

# Das Tageslicht aus dem Schattendasein befreien

Forum Energie Zürich

Institut für Gebäudetechnik und Energie (IGE)  
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik (ZIG)

## **Prof. Björn Schrader**

Hauptamtlicher Dozent und Leitung Licht@hslu

T direkt      +41 41 349 32 69  
E-Mail        bjoern.schrader@hslu.ch

Horw, April 2017



*Skyfall 2012*

Kamera: Roger Deakins  
Regie: Sam Mendes

# Licht

Was sind die aktuellen Themen?

# Licht

# LED

Minergie  
MinergieEco  
sia112  
sia387/4  
sia108  
Energie  
Sonnenschutz  
Blendung  
HCL  
Tageslicht  
Steuerung  
SNBS  
Sonne  
Fenster  
LUX

# Energie

## Energieverbrauch & Licht – mit Vorbildfunktion

### Facts

	Total
Veränderung Elektrizitätsverbrauch 2000-2015	186,9 – 206,2 PJ <b>+10,3%</b>
Anteil der Beleuchtung am Elektrizitätsverbrauch (2015)	<b>12.2%</b>
Veränderung Elektrizitätsverbrauch (Bel.) 2000-2015	25,0 – 25,1 PJ <b>+0,2%</b>

Privat-haushalte	Dienstleitung und Landwirtschaft	Industrie
<b>Energie = Leistung * Zeit</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Erreichen der <b>Energiestrategie 2050</b> des Bundes ...Energieeffizienz ist ein wichtiger Pfeiler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energieeffizienz wird im Bereich der Beleuchtung durch die SIA 380/4 seit 2006 !!! geregelt ...hat sich in der Schweiz bewährt und ist in der Gesetzgebung verankert...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erreichen der <b>Energiestrategie 2050</b> des Bundes ...Energieeffizienz ist ein wichtiger Pfeiler</li> </ul>
+2,3%	+8,8%	+2,3%
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestrebungen gingen in den letzten Jahren in Richtung <b>Reduzierung Leistung</b> durch effizientere Leuchten (LED)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzierung der Energie durch Faktor Zeit (Tageslicht und Sensorik) verlor an Bedeutung -&gt; Dominator LED</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestrebungen gingen in den letzten Jahren in Richtung <b>Reduzierung Leistung</b> durch effizientere Leuchten (LED)</li> </ul>
+12,0%	+7,8%	+12,0%

Prognos, Infrac, & TEP Energy. (2016).  
Analyse des schweizerischen  
Energieverbrauchs 2000 - 2015 nach  
Verwendungszwecken. Bundesamt für  
Energie (BFE)

Einfluss Glühlampenverbot  
und überzeugender Ersatz in Form  
von LED

Hohes Potential !!

# LED

Licht-Revolution 2.0 abgeschlossen



## Facts

# LED ist DIE Lichtquelle 2017 und für die Zukunft !!

- Leuchtenhersteller entwickeln ausschliesslich\* LED-Leuchten
- Konventionelle Lampen werden mittelfristig nur noch eine untergeordnete Rolle spielen

