AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

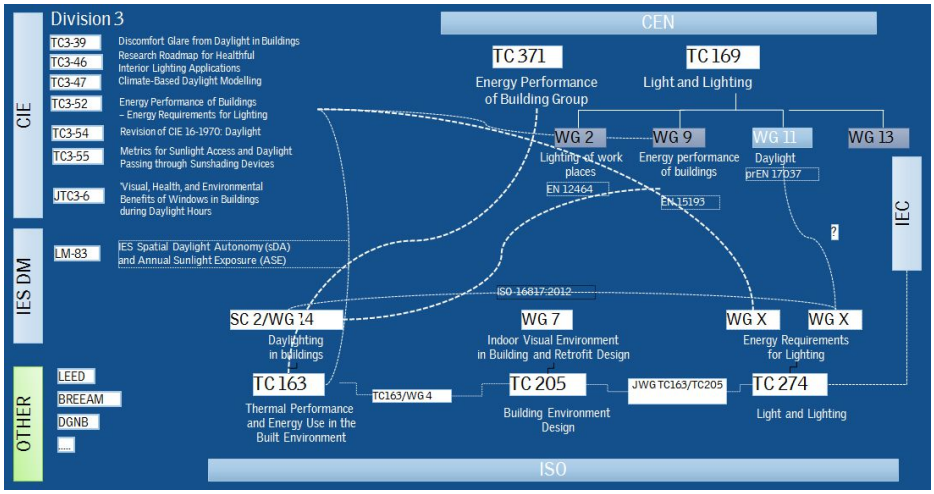
TAGESLICHT

GESUNDHEIT
BEHAGLICHKEIT
VORLÄUFIGE EU-NORM 17037
EMPFEHLUNGEN

WERNER OSTERHAUS
FORSCHUNGSLABOR FÜR LICHTDESIGN

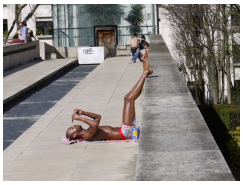
AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

TAGESLICHT IN DER DISKUSSION



AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

ANNEHMLICHKEITEN UND NUTZEN DES TAGESLICHTS

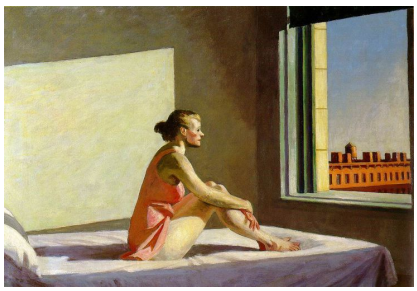


Tageslicht
- verbessert Komfort und Psyche
- hat positiven Einfluss auf Zufriedenheit, Achtsamkeit, Arbeitsleistung und Lernkapazität
- schafft notwendige Verbindungen zur Aussenwelt
- vermittelt wichtige Informationen zu Zeitgefühl und Wetterbedingungen

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

ANNEHMLICHKEITEN UND NUTZEN DES TAGESLICHTS

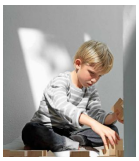
Tageslicht
- zeigt bei ausreichend großen Mengen und in Verbindung mit regenerativer Dunkelheit bei Nacht auf lange Sicht einen positiven Einfluss auf die Gesundheit

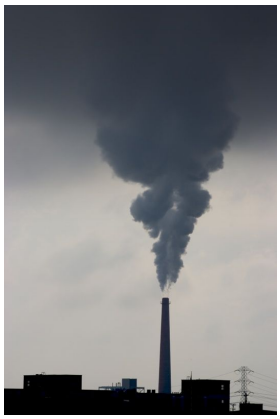


Edward Hopper: Morning Sun

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

ANNEHMLICHKEITEN UND NUTZEN DES TAGESLICHTS





Tages- und Sonnenlicht
- hat im Vergleich zu anderen Energieformen (z.B. Kohle, Erdöl, Gas, Atomkraft) hauptsächlich positive Merkmale

WERNER OSTERHAUS

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

ANNEHMLICHKEITEN UND NUTZEN DES TAGESLICHTS

Tageslicht
- Kann während der Tageslichtstunden zu deutlichen Energieeinsparungen bei der elektrischen Beleuchtung führen
- kann in kälteren Klimazonen mit Wärmegewinnung durch Fenster zu einer Reduktion der Heizlasten führen

Dies setzt aber sehr gute Tageslichtplanung voraus!

