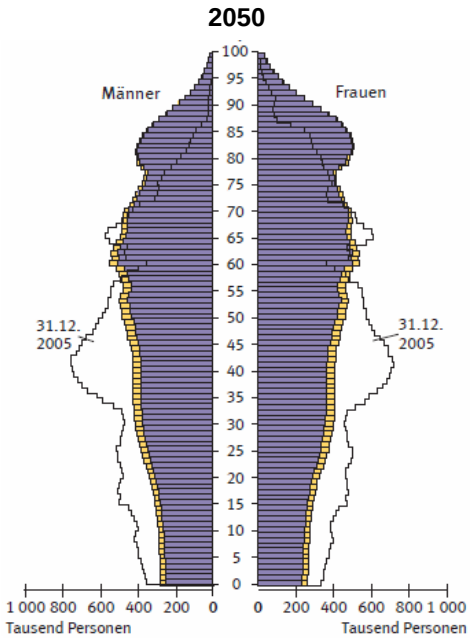
Alterspyramide für Deutschland

Herausforderung 2:
Gesellschaftliche Entwicklungen
z.B.: Demografischer Wandel



Alterspyramide für Deutschland

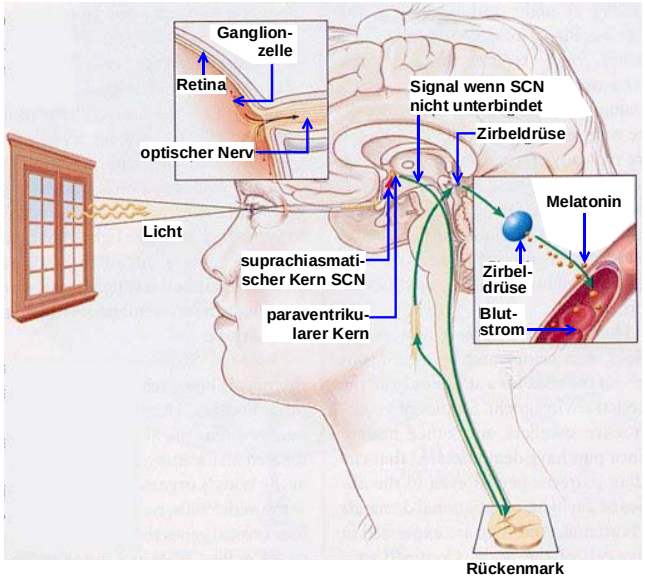
Herausforderung 2:
Gesellschaftliche Entwicklungen
z.B.: Demografischer Wandel