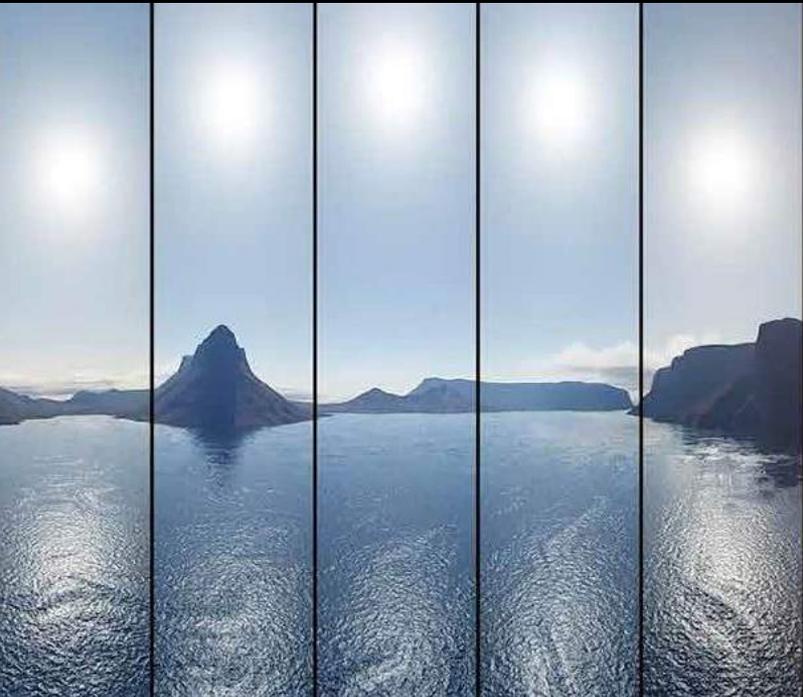
## Früher

- Lampentechnologie je nach Einsatz: Glühlampe, Halogenlampe (Privathaushalte, Restaurant, Hotel)
- Leuchtstofflampen (Büro, Industrie)
- Hochdrucklampen (Shop- und Strassenbeleuchtung)

**LED kann alles!? und es gelten die Gesetze der Halbleiterindustrie**

# HCL (HumanCentricLighting)

Das «richtige» Licht zur «richtigen» Zeit



## Facts

- Beeinflussung des Wach-Schlafrhythmus durch Kunstlicht
- Biologische Wirkung von Licht (Schnittstelle zu Gesundheit und Medizin)
- Industrie ist die treibende Kraft
- Wissenschaftliche Grundlagen sind kaum vorhanden !!
- Tageslicht ist Vorbild, spielt eine untergeordnete Rolle

# Tageslicht



## Facts

# Tageslicht ist für das Leben elementar

Die Evolution und das Leben auf der Erde ist untrennbar mit der Klimageschichte und der Strahlungsleistung der Sonne verknüpft. Die ersten Lebensspuren auf der Erde sind 1,9 Milliarden Jahre alt.

# Tageslicht

Vorteile des Tageslichtes sind vielfältig

- Tageslicht ist die Lichtquelle auf der Erde !
- Von mehr als 7'000'000'000 Menschen täglich getestet
- Synchronisiert den Wach/Schlaf-Rhythmus seit Jahrtausenden von Jahren...
- Steigert das Wohlbefinden
- Ist CO<sub>2</sub>-neutral und dazu noch kostenlos

Warum wird dem Tageslicht so wenig Beachtung geschenkt?

# **Tageslicht hat keine Lobby.**

# Tageslicht

## Ausgangslage / Vorgaben

- Konkrete Vorgaben zum Tageslicht sind in der Schweiz kaum vorhanden und verhältnismässig schwach. (DIN 5034, 5035 nicht anwendbar)
- In der **SIA380/4** (2006) wird das Tageslicht berücksichtigt. Implementation korrekt? Fokus klar auf Kunstlicht! -> Besserung bei der überarbeitete Version SIA387/4 2017 ?
- **SIA 112-1** Nachhaltiges Bauen Ergänzungen zum Leistungsmodell SIA 112, wird die besondere Bedeutung des Tageslichtes beschrieben
- In der **SIA108** (Honorarordnung) wird der Lichtplaner unzureichend berücksichtigt
- Vorgabe in Art. 6 im **Arbeitsgesetz (ArG)**  
In Art. 15 der Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (Gesundheitsvorsorge, **ArGV 3**) wird diese Vorschrift betreffend Licht konkretisiert

### **SIA 108 (2014)**

Ordnung für Leistungen und Honorare der Ingenieurinnen und Ingenieure der Bereiche Gebäudetechnik, Maschinenbau und Elektrotechnik

### **SIA 112-1**

Nachhaltiges Bauen Ergänzungen zum Leistungsmodell SIA 112

### **SIA 380/4 (2006)**

(2017 durch SIA387/4 ersetzt)  
Elektrische Energie im Hochbau

### **SIA 387/4 (2017)**

Elektrizität in Gebäuden – Beleuchtung:  
Berechnung und Anforderungen

### **SIA 387/4 (2017)**

Elektrizität in Gebäuden – Beleuchtung:  
Berechnung und Anforderungen

# Arbeiten ohne Tageslicht

## Wirtschaft

### Arbeiten ohne Sicht ins Freie - Ausgleich ist Pflicht, aber teuer

Wer am Arbeitsplatz kein natürliches Licht sieht, muss das gemäss Gesetz kompensieren.