WERNER OSTERHAUS

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

ANFORDERUNGEN AN DAS TAGESLICHT IN DER GESETZGEBUNG

Meist recht begrenzt und nach einem oder mehreren von fünf Kriterien bewertet

- Verhältnis von Fensterfläche zu Grund- oder Außenwandfläche
- Tageslichtquotient (Daylight Factor)
- Abstand eines Gebäudes zu Nachbargebäuden (meist basierend auf deren Höhe)
- Sonneneinstrahlung ins Gebäude
- Sichtverbindungen nach Außen

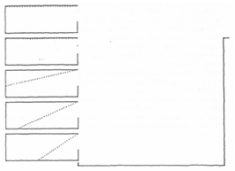
AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

TAGESLICHTQUOTIENT (D)

- Tageslichtquotient ist bekanntestes Kriterium für Bewertung von Tageslicht
- Große Vorteile sind seine relativ schnelle Berechnung und einfache Anwendung in den frühen Designphasen → dennoch wird oft simplifiziert, indem lediglich das Verhältnis von Fenster- zu Raumgrundfläche zur Bewertung benutzt wird, was zu einer deutlichen Verschlechterung der Tageslichtverhältnisse führt
- D erlaubt es, Menge, Verteilung und Gleichmäßigkeit des Tageslichts in Räumen zu bestimmen
- Erlaubt aber keine Bewertung der Lichtverhältnisse bei direkter Sonneneinstrahlung

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

VERHÄLTNIS FENSTERFLÄCHE ZU GRUNDFLÄCHE



- In bebauter Umgebung ist der Einfluss der Nachbargebäude bedeutend
- In höheren Büro- oder Wohngebäuden kann die ausreichend mit Tageslicht beleuchtete Geschossfläche in unteren Etagen weniger als die Hälfte des obersten Geschosses betragen

WERNER OSTERHAUS

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

ANFORDERUNGEN AN DAS TAGESLICHT IN DER GESETZGEBUNG

Anforderungen, die auf einfachen Berechnungen wie das Verhältnis von Fensterfläche zu Grund- oder Außenwandfläche beruhen, können keine guten Tageslichtbedingungen garantieren.

Sie sollten aus den Normen gestrichen werden.

WERNER OSTERHAUS

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

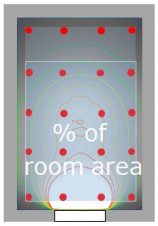
TAGESLICHTQUOTIENT (D)

› Unterschiedliche Länder/Geltungsbereiche nutzen verschiedene Bestimmungsmethoden für D:

› A: Mittelwert für gesamten Raum (mit oder ohne Randzone)
› B: Werte an bestimmten Raumpunkten
› C: Mittelwert für Raumpunkte in vorgegebenem Flächenanteil des Raums

A:

B:

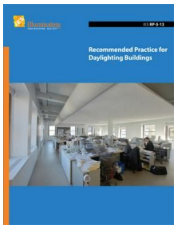
C: 

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

TAGESLICHTBEWERTUNG IN USA

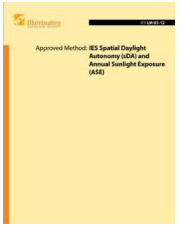
IESNA Tageslichtmetrik-Gruppe empfiehlt, dass folgende Kriterien bei der Tageslichtbewertung berücksichtigt werden:

