



Titel: Beleuchtung für Arbeitssicherheit, Gesundheit und Wohlbefinden

Mag. Dominik Alder

Senior Lighting Specialist

XAL GmbH

Auer-Welsbach-Gasse 36

8055 Graz

Kontakt: dominik.alder@xal.com

Licht ist der stärkste Taktgeber der inneren Uhr, beeinflusst direkt unsere Tagesverfassung und unser Schlafqualität. Lichtmacht uns nicht nur wach, sondern beeinflusst unsere Laune und unser Wohlbefinden. Der moderne Mensch verbringt ~ 92% seiner Lebenszeit im Innenraum, davon ~24% am Arbeitsplatz. Speziell für Personen, die die Aufenthaltsdauer im Freien, bedingt durch ihr Arbeitsverhalten, nicht selbst bestimmen können, sollte die bestmögliche Lichtqualität im Innenraum angeboten werden. Spätestens mit der Entdeckung der eigenempfindlichen retinalen Ganglienzellen im Jahre 2002 ist die positive Lichtwirkung bekannt und sollte zum gesundheitlichen Wohle und Wohlbefinden der im Innenraum arbeiteten Personen eingesetzt werden. Das gilt für öffentliche Gebäude, wie Verwaltung Bildungseinrichtungen, Krankenhäuser und alle Bürogebäude.

Durch den Einzug der LED-Technologie ist, wider der Erwartung, die Lichtqualität im Vergleich zur Leuchtstoff-Technologie nicht besser geworden. Leuchtstofflampen sind meistens in Rasterleuchten verbaut, die eine hervorragende seitliche Entblendung sicherstellen. Opale bzw. Microprismatic Abdeckungen von LED-Leuchten erzeugen eine deutlich höher Leuchtdichte, die zu unangenehmer Blendung führt.

Des Weiteren haben die meistverwendeten, effizienten LEDs einen markanten Blau-Peak und ein Minimum bei cyan-farbigen Wellenlängen. Diese unnatürliche Wellenlängenverteilung lässt effizientes LED-Licht unangenehm kühl und stechend wirken.



7 Punkte, die es zu beachten gilt, damit Licht zum Wohlbefinden beiträgt

- höchste Farbwiedergabe verwenden
- naturnahes Spektrum nutzen
- hohe horizontale Beleuchtungsstärke
- Raum umgrenzende Flächen hell beleuchten
- Blendung minimieren
- Runde und kreisförmige Leuchten verwenden
- Lassen sie von einem kompetenten Lichtplaner planen

1) Farbwiedergabe

Die Farbwiedergabe ist das erste und wichtigste Licht-Qualitätskriterium.

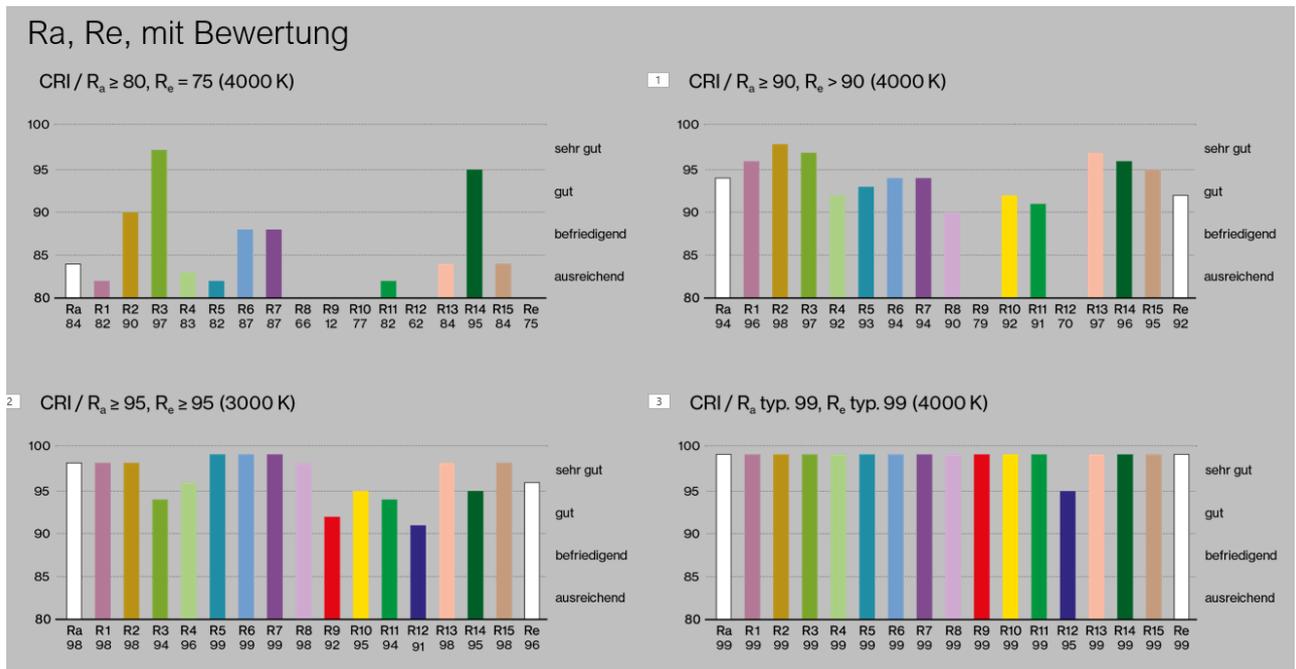
Umgeben sie sich mit Leuchten die eine größere Farbwiedergabe als Ra 93, bzw. einen Re von größer als 90 haben!

