

A photograph of a laptop on a desk with a blue network overlay. The overlay consists of glowing blue nodes connected by thin lines, creating a web-like pattern across the scene. In the background, a cup of coffee is visible on a saucer. The overall lighting is soft and blue-toned.

**PLANER-UPDATE 2021**



# ÜBERARBEITUNG EN 12464-1

## WESENTLICHE ÄNDERUNGEN

- Bedürfnisse unterschiedlicher Anwender durch zusätzliche Beleuchtungsstärke-Empfehlungen in Tabellen berücksichtigt
- Anforderungen an Wände, Decken und zylindrische Beleuchtungsstärken in Tabellen aufgenommen, um Sichtbarkeit und Benutzerfreundlichkeit zu verbessern und Wichtigkeit zu verdeutlichen
- Anforderungen bezüglich Blendung näher erläutert, um Benutzerfreundlichkeit zu verbessern
- Inhalte zu Flimmern und stroboskopische Effekte aktualisiert
- Hinweise für die Planung, wie Anforderungen des Entwurfs angewendet werden können
- Anhang B – Auswirkungen visueller und nichtvisueller Effekte von Licht
- Anhang C – Beispiele für die Herleitung der Anforderungen in verschiedenen Anwendungen (Büro/Industrie)

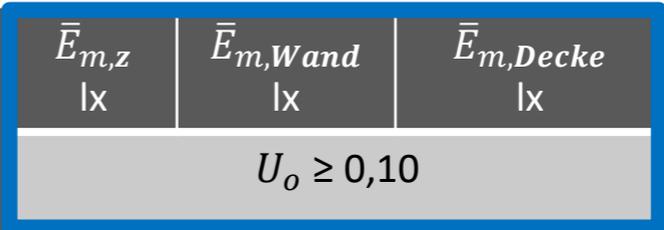
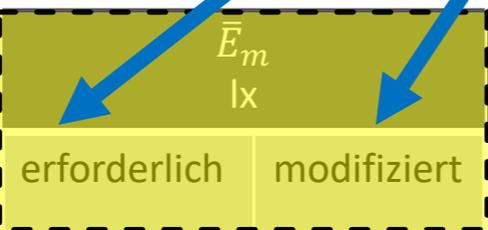
# DIE ERWEITERTE TABELLE



Ref. No.	Art des Innenraum(bereich)s, des Bereichs der Sehaufgabe oder des Bereichs der Tätigkeit	$\bar{E}_m$ lx	UGR	$U_o$	$R_a$	Spezifische Bedingungen
----------	--	-------------------	-----	-------	-------	-------------------------



Ref. No.	Aufgabenbereich	$\bar{E}_m$ lx		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,Wand}$ lx	$\bar{E}_{m,Decke}$ lx	Spezielle Anforderungen
		erforderlich	modifiziert				$U_o \geq 0,10$			



## WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE $\bar{E}_m$

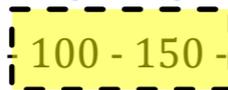
- Muss mindestens Anforderungen nach Abschnitt 7 (Tabellen u.a. mit  $\bar{E}_{m, \text{erforderlich}}$ ) erfüllen
- Ist für normale Sehbedingungen unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren zu verwenden:
  - Psycho-physiologische Aspekte wie Sehkomfort und Wohlbefinden
  - Anforderungen für Sehaufgaben
  - Visuelle Ergonomie
  - Praktische Erfahrung
  - Beitrag zur funktionalen Sicherheit
  - Wirtschaftlichkeit

# BELEUCHTUNGSSTÄRKEN – SEHAUFGABE/TÄTIGKEIT

Ref. No.	Aufgabenbereich	$\bar{E}_m$		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{m,z}$	$\bar{E}_{m,Wand}$	$\bar{E}_{m,Decke}$	Spezielle Anforderungen
		erforderlich	modifiziert							
8.1	Korridore und Verkehrszonen	100	150	0,40	40	28	50	50	30	<p>Beleuchtungsstärke auf dem Boden. 150 lx wenn die Fahrzeuge die Verkehrsfläche mit nutzen. Blendung für alle Verkehrsteilnehmer sollte verhindert werden.</p>

Skala der Beleuchtungsstärke:

5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx



1 Stufe der Beleuchtungsstärke

# BELEUCHTUNGSSTÄRKEN AN STÄNDIG BESETZTEN ARBEITSPLÄTZEN

Ref. No.	Aufgabenbereich	$\bar{E}_m$		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{m,z}$	$\bar{E}_{m,Wand}$	$\bar{E}_{m,Decke}$	Spezielle Anforderungen
		erforderlich	modifiziert							
33.2	Schreiben, Tippen, Lesen, Datenverarbeitung	500	1000	0,60	80	19	150	150	100	Bildschirmarbeit, siehe 5.9 Raumhelligkeit, siehe 6.7 und Anhang B Beleuchtung sollte steuerbar sein, siehe 6.2.4. Bei kleineren Zellenbüros gilt die Wandanforderung für die Wand in Hauptblickrichtung. Für andere Wände kann eine niedrigere Anforderung von mindestens 75 lx akzeptiert werden.

Skala der Beleuchtungsstärke:

5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - **500 - 750 - 1 000** - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx



2 Stufen der Beleuchtungsstärke



# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

## WANN WIRD ERHÖHT?

- Visuelle Arbeit ist entscheidend

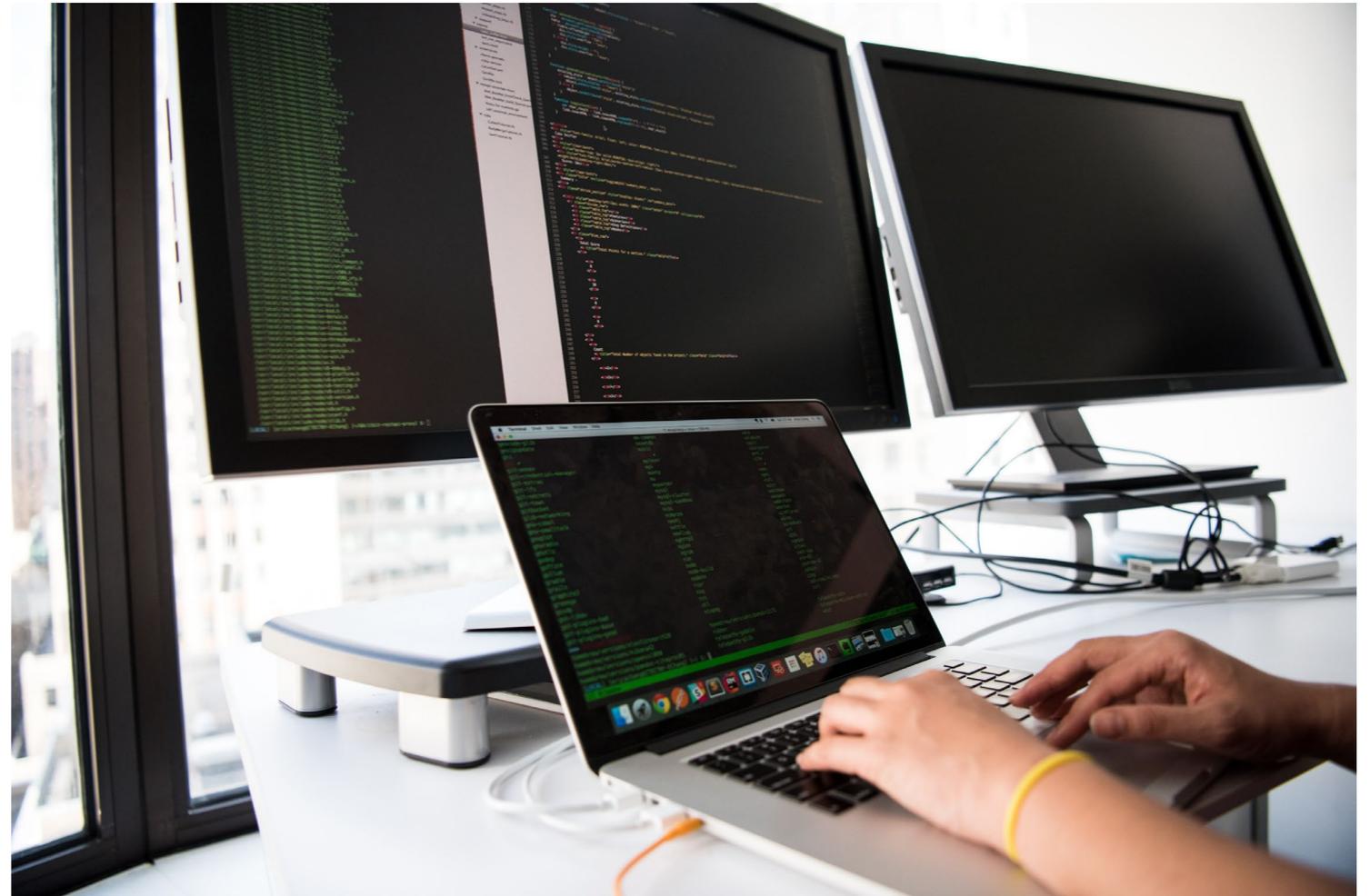




# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

## WANN WIRD ERHÖHT?

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- Behebung von Fehlern ist kostspielig

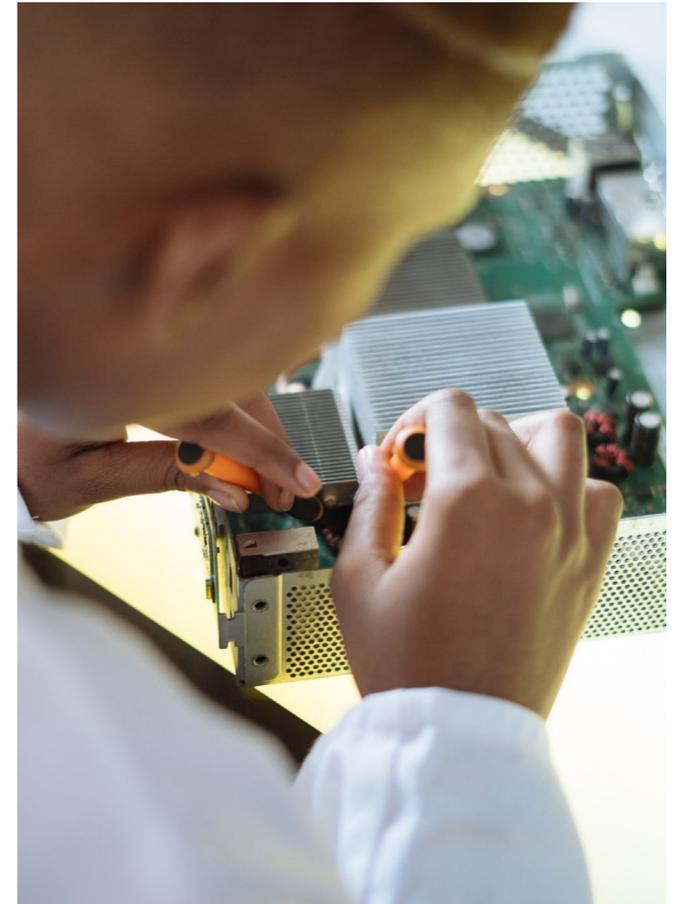




# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

## WANN WIRD ERHÖHT?

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- Behebung von Fehlern ist kostspielig
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder gesteigerte Konzentration von großer Bedeutung





## WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

### WANN WIRD ERHÖHT?

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- Behebung von Fehlern ist kostspielig
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder gesteigerte Konzentration von großer Bedeutung
- Aufgabendetails ungewöhnlich klein oder von geringem Kontrast





# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

## WANN WIRD ERHÖHT?

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- Behebung von Fehlern ist kostspielig
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder gesteigerte Konzentration von großer Bedeutung
- Aufgabendetails ungewöhnlich klein oder von geringem Kontrast
- Aufgabe von ungewöhnlich langer Dauer

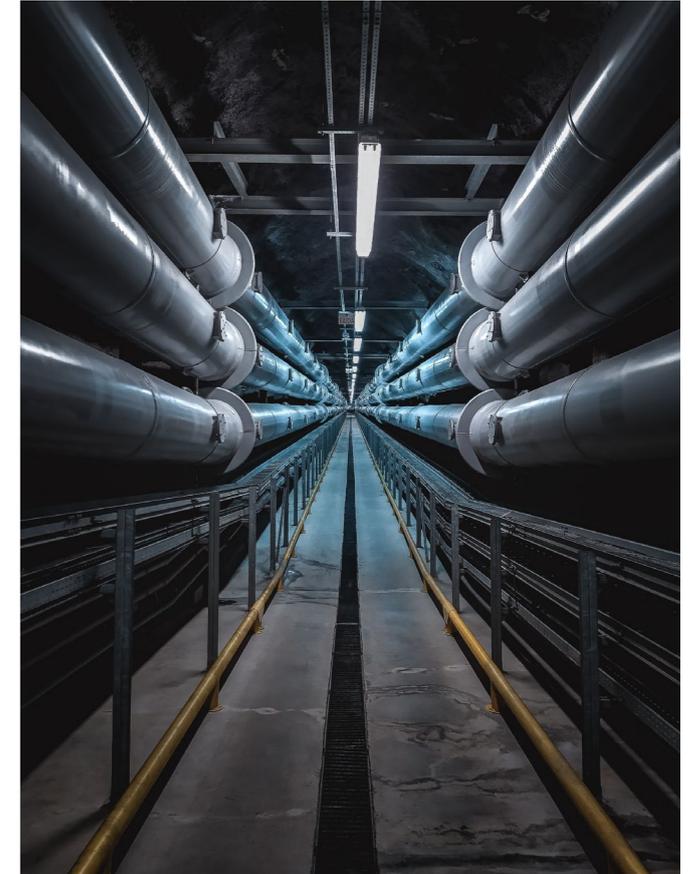




# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

## WANN WIRD ERHÖHT?

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- Behebung von Fehlern ist kostspielig
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder gesteigerte Konzentration von großer Bedeutung
- Aufgabendetails ungewöhnlich klein oder von geringem Kontrast
- Aufgabe von ungewöhnlich langer Dauer
- Die Aufgabe hat geringes Tageslichtangebot

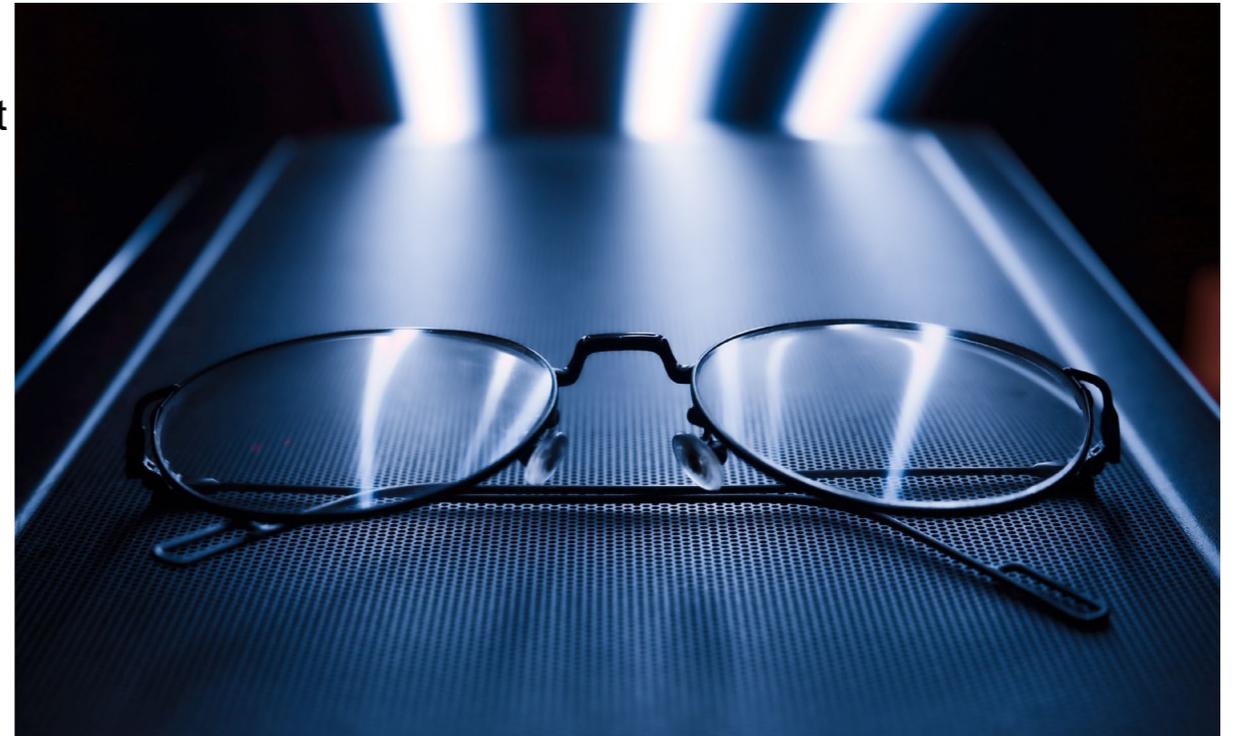




# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

## WANN WIRD ERHÖHT?

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- Behebung von Fehlern ist kostspielig
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder gesteigerte Konzentration von großer Bedeutung
- Aufgabendetails ungewöhnlich klein oder von geringem Kontrast
- Aufgabe von ungewöhnlich langer Dauer
- Die Aufgabe hat geringes Tageslichtangebot
- Die Sehfähigkeit des Nutzens liegt unter dem Normalwert

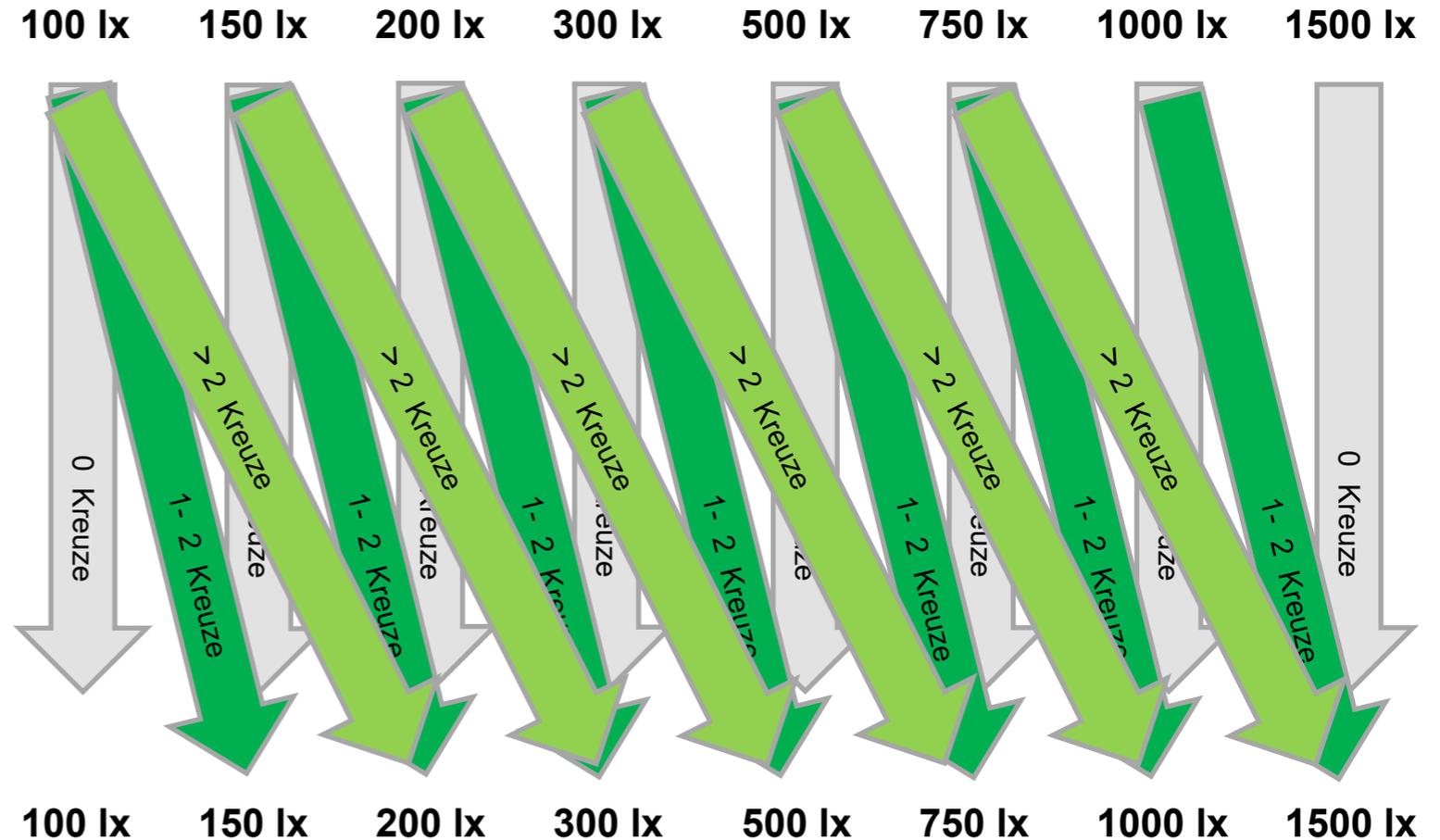




# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

## WANN WIRD ERHÖHT?

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- ✗ Behebung von Fehlern ist kostspielig
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder gesteigerte Konzentration von großer Bedeutung
- Aufgabendetails ungewöhnlich klein oder von geringem Kontrast
- ✗ Aufgabe von ungewöhnlich langer Dauer
- ✗ Die Aufgabe hat geringes Tageslichtangebot
- Die Sehfähigkeit des Nutzens liegt unter dem Normalwert





# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

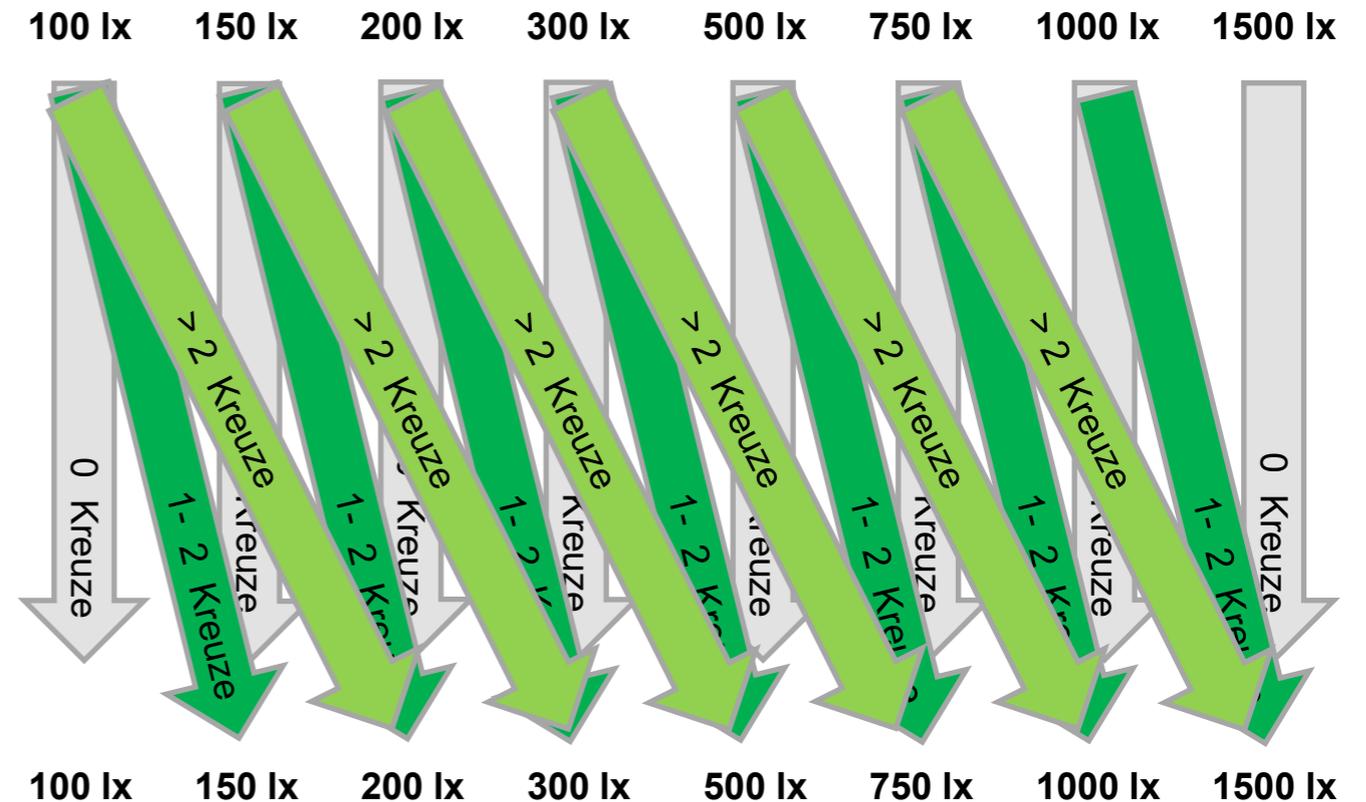
## WANN WIRD ERHÖHT?

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- ✗ Behebung von Fehlern ist kostspielig
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder gesteigerte Konzentration von großer Bedeutung
- Aufgabendetails ungewöhnlich klein oder von geringem Kontrast
- ✗ Aufgabe von ungewöhnlich langer Dauer
- ✗ Die Aufgabe hat geringes Tageslichtangebot
- Die Sehfähigkeit des Nutzenden liegt unter dem Normalwert

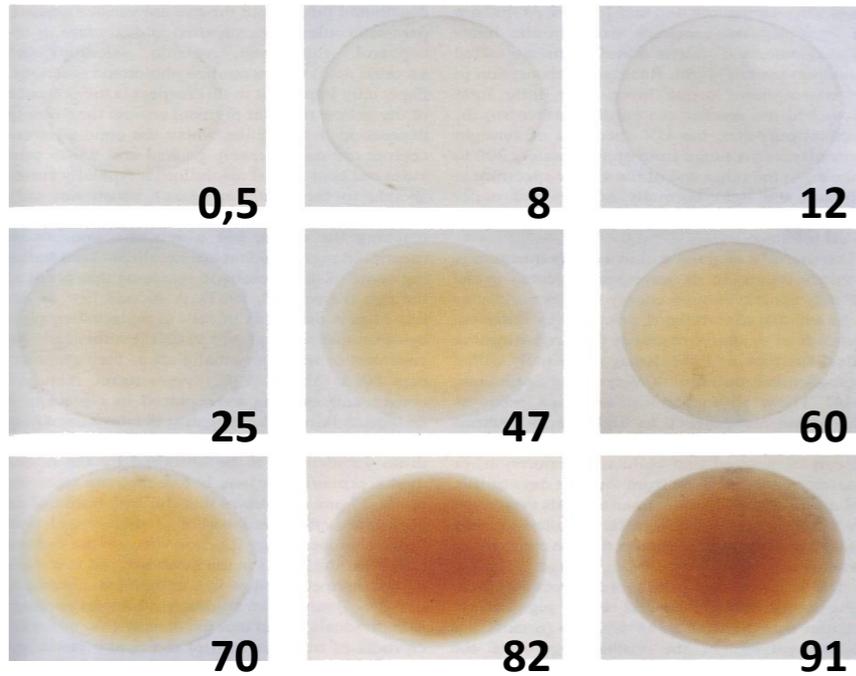
### Zusätzliche Empfehlung



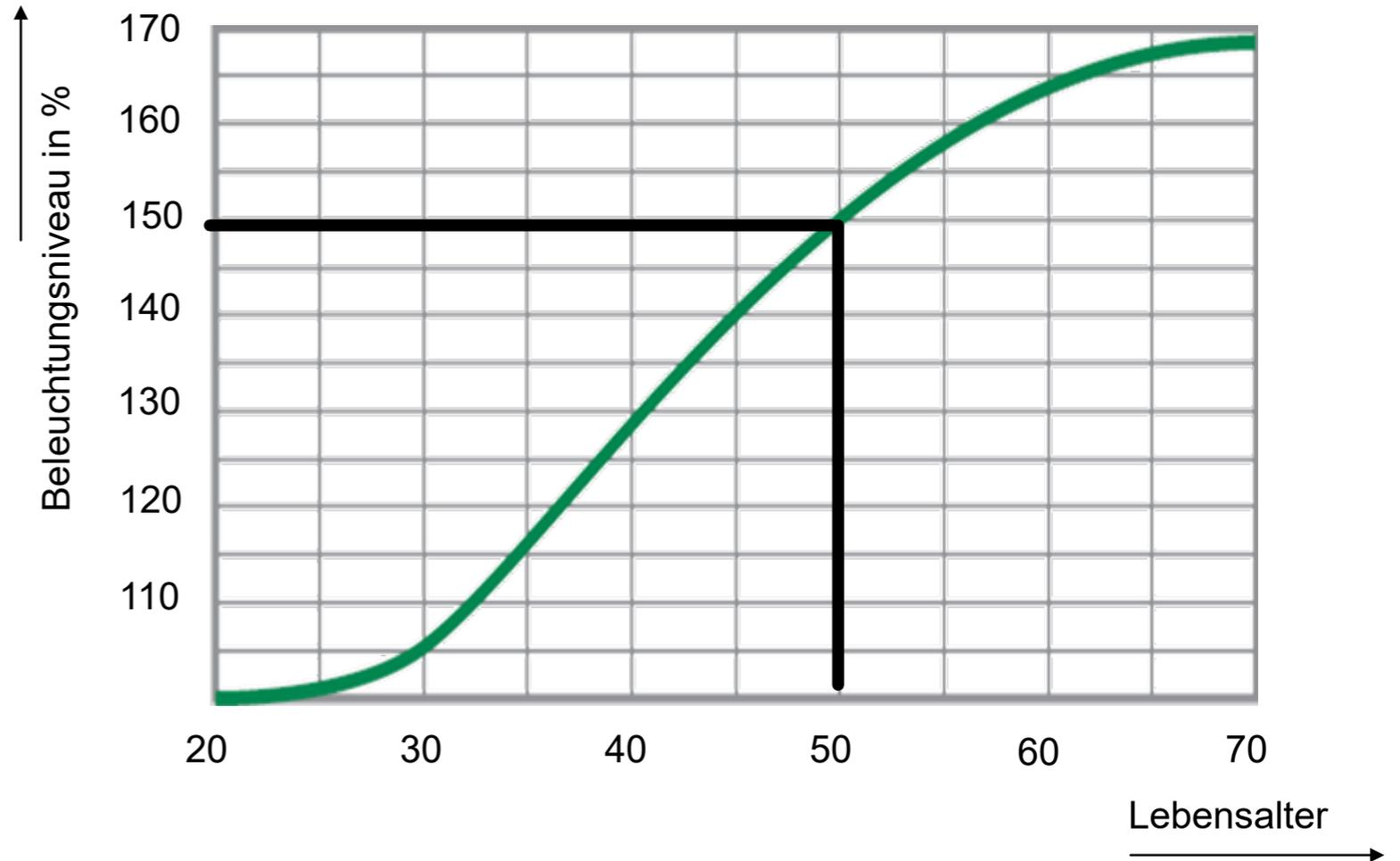
- > 30 Jahre – ≤ 50 Jahre
- > 50 Jahre



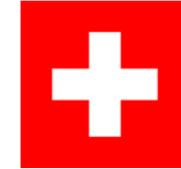
# LICHT UND BELEUCHTUNG IM DEMOGRAFISCHEM WANDEL



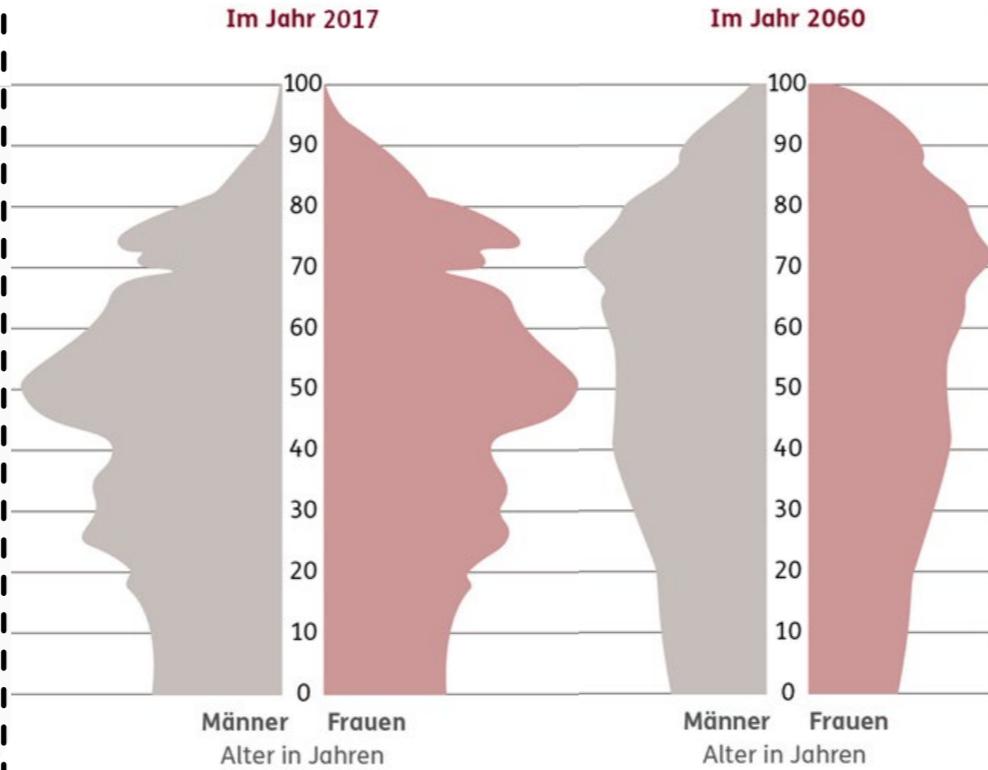
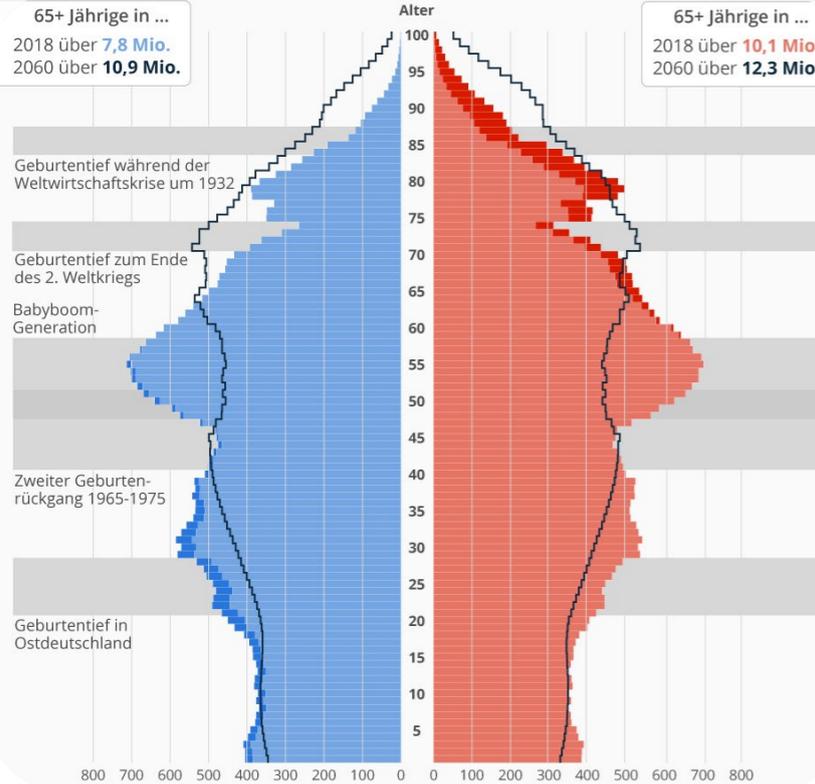
Alterungseffekt am Auge



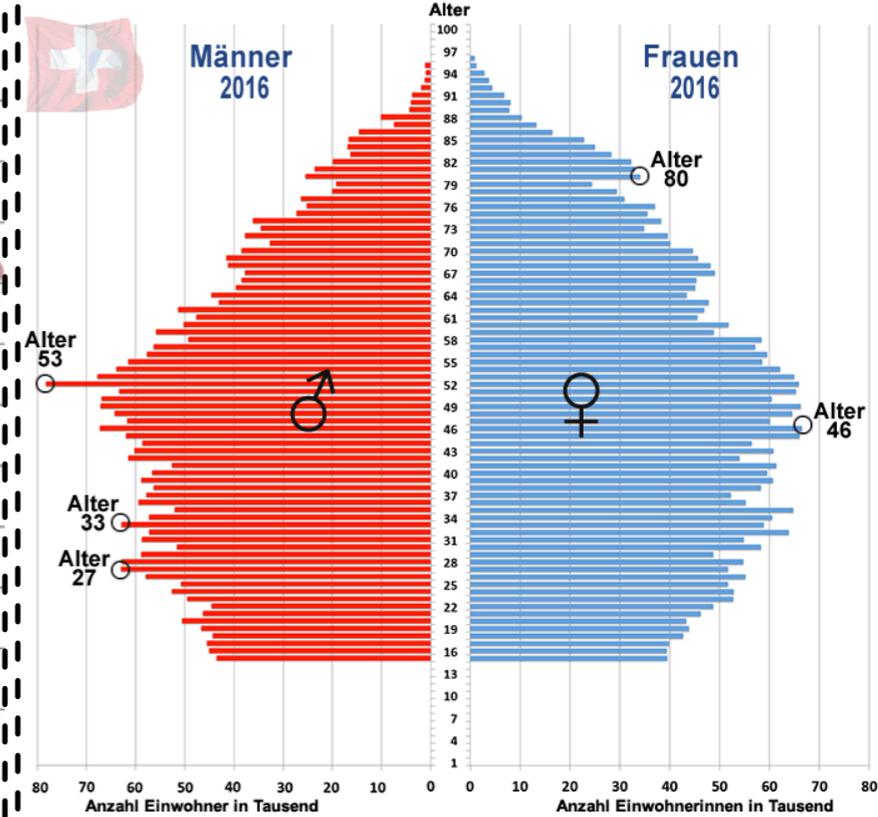
# DIE LÄNDER IM VERGLEICH



## So stark altert die deutsche Bevölkerung bis 2060



## SCHWEIZ Ständige Wohnbevölkerung der Schweiz Altersaufbau ab dem 15. Altersjahr nach Geschlecht 2016



Datenquelle: Schweizerische Arbeitskräfteerhebung (SAKE)  
© BFS - Statistisches Lexikon der Schweiz 2017

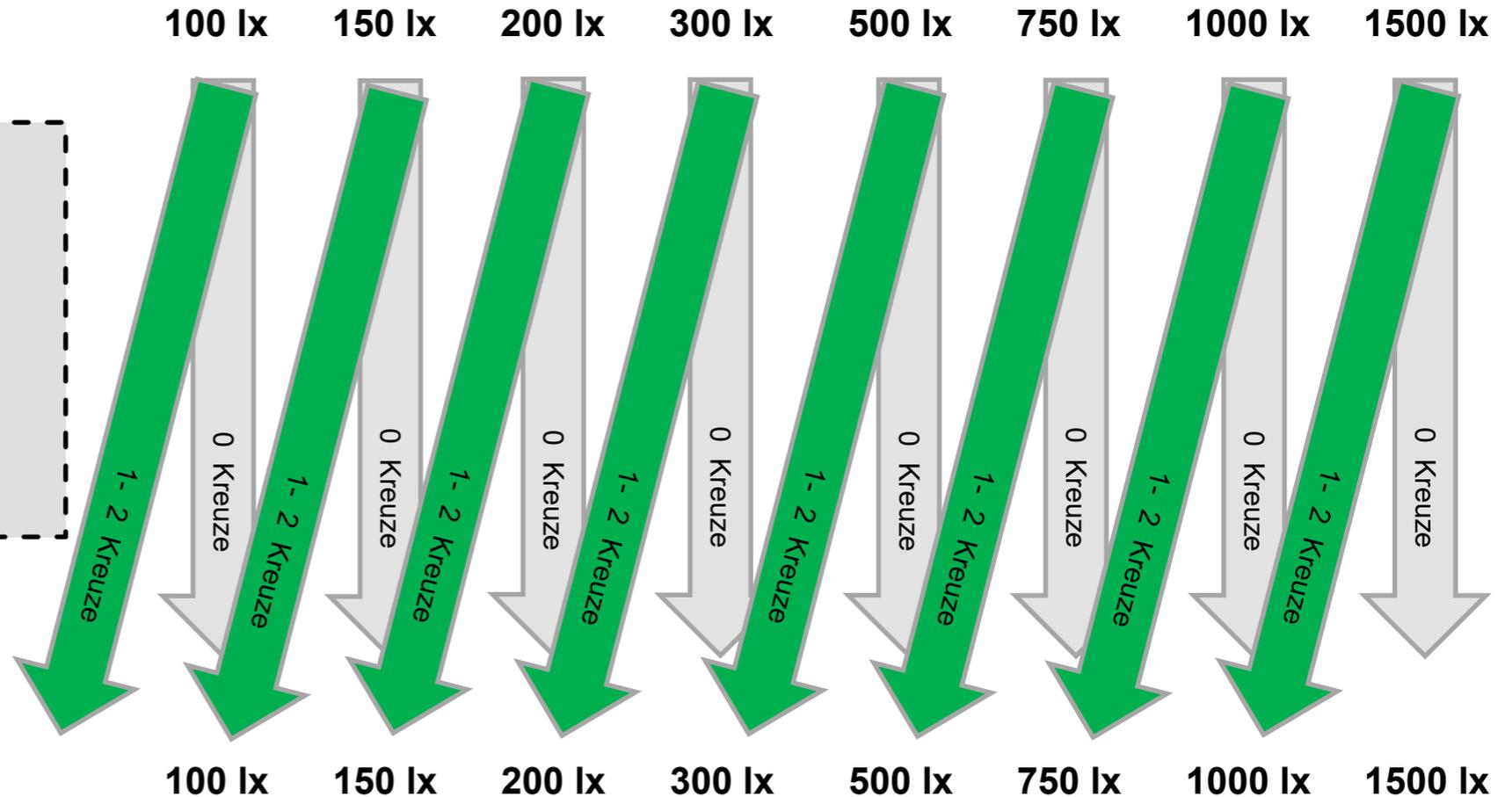
Infografik: RAOnline



# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

## WANN DARF MAN VERRINGERN?

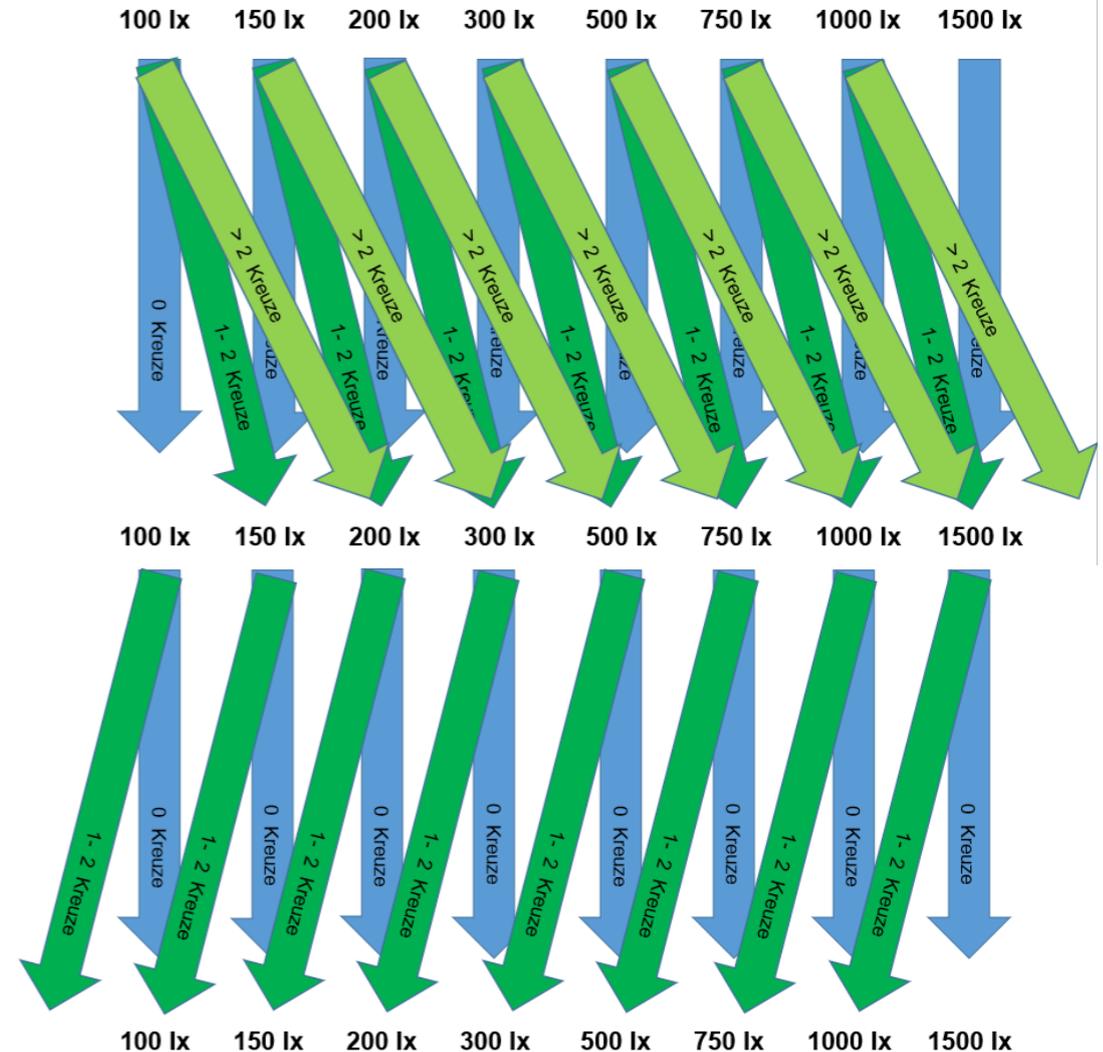
- Aufgabendetails sind von ungewöhnlich großer Größe oder hohem Kontrast
- ✗ Die Aufgabe wird für eine ungewöhnlich kurze Zeit übernommen



# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

## EMPFEHLUNG DER EN 12464-1 ZUR ANPASSUNG DER WARTUNGSWERTE DER BELEUCHTUNGSSTÄRKEN

- Durch den Einsatz von gedimmten Beleuchtungsanlagen kann auf mögliche zukünftige Veränderungen der Arbeitsbedingungen reagiert werden
- Beleuchtung sollte auf tatsächliche Bedürfnisse der Nutzer einstellbar sein
- Beleuchtungssystem sollte sicherstellen, dass Beleuchtungsstärken erreicht werden können, die das empfohlene Niveau der Wartungswerte der Beleuchtungsstärke nur mit der elektrischen Beleuchtung erreicht oder überschreitet



# NEUFASSUNG DER DIN EN 12464-1

**HELLIGKEITSVERTEILUNG IM RAUM – EIN MERKMAL DER „LICHTQUALITÄT“**



# HELLIGKEITSVERTEILUNG IM RAUM – EIN MERKMAL DER „LICHTQUALITÄT“

Ref. No.	Aufgabenbereich	$\bar{E}_m$		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{m,z}$	$\bar{E}_{m,Wand}$	$\bar{E}_{m,Decke}$	Spezielle Anforderungen
		erforderlich	modifiziert				$U_o \geq 0,10$			



# BELEUCHTUNGSSTÄRKEN – SEHAUFGABE/TÄTIGKEIT

Ref. No.	Aufgabenbereich	$\bar{E}_m$		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{m,z}$	$\bar{E}_{m,Wand}$	$\bar{E}_{m,Decke}$	Spezielle Anforderungen
		erforderlich	modifiziert							
8.1	Korridore und Verkehrszonen	100	150	0,40	40	28	50	50	30	Beleuchtungsstärke auf dem Boden. 150 lx wenn die Fahrzeuge die Verkehrsfläche mit nutzen. Blendung für alle Verkehrsteilnehmer sollte verhindert werden.

Skala der Beleuchtungsstärke:

5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - **30 - 50** - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx





# BELEUCHTUNGSSTÄRKEN AN STÄNDIG BESETZTEN ARBEITSPLÄTZEN

Ref. No.	Aufgabenbereich	$\bar{E}_m$		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{m,z}$	$\bar{E}_{m,Wand}$	$\bar{E}_{m,Decke}$	Spezielle Anforderungen
		erforderlich	modifiziert							
33.2	Schreiben, Tippen, Lesen, Datenverarbeitung	500	1000	0,60	80	19	150	150	100	Bildschirmarbeit, siehe 5.9 Raumhelligkeit, siehe 6.7 und Anhang B Beleuchtung sollte steuerbar sein, siehe 6.2.4. Bei kleineren Zellenbüros gilt die Wandanforderung für die Wand in Hauptblickrichtung. Für andere Wände kann eine niedrigere Anforderung von mindestens 75 lx akzeptiert werden.

Skala der Beleuchtungsstärke:

5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx

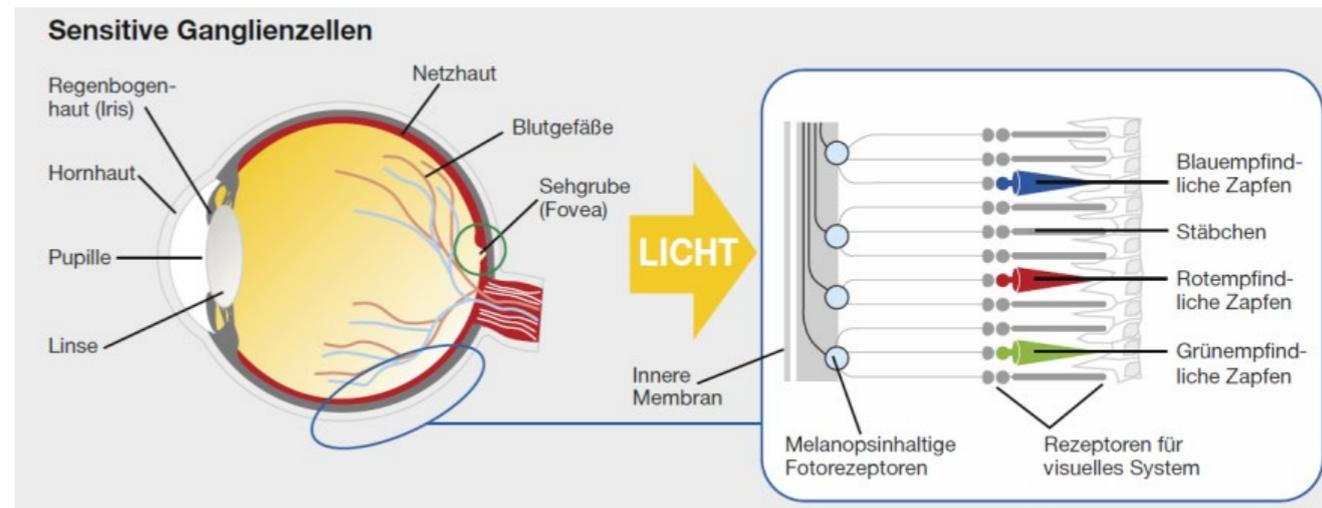
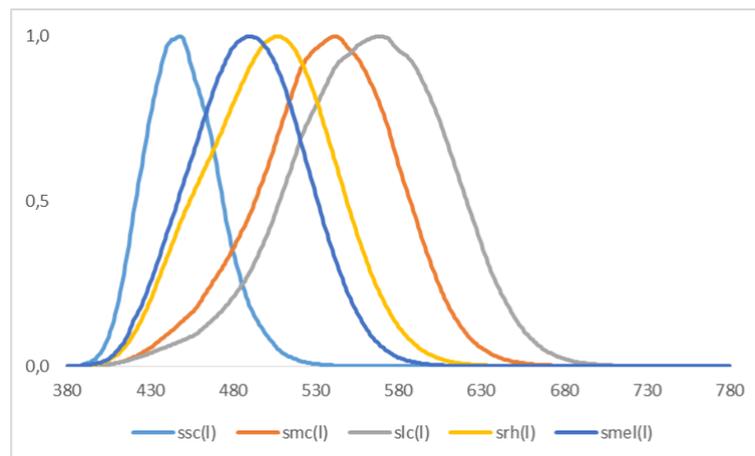


## **NEUERUNGEN DER DIN EN 12464-1**

# **EINFLUSS DER NICHTVISUELLEN WIRKUNG DES LICHTS AUF DEN MENSCHEN**

# EINFLUSS DER NICHT-VISUELLEN WIRKUNG DES LICHTS AUF DEN MENSCHEN

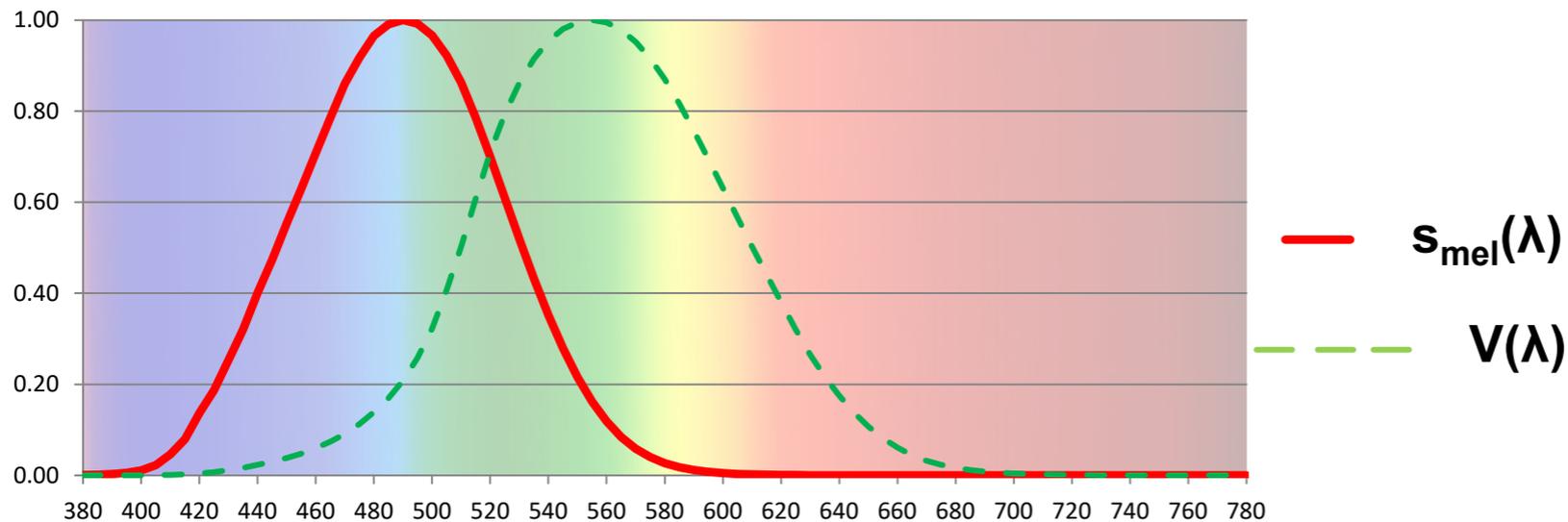
- Spektrale Verteilung einer Lichtquelle spielt eine große Rolle bei der Stimulation der Rezeptoren im Auge
- Obwohl wissenschaftliche Beweise vorhanden, dass Melanopsin enthaltende retinale Ganglienzellen (ipRGCs - zwischen 460 nm und 500 nm) eine wichtige Rolle bei den nicht-visuellen Wirkungen von Licht spielen, wurde dieser Beweis noch nicht in bestehende Beleuchtungsnormen und Beleuchtungsempfehlungen aufgenommen



# EINFLUSS DER NICHT-VISUELLEN WIRKUNG DES LICHTS AUF DEN MENSCHEN

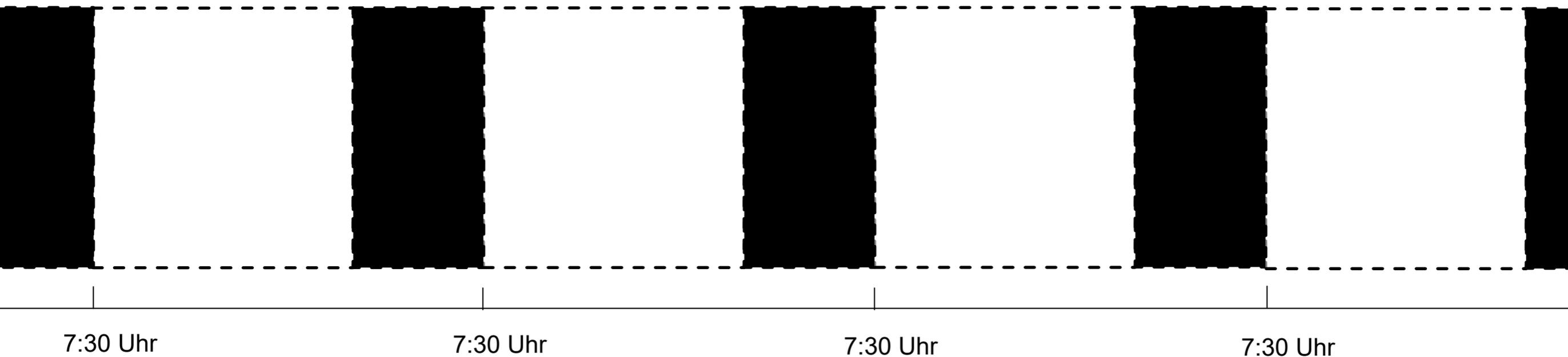
- Beschreibung der optischen Strahlung allein anhand der photopischen spektralen Lichtausbeute  $V(\lambda)$  nicht ausreichend

Definition des **melanopischen Wirkungsspektrums**  $s_{mel}(\lambda)$



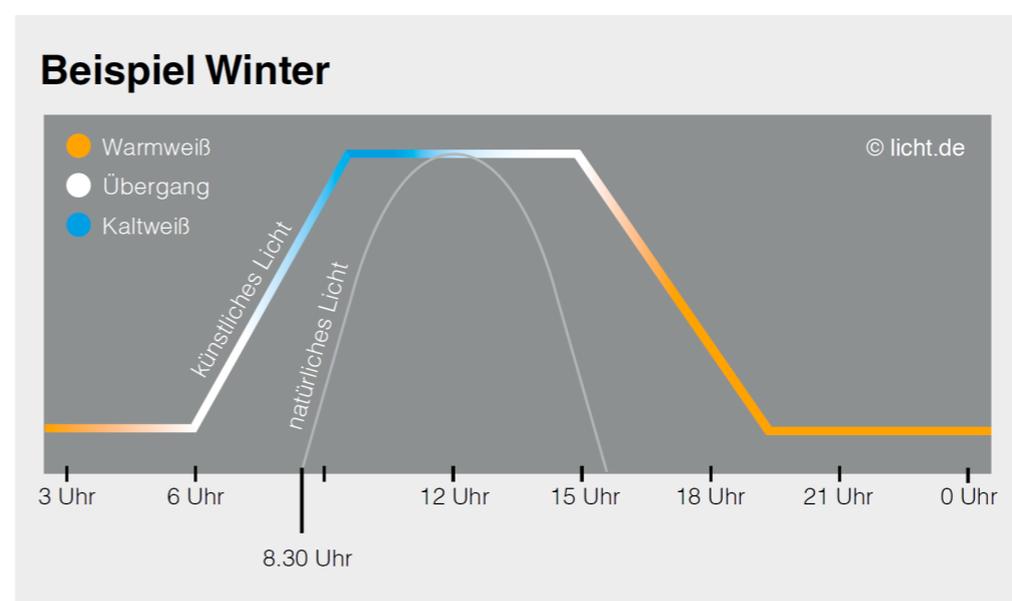
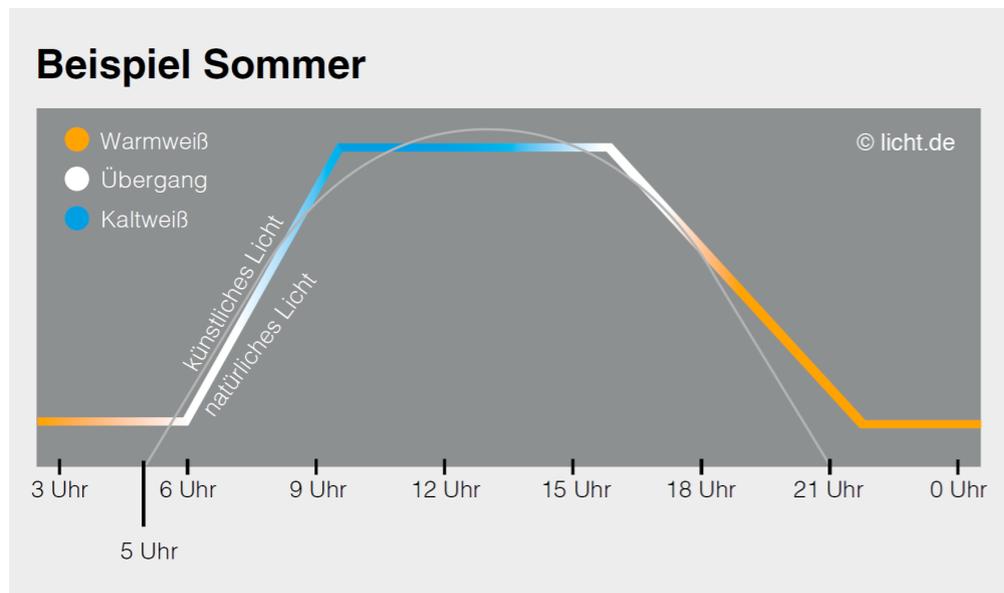
# EINFLUSS DER NICHT-VISUELLEN WIRKUNG DES LICHTS AUF DEN MENSCHEN

- Wichtig, die Bedeutung der Dunkelheit und des täglichen Musters von Hell und Dunkel zu erkennen, insbesondere um und während der Schlafphasen



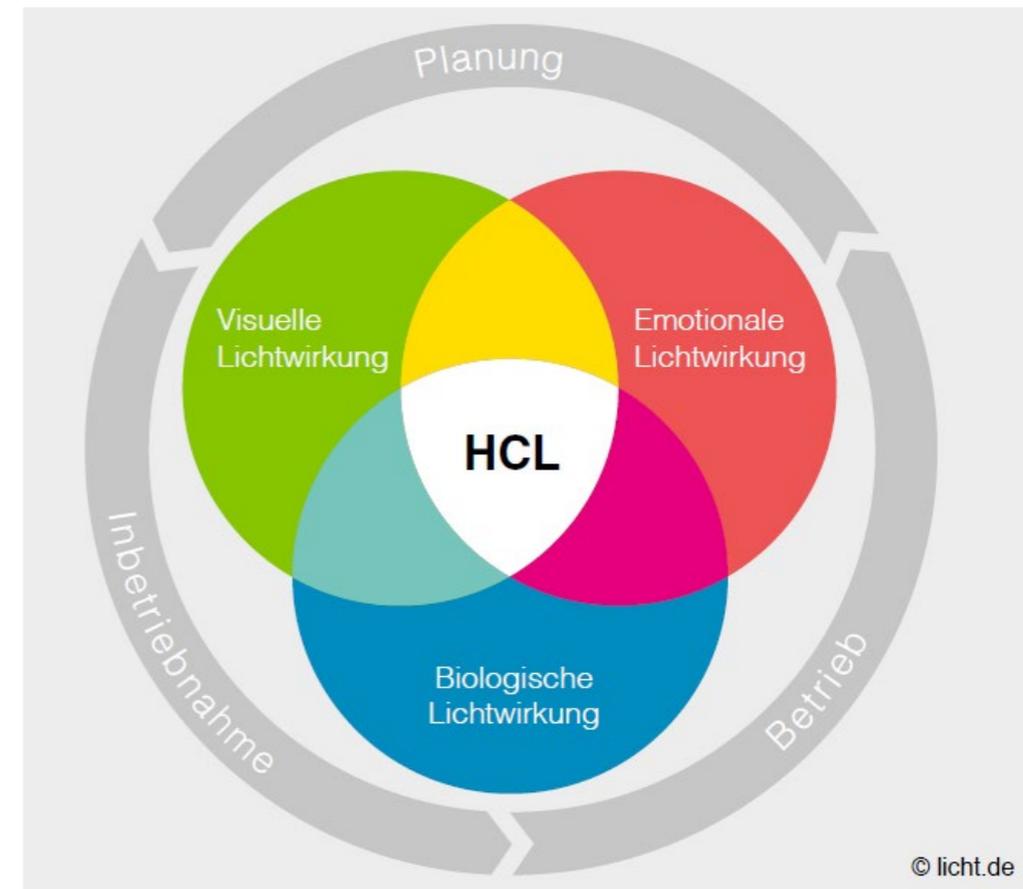
# EINFLUSS DER NICHT-VISUELLEN WIRKUNG DES LICHTS AUF DEN MENSCHEN

- Veränderungen des Lichtspektrums zu verschiedenen Tageszeiten ist hilfreich, um die zirkadianen Rhythmen zu stabilisieren
- Einfluss kann näherungsweise durch die korrelierte Farbtemperatur (CCT) oder genauer durch die Bewertung der spektralen Verteilung der Lichtquelle beschrieben werden



# EINFLUSS DER NICHT-VISUELLEN WIRKUNG DES LICHTS AUF DEN MENSCHEN

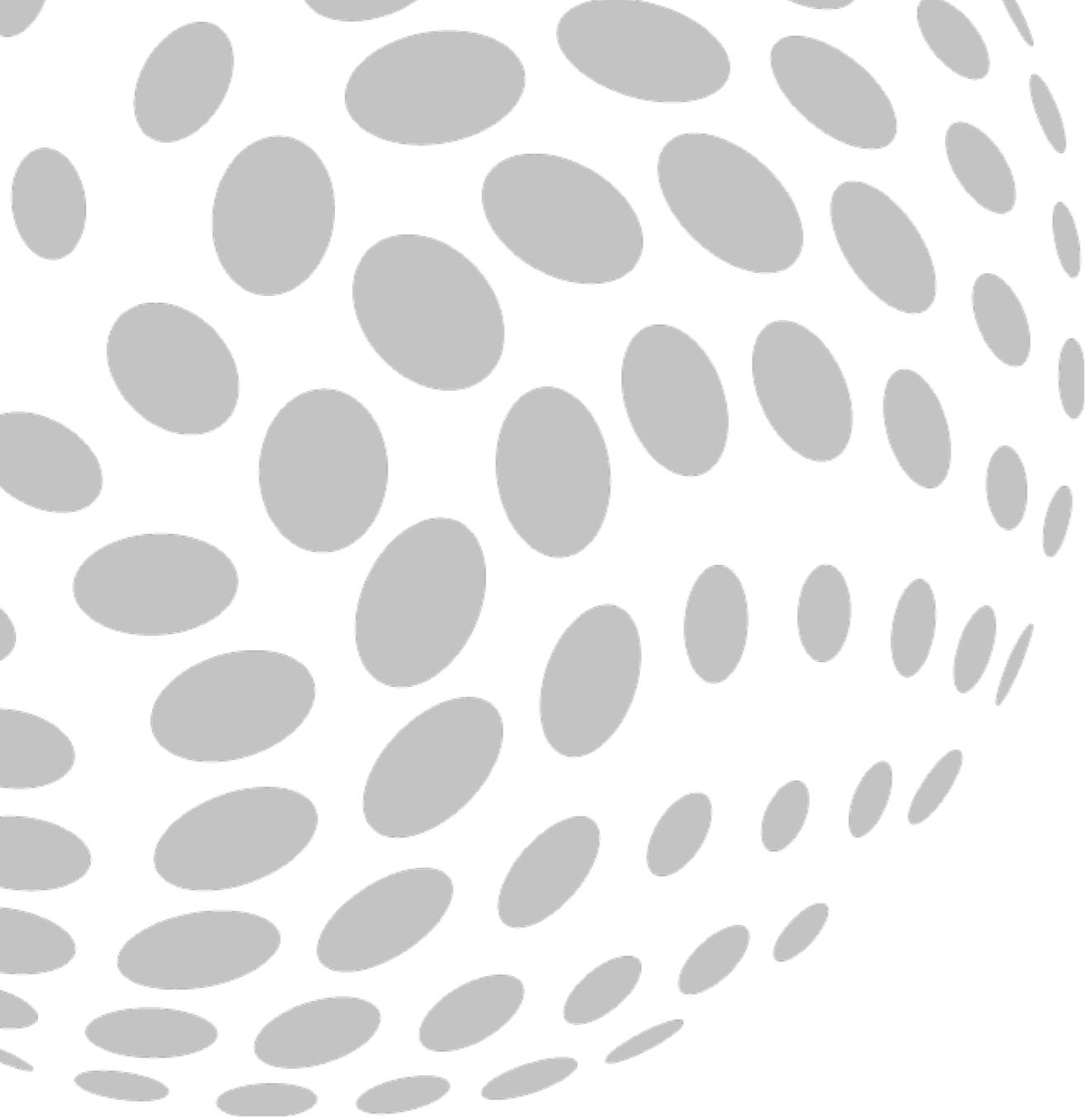
- Wahrnehmung der Lichtfarbe in einem Raum hängt ab von
  - der Beleuchtungsstärke des elektrischen Beleuchtungssystems
  - der Farbe der Einrichtung des Raumes
  - der Menge des einfallenden Tageslichts
- Die nichtvisuelle Wirkung des Lichts auf den Menschen ist Bestandteil des Gesamtkonzepts „Human Centric Lighting“ - HCL



## **NEUERUNGEN DER DIN EN 12464-1**

## **ANWENDUNGSBEISPIELE DER EN 12464-1**

befinden sich in deren Anhang



# **NEUERUNGEN DER EUROPÄISCHEN GESETZGEBUNG ZU LICHT UND BELEUCHTUNG**

# NEUERUNGEN DER EUROPÄISCHEN GESETZGEBUNG ZU LICHT UND BELEUCHTUNG

„Europäische Lichtregulierung“

EU2019/2020

EU2019/2015

(GD Energie)

Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher  
Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.

RoHS

(GD Umwelt)

Auswirkungen auf die Lichttechnik

# 2009/125 EG „ÖKODESIGN-RICHTLINIE“

GD ENERGIE

EU 2017/1369  
ENERGIEVERBRAUCHS-  
KENNZEICHNUNG

EU 2019/2015  
ENERGIEVERBRAUCHSKENN-  
ZEICHNUNG VON  
LICHTQUELLEN  
GÜLTIG SEIT 1.4.2019

ERSATZ FÜR:  
EU 2012/874  
(LICHTQUELLEN UND  
LEUCHTEN)

## Artikel 3

### Pflichten der Lieferanten

(1) Lieferanten von Lichtquellen stellen sicher, dass

...

b) die Parameter des Produktdatenblatts gemäß Anhang V in die (EPREL-) Produktdatenbank eingegeben werden;

ANHANG V

**Produktdaten**

1. **Produktdatenblatt**

1.1. Gemäß Artikel 3 Absatz 1 Buchstabe b muss der Lieferant die Angaben in Tabelle 3 in die Produktdatenbank eingeben, auch dann, wenn die Lichtquelle Teil eines umgebenden Produkts ist.

Tabelle 3

**Produktdatenblatt**

Name oder Handelsmarke des Lieferanten: \_\_\_\_\_

Anschrift des Lieferanten (°): \_\_\_\_\_

Modellkennung: \_\_\_\_\_

Lichtquellentyp: \_\_\_\_\_

Verwendete Beleuchtungstechnologie:	[HL]/[LL T5 HE]/[LL T5 HO]/[FLn]/sonstige FL/HPS/MH/sonstige HID/LED/	Ungebündeltes oder gebündeltes Licht:	[NDLS]/[DLS]
-------------------------------------	---	---------------------------------------	--------------



**2009/125 EG**  
**„ÖKODESIGN-RICHTLINIE“**

GD ENERGIE

**EU 2017/1369**  
ENERGIEVERBRAUCHS-  
KENNZEICHNUNG

**EU 2009/244**

+

**EU 2009/245**

+

**EU 2012/1194**

**EU 2019/2015**  
ENERGIEVERBRAUCHSKENN-  
ZEICHNUNG VON  
LICHTQUELLEN  
GÜLTIG SEIT 1.4.2019

ERSATZ FÜR:  
EU 2012/874  
(LICHTQUELLEN UND  
LEUCHTEN)

# 2009/125 EG „ÖKODESIGN-RICHTLINIE“

GD ENERGIE

SINGLE LIGHTING  
REGULATION

## Artikel 4 Entnahme von Lichtquellen und separaten Betriebsgeräten

- (1) Die Hersteller, Importeure oder die Bevollmächtigten der Hersteller von umgebenden Produkten stellen sicher, dass Lichtquellen und separate Betriebsgeräte mit allgemein verfügbaren Werkzeugen ohne dauerhafte Beschädigung des umgebenden Produkts ausgetauscht werden können, außer wenn die technische Dokumentation eine auf der Funktionalität des umgebenden Produkts beruhende technische Begründung enthält, warum ein Austausch der Lichtquellen und separaten Betriebsgeräte nicht sinnvoll wäre.

Zudem muss die technische Dokumentation Anleitungen enthalten, wie die Lichtquellen und separaten Betriebsgeräte von den Marktaufsichtsbehörden zur Nachprüfung entnommen werden können, ohne dass sie dabei dauerhaft beschädigt werden.

- (2) Die Hersteller, Importeure oder Bevollmächtigten der Hersteller von umgebenden Produkten stellen Informationen darüber bereit, ob Lichtquellen und Betriebsgeräte von den Endnutzern oder qualifizierten Personen ohne dauerhafte Beschädigung des umgebenden Produkts ausgetauscht werden können oder nicht. Diese Informationen müssen auf einer frei zugänglichen Website zur Verfügung stehen. Für direkt an Endnutzer verkaufte Produkte müssen diese Informationen zumindest in Form eines Piktogramms auf der Verpackung sowie in den Bedienungsanleitungen enthalten sein.
- (3) Die Hersteller, Importeure oder Bevollmächtigten der Hersteller von umgebenden Produkten stellen sicher, dass Lichtquellen und separate Betriebsgeräte am Ende ihrer Lebensdauer aus umgebenden Produkten ausgebaut werden können. Die Anleitungen für den Ausbau müssen auf einer frei zugänglichen Website zur Verfügung stehen.

EU 2019/2020  
ÖKODESIGNANFORDERUNGEN  
AN LICHTQUELLEN UND  
BETRIEBSGERÄTE  
GÜLTIG SEIT 25.12.2019

+ AMENDMENT 2020

STAND 10/2020  
(DRAFT)

## ANHANG 4

### ENTNAHME VON LICHTQUELLEN UND SEPARATEN BETRIEBSGERÄTEN



## ANHANG 4

### ENTNAHME VON LICHTQUELLEN UND SEPARATEN BETRIEBSGERÄTEN

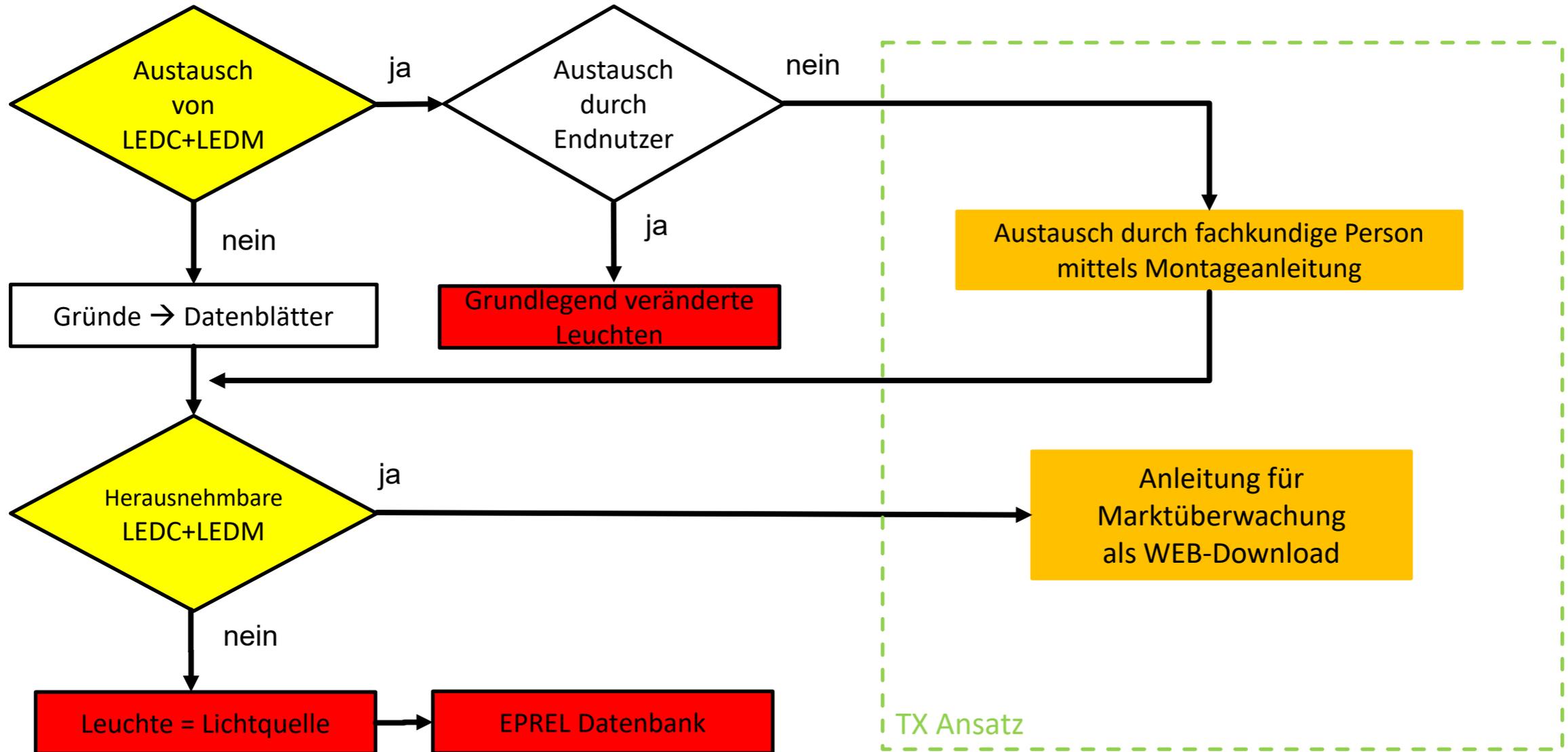
Ist die Entnahme des  
Vorschaltgeräts möglich?



Ist die Entnahme des  
Leuchtmittels möglich?



# EU 2019/2015 UND EU 2019/2020



# 2009/125 EG „Ökodesign-Richtlinie“



## Europäisches Parlament

2014-2019

**ANGENOMMENE TEXTE**  
*Vorläufige Ausgabe*

**P8\_TA-PROV(2017)0287**

### **Längere Lebensdauer für Produkte: Vorteile für Verbraucher und Unternehmen**

Entschließung des Europäischen Parlaments vom 4. Juli 2017 zum Thema „Längere Lebensdauer für Produkte: Vorteile für Verbraucher und Unternehmen“ (2016/2272(INI))

**EU 2019/2020**

Ökodesignanforderungen an  
Lichtquellen und Betriebsgeräte  
gültig seit 25.12.2019

Ersatz für:  
EU 2009/244  
EU 2009/245  
EU 2012/1194

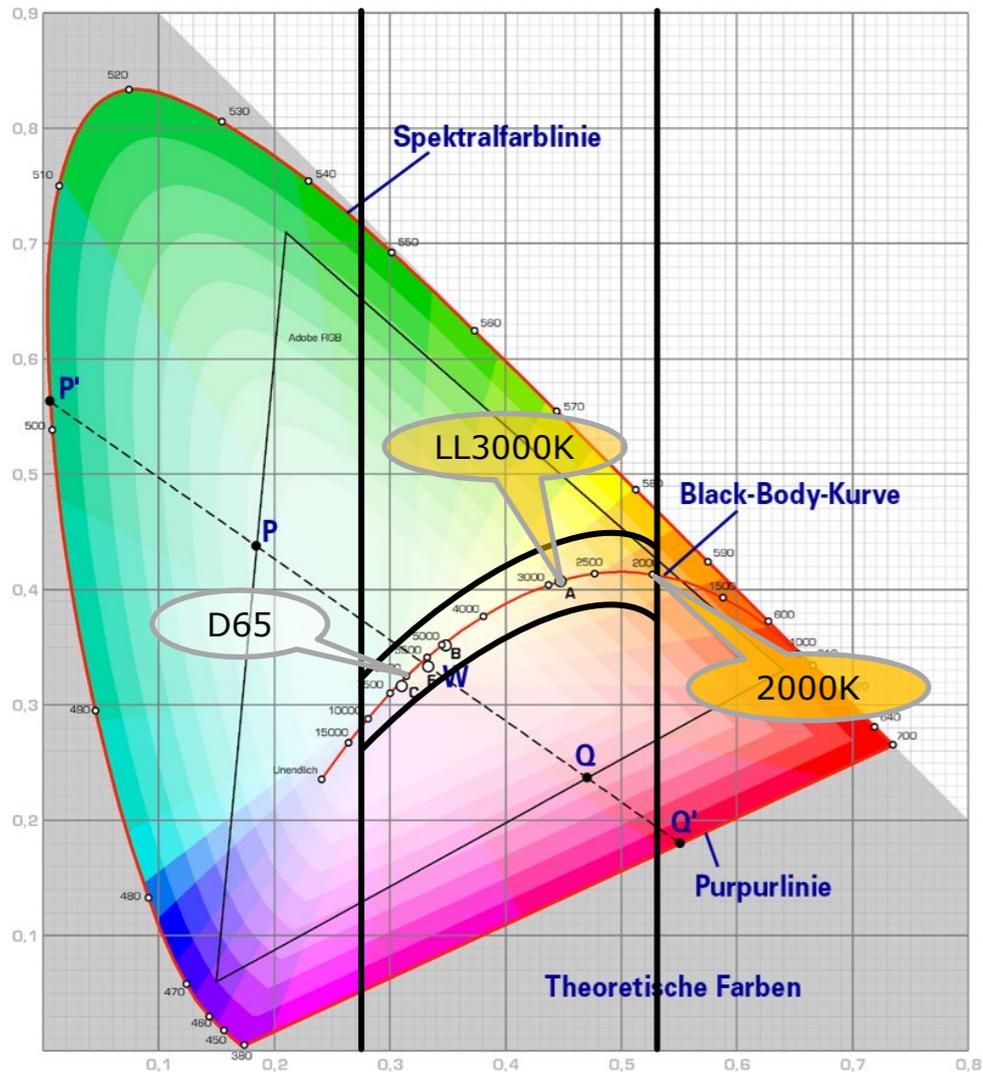
+ Amendment 2020

## NEUES ZUM „LEUCHTMITTELVERBOT“

**Das erstmalige Inverkehrbringen welcher Lichtquellen wird wann verboten?**

Überprüfung der Wirkung und Verschärfung der Anforderungen im Jahr 2024!

# WELCHE LEUCHTMITTEL SIND VON DER EU 2019/2020 BETROFFEN?

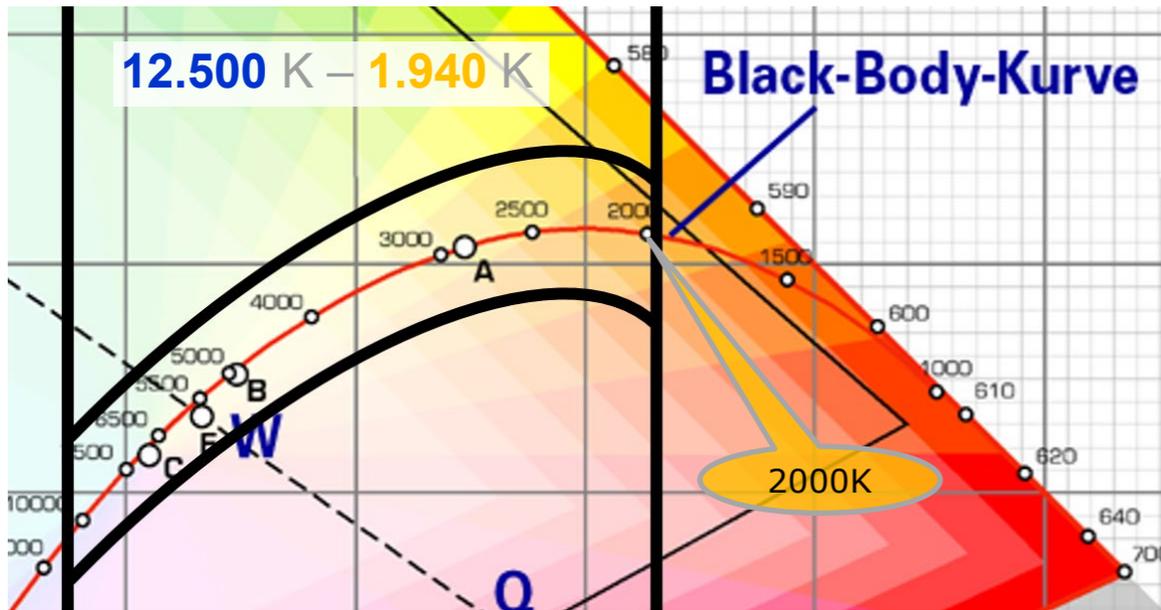


- Leuchtmittel (Lichtquellen) in dem Farbbereich von  $x$  und  $y$ :

$$0,270 < x < 0,530$$

$$- 2,3172 x^2 + 2,3653 x - 0,2199 < y < - 2,3172 x^2 + 2,3653 x - 0,1595$$

## WELCHE LEUCHTMITTEL SIND VON DER EU 2019/2020 BETROFFEN?



- Leuchtmittel (Lichtquellen) in dem Farbbereich von  $x$  und  $y$ :

$$0,270 < x < 0,530$$

$$- 2,3172 x^2 + 2,3653 x - 0,2199 < y <$$

$$- 2,3172 x^2 + 2,3653 x - 0,1595$$

- Natriumhochdrucklampen*, die die Bedingung nicht erfüllen, gelten trotzdem als Lichtquellen im Sinne dieser Verordnung
- Amber-LED* weitestgehend nicht betroffen, wenn  $\approx < 1900\text{ K}$

# ANFORDERUNGEN DER EU 2019/2020 AN LICHTQUELLEN

## (WICHTIG FÜR ANWENDER UND HERSTELLER)

1. **Energieeffizienz von Lichtquellen,  $P_{onmax}$**
2. Standby Leistung von Lichtquellen  $P_{sb}$
3. Netzwerk Standby Leistung von Lichtquellen  $P_{net}$
4. **CRI (R)**
5. Lichtstromwartungsfaktor  $X_{LMF}$
6. Überlebensfaktor von Lichtquellen
7. Farbstabilität von Lichtquellen
8. **TLA, Flicker  $P_{stLM}$  und Stroboskopischer Effekt SVM**
9. Kennzeichnung von Lichtquellen
10. Internet Information zu Lichtquellen
11. Technische Dokumentation von Lichtquellen
12. Spezielle Information zu Lichtquellen nach Anhang I, Punkt 3

# Anforderungen der EU2019/2020 an Lichtquellen – Energieeffizienz, $P_{onmax}$

Ermittlung der maximal zulässigen Leistungsaufnahme einer Lichtquelle: Formel & Faktoren ab 1.9.21 (sofern nicht anders angegeben)

C = Korrekturfaktor für Lichtquellentyp und Features gem. Tabelle  
 L = Endverlustfaktor gem. Tabelle  
 $\Phi_{use}$  = Nutzlichtstrom  
 F = Lichtausbeute-Faktor 1,0 (NDLS-ungebündelt für  $\Phi_{use}$ ) bzw. 0,85 (DLS-gebündelt, kegelförmiger Lichtstrom)  
 $\eta$  = Grenzwert Lichtausbeute gem. Tabelle  
 R = CRI Faktor für CRI  $\leq$  25: 0,65 bzw. für CRI > 25: (CRI+80)/160

$$P_{onmax} = C \cdot (L + \Phi_{use} / (F \cdot \eta)) \cdot R$$

Art der Lichtquelle	Grundwert	Bonus auf C
Ungebündeltes Licht (NDLS), nicht direkt an Netzspg. (NMLS)	1,00	
Ungebündeltes Licht (NDLS), direkt an Netzspg. (MLS)	1,08	
Gebündeltes Licht (DLS), nicht direkt an Netzspg. (NMLS)	1,15	
Gebündeltes Licht (DLS), direct an Netzspannung (MLS)	1,23	
<b>Besondere Merkmale einer Lichtquelle</b>		
FL oder HID mit CCT >5000 K	+0,10	
FL mit CRI > 90	+0,10	
HID mit zweiter Hülle	+0,10	
MH NDLS >405 W mit matter Hülle	+0,10	
DLS mit Blendschutzschild	+0,20	
Farblich abstimmbare Lichtquellen (CTLS)	+0,10	
Lichtquellen mit hoher Leuchtdichte (HLLS) + 0,0058 · mittlere Leuchtdichte – 0,0167		

Beschreibung der Lichtquelle	$\eta$ [lm/W]	L [W]
LFL T5-HE	98,8	1,9
LFL T5-HO, 4000 $\leq$ $\Phi$ $\leq$ 5000 lm	83,0	1,9
LFL T5-HO, andere lm Abgabe	79,0	1,9
FL T5, kreisförmig	79,0	1,9
FL T8 (incl. FL T8 U-Form)	89,7	4,5
<b>ab 1.9.2023: FL T8, 2-, 4- oder 5-Fuß</b> (0,9m, 1,2m, 1,5m)	<b>120,0</b>	<b>1,5</b>
Inkubationslichtquelle, jede Länge / Lichtstrom	70,2	2,3
CL ni	70,2	2,3
FL T9 kreisförmig	71,5	6,2
HPS einseitig gesockelt	88,0	50,0
HPS zweiseitig gesockelt	78,0	47,7
MH $\leq$ 405 W einseitig gesockelt	84,5	7,7
MH > 405 W einseitig gesockelt	79,3	12,3
MH Keramik, zweiseitig gesockelt	84,5	7,7
MH Quartz, zweiseitig gesockelt	79,3	12,3
Organische Leuchtdioden (OLED)	65,0	1,5
<b>Bis 1.9.2023 HL für G9, G4 und GY6,35</b>	<b>19,5</b>	<b>7,7</b>
HL R7s $\leq$ 2700 lm	26,0	13,0
Sonstige, vorstehend nicht erwähnte Lichtquellen im Anwendungsbereich	120,0	1,5*

\* Bei vernetzten Lichtquellen (CLS) wird der Faktor L=2,0 angewandt.



Lichtquellen, die es dem Endnutzer ermöglichen, das Spektrum und/oder den Abstrahlwinkel des emittierten Lichts anzupassen und damit die Werte für den Nutzlichtstrom, die CRI und/oder die korrelierte Farbtemperatur (CCT) zu ändern und/oder den DLS/NDLS-Status zu ändern, sind unter Vollast mit den Referenzeinstellungen zu bewerten.

# AUSPHASUNG VON LICHTQUELLEN

01.09.2021

<b>Kompaktleuchtstofflampen</b> (mit integriertem Vorschaltgerät / E14, E27 etc.)		
<b>Hochvolt-Halogenlampen linear</b> (R7s > 2.700 lm = ca. 140 W)		
<b>Niedervolt-Halogenlampen</b> (mit Reflektor / GU4, GU5,3 etc.)		

# AUSPHASUNG VON LICHTQUELLEN

01.09.2021

<b>Kompaktleuchtstofflampen</b> (mit integriertem Vorschaltgerät / E14, E27 etc.)		
<b>Hochvolt-Halogenlampen linear</b> (R7s > 2.700 lm = ca. 140 W)		
<b>Niedervolt-Halogenlampen</b> (mit Reflektor / GU4, GU5,3 etc.)		01.09.2023
<b>Lineare Leuchtstofflampen T8</b> (600 mm, 1.200 mm, 1.500 mm)		
<b>Hochvolt-Halogenlampen</b> (G9)		
<b>Niedervolt-Halogenlampen</b> (G4, GY6,35)		

# AUSPHASUNG VON LICHTQUELLEN

01.09.2021

<b>Kompaktleuchtstofflampen</b> (mit integriertem Vorschaltgerät / E14, E27 etc.)			
<b>Hochvolt-Halogenlampen linear</b> (R7s > 2.700 lm = ca. 140 W)			
<b>Niedervolt-Halogenlampen</b> (mit Reflektor / GU4, GU5,3 etc.)		01.09.2023	
<b>Lineare Leuchtstofflampen T8</b> (600 mm, 1.200 mm, 1.500 m)			
<b>Hochvolt-Halogenlampen</b> (G9)			
<b>Niedervolt-Halogenlampen</b> (G4, GY6,35)			
<b>Kompaktleuchtstofflampen</b> (ohne integriertem Vorschaltgerät)			
<b>Hochvolt-Halogenlampen</b> (R7s ≤ 2.700 lm)			
<b>Lineare Leuchtstofflampe T5*</b>			
<b>Kreisförmige Leuchtstofflampen</b>			
<b>Hochdruck-Entladungslampen</b>			

# AUSWIRKUNGEN DER SLR AUF DIE VERFÜGBARKEIT VON LEUCHTMITTELN AB 01.09.2021

- TLA-Anforderungen: (Temporal Light Artefacts)
- Neue Grenzwerte: **PST 1.0; SVM 0.4** (Vorgabe für LED-Retrofit - können betroffen sein)

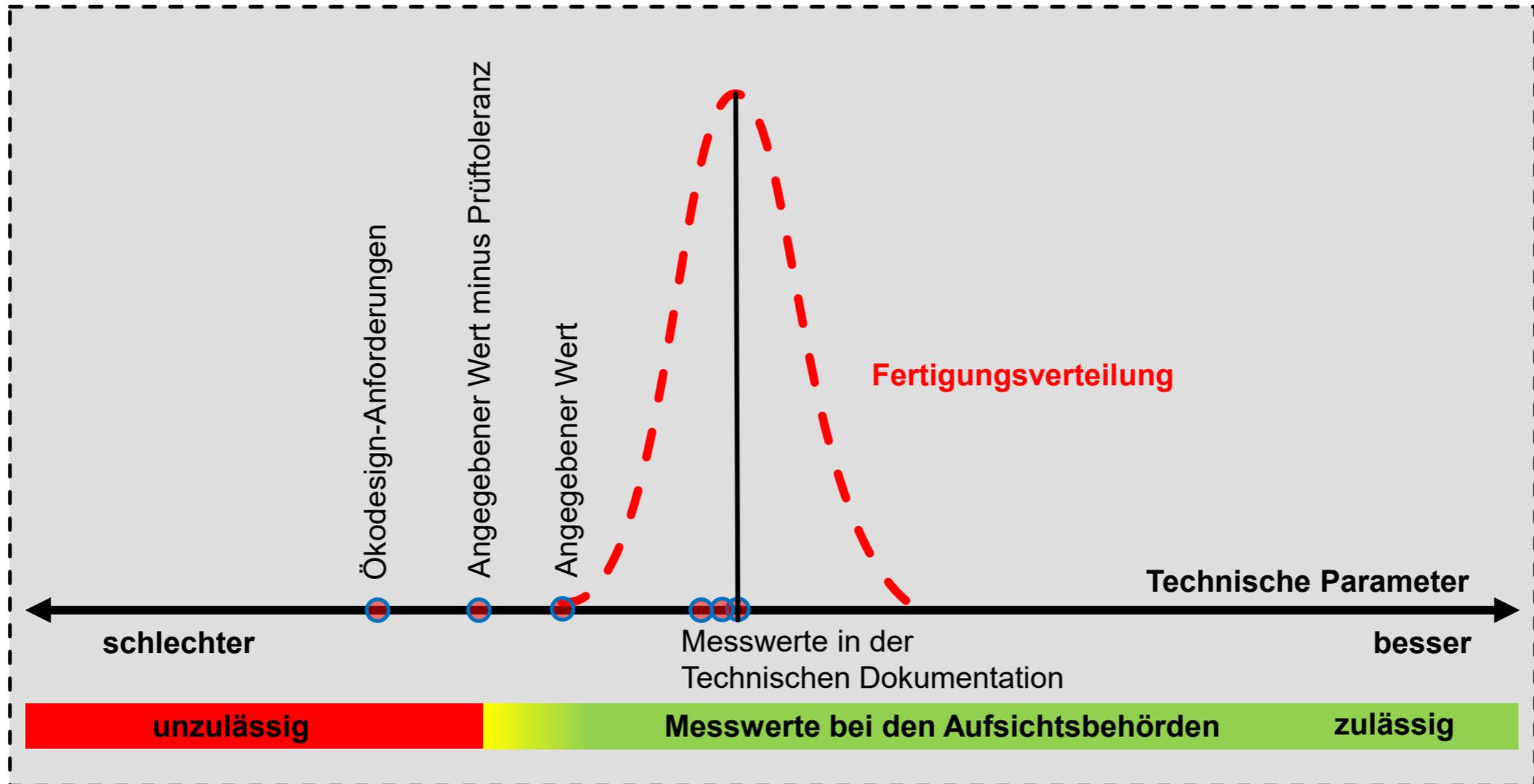


## AMENDMENT 10/2020 – ÄNDERUNGEN ZU SVM

Kapitel	Aktueller Text	Zukünftiger Text
EU 2019/2020 Annex II, point 2, Table 4  Stroboskop- Effekt bei LED- und OLED-MLS	<b>SVM ≤ 0,4 bei Volllast</b> (außer für HID mit $\Phi_{use} > 4$ klm und für Lichtquellen, die für Anwendungen in Außenanwendungen, Industrieanwendungen oder sonstige Anwendungen bestimmt sind, in denen die Beleuchtungs-normen einen CRI < 80 ermöglichen)	<b>SVM ≤ 0,9</b> bei Volllast (mit Ausnahme von Lichtquellen, die für den Einsatz in Außenanwendungen, industriellen Anwendungen oder anderen Anwendungen vorgesehen sind, bei denen die Beleuchtungsnormen einen CRI < 80 erlauben)  <b>Ab 1. September 2023: SVM ≤ 0,4</b> bei Volllast (mit Ausnahme von Lichtquellen, die für den Einsatz in Außenanwendungen, für industrielle Anwendungen oder andere Anwendungen vorgesehen sind, bei denen die Beleuchtungsnormen einen CRI < 80 zulassen)

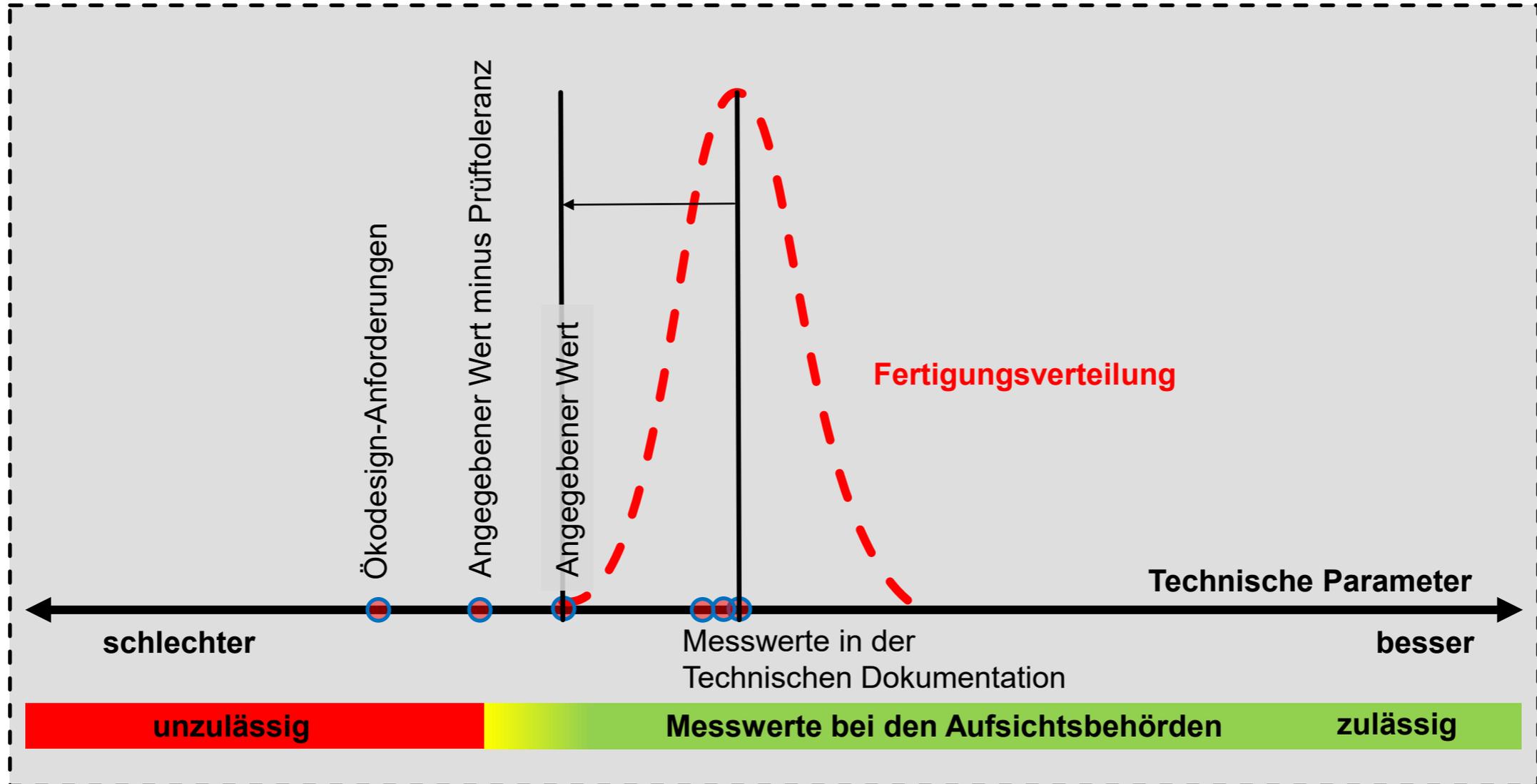
# AUSWIRKUNGEN DER VERORDNUNGEN AUF TECHNISCHE DATEN VON LEUCHTMITTELN

## GEGENÜBERSTELLUNG DER TECHNISCHEN ANGABEN UND DER MESSWERTE



# AUSWIRKUNGEN DER VERORDNUNGEN AUF TECHNISCHE DATEN VON LEUCHTMITTELN

## GEGENÜBERSTELLUNG DER TECHNISCHEN ANGABEN UND DER MESSWERTE



# NEUERUNGEN DER ERUOPÄISCHEN GESETZGEBUNG ZU LICHT UND BELEUCHTUNG

Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher  
Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.

**RoHS**

(GD Umwelt)

Auswirkungen auf Produkte

# VERWENDUNG GEFÄHRLICHER STOFFE (RoHS)



# RoHS „VERWENDUNG GEFÄHRLICHER STOFFE“

GD Umwelt

## In Diskussion

keine Verlängerung der Ausnahmeregelung zur Verwendung von Quecksilber

## Auswirkungen

insbesondere alle Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen

## Zeitplan

Q3/2020	Q1/2021	Q2/2021	Q3/2021	Q4/2021	Q1/2022	Q2/2022	Q3/2022	Q4/2022
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Veröffentlichung  
Q1

→ 18 Monate →

Verbot  
Q3

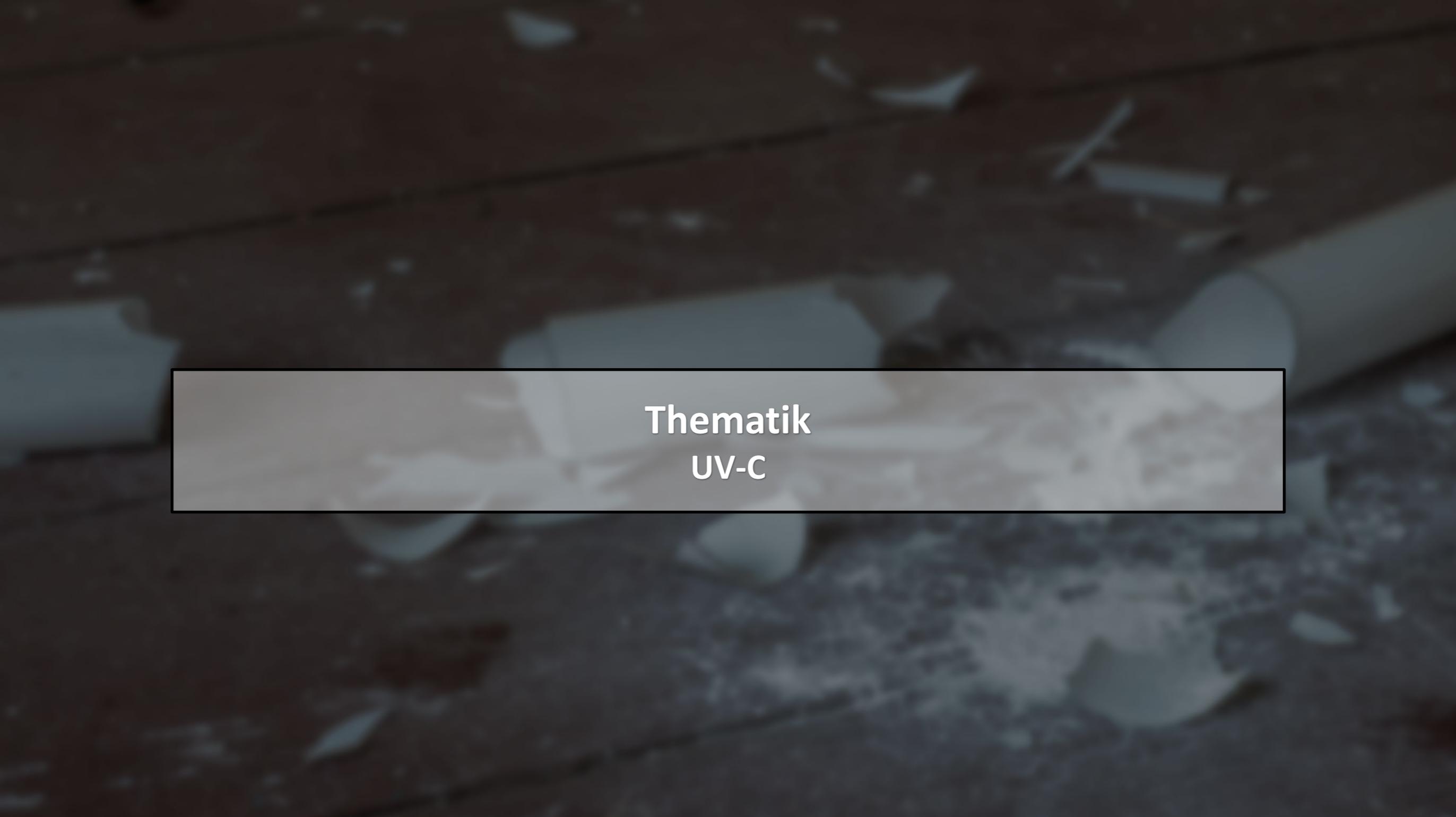
## Auswirkung

spätestens 09/2022 keine Produktion und erstmaliges Inverkehrbringen von Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen innerhalb der EU (ggf. auch CH)

## Ausnahmen?

in Diskussion für UV-C-Leuchtstofflampen





**Thematik**  
UV-C



**Thematik**  
**UV-C**

# UNSERE EMPFEHLUNG

## Schritt 1



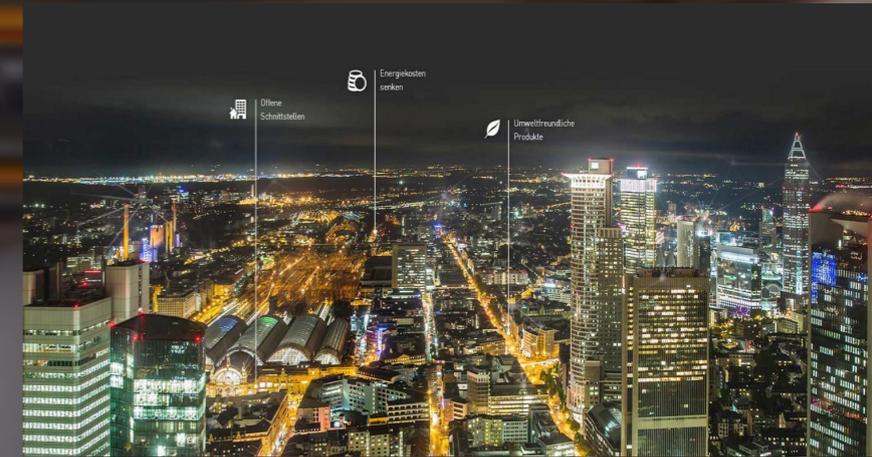
Schon jetzt Beleuchtungsanlagen hinsichtlich möglicher Leuchtmittel-Verbote im Blick haben und Altanlagen systematisch durch LED-Technologie ersetzen

## Schritt 2



Verwenden von Steuerungstechnologien

## Schritt 3



Vorbereiten auf „digitale“ Anwendungen von morgen  
Smart City meets Smart Lighting

# UNSERE EMPFEHLUNG

## **BMU FÖRDERPROGRAMM 2020-2022**

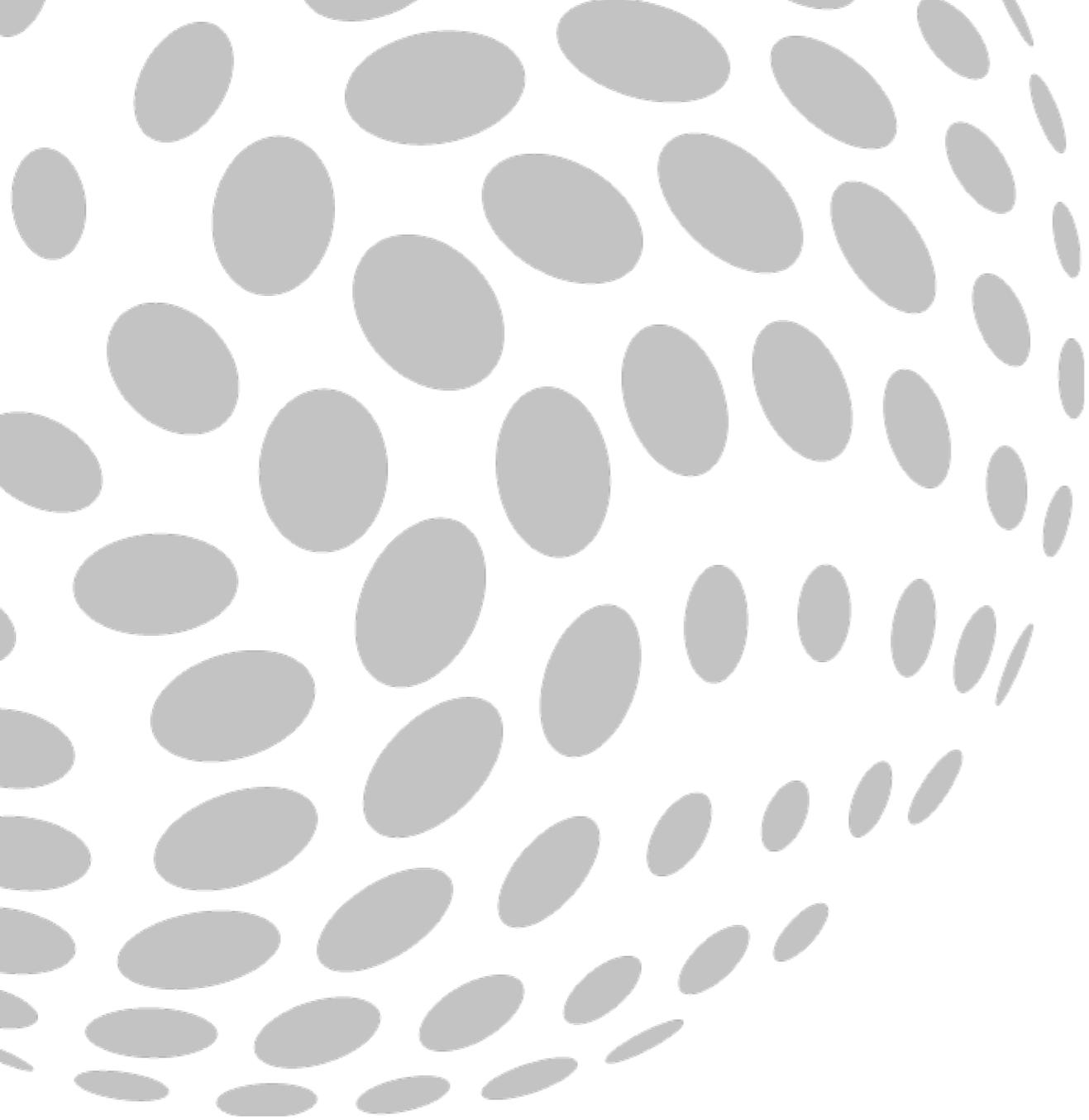
LED-SANIERUNG KOMMUNALER  
INFRASTRUKTUR UND  
BILDUNGSEINRICHTUNGEN



A photograph of a laptop on a desk with a blue network overlay. The overlay consists of glowing blue nodes connected by thin lines, creating a web-like pattern across the scene. In the background, a cup of coffee is visible on a saucer. The overall lighting is soft and blue-toned.

**PLANER-UPDATE 2020**

**PAUSE**



# **UMSETZUNG DER ANFORDERUNGEN**

**DIN EN 12464-1**

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

Helligkeitsverteilung?  
Muss ich neue Dinge bei der Gleichmäßigkeit beachten?

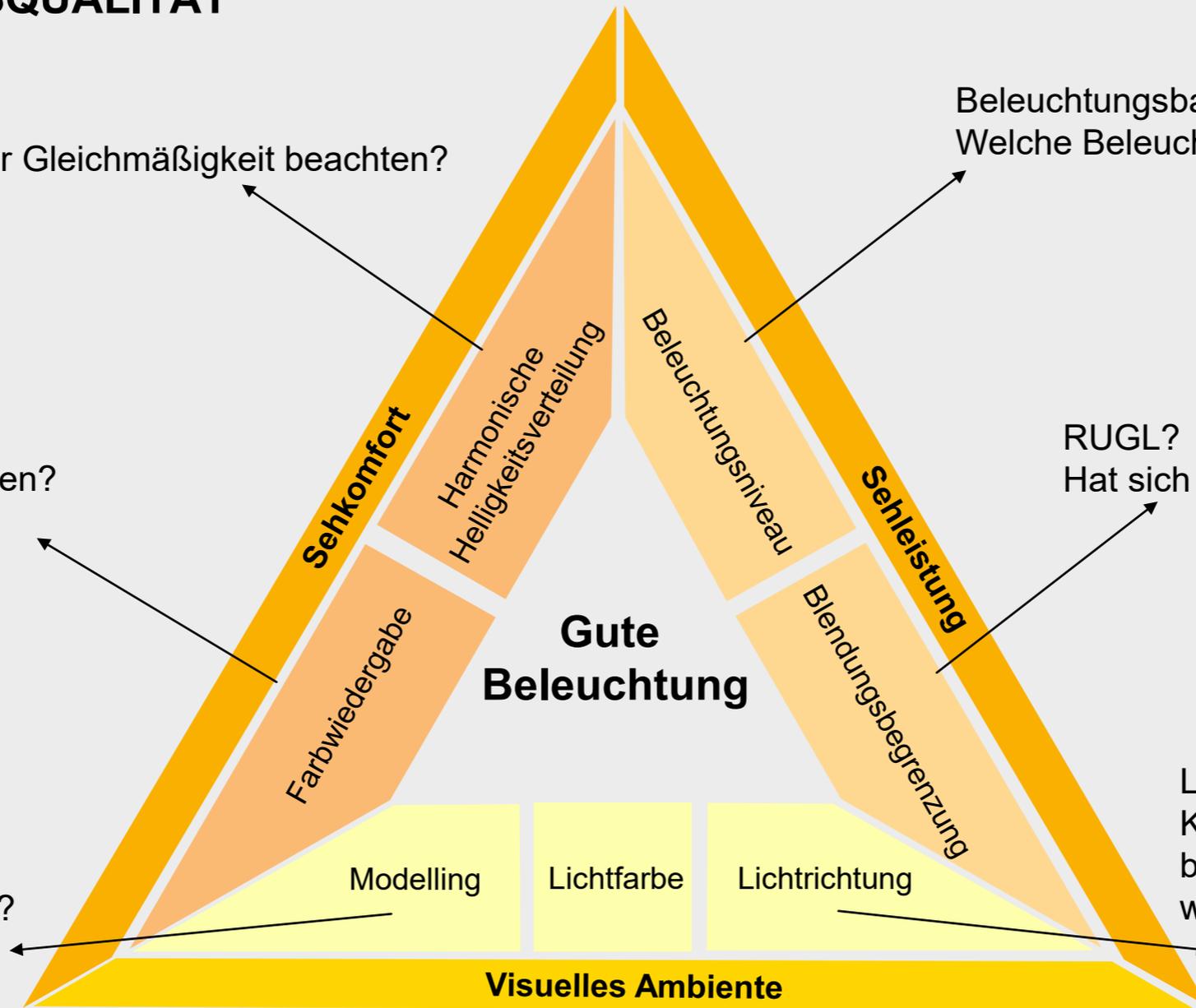
Beleuchtungsband?  
Welche Beleuchtungsstärke nehme ich nun?

Farbwiedergabe?  
Gibt es höhere Anforderungen?

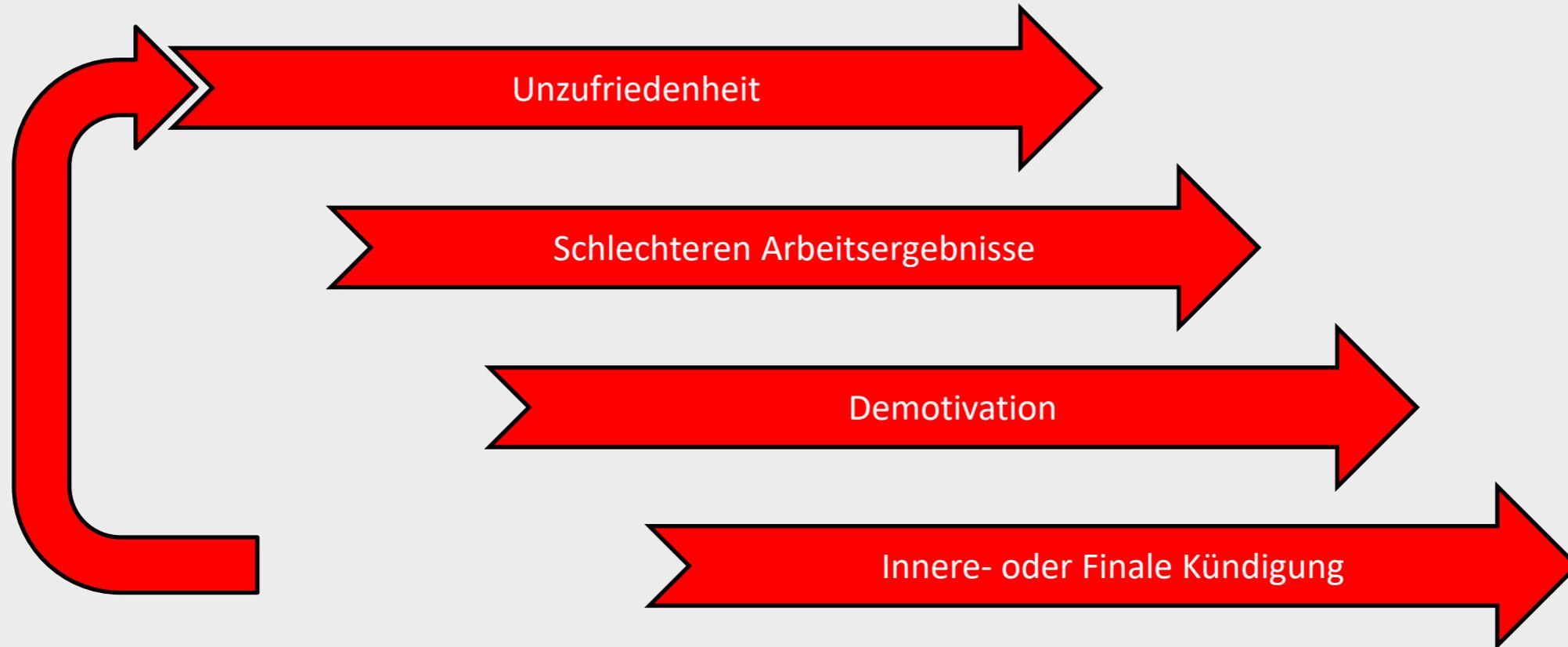
RUGL?  
Hat sich nun was zum UGR geändert?

Modelling?  
Wie kann ich dies bewerten?

Lichtrichtung?  
Kann mit den Standard-  
beleuchtungsarten weiter geplant  
werden?



## BEI NICHT BEACHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUALITÄT



# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

Helligkeitsverteilung?  
Muss ich neue Dinge bei der Gleichmäßigkeit beachten?

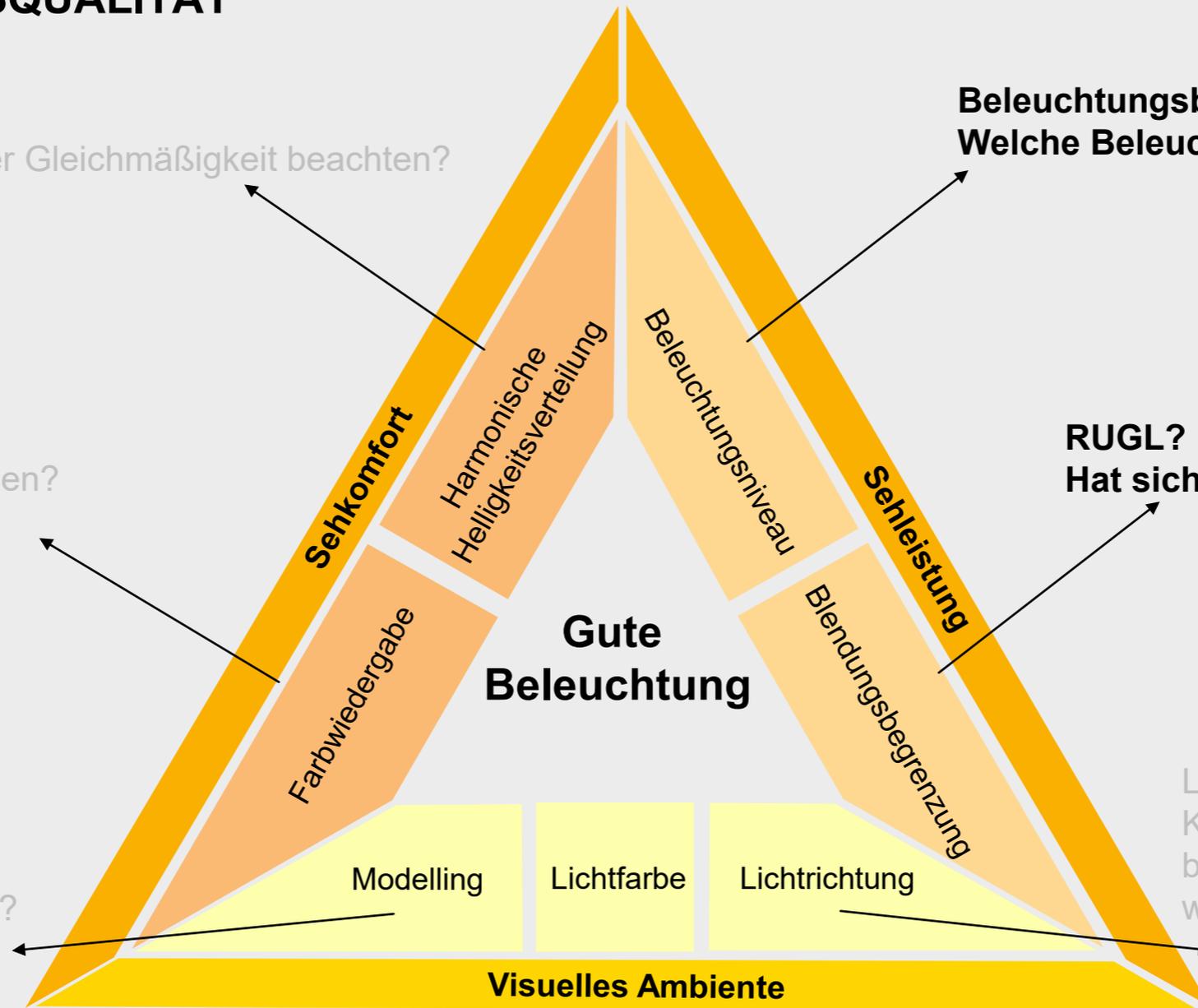
Beleuchtungsband?  
Welche Beleuchtungsstärke nehme ich nun?

Farbwiedergabe?  
Gibt es höhere Anforderungen?

RUGL?  
Hat sich nun was zum UGR geändert?

Modelling?  
Wie kann ich dies bewerten?

Lichtrichtung?  
Kann mit den Standard-  
beleuchtungsarten weiter geplant  
werden?



# SPEZIFIKATION DER TÄTIGKEIT

## BEISPIEL BÜRO

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- Behebung von Fehlern ist kostspielig
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder gesteigerte Konzentration von großer Bedeutung
- Aufgabendetails ungewöhnlich klein oder von geringem Kontrast
- Aufgabe von ungewöhnlich langer Dauer
- Die Aufgabe hat geringes Tageslichtangebot
- Die Sehfähigkeit des Arbeiters unter dem Normalwert liegt

### **Zusätzliche Empfehlung**

- > 30 Jahre – ≤ 50 Jahre
- > 50 Jahre

0 Kreuze = Keine Stufe höher

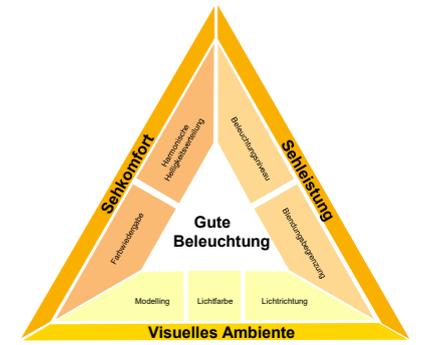
1-2 Kreuze = Eine Stufe höher

> 2 Kreuze = Zwei Stufen höher



# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## BELEUCHTUNGSNIVEAU



# SPEZIFIKATION DER TÄTIGKEIT

## BEISPIEL BÜRO

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- Behebung von Fehlern ist kostspielig
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder gesteigerte Konzentration von großer Bedeutung
- Aufgabendetails ungewöhnlich klein oder von geringem Kontrast
- Aufgabe von ungewöhnlich langer Dauer
- Die Aufgabe hat geringes Tageslichtangebot
- Die Sehfähigkeit des Arbeiters unter dem Normalwert liegt

### **Zusätzliche Empfehlung**

- > 30 Jahre – ≤ 50 Jahre
- > 50 Jahre

0 Kreuze = Keine Stufe höher

1-2 Kreuze = Eine Stufe höher

> 2 Kreuze = Zwei Stufen höher

# Variante 1: Allgemeinbeleuchtung



# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## BELEUCHTUNGSNIVEAU – VARIANTE 1: ALLGEMEINBELEUCHTUNG

*Kai*  
26 Jahre



Ich brauche nur wenig Licht um konzentriert zu bleiben.

*Jörg*  
50 Jahre



Mit mehr Licht arbeite ich besser!

$$\bar{E}_m = 500 \text{ lx}$$

$$\bar{E}_m = 750 \text{ lx}$$

*Kompromiss:*  
 $\bar{E}_m = 750 \text{ lx}$

5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## BELEUCHTUNGSNIVEAU – VARIANTE 1: ALLGEMEINBELEUCHTUNG

*Kai*  
26 Jahre



*Jörg*  
50 Jahre



$$\bar{E}_m = 500 \text{ lx}$$

$$\bar{E}_m = 750 \text{ lx}$$

*Kompromiss:*  
 $\bar{E}_m = 750 \text{ lx}$

5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## BELEUCHTUNGSNIVEAU – VARIANTE 1: ALLGEMEINBELEUCHTUNG

*Kai*  
26 Jahre



Mit Hilfe des Altersdurchschnitt kann sehr **einfach und schnell** eine Beleuchtungsstärke im Beleuchtungsband gefunden werden.

Jedoch kann es **bei starken Altersunterschieden** zur **Unzufriedenheit mancher Personen** führen!

Zusätzlich ist dies **nur eine Momentaufnahme** des Alters! Höhere Beleuchtungsstärken sollten geplant werden.

*Jörg*  
50 Jahre



$$\bar{E}_m = 500 \text{ lx}$$

$$\bar{E}_m = 750 \text{ lx}$$

*Kompromiss:*

$$\bar{E}_m = 1000 \text{ lx}$$

dimmbar!

5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1000 - 1500 - 2000 - 3000 - 5000 - 7500 - 10000 lx

## Variante 2: Mit Zusatzbeleuchtung



# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## BELEUCHTUNGSNIVEAU – VARIANTE 2: MIT ZUSATZBELEUCHTUNG

Kai  
26 Jahre



$$\bar{E}_m = 500 \text{ lx}$$

Allgemeinbeleuchtung

$$\bar{E}_m = 500 \text{ lx}$$

$$\bar{E}_m = 750 \text{ lx}$$



Zusatzbeleuchtung

$$\bar{E}_m \geq 500 \text{ lx}$$

Jörg  
50 Jahre



5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## BELEUCHTUNGSNIVEAU – VARIANTE 2: MIT ZUSATZBELEUCHTUNG

Kai  
26 Jahre



$$\bar{E}_m = 500 \text{ lx}$$

Allgemeinbeleuchtung

↑  $\bar{E}_m = 500 \text{ lx}$

$$\bar{E}_m = 750 \text{ lx}$$



Zusatzbeleuchtung

$$\bar{E}_m \geq 500 \text{ lx}$$

Jörg  
50 Jahre



5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## BELEUCHTUNGSNIVEAU – VARIANTE 2: MIT ZUSATZBELEUCHTUNG

Kai  
26 Jahre



$$\bar{E}_m = 500 \text{ lx}$$

$$\bar{E}_m = 750 \text{ lx}$$

Allgemeinbeleuchtung

$$\bar{E}_m = 1000 \text{ lx}$$



Dimmen!

$$\bar{E}_m = 500 \text{ lx}$$



Zusatzbeleuchtung

$$\bar{E}_m \geq 500 \text{ lx}$$

Jörg  
50 Jahre



5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## BELEUCHTUNGSNIVEAU – VARIANTE 2: MIT ZUSATZBELEUCHTUNG

*Kai*  
26 Jahre



Dies ist die **planerisch idealere, Mitarbeiter freundlichste und zukunftsorientierteste Variante.**

**Allen Altersgruppen wird die ideale Beleuchtung,** durch die individuelle Einstellmöglichkeit der Zusatzbeleuchtung, **gegeben.**

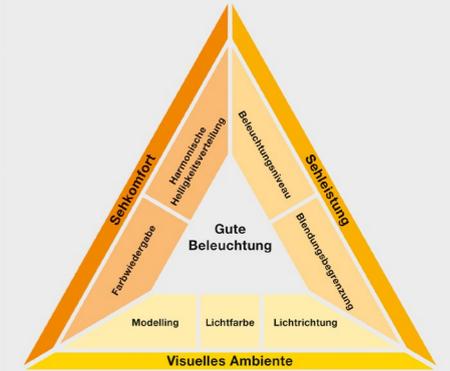
*Jörg*  
50 Jahre



5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - **500 - 750 - 1 000** - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## BELEUCHTUNGSNIVEAU & BLENDUNGSBEGRENZUNG



# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

Helligkeitsverteilung?  
Muss ich neue Dinge bei der Gleichmäßigkeit beachten?

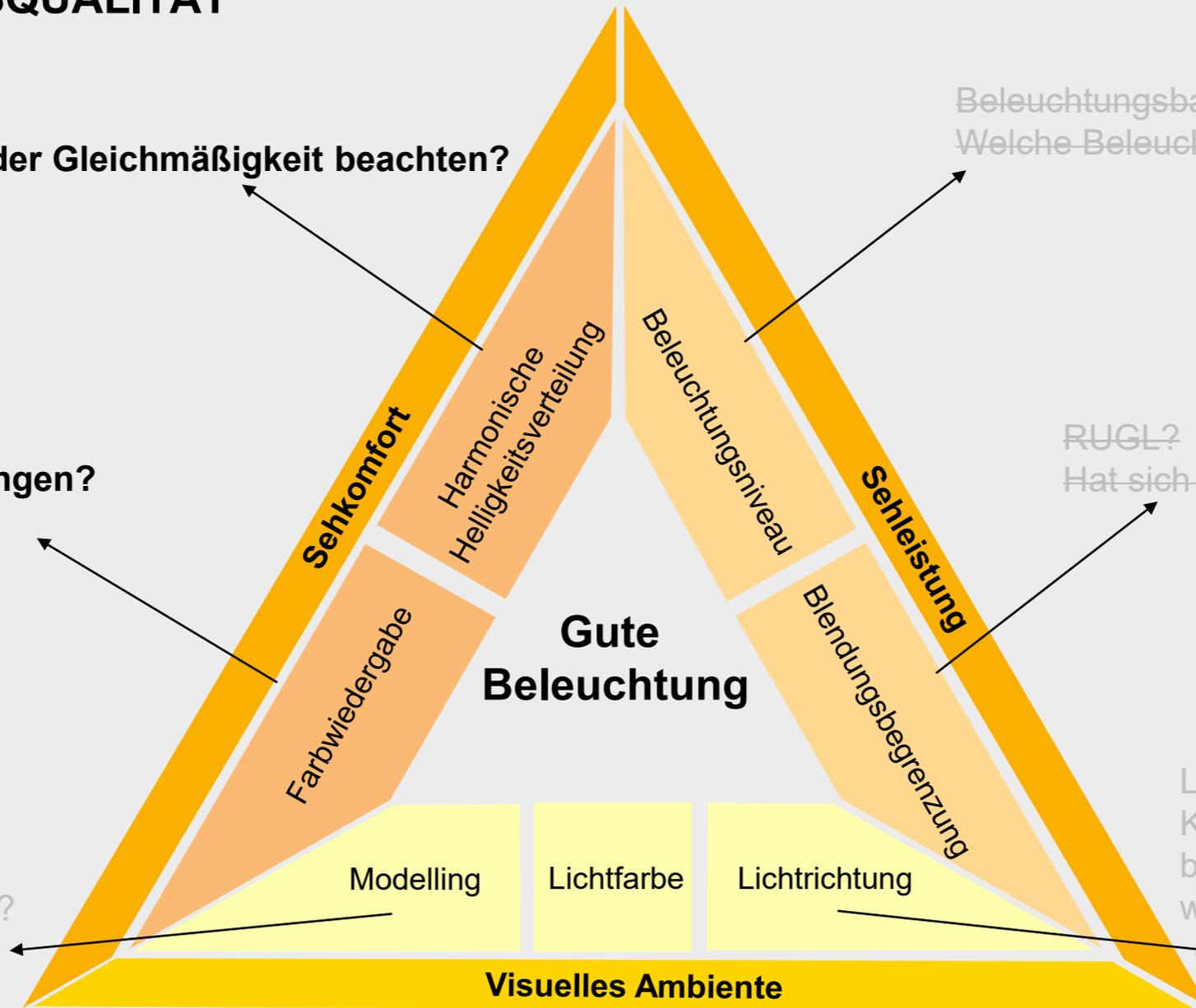
Beleuchtungsband?  
Welche Beleuchtungsstärke nehme ich nun?

Farbwiedergabe?  
Gibt es höhere Anforderungen?

RUGL?  
Hat sich nun was zum UGR geändert?

Modelling?  
Wie kann ich dies bewerten?

Lichtrichtung?  
Kann mit den Standard-  
beleuchtungsarten weiter geplant  
werden?



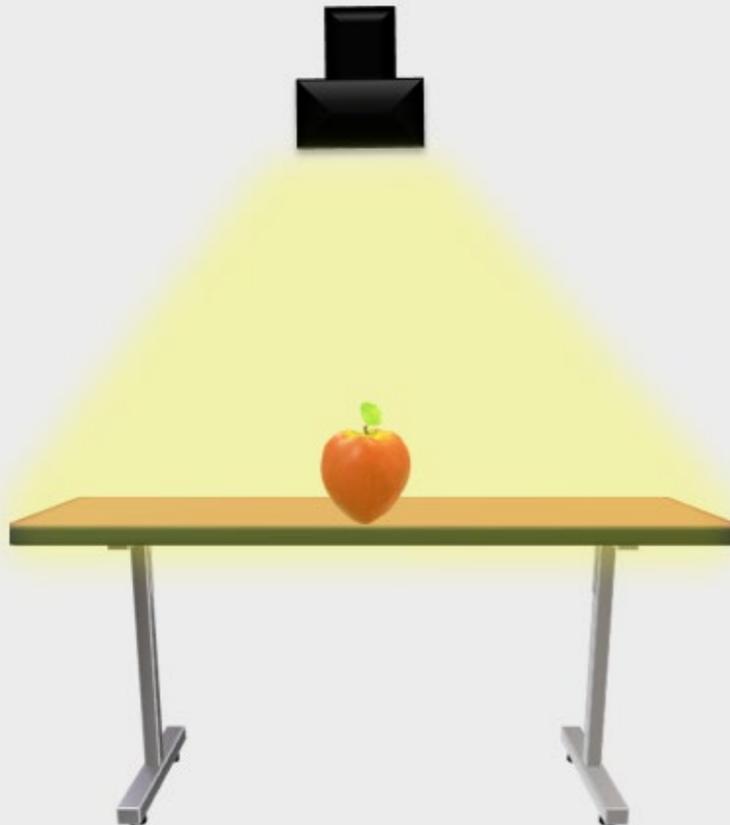
# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## DER ALLGEMEINE FARBWIEDERGABE INDEX RA

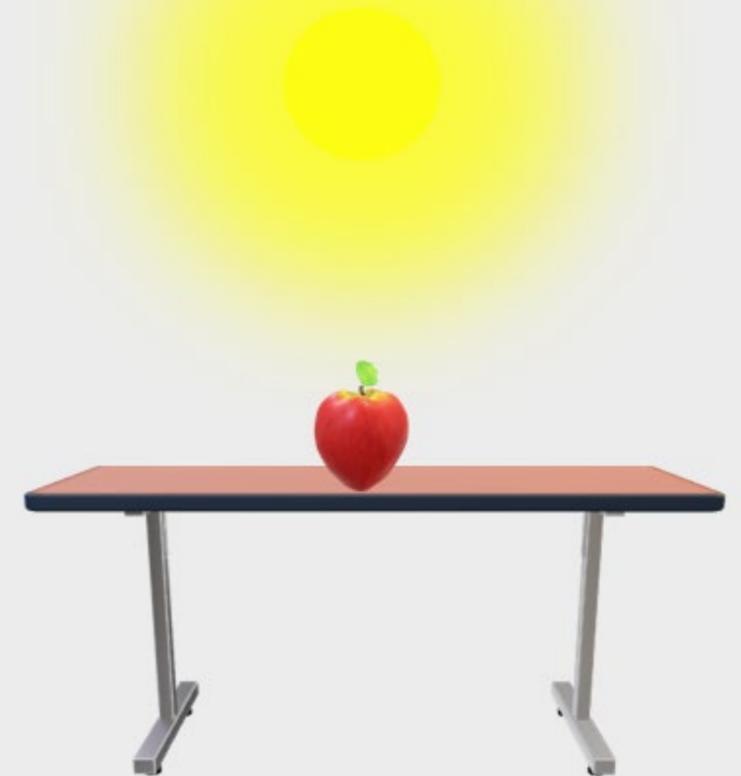
Wie gut werden die Testfarben von dem künstlichen Licht wiedergegeben?

-  1. Alrosa
-  2. Senfgelb
-  3. Gelbgrün
-  4. Hellgrün
-  5. Türkisblau
-  6. Himmelblau
-  7. Asterviolett
-  8. Fliederviolett

Lampe/ Leuchte



Sonne/ Referenz Lichtquelle

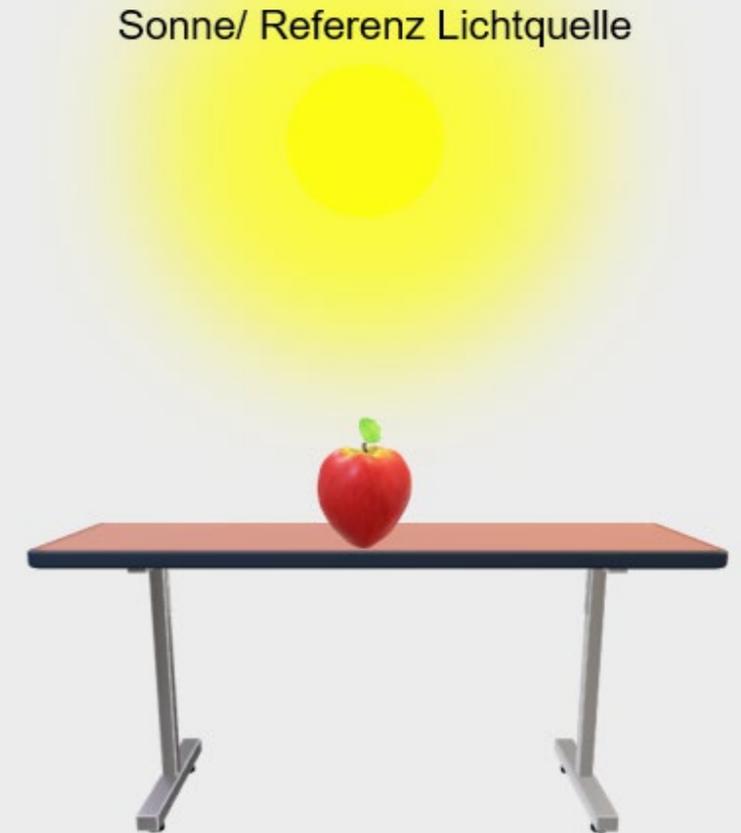
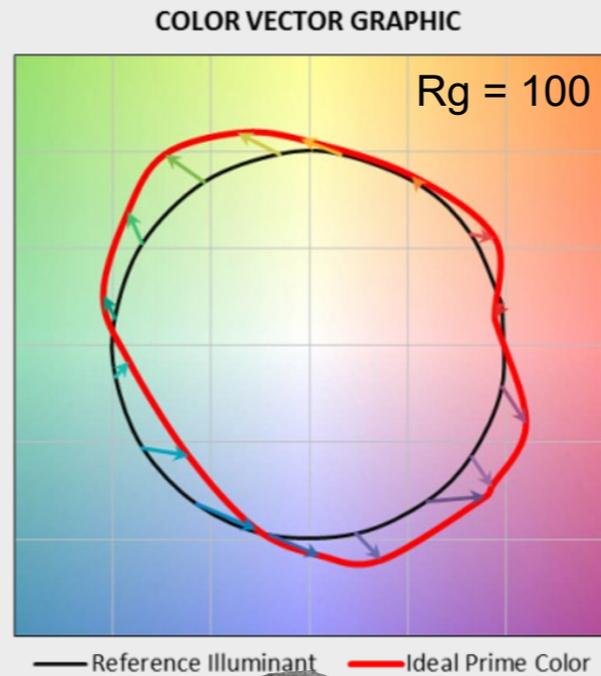
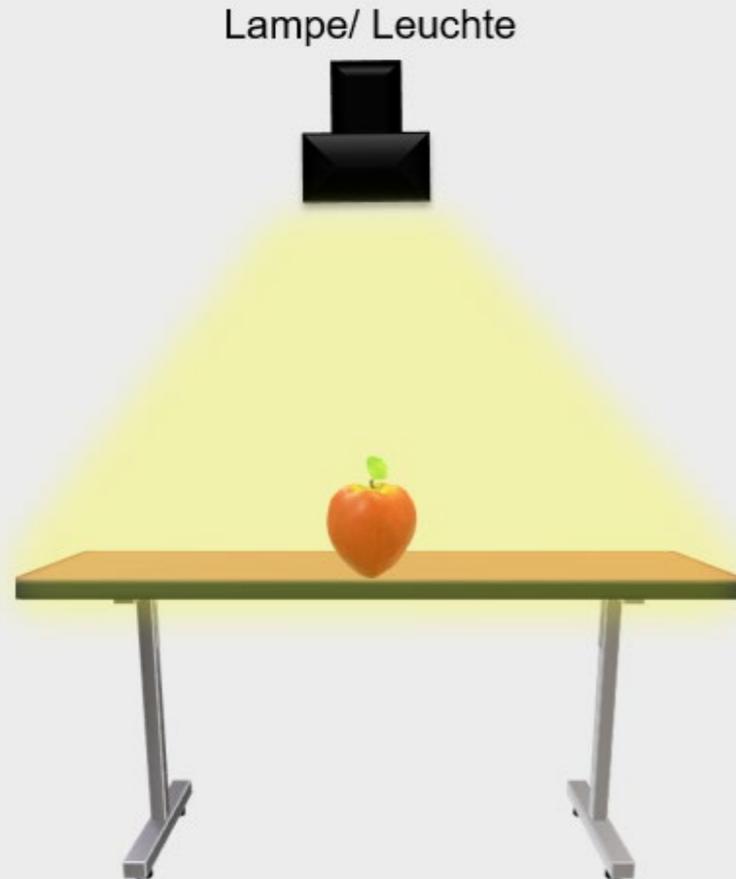




# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

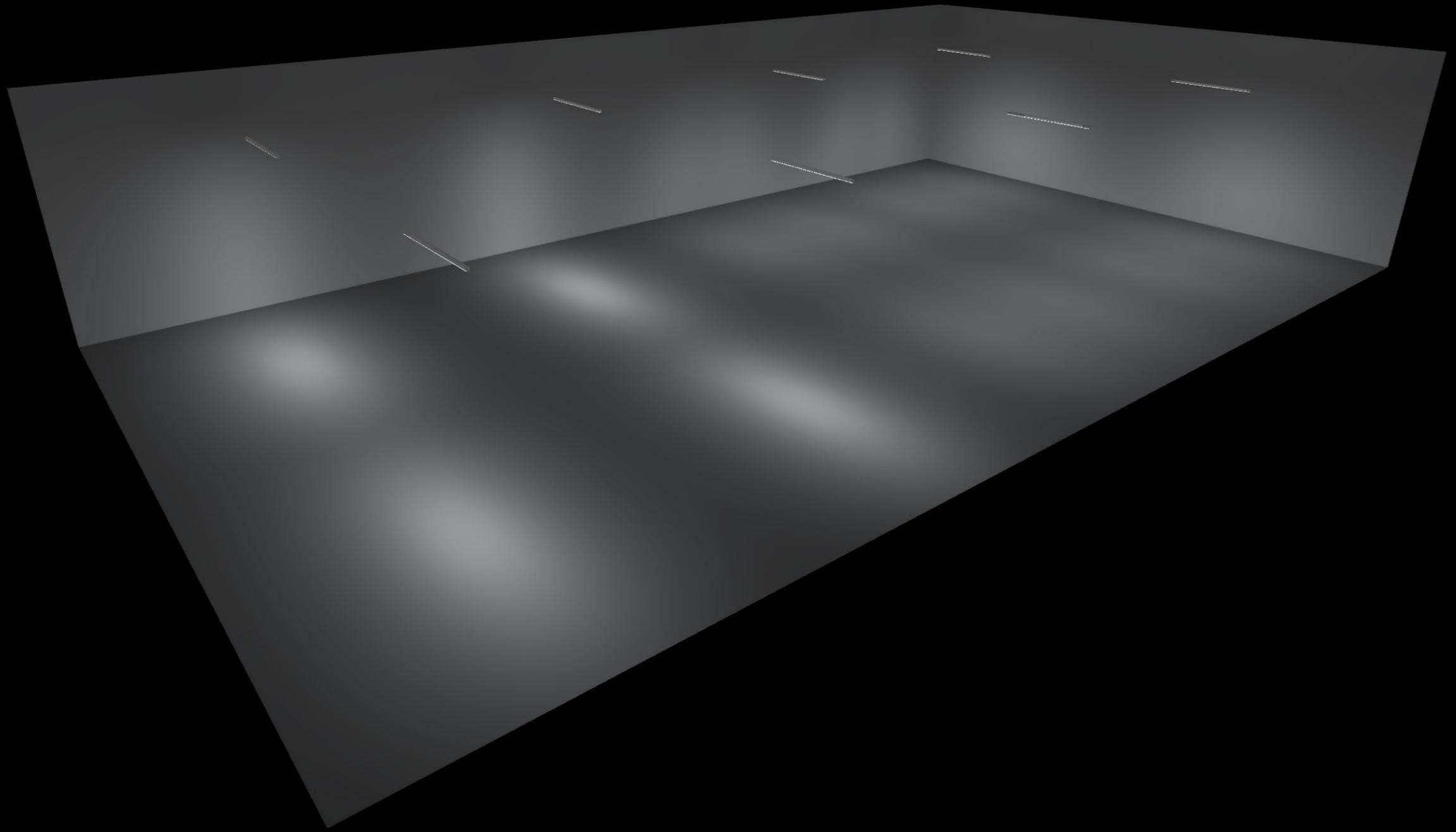
## ALTERNATIV: DAS TM 30 VERFAHREN

Wie gut werden die Testfarben von dem künstlichen Licht wiedergegeben?

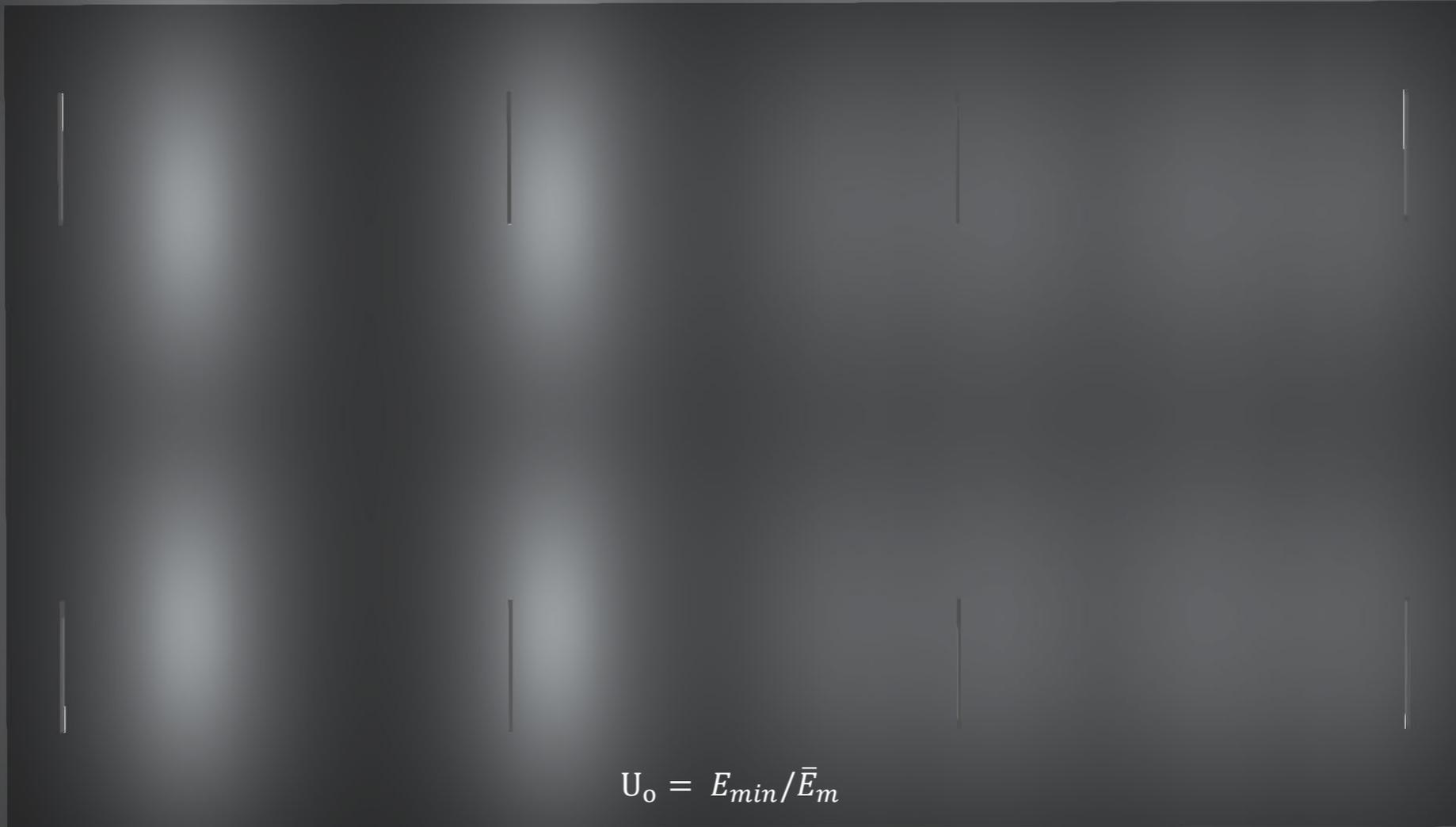


# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

*HARMONISCHE HELLIGKEITSVERTEILUNG =  $U_0$*



Eine genaue Beurteilung kann nur durch eine Messung der Beleuchtung oder Berechnung der Leuchte erfolgen!

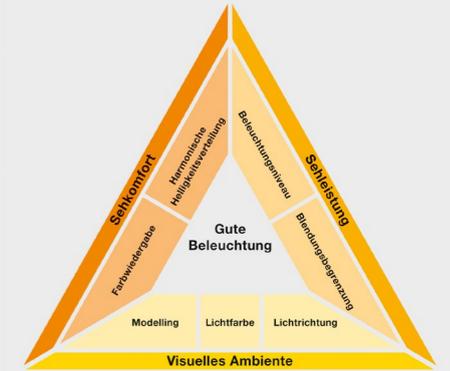


$$U_o = E_{min}/\bar{E}_m$$



# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## BELEUCHTUNGSNIVEAU & BLENDUNGSBEGRENZUNG



# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

Helligkeitsverteilung?  
Muss ich neue Dinge bei der Gleichmäßigkeit beachten?

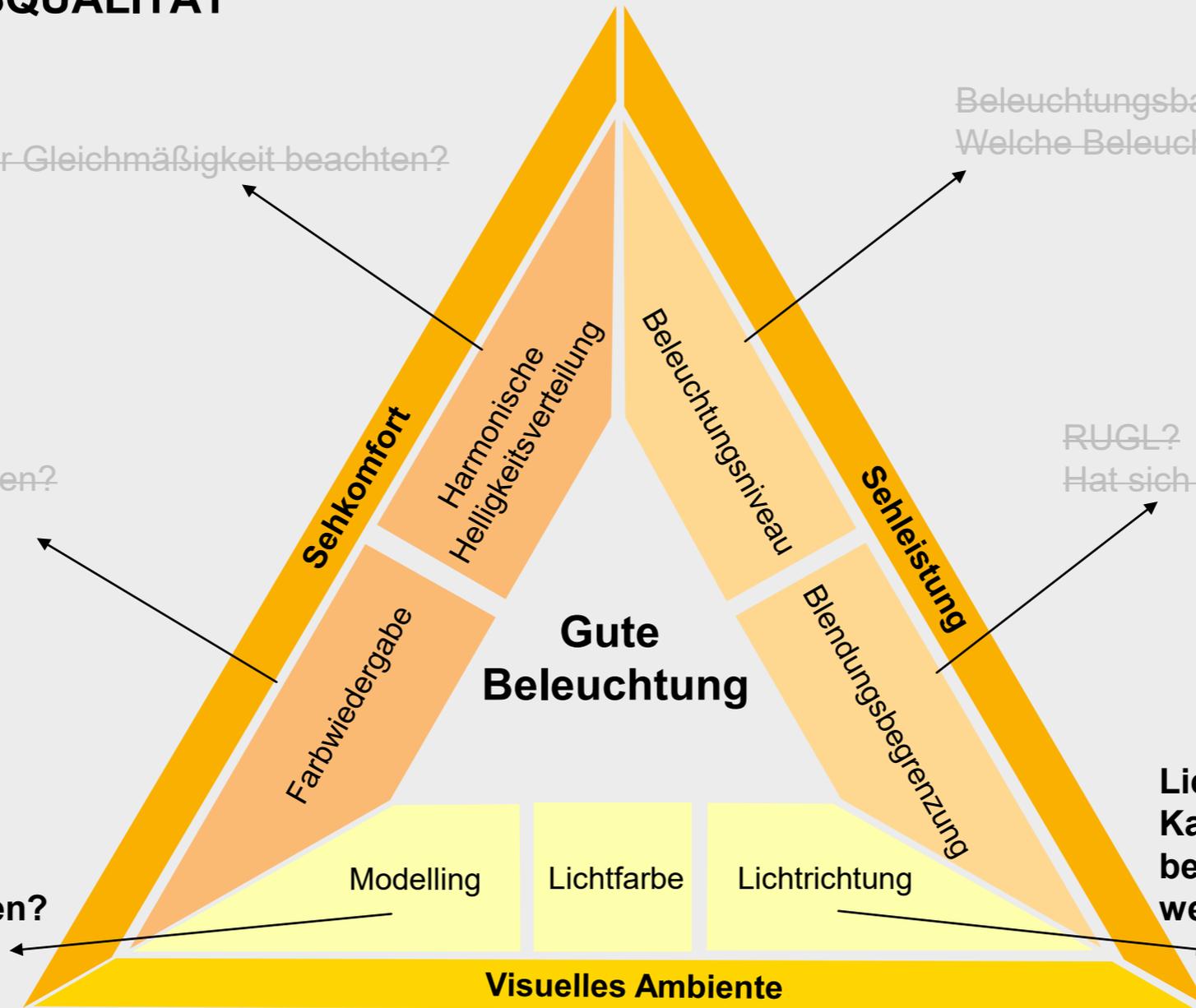
Beleuchtungsband?  
Welche Beleuchtungsstärke nehme ich nun?

Farbwiedergabe?  
Gibt es höhere Anforderungen?

RUGL?  
Hat sich nun was zum UGR geändert?

Modelling?  
Wie kann ich dies bewerten?

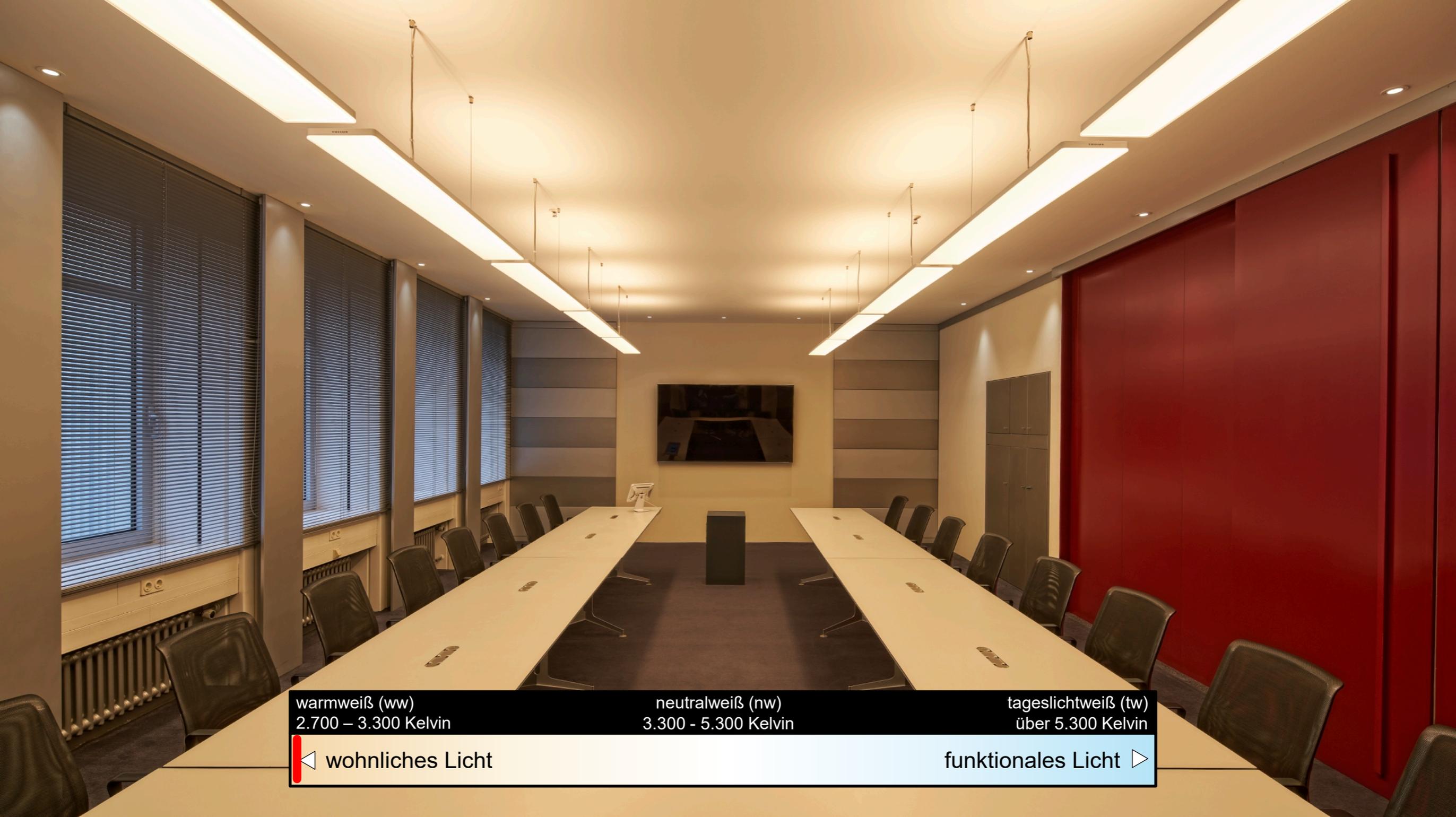
Lichtrichtung?  
Kann mit den Standard-  
beleuchtungsarten weiter geplant  
werden?



# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## *LICHTFARBE*

- Bei statischen Modellen:
  - Eine geeignete Lichtfarbe für die Anwendung wählen
- Dynamische Modelle steigern die Beleuchtungsqualität:
  - Tageslichtabhängige Farbverschiebung



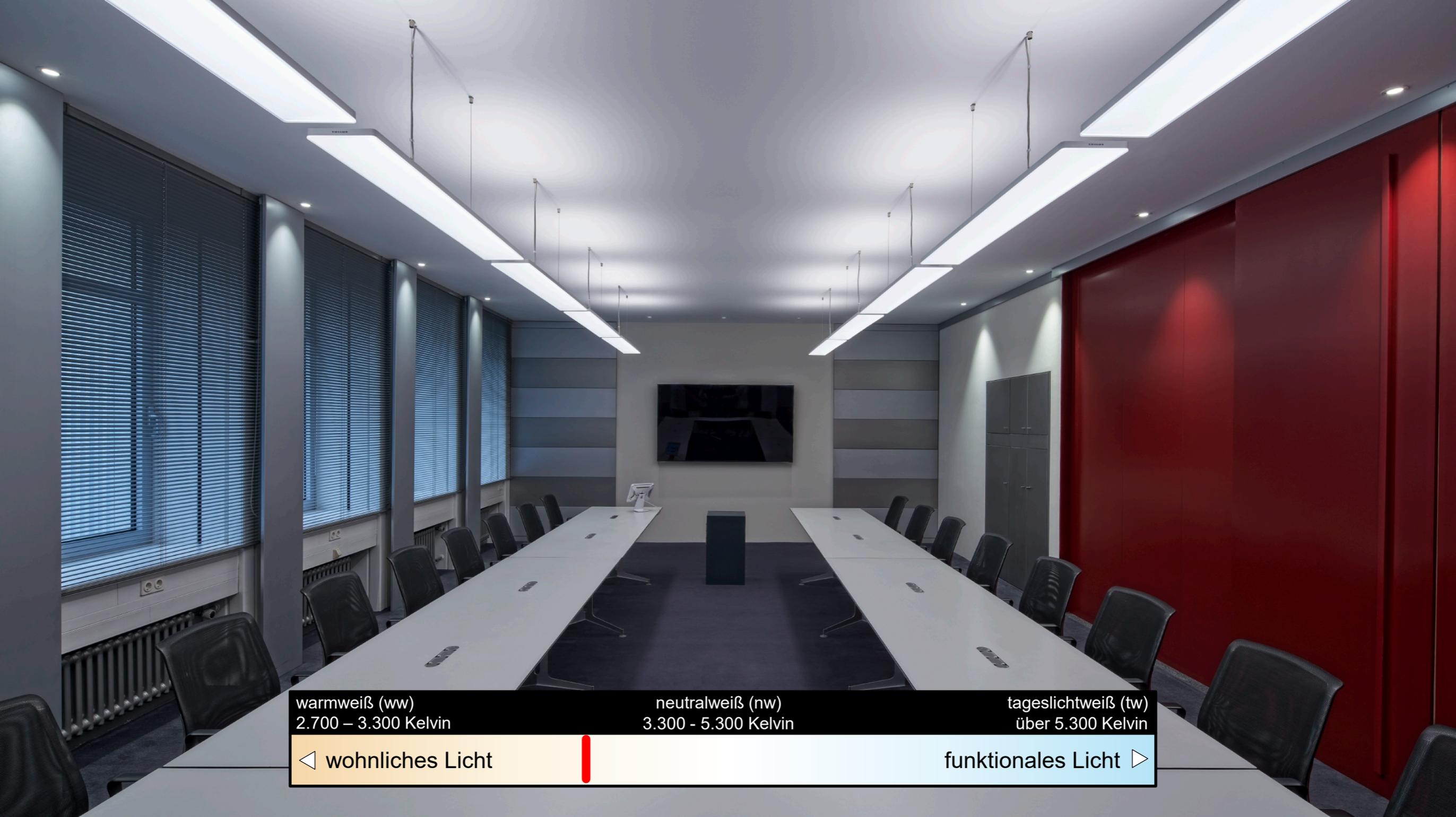
warmweiß (ww)  
2.700 – 3.300 Kelvin

neutralweiß (nw)  
3.300 - 5.300 Kelvin

tageslichtweiß (tw)  
über 5.300 Kelvin

◀ wohnliches Licht

funktionales Licht ▶



warmweiß (ww)  
2.700 – 3.300 Kelvin

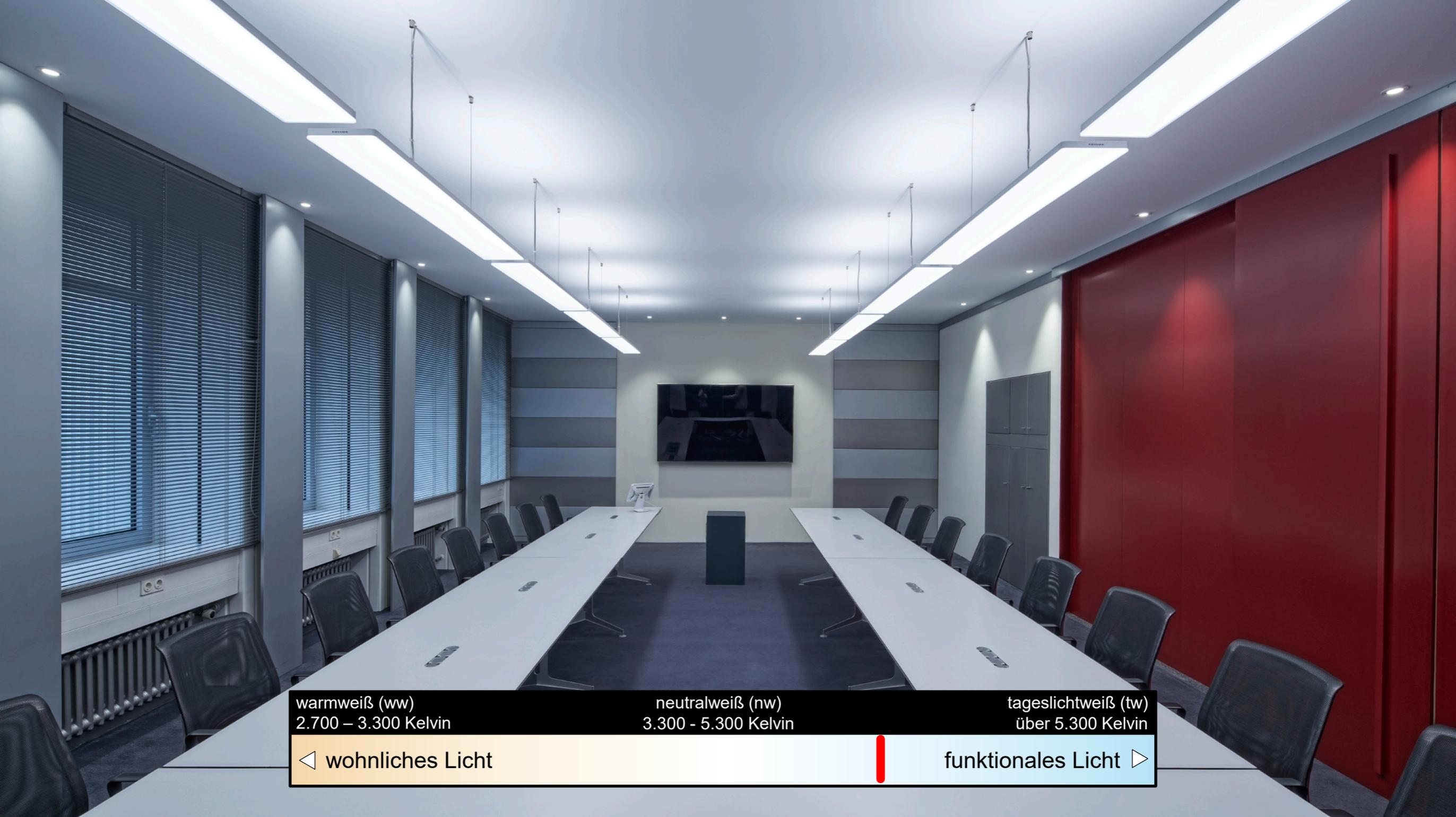
neutralweiß (nw)  
3.300 - 5.300 Kelvin

tageslichtweiß (tw)  
über 5.300 Kelvin

◀ wohnliches Licht



funktionales Licht ▶



warmweiß (ww)  
2.700 – 3.300 Kelvin

neutralweiß (nw)  
3.300 - 5.300 Kelvin

tageslichtweiß (tw)  
über 5.300 Kelvin

◀ wohnliches Licht

funktionales Licht ▶

*„Eine dynamische Farbtemperatur kann/ sollte für eine stärkere Personalisierung in Betracht gezogen werden.“*

warmweiß (ww)  
2.700 – 3.300 Kelvin

neutralweiß (nw)  
3.300 - 5.300 Kelvin

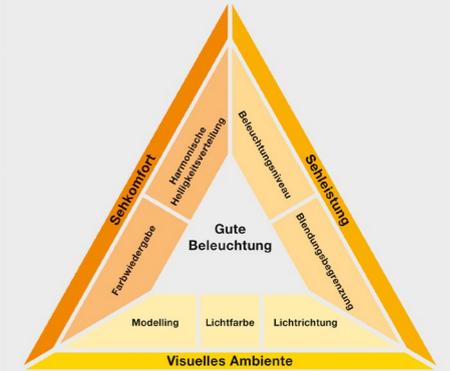
tageslichtweiß (tw)  
über 5.300 Kelvin

◀ wohnliches Licht

funktionales Licht ▶

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## MODELLING UND LICHTRICHTUNG



*Die Lichtrichtung hat einen großen Einfluss auf das Modelling und der Gesichtserkennung!*

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

*Modelling und Lichtrichtung - Homeoffice*

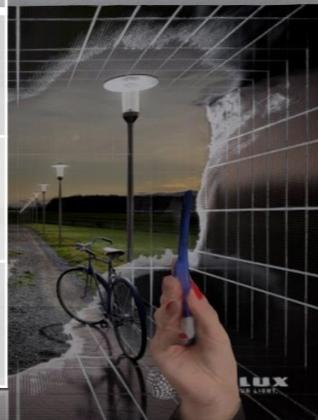
# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## *MODELLING UND LICHTRICHTUNG - HOMEOFFICE*





	Bereich		
Werte	Arbeitsplatz	Decke/ Wände	Ez
$\bar{E}_m$	622 lx 500 lx	487 lx/ 245 lx 100 lx/ 150 lx	
$U_o$	0,69 0,60	0,33/ 0,42 0,10/ 0,10	0,82 0,10
$\bar{E}_z$			363 lx 200 lx



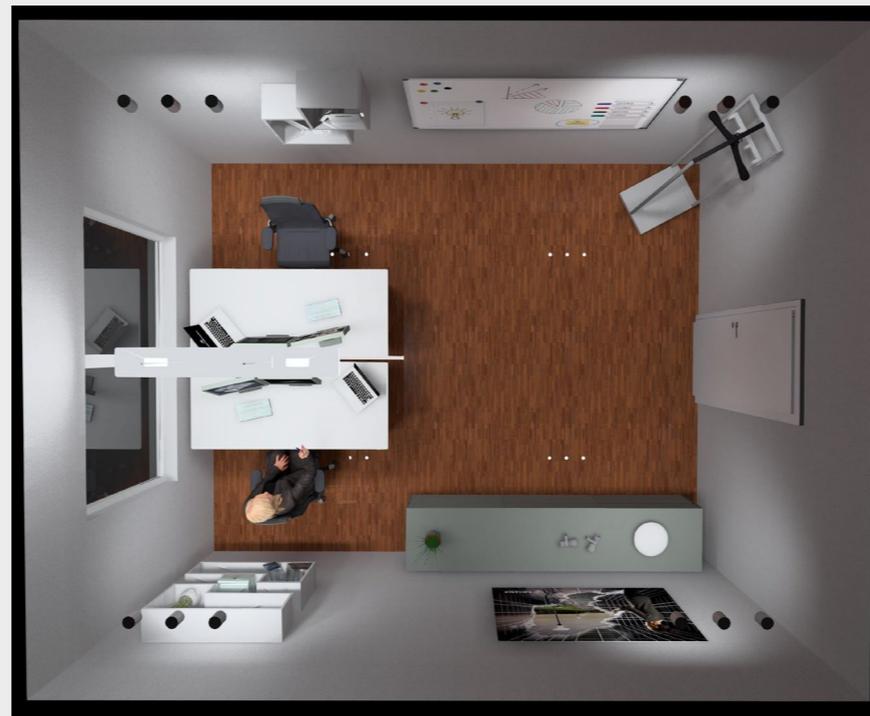
# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## MODELLING UND LICHTRICHTUNG

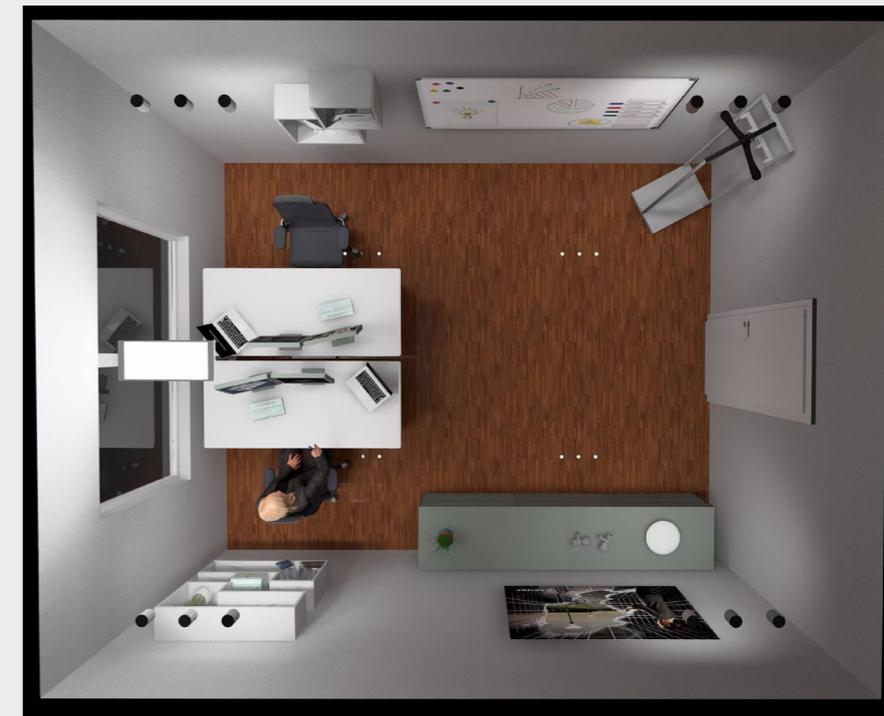
Direktbeleuchtung  
Einbauleuchten



Direkt-/ Indirektbeleuchtung  
Pendelleuchte



Direkt-/ Indirektbeleuchtung  
Standleuchte



Direktbeleuchtung  
Einbauleuchten



Werte	Arbeitsplatz	
	Soll	Ist
$\bar{E}_m$	500 – 1000 lx	749 lx
$U_o$	0,60	0,80
$R_{UGL}$	19	13,8

Direkt-/ Indirektbeleuchtung  
Pendelleuchte



Werte	Arbeitsplatz	
	Soll	Ist
$\bar{E}_m$	500 – 1000 lx	873 lx
$U_o$	0,60	0,67
$R_{UGL}$	19	17,2

Direkt-/ Indirektbeleuchtung  
Standleuchte



Werte	Arbeitsplatz	
	Soll	Ist
$\bar{E}_m$	500 – 1000 lx	876 lx
$U_o$	0,60	0,75
$R_{UGL}$	19	10,3

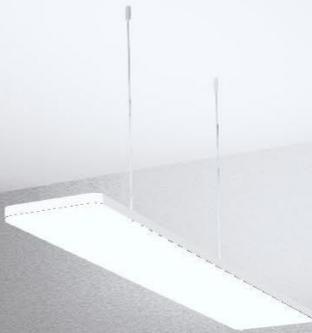
Direktbeleuchtung  
Einbauleuchten

Wird die Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz um eine Stufe erhöht, muss dies auch auf der Wand, Decke und bei der zylindrischen Beleuchtungsstärke erfolgen!



Werte	Decke/ Wände	
	Soll	Ist
$\bar{E}_m$	150 lx/ 200 lx	220 lx/ 461 lx
$U_o$	0,1	0,33/ 0,42

Direkt-/ Indirektbeleuchtung  
Pendelleuchte



Werte	Decke/ Wände	
	Soll	Ist
$\bar{E}_m$	150 lx/ 200 lx	388 lx/ 210 lx
$U_o$	0,1	0,25/ 0,35

Direkt-/ Indirektbeleuchtung  
Standleuchte



Werte	Decke/ Wände	
	Soll	Ist
$\bar{E}_m$	150 lx/ 200 lx	596 lx/ 249 lx
$U_o$	0,1	0,13/ 0,30

Direktbeleuchtung  
Einbauleuchten



Werte	Visuelle Kommunikation	
	Soll	Ist
$\bar{E}_z$	200 lx	252 lx
$U_o$	0,10	0,86



Direktbeleuchtung  
Einbauleuchten