› direktes and reflektiertes Sonnenlicht
› Breitengrad der Gebäudeposition
› Gebäudeausrichtung
› Zeitpunkt und Datum für die Tageslichtbewertung
› Klimabedingungen



IESNA Tageslichtmetrik-Gruppe empfiehlt klimagekoppelte Tageslichtmetriken (CBDM), die auf das ganze Jahr bezogenen werden:

› Räumliche Tageslichtautonomie (Spatial Daylight Autonomy - sDA): Anteil (%) der Raumfläche, der eine Beleuchtungsstärke von mindestens 300 lux für mindestens 50% der Raumnutzungszeiten (h) erreicht
› Jährliche Sonnenscheinbelichtung (Annual Sunlight Exposure - ASE): Anteil (%) der Raumfläche, der einen festgelegten und von direkter Sonneneinstrahlung verursachten Beleuchtungsstärkewert überschreitet



→ Der Begriff ASE ist hier m. E. sehr unglücklich gewählt!

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

TAGESLICHTBEWERTUNG IN UK

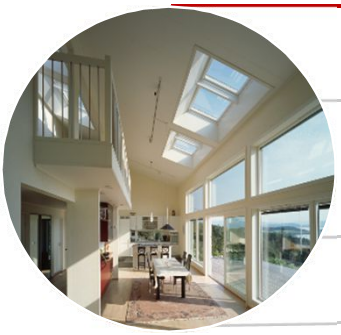
Bildungsfinanzierungsbehörde (Education Funding Authority - EFA) in UK veröffentlicht 2013 Richtlinien zum Tageslichtdesign im Rahmen der Anforderungen (Facilities Output Specifications) als Teil des neuen priorisierten Schulbauprogramms (Priority School Building Programme – PSBP)

- Basisniveau verlangt bereits Tageslichtbewertung anhand von klimagestützten Berechnungsprogrammen und die Betrachtung von Qualität und Quantität von Sonnen- und Tageslicht
- Akzeptable, nutzbare Tageslichtbeleuchtung (acceptable Useful Daylight Illuminance – UDI-a – zwischen 100 und 2000 lux) und Tageslichtautonomie (Daylight Autonomy - DA) sind die Hauptberechnungsgrundlagen
- 80% fuer UDI-a als Durchschnittswert aller zu berechnenden Raumpunkte innerhalb der Nutzungszeit
- DA von 50% für die festgelegte Beleuchtungstärke (z.B. 300 lux für Unterrichtsräume) auf der Arbeitsfläche

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

EU-NORM ZUM TAGESLICHT IN GEBÄUDEN (VORSCHLAG)

prEN 17037



Tageslicht
Annex B
Informativ

Ausblick
Annex C,
Informativ

Sonnenlicht
Annex D,
Informativ

Blendung
Annex E,
Informativ

Empfehlungen
Annex A
Informativ

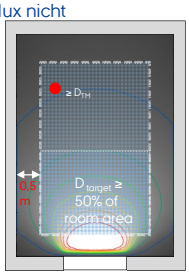
Gültig für Arbeits- und Wohnstätten

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

EU-NORM ZUM TAGESLICHT IN GEBÄUDEN (VORSCHLAG)

- Ein gut mit Tageslicht beleuchteter Raum soll auf der Arbeitsfläche über mindestens 50% des Raumes einen von den Tageslichtverhältnissen an der Gebäudeposition abhängigen Soll-Tageslichtquotienten (target Daylight Factor – D_T) erreichen
- Soll-Tageslichtquotient wird berechnet auf Grundlage einer zu erreichenden internen Beleuchtungsstärke von 300 lux und dem Jahresmedian der externen, diffusen Horizontalbeleuchtungsstärke von Sonnenaufgang bis –untergang an der Gebäudeposition (z.B. vertreten durch die Landeshauptstadt)
- Der Minimumwert der internen Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsfläche soll 100 lux nicht unterschreiten

$$D_T = \frac{E_{int}}{E_{ext}} = \frac{300\ lux\ \cdot 100\%}{16.000\ lux} = 1{,}9\%$$



