

# Informationsblatt für Planer – «Tunable White» Beleuchtungen

Das folgende Informationsblatt für Planer basiert auf den Erkenntnissen aus dem Projekt «Licht für die Arbeitsplätze der Briefverteilzentren» und gibt Praxisempfehlungen. Es erklärt, welche Punkte für einen erfolgreichen Betrieb zu berücksichtigen sind und wo ist in Bezug auf Schicht- und Nachtarbeit Vorsicht geboten ist.

**Hinweis:** Der Inhalt dieses Dokuments basiert auf dem Wissensstand der Forschung über die nicht-visuelle Wirkung von Licht, zum Zeitpunkt von dessen Erstellung.

## Planungsempfehlungen

Es wird empfohlen frühzeitig zu klären, welche Absichten ein «Tunable White» Projekt verfolgt, welche Normen und Richtlinien zur Orientierung sinnvoll sind und wo Vorsicht geboten ist (Tabelle 1).

Um eine erste Vorstellung über den Komplexitätsgrad eines «Tunable White» Projekts zu bekommen, können zwei Faktoren betrachtet werden: Verfügbarkeit von Tageslicht und Schichtarbeit (Abbildung 1). Die einfachste Situation sind Projekte für Räume mit Tageslicht, ohne Schicht- und Nachtarbeit (z.B. Bürogebäude). Die komplexeste Ausgangslage existiert bei Projekten für Räume, die 24 Stunden am Tag in Betrieb sind und kein Tageslicht haben (z.B. Kontrollräume). Darüber hinaus haben Räume, die von mehreren Nutzergruppen mit sehr unterschiedlichen Anforderungen gemeinsam genutzt werden (z.B. Betreuer und Patienten in einem Krankenhaus) zusätzliche Komplexität.

**Wichtig:** Bei Projekten mit Schichtarbeit und Projekten ohne Tageslicht ist zwingend ein Arbeitsmediziner oder Chronobiologe beizuziehen.

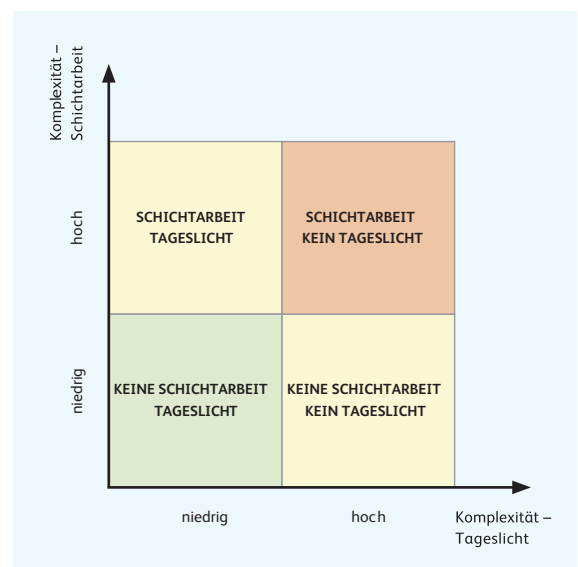


Abbildung 1: Komplexitätsmatrix Tageslicht/Schichtarbeit  
[Quelle: Licht@hslu]

	Sinnvoll	Problematisch
<b>Was sind die Absichten / Ziele des Projekts?</b>	Das Wohlbefinden steigern, eine angenehme Atmosphäre schaffen, etc.	Gesundheitsförderung, Produktivitätssteigerung, Reduzierung der Medikamenteneinnahme, etc.
<b>Welche Normen / Leitfäden werden erwähnt?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SN EN 12464-1</li> <li>• SN EN 17037</li> <li>• CIE S 026/E:2018</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Norm erwähnt</li> <li>• DIN SPEC 67600:2013-04</li> <li>• DIN SPEC 5031-100:2015 (oder ältere Fassung)</li> </ul>

Tabelle 1: Übersicht zur Einschätzung der Grundlagen

## Farbtemperatur bei Nachtarbeit – warmweisses Licht in der Nacht

Die Farbtemperatur der Beleuchtungsanlage ist bei Schicht- und Nachtarbeit klar zu definieren. Kaltweisses Licht bei Nachtarbeit ist zu vermeiden (Tabelle 2). In der Nacht sind

warme Farbtemperaturen (2700 – 3000 K) einzusetzen. Am Tag kann neutral- oder kaltweisses Licht mit einer Farbtemperatur von 4000 - 6500 K zum Einsatz kommen.