Von Angela Bannister  
und Susanna Eggenstein

Die meisten Menschen bevorzugen natürliches Licht. Doch in vielen Büros und öffentlichen Gebäuden ist das Licht künstlich. Das kann zu gesundheitlichen Problemen führen. Die Schweizerische Eidgenossenschaft hat nun neue Vorschriften erlassen, die den Einsatz von künstlichem Licht regeln. Diese Vorschriften sind Teil des Bundesgesetzes über die Arbeitsschutzmassnahmen (ASG) und betreffen insbesondere die Beleuchtung von Arbeitsplätzen. Die neuen Vorschriften verlangen, dass die Beleuchtung in Arbeitsplätzen so gestaltet sein muss, dass sie den Bedürfnissen der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer entspricht. Dies bedeutet, dass die Beleuchtung nicht nur hell genug sein muss, sondern auch so gestaltet sein muss, dass sie keine Blendung verursacht und keine Schatten wirft. Zudem muss die Beleuchtung so gestaltet sein, dass sie die Augen nicht überfordert und keine Kopfschmerzen verursacht. Die neuen Vorschriften sind ab dem 1. Januar 2017 in Kraft. Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber müssen sich an diese Vorschriften halten, um die Gesundheit ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu schützen. Die Einhaltung dieser Vorschriften ist für Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber zwar mit Kosten verbunden, doch diese Kosten sind im Vergleich zu den gesundheitlichen Schäden, die durch schlechtes Licht verursacht werden können, geringfügig. Zudem können gute Beleuchtungsmassnahmen auch die Produktivität der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter steigern. Daher ist es für Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber von Vorteil, sich an diese Vorschriften zu halten.

Links:

Artikel Tagesanzeiger:  
<http://goo.gl/9sDkO8>

Entscheid des  
Verwaltungsgerichts  
<http://goo.gl/p55dWJ>

Seco  
Wegleitung zu den  
Verordnungen 3 und 4 zum  
Arbeitsgesetz  
<http://goo.gl/kil mki>