Ideal sind Vollspektrum LEDs, die XAL auf Anfrage in Ra 93 und Ra 98 unter XPECTRUM liefern kann.

Konventionelle Ra 80 und Ra 90 LEDs erreichen bei den gesättigten Testfarben R9 bis R12 keine hohen Werte, farbige Flächen wirken damit fahl und nicht inspirierend.

Die in der Norm (EN 12464-1) vorgegebene Minimalanforderung (Ra 80 bzw. Ra 90) entspricht keiner natürlichen Referenz. Ra 80 bzw. Ra 90 kommt tagsüber in der Natur nicht vor. Die Benchmark ist das Tageslicht, dass selbst bei bedecktem Himmel ein Farbwiedergabe von Ra >95 hat.

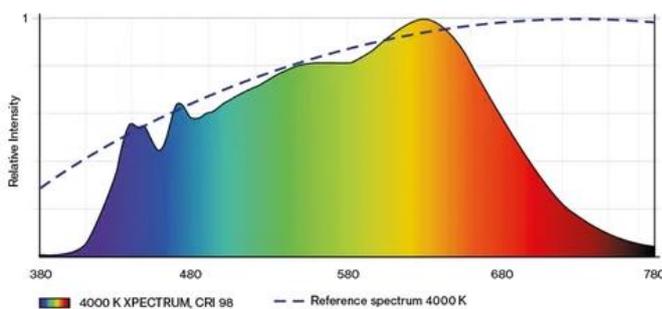
Vergleiche die 15 Testfarben bei Ra>80, Ra>90 und Ra 98 (Vollspektrum). Idealerweise sind alle 15 Werte zwischen 90 und 100.



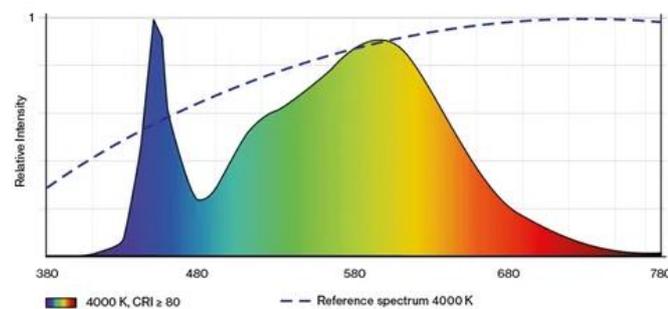
2) Spektrum

Verwenden sie LEDs die ein naturnahes Spektrum haben. Diese LEDs nennen sich Vollspektrum bzw. XPRCTRUM Leds.

Konventionelle Leds haben einen dominanten Peak im royal blue (bei 450nm) und ein Minimum im cyan (bei 490nm). Diese unausgewogene Verteilung entspricht keiner natürlichen Referenz. Das Vorhandensein einer hohen Lichtintensität um 490nm ist für die Steuerung der inneren Uhr und für die Steuerung der Pupillen-Größe verantwortlich. Konventionelle Leds vermitteln dem Auge, dass es dunkel ist, die Pupille weitet sich überproportional und ein Übermaß an blauer, kurzwelliger Strahlung gelangt auf die Netzhaut. Dies führt zu angestregten Augen und ist der Konzentration nicht dienlich. Rote Wellenlängen wirken hingegen beruhigend und dienen der Entspannung.