	Beleuchtungsstärke	Farbtemperatur (CCT)
<b>Allgemein</b>	Nach SN EN 12464-1	Nach SN EN 12464-1 (falls spezifiziert)
<b>Tag</b>	Nach SN EN 12464-1 oder höher	Nach SN EN 12464-1 (falls spezifiziert); ansonsten hoher Freiheitsgrad
<b>Nacht</b>	Genug für die spezifische Sehaufgaben aber nicht mehr als nötig (z.B. bei Schichtarbeit)	< 3000 K: Ok Zwischen 3000 K und 4000 K: Potenziell ok > 4000 K: nicht empfehlenswert

Tabelle 2: Grobe Richtwerte für angemessene Beleuchtungsstärken und Farbtemperaturen

## Spezifikation der Anforderungen

Neben lichttechnischen und gesundheitlichen Aspekten ist ein klares Verständnis der Situation vor Ort zwingend. Ein vorgefertigtes Konzept, das für alle passt, gibt es nicht. Welchen dynamischen Verlauf von Farbtemperatur und Beleuchtungsstärke tagsüber und über das Jahr eingestellt werden sollen und weshalb, ist frühzeitig zu bestimmen. Eine präzise Spezifikation der

Anforderungen (Dynamik Farbtemperatur und Beleuchtungsstärken, Überblendzeiten, saisonale Anpassungen) hilft, eine passende Beleuchtungsanlage und Steuerung zu bestimmen. Eine Beleuchtungsanlage sollte sowohl für die langen Sommertage wie auch für die kurzen Wintertage funktionieren. Die Umsetzbarkeit verschiedener Kurven ist jedoch je nach Steuerungssystem nicht immer gegeben.

## Flicker bei LED-Beleuchtungsanlagen – Betriebsgeräte spezifizieren

Leuchtmittel können Schwankungen im ausgegebenen Licht-Output und der Leuchtdichte (Helligkeit) aufweisen. Diese Schwankungen bezeichnet man als Flicker. Bei LEDs insbesondere bei «Tunable White» Leuchten, tritt das Phänomen verstärkt auf. Auch wenn Flicker meist nicht direkt wahrnehmbar wird, kann dieses Phänomen Menschen gesundheitlich beeinträchtigen und in Maschinenparks ein Sicherheitsrisiko darstellen, da schnelle Bewegungen unter Umständen nicht mehr wahrgenommen werden können. Besonders bei gedimmten Leuchten tritt Flicker häufig auf.

Grenzwerte finden sich in der US Norm IEEE 1789-2015, dem technischen Report IEC TR 63158:2018 und den Ökodesign-Richtlinien der Europäischen Kommission. Es ist empfehlenswert sich an diesen Schriften zu orientieren, da es noch keine EN Norm gibt. Es empfiehlt sich Betriebsgeräte mit Amplituden-Dimmung (allerdings ist auch hier Flicker nicht ausgeschlossen) oder Kombigeräte zu verwenden, die Einhaltung von bestehenden Normen von Herstellern einzufordern und allenfalls zu überprüfen.

## Information und Kommunikation

Information und Kommunikation sind ebenso wichtig wie die technische Installation. Dies sollte angesichts der heutigen Komplexität der Technik nicht vergessen werden. So sind Informationsunterlagen für Nutzer und Dokumentationen der Beleuchtungsanlage, inklusive «Tunable White Control Schedule» (Abbildung 2), einzuplanen und

in der Budgetierung zu berücksichtigen. Nutzer haben das Recht zu erfahren, was bei einer dynamischen Beleuchtung zu welchem Zweck eingestellt worden ist. Sämtliche betroffenen Personen sollten Zugang zur Dokumentation haben. Sie sollten sich gut informiert und nicht ausgeliefert fühlen.

## Lichtsteuerplan und Verantwortlichkeiten schriftlich festhalten

In einem «Tunable White Control Schedule» (Abbildung 2) ist der hinterlegte Kurvenverlauf und der detaillierte zeitliche Ablauf von Farbtemperatur und Beleuchtungsstärken über 24 Stunden inklusive allfälliger saisonaler Anpassungen festzuhalten.