City	Internal lux	External diffuse lux	D_T %	D_{TM} %
Copenhagen	300	14.200	2,1%	0,7%
Vienna	300	16.000	1,9%	0,6%
Rome	300	19.200	1,6%	0,5%

WERNER OSTERHAUS

PLAN

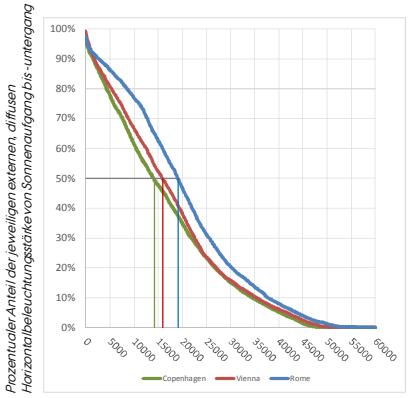
AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

EU-NORM ZUM TAGESLICHT IN GEBÄUDEN (VORSCHLAG)

- Soll-Tageslichtquotient D_T in Kopenhagen ist höher als in Wien und Rom, da in Kopenhagen unter freiem Himmel weniger Tageslicht zur Verfügung steht

$$D_T = \frac{E_{int}}{E_{ext}} = \frac{300\ lux\ \cdot 100\%}{16.000\ lux} = 1{,}9\%$$

City	Median External Illuminance	D_T %
Copenhagen	14.200	2,1%
Vienna	16.000	1,9%
Rome	19.200	1,6%



Externe, diffuse Horizontalbeleuchtungsstärke (lux) von Sonnenaufgang bis -untergang (Jahresmedian)

WERNER OSTERHAUS

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

Nation	Capital	Median External Illuminance	Target D_T	Target Minimum D_{100}
Greece	Athens	19400	1,5%	0,5%
Portugal	Lisbon	18220	1,6%	0,5%
Spain	Madrid	16900	1,8%	0,6%
Italy	Rome	19200	1,6%	0,5%
Switzerland	Bern	16000	1,9%	0,6%
Hungary	Budapest	18100	1,7%	0,6%
Austria	Vienna	16000	1,9%	0,6%
United Kingdom	London	14100	2,1%	0,7%
The Netherlands	Amsterdam	14400	2,1%	0,7%
Germany	Berlin	13900	2,2%	0,7%
Denmark	Copenhagen	14200	2,1%	0,7%
Sweden	Stockholm	12100	2,5%	0,8%
Norway	Oslo	12400	2,4%	0,8%
Finland	Helsinki	13500	2,2%	0,7%
Iceland	Reykjavik	11500	2,6%	0,9%

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

BEISPIELE ZUR BERECHNUNG DES TAGESLICHTQUOTIENTEN

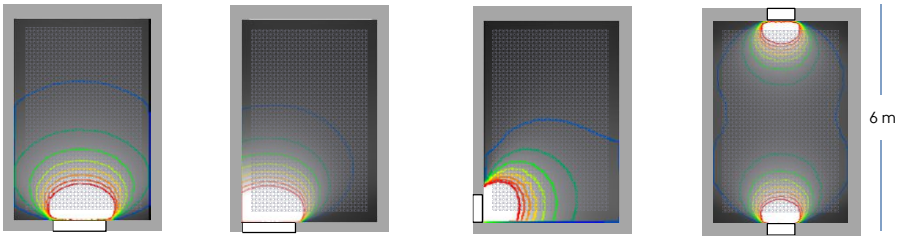
› Berechnungen des Tageslichtquotienten unter Berücksichtigung von externen Verbauungen ermöglichen Aussagen zur Bewertung von Tageslicht (ausreichend oder nicht, und wie im Raum verteilt)