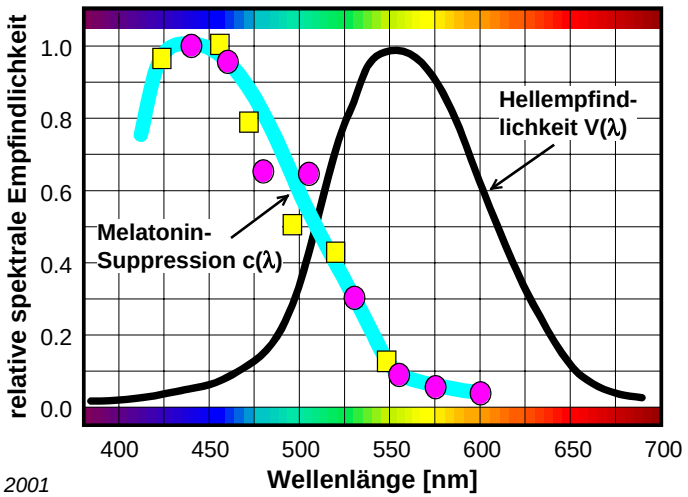
Alterspyramide für Deutschland

Pflegeheim, Aufenthaltsraum
Haus Ruhrgarten, Mülheim a.d. Ruhr

Melatonin-Suppression
Anatomie



Spektrale Empfindlichkeit des Auges

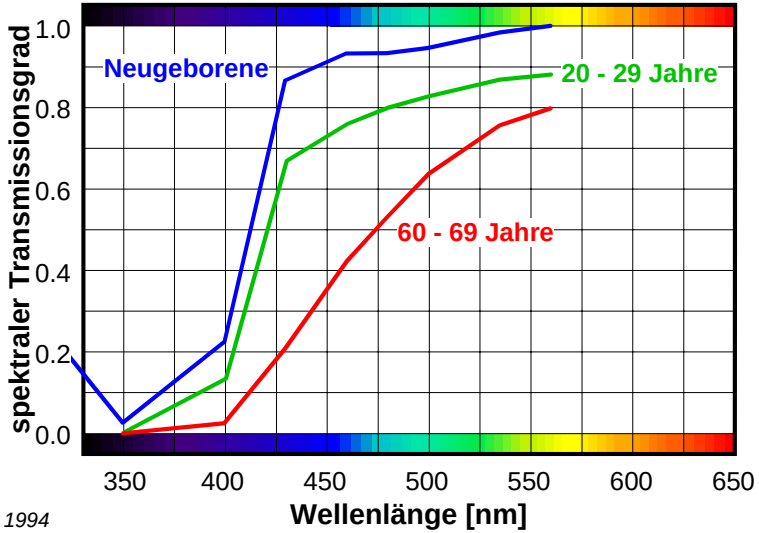


K. Thapan et al., 2001

G.C. Brainard et al., 2001

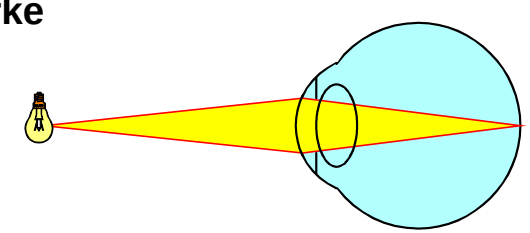
Transmissionsgrad des Auges

Altersabhängigkeit

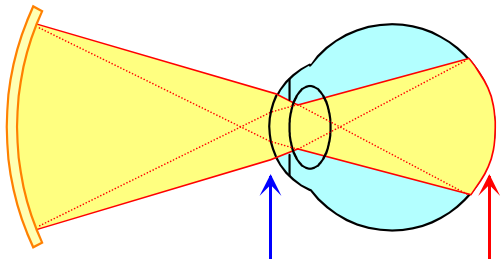


Brainard et al., 1994

Hornhaut-Beleuchtungsstärke



ist nicht gleich



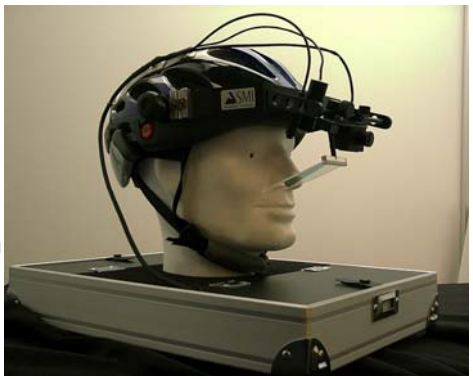
Retina-Beleuchtungsstärke

Hornhaut Retina

Projekt LichtBlick

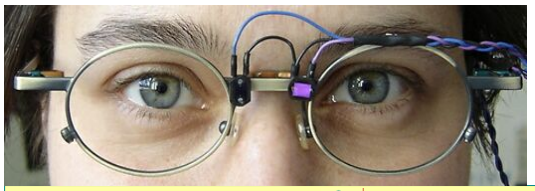
Fragestellungen:

- Erfassen der Blickhäufigkeit
- Zusammenhang mit biologischer Lichtwirkung am realen Arbeitsplatz
- Gewinnen von Gestaltungshinweisen



„Eye-Tracker“

Projekt LuxBlick

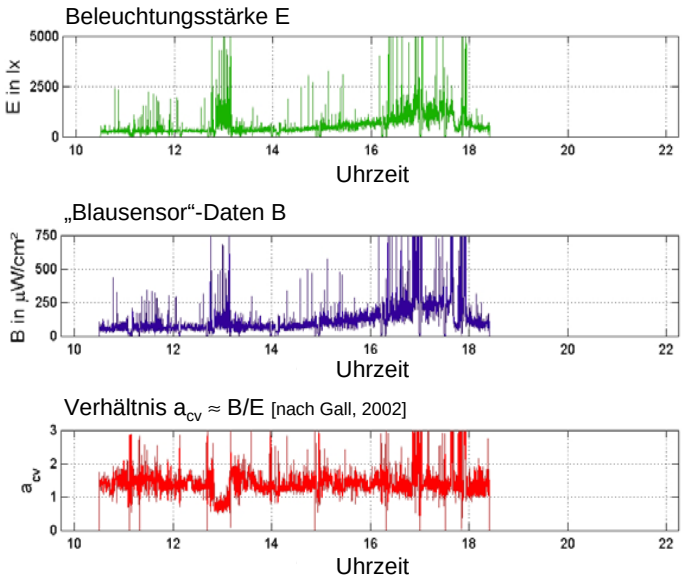


Fragestellungen:

- Täglicher Zeitverlauf der Beleuchtungsstärke und des kurzwelligen Lichts am Auge.
- Zusammenhang mit der Befindlichkeit

Projekt LuxBlick

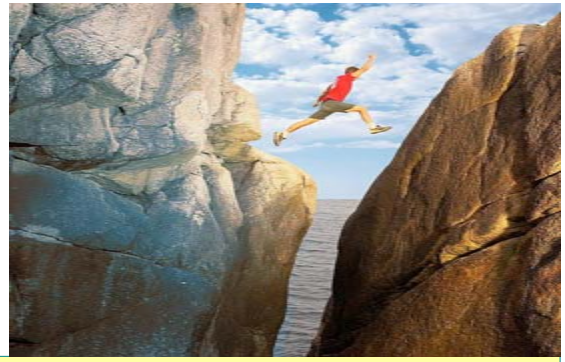
Ergebnisse



Beiträge zu neu entdeckten Lichtwirkungen

Mögliche Fragestellungen

Grundlagenforschung **Praxis**



Beiträge zu neu entdeckten Lichtwirkungen

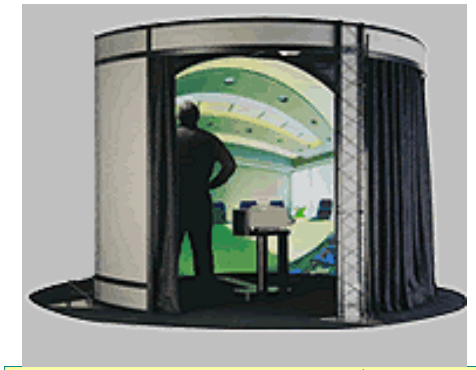
Mögliche Fragestellungen

- Abgesehen von der spektralen Empfindlichkeit – welche Richtungsabhängigkeit muss ein Messgerät für biologische Lichtwirkungen aufweisen?
- Wie muss der zeitliche Verlauf der optischen Strahlung berücksichtigt werden?
- Mit welchem mathematischen Modell kann aus einem Tagesverlauf der biologisch wirksamen Strahlung auf die circadiane Lage und die Aktivierung geschlossen werden?
- Welches sind sinnvolle Ziele bei der Lichtanwendung bezüglich biologischer Wirkungen?
- Wie müssen Blick- und Kopfbewegungen bei der Bewertung biologischer Lichtwirkungen berücksichtigt werden?
- etc. ...