**Hinweis:** Das in Abbildung 2 dargestellte «Tunable-White Control Schedule» ist als Beispiel gedacht und dient zur Verdeutlichung der oben genannten Elemente. Es ist keine Empfehlung für eine bestimmte Anwendung.

### «Tunable White Control Schedule»

Folgendes sind die Hauptelemente bei der Entwicklung und dem Einsatz eines Lichtsteuerplans:

- A. Projektdetails, d.h. geografische Lage, Orientierung, Raumnutzung, etc.
- B. Eine Tabelle mit chronologischen Abläufen für Programmierer
- C. Numerische Sequenzen aller relevanter Parameter über 24 Stunden
- D. Beschreibung der Gründe für die Veränderungen der Farbtemperatur und der Beleuchtungsstärke
- E. Unterschriften aller beteiligten Parteien

## Wartungsdokumentation

Die Wartungsdokumentation ist auf ihre Vollständigkeit und Aktualität hin zu prüfen, sodass bei Ausfällen und Defekten zeitnah die nötigen Schritte eingeleitet werden können. Spezifikationen von LEDs, Treibern und hinterlegten Werten, Steuerungskomponenten sowie Programmierung

sind vollständig zu dokumentieren. Die Verantwortlichkeiten beim Ausfall von Treibern und LEDs sind klar festzulegen. Die Verfügbarkeit von Ersatz sollte frühzeitig geklärt und Reserven bei Bedarf eingelagert werden.

## Klassische Gütemerkmale

Trotz neuer Möglichkeiten und erhöhter Komplexität in der Planung von «Tunable White» Beleuchtungen sind die klassischen Gütemerkmale der Innenbeleuchtung weiter zu berücksichtigen. Vermeidung von Blendung und Reflexbildung,

Leuchtdichteverteilung, Gleichmässigkeit der Beleuchtung, Farbwiedergabe, Vermeidung von Schlagschatten und Kontrastwiedergabe sind bei der Planung zu beachten.

## Kontakt

**Hochschule Luzern**  
**Technik & Architektur**  
 Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE  
 Mail: [licht@hslu.ch](mailto:licht@hslu.ch)  
 Neuigkeiten: [blog.hslu.ch/lichtathslu](http://blog.hslu.ch/lichtathslu)

**Licht@hslu**  
 Wirkung - Energie - Funktion  
 Interdisziplinäre Betrachtung von Licht

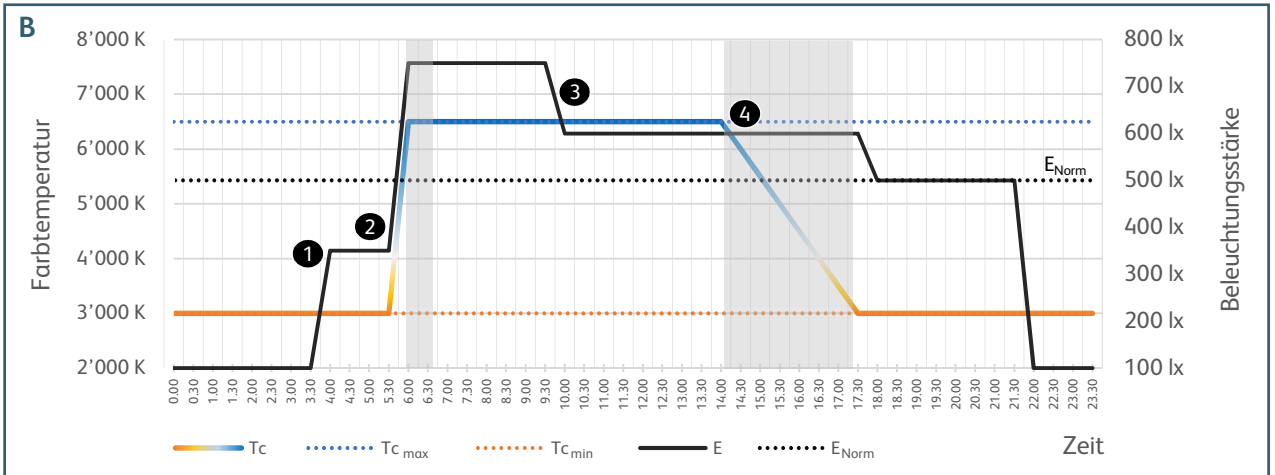
Lucerne University of  
 Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
 LUZERN**