› Die Beispiele vonTageslichtsimulationen mit VELUX Daylight Visualizer zeigen, dass die Tageslichtverteilung und die über dem Soll-Tageslichtquotienten D_T liegende Raumgrundfläche bei konstantem Verhältnis von Fenster- zu Raumgrundfläche, aber unterschiedlicher Anordnung der Tageslichtöffnungen, deutlich variieren kann

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

VERTIKALE FENSTER

$D_T \geq 2.0\%$



TGF/RGF ≥ 41%
FF 1,73m x 1,73m
FF/RGF = 1:8 = 12,5%

TGF/RGF ≥ 23%
FF 1,73m x 1,73m
FF/RGF = 1:8 = 12,5%

TGF/RGF ≥ **21%**
FF 1,07m x 2,8m
FF/RGF = 1:8 = 12,5%

TGF/RGF ≥ 38%
FF 2 Fenster, je1,0m x 1,5m
FF/RGF = 1:8 = 12,5%

TGF = Tageslichtbeleuchtete Grundfläche

FF = Fensterfläche (jeweils $3m^2$)

RGF = Grundfläche des Raumes (jeweils 24 m^2)

D_T = Soll-Tageslichtquotient

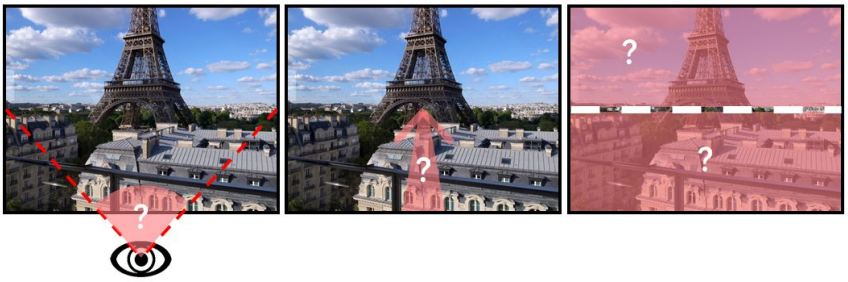
AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

AUSBLICKSBEWERTUNG

Horizontaler Blickwinkel

Sichtweite außerhalb des Fenster

Schichten im Blickfeld



AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

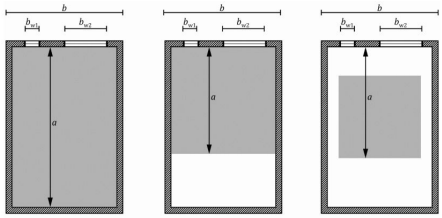
AUSBLICKSBEWERTUNG

	Parameter [a]		
Level of recommendation for view-out	**Horizontal sight angle**	**Outside distance of the view**	**Number of layers to be seen from at least 75% of utilized area: - sky - landscape (urban and/or nature) - ground**
Minimum	≥ 14°	≥ 6,0 m	At least landscape layer is included
Medium	≥ 28°	≥ 20,0 m	Landscape layer and one additional layer is included in the same view opening
High	≥ 54°	≥ 50,0 m	all layers are included in the same view opening

[a] For a space with room depth more than 4 m, it is recommended that the respective sum of the view opening(s) dimensions is at least 1,0m x 1,25m (width x height).

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

AUSBLICKSBEWERTUNG HORIZONTALER SICHTWINKEL



$$b_{w1} + b_{w2} \geq \frac{a}{2} \text{ and } b_{w1} + b_{w2} \geq \frac{b}{2}$$

Key

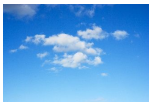
a	distance between the façade and the most remote part of the utilized area
b	width of façade between interior walls
b_{w1}	width view opening 1
b_{w2}	width view opening 2

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

AUSBLICKSBEWERTUNG

Anzahl der von 75% der Raumgrundfläche sitzend sichtbaren Schichten im Blickfeld

Minimum	Okay	Gut
Mindestens Stadt- oder Landschaft	Stadt- oder Landschaft und eine weitere Schicht	Alle Schichten