Herausforderung 3:
Neue Technologien

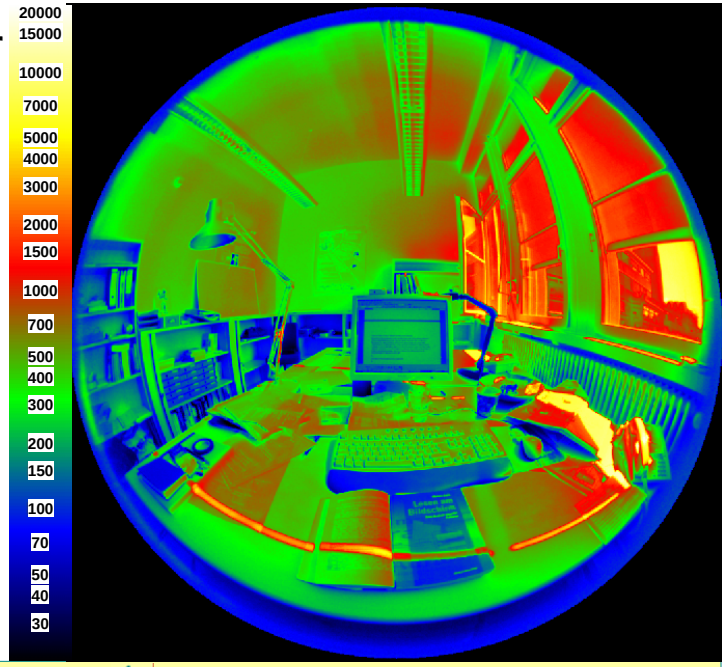
z.B.: Simulationstechnik

VisionDome



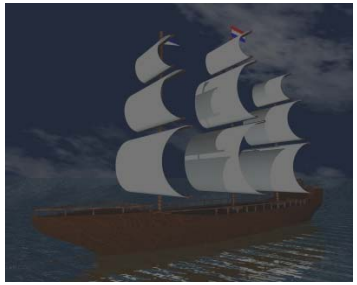
VisionStation

Natürlicher Leucht-dichte-umfang

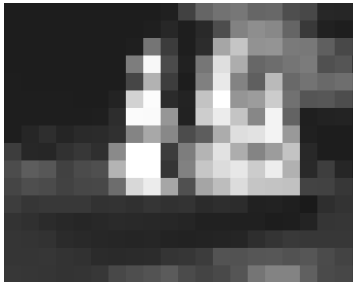


Leuchtdichte in cd/m²

HDRI-Display



High resolution colour LCD

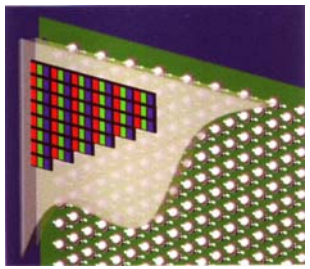


High Dynamic Range Display

Low resolution Modulated LED array

Individually

HDRI-Display



HDRI-Display mit IMLED-Technik

High resolution colour LCD

High Dynamic Range Display

Low resolution Modulated LED array

Individually

HDRI-Display

BRIGHTSIDE™

Vancouver, B.C / Canada

Einige Kenngrößen:

- Leuchtdichte > 3000 cd/m²
- Kontrast > 200‘000 : 1
- Auflösung: 1920 x 1080
- Bilddiagonale: 37“
- IMLED-Technik

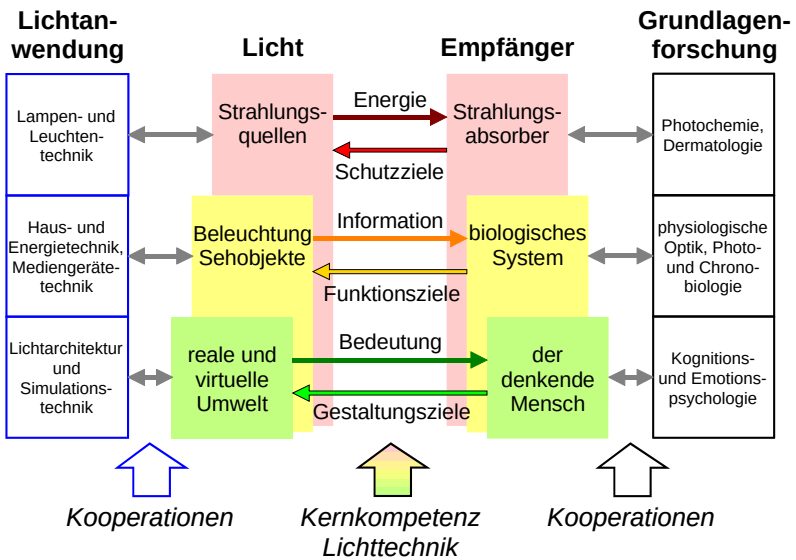
Farbwiedergabe

Beiträge zur Anwendung neuer Technologien

Mögliche Fragestellungen

- Wie kann in realen Szenen aus ortsaufgelösten Leuchtdichte-verteilungen auf lokale und ortsaufgelöste subjektive Helligkeiten geschlossen werden?
- Wie stehen subjektive Helligkeiten in Zusammenhang mit Störungsurteilen bezüglich Blendung?
- Wie können subjektive Helligkeiten und Blendung in virtuellen Umgebungen simuliert werden?
- Wie kann in realen Szenen auf die aktuelle lokale Farbstimmung geschlossen werden?
- Wie kann der Farbwiedergabeindex erneuert werden?
- etc. ...

Diskussion



Danke für die Aufmerksamkeit !