Technik & Architektur  
 FH Zentralschweiz

## Tunable White Control Schedule

<b>A</b>	Projekt	Schulanlage Musterberg	Nutzung	Schulzimmer (Erwachsenenbildung)
	Standort	Musterhausen	SN/EN12464-1	500lx @ 0.75m
	geo. Breite /Länge	47.6°/15.8°	Schichtbetrieb	NEIN
	Raum	Schulzimmer A33	Jahreszeiten	Unterscheidung zwischen Sommer und Winter
	Ausrichtung	SW	Grundlage	Betriebskonzept vom 12.3.2020
	Planreferenz	OG1_12044_Musterberg (12.5.2020)		



**C**

Zeit	Tc	E	Tc max	Tc min	E Norm
00:00:00	3000	100	6500	3000	500
00:30:00	3000	100	6500	3000	500
01:00:00	3000	100	6500	3000	500
01:30:00	3000	100	6500	3000	500
02:00:00	3000	100	6500	3000	500
02:30:00	3000	100	6500	3000	500
03:00:00	3000	100	6500	3000	500
03:30:00	3000	100	6500	3000	500
04:00:00	3000	350	6500	3000	500
04:30:00	3000	350	6500	3000	500
05:00:00	3000	350	6500	3000	500
05:30:00	3000	350	6500	3000	500
06:00:00	6500	750	6500	3000	500
06:30:00	6500	750	6500	3000	500
07:00:00	6500	750	6500	3000	500
07:30:00	6500	750	6500	3000	500
08:00:00	6500	750	6500	3000	500
08:30:00	6500	750	6500	3000	500
09:00:00	6500	750	6500	3000	500
09:30:00	6500	750	6500	3000	500
10:00:00	6500	600	6500	3000	500
10:30:00	6500	600	6500	3000	500
11:00:00	6500	600	6500	3000	500
11:30:00	6500	600	6500	3000	500
12:00:00	6500	600	6500	3000	500
12:30:00	6500	600	6500	3000	500
13:00:00	6500	600	6500	3000	500
13:30:00	6500	600	6500	3000	500
14:00:00	6500	600	6500	3000	500
14:30:00	6000	600	6500	3000	500
15:00:00	5500	600	6500	3000	500
15:30:00	5000	600	6500	3000	500
16:00:00	4500	600	6500	3000	500
16:30:00	4000	600	6500	3000	500
17:00:00	3500	600	6500	3000	500
17:30:00	3000	600	6500	3000	500
18:00:00	3000	500	6500	3000	500
18:30:00	3000	500	6500	3000	500
19:00:00	3000	500	6500	3000	500
19:30:00	3000	500	6500	3000	500
20:00:00	3000	500	6500	3000	500
20:30:00	3000	500	6500	3000	500
21:00:00	3000	500	6500	3000	500
21:30:00	3000	500	6500	3000	500
22:00:00	3000	100	6500	3000	500
22:30:00	3000	100	6500	3000	500
23:00:00	3000	100	6500	3000	500
23:30:00	3000	100	6500	3000	500

**D**

**Beschreibung und Begründung der Interventionen:**  
 Inklusive Quellen, wenn möglich

- 3:30-4:00h: Lichtniveau wird von 100lx auf 350lx hochgefahren (bei konstanter Lichtfarbe) aufgrund von...
- 5:30-6:00h: Lichtniveau ändert von 350lx auf 750lx und Lichtfarbe von 3000K auf 6500K wegen...
- 9:30-10:00h: Lichtniveau wird von 750lx auf 600lx (bei konstanter Lichtfarbe) gesenkt, weil...
- etc.

*Beispiel*

**E**

Ersteller Control Schedule  
 VORNAME, NAME / FIRMA Datum, Unterschrift

Bauherr/Betreiber  
 VORNAME, NAME / FIRMA Datum, Unterschrift

Umsetzung der Lichtsteuerung  
 VORNAME, NAME / FIRMA Datum, Unterschrift

Haftungsausschluss: Der Inhalt dieses Dokuments basiert auf dem Wissensstand der Forschung über die nicht-visuelle Wirkung von Licht, zum Zeitpunkt von dessen Erstellung.

Abbildung 2: Lichtsteuerplan mit den wichtigsten Elementen (keine Empfehlung für eine bestimmte Anwendung)  
 [Quelle: Licht@hslu]