Vollspektrum LED 4000K



Handelsübliche LED 4000K



3) Horizontale Beleuchtungsstärke

Sorgen sie tagsüber für helle Flächen

Die in der Norm (EN12464-1) vorgeschriebene Minimalforderung ist kein Garant für gutes Sehen.

Das Tageslicht liefert die 100- bis 200-fache Beleuchtungsstärke, verglichen mit der Mindestanforderung von 500lx. Das menschliche Auge kann sich an eine hohe Beleuchtungsstärke sehr gut anpassen. Sehleistung bei geringer Beleuchtungsstärke zu erbringen, ist für das Auge hingegen anstrengend.

Planen sie mit den um 2 Stufen erhöhten Werten der Beleuchtungsstärkeskala (modifizierte Beleuchtungsstärke), der Norm (EN 12464-1). Das sind 1000lx auf der Arbeitsfläche.

Berücksichtigen sie die altersspezifischen Korrekturfaktoren für über 50 Jahre alte Arbeitnehmer und erhöhen sie die Beleuchtungsstärke um +50%, siehe DIN T/S 67600. Das sind 1500lx auf der Arbeitsfläche.

4) Raum umgrenzende Flächen hell beleuchten

Sorgen sie tagsüber in Arbeitsstätten dafür, dass Wände und Decke hell beleuchtet sind.

Dunkle Flächen hinter dem Bildschirm ermüden das Auge.

Eine dunkle Decke lässt den Raum kleiner erscheinen und drückt so auf unser Gemüt. Für eine ausreichende biologische Aktivierung benötigen wir sehr helle Flächen in unserem Gesichtsfeld.

Wenn am Tisch	1000lx sind,
sollten die Wände hinter dem Bildschirm	> 700lx haben (60-80% der hor. Bel. Stärke),
die Decke sollte	> 460lx haben (66% der vertikalen Bel. Stärke).

Setzen sie auf Decken und Wänden Lichtakzente.

Decken und Wände sollten hohe Lichtdichte-Kontraste aufweisen, das erinnert uns Menschen an einfallendes Sonnenlicht, was inspirierend wirkt.



5) Blendung minimieren

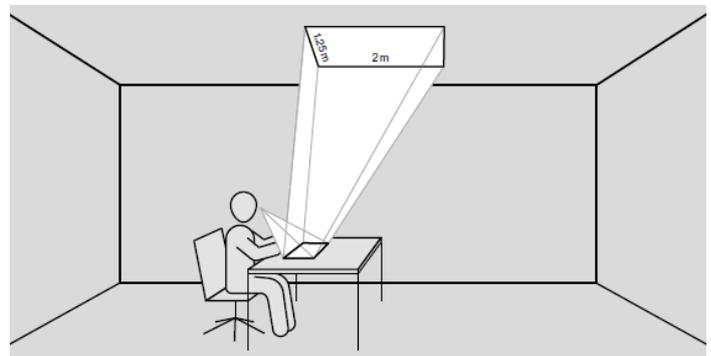
Minimieren sie Blendung

a) Reflexblendung

Vermeiden sie Reflex-Blendung durch seitliches positionieren der LED-Leuchten.

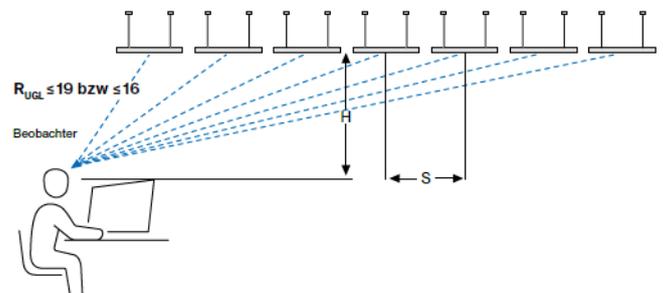
Reflexblendung entsteht durch direkt über dem Arbeitsplatz/Bildschirm montierten nach unten strahlenden Leuchten. Halten sie den Bereich oberhalb ihres Arbeitsplatzes frei von nach unten strahlenden Leuchten.

Positionieren sie die Leuchten links und rechts ihres Arbeitsplatzes.



b) Kontrastblendung

In der Norm (EN 12464-1) mit R_{UGL} beschrieben, minimiert die seitlich austretende Blendung auf ein noch erträgliches Maß. **Planen sie mit einer, um eine Stufe geringeren Blendung.** Statt $R_{UGL} < 19$ verwenden sie besser $R_{UGL} < 16$, usw.