Himmel

Stadtlandschaft

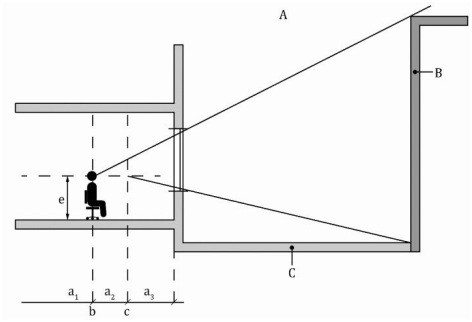
Landschaft

Vordergrund

Vordergrund in der Stadt

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

AUSBLICKSBEWERTUNG SCHICHTEN IM BLICKFELD



Key

a	Visible layers
b	No sky
c	No ground
e	Eye-level 1,2 m
A	Sky
B	Landscape/cityscape
C	Ground

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

SONNENLICHTBEWERTUNG

Anzahl der Stunden mit direktem Sonnenlichteinfall am Mittelpunkt der Fensterinnenseite für ein Datum zwischen 1. Februar und 21. März

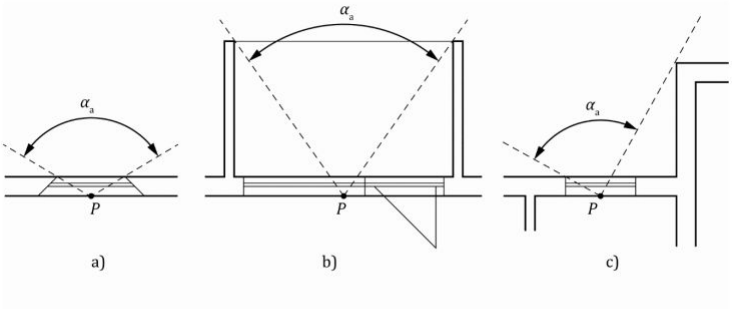
Minimum	Okay	Gut
> 1.5 h	> 3 h	> 4 h

› Dies kann z.B. durch Computersimulierung mit VELUX Daylight Visualizer bewertet werden

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

SONNENLICHTBEWERTUNG

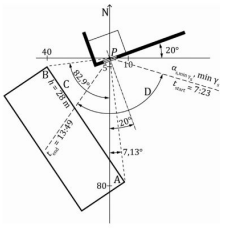


Key

a	Daylight opening with cut lining
b	Daylight opening in a loggia
c	Daylight opening shaded by own building construction
α_a	Acceptance angle
P	Reference point

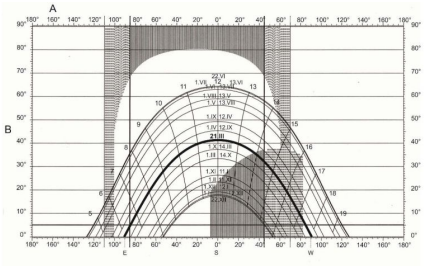
AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

SONNENLICHTBEWERTUNG



Key

A	Corner of obstruction
B	Corner of obstruction
C	Obstruction
D	6 hours and 26 minutes