SIA 112-1  
Nachhaltiges Bauen  
Ergänzungen  
zum Leistungsmodell SIA 112

10.06.04.2017

# Arbeiten ohne Tageslicht

## Zielkonflikt Sonnenschutz

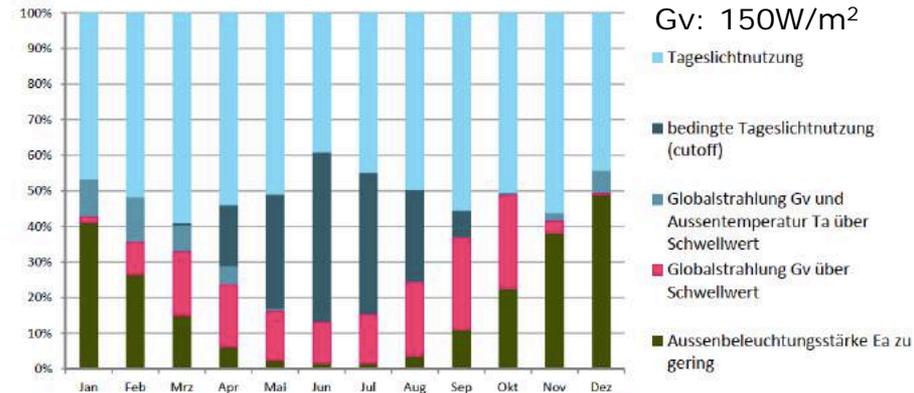


# Arbeiten ohne Tageslicht

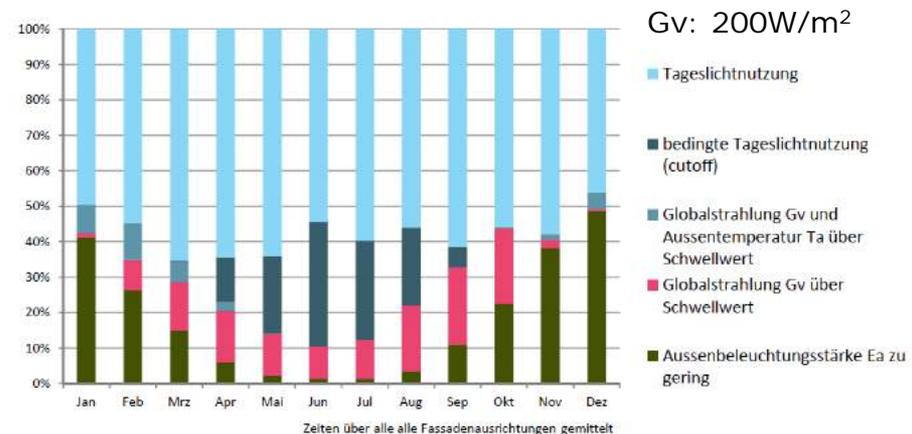
Wann ist der Sonnenschutz aus thermischen Gründen geschlossen?

Vorgaben nach SIA380/1

	SW	Ø	Ø[h]
Tageslichtnutzung	33%	50%	5.5
Aussenbeleuchtungsstärke Ea zu gering	18%	18%	2.0
Globalstrahlung Gv über Schwellwert	24%	14%	1.5
Globalstrahlung Gv und Aussentemperatur Ta über Schwellwert	6%	4%	0.4
bedingte Tageslichtnutzung (CutOff)	19%	14%	1.6



	SW	Ø	Ø[h]
Tageslichtnutzung	49%	62%	6.8
Aussenbeleuchtungsstärke Ea zu gering	18%	18%	2.0
Globalstrahlung Gv über Schwellwert	10%	6%	0.7
Globalstrahlung Gv und Aussentemperatur Ta über Schwellwert	12%	7%	0.8
bedingte Tageslichtnutzung (CutOff)	11%	7%	0.7



Einfluss Sonnenschutz über Winkeleinstellung

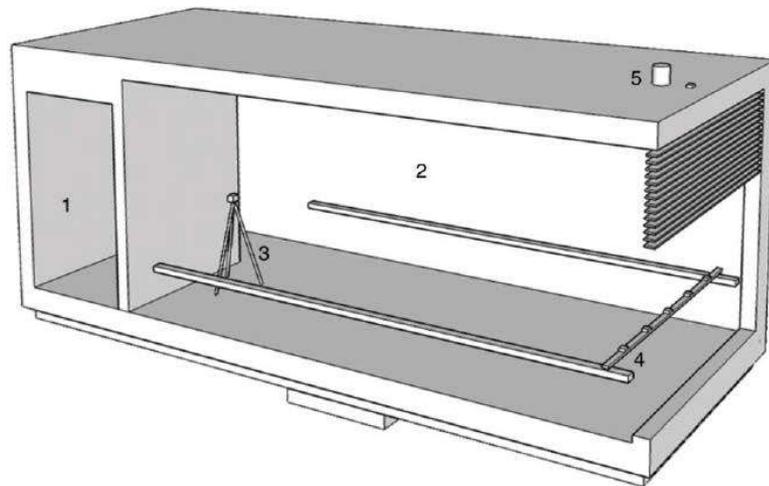


Einfluss Sonnenschutz Lichttransmission bei geschlossenem System

# Arbeiten ohne Tageslicht

Zielkonflikt Sonnenschutz

LichtMessContainer auf dem Campus in Horw (BFE-Projekt SADLESS)



- 1 Technikraum
- 2 Messraum
- 3 Leuchtdichtemesskamera
- 4 Beleuchtungsstärkeraumscanner mit Photometerköpfen
- 5 Wetterstation und Photometerkopf



## Referenzraum

Abmessungen: 6 x 2,6 x 2,8 m (l x b x h)  
Reflexionsgrade\*: 70% / 50% / 20% (Decke / Wände /Boden)

Brüstung\*: 70 cm  
Sturz\*: 25 cm

\*wurden für das Projekt speziell angepasst !

# Arbeiten ohne Tageslicht

## Zielkonflikt Sonnenschutz



53°



38°



23°



9°

# Arbeiten ohne Tageslicht

Zielkonflikt Sonnenschutz

Auswahl Standardsysteme



Stoff/hell

Stoff/grau

Rafflamelle  
/silber/0°

Rafflamelle  
/schwarz/0°

Stoff/dunkel

Rafflamelle  
/weiss/0°

Rafflamelle  
/silber/perf./0°

Rafflamelle  
/silber/perf./90°

# Arbeiten ohne Tageslicht

Zielkonflikt Sonnenschutz

Variationen der Sonnenschutzart (Stoff / Lamelle) / Ausblick



Ergebnisse aus dem BFE-Projekt  
SADLESS flossen in die neue  
SIA387/4 ein.

Stoff weiss  
Lamelle weiss

Stoff hellgrau  
Lamelle silber

Stoff dunkelgrau  
Lamelle schwarz

# Normen SIA 387/4

löst in Kürze die SIA380/4 ab

- Bisherige SIA380/4 berücksichtigt den Sonnenschutz nur unzureichend (z.B. dass Sonnenschutz aus thermischen Gründen geschlossen sein muss)
- Der Sonnenschutz allein genommen kann nur begrenzt die Tageslichtnutzung positiv beeinflussen. Standort, Klima, Fahrstrategie, etc. müssen mitberücksichtigt werden
- Stoffstoren muss nicht zwingend schlechter sein als Rafflamelle >Blendung?
- Winkeleinstellung haben grossen Einfluss, systembedingt jedoch ungenau -> Systempriorität Lamellenwinkel von 0°
- **Integrale Betrachtung ist zwingend notwendig !!**  
(Architektur, Fassade, HLK, E, GA, Nutzer)  
Abstimmung mit anderen Gewerken bzw. Normen  
Stundenmodell auch für Beleuchtung notwendig
- **Blendung und Ausblick sind weiterhin kein Qualitätskriterium ->**



## Normen: prEN17037

aktuell noch in Bearbeitung aber später auch als SN-Norm

Der Entwurf der Norm geht wesentlich weiter als die bisherigen Normen und definiert **Mindestanforderungen** an das Tageslicht

- Kriterien für die minimale Tageslichtversorgung  
Berechnung des Tageslichtquotienten, bzw. alternative Berechnungsverfahren)
- Minimale Aussicht aus einem Raum
- Minimale Besonnung
- Minimaler Schutz gegen Blendung

>>> Es wird eine wesentlich höhere Kompetenz im Bereich Tageslichtplanung notwendig sein!

März 2018  
August 2018

Formel Vote (letzte Abstimmung)  
Publikation der Norm



# Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS)

- Der SNBS 2.0 ist das Tageslicht ein Beurteilungskriterium
- Die «Tageslichterfüllung» muss nachgewiesen werden.
- Tageslichttool MINERGIE -(P- /A-)ECO» von Minergie-Eco Anteil Fensterfläche ist entscheidend
- Das Tool basiert auf einer vereinfachten MExcel-Version des SIA380/4 Nachweises.





*Skyfall 2012*

Kamera: Roger Deakins  
Regie: Sam Mendes

# Zusammenfassung

Die Bedeutung des Tageslicht ist unbestritten - aktuelle Normen und Richtlinien fördern weniger, sondern verhindern die Nutzung des Tageslichtes

Kommende Normen, Richtlinien gehen in die richtige Richtung, die Mindestanforderungen der (pr SN-EN17037) stehen teilweise im Widerspruch zu anderen Vorgaben

Kompetenzen im Bereich der Tageslichtplanung kaum (noch) vorhanden

- Architekten, o- Lichtplaner, -- Elektroplaner)

Handlungsbedarf ist hoch

Sensibilisierung, Merkblätter, Aus- und Weiterbildung

-> Das Tageslicht braucht eine Lobby

-> Werden sie zum Anwalt des Tageslichts !



# Danke für die Aufmerksamkeit

Hochschule Luzern - Technik & Architektur  
Institut für Gebäudetechnik und Energie (IGE)  
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik (ZIG)  
Prof. Björn Schrader

## Projektpartner SADLESS