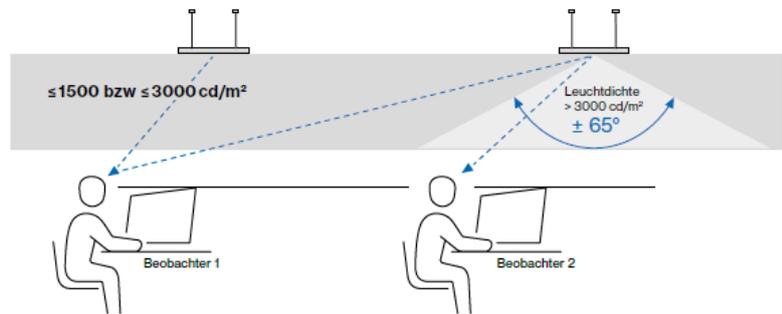


c) Direktblendung



Verwenden sie Leuchten mit niedrigerer Leuchtdichte.

Die Direktblendung mit der Leuchtdichte-Begrenzung auf $<3000\text{cd/m}^2$ oberhalb eines Betrachtungswinkels von $<65^\circ$, ist nur für weißen Bildschirm (positive Darstellung) zulässig. Eine maximale Leuchtdichte von $<1500\text{cd/m}^2$ ist lt. EN 12464-1 zu verwenden, wenn mit negativer Bildschirmdarstellung, wie sie beim Teams und CAD-Zeichnen üblich ist, gearbeitet wird. Eine Leuchtdichtebegrenzung auf $<1500\text{cd/m}^2$ ist für alle Bildschirmarbeitsplätze zu empfehlen.

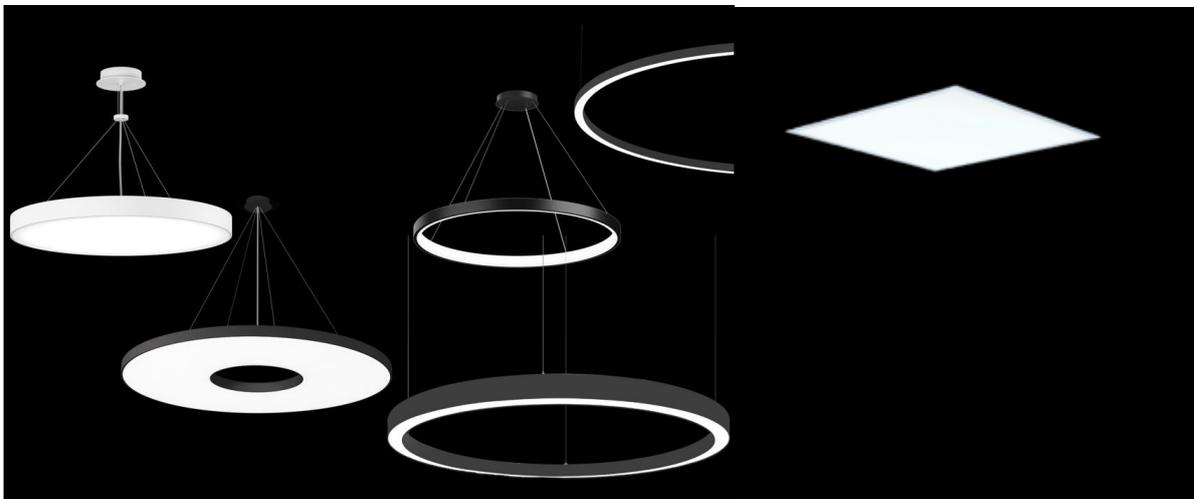


6) Leuchten-Form

Rechtwinkelige Lichtaustrittsflächen kommen in der Natur nicht vor.

Verwenden sie runde und kreisförmige Leuchten.

Rechteckige Leuchten können irritieren und tragen nicht zum Wohlbefinden bei.



XAL hat ein großes Portfolio an runden und kreisförmigen Leuchten. Quadratische LED-Panels sind dem Wohlbefinden nicht zuträglich.

7) Professionelle Lichtplanung

Lassen sie von einem kompetenten Lichtplaner planen.

- Der mit modifizierter Beleuchtungsstärke planen kann.
- Die Kriterien der DIN T/S 67600 berücksichtigen kann (melanopische Beleuchtungsstärke, Tagesverläufe, ...)
- Stimmungsvolle, akzentuierte Beleuchtung planen kann.

Eine Lichtplanung erstellen kann, die ihnen ein Lächeln ins Gesicht zaubert.