Key

A	Solar azimuth α_s
B	Solar altitude γ_s

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

SONNENLICHTBEWERTUNG VOR ORT

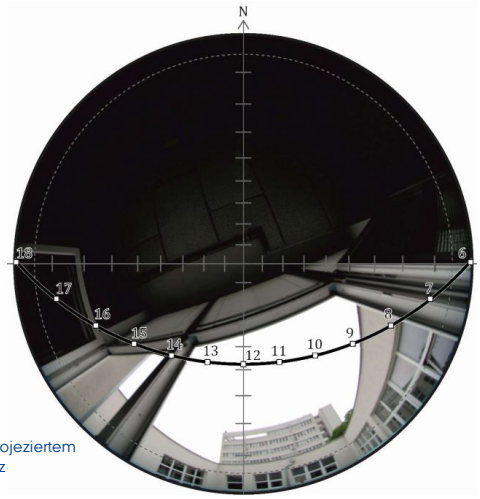


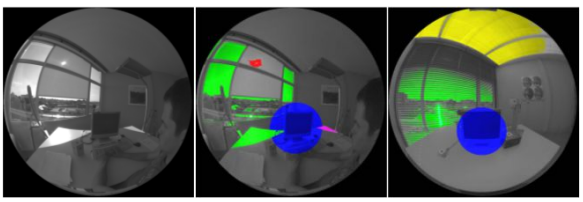
Bild einer Kamera mit Fischaugenobjektiv und projeziertem Sonnenverlauf am 21. März

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

BLENDUNGSBEWERTUNG

Bestimmung der möglichen Blendungsgefahr in Büro- oder büroähnlichen Räumen durch die Daylight Glare Probability (DGP)-Methode

- DGP < 0.35 – Blendung wird überwiegend nicht wahrgenommen
- 0,35 < DGP < 0,40 – Blendung wird überwiegend als nicht störend wahrgenommen
- 0,40 < DGP < 0,45 – Blendung wird überwiegend als störend wahrgenommen
- DGP > 0,45 – Blendung wird überwiegend als nicht zumutbar wahrgenommen



AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

DERZEIT ERWARTETES ERGEBNIS

Vote Calculator

TC Decision name: prEN 17037

Choose **Y** for Yes, **N** for No, or **A** for Abstention

Austria: Y	Belgium: Y	Bulgaria: Y	Croatia: A
Cyprus: A	Czech Republic: A	Denmark: Y	Estonia: Y
Finland: Y	The FYROM *: A	France: Y	Germany: N
Greece: A	Hungary: Y	Iceland: A	Ireland: A
Italy: N	Latvia: Y	Lithuania: Y	Luxembourg: A
Malta: Y	Netherlands: Y	Norway: A	Poland: Y
Portugal: A	Romania: Y	Serbia *: A	Slovakia: Y
Slovenia: Y	Spain: Y	Sweden: Y	Switzerland *: Y
Turkey *: Y	United Kingdom: Y		

Remark: In case of negative results, a second counting should be done with the non-EEA countries (marked with *) counted as 'Abstention'.

Unweighted Majority (requirement >= 55 %)

Yes 21 | No 2 | % 91,304 | Vote Result: Accepted

Weighted Majority (requirement >= 65 %)

Yes 67,24 | No 23,366 | % 74,211 | Vote Result: Accepted

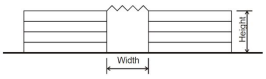
Clear | Export

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

DESIGN MIT TAGESLICHT

- Tageslichteinfall von mehr als einer Richtung
- Raumtiefe bei einseitiger Belichtung mit Tageslicht ca. 5m-6m → relativ geringe Gesamtgebäudetiefe

H O W U

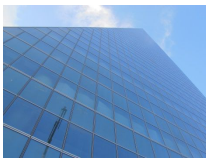


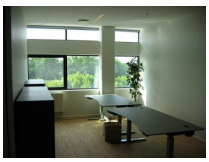
- Atria und Innenhöfe mit ausreichenden Dimensionen für Himmelslichtbelichtung

AARHUS UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING

DESIGN MIT TAGESLICHT

- Vermeidung von zu großen Glasflächen
- Hoch positionierte Tageslichtöffnungen
- Gute Aussicht
- Wenige Tageslichtöffnungen unterhalb der Arbeitsfläche
- Gute Beleuchtung vertikaler Flächen im Raum
- Leuchtdichtekontrastminderung durch geschickte Platzierung der Tageslichtöffnungen und Ausnutzung von angeschrägten Fensterlaibungen





WERNER OSTERHAUS

Werner Osterhaus
Professor of Lighting Design Research
Aarhus University
Department of Engineering
Inge Lehmanns Gade 10
DK-8000 Aarhus C
+45 4189 3228
Werner.Osterhaus@eng.au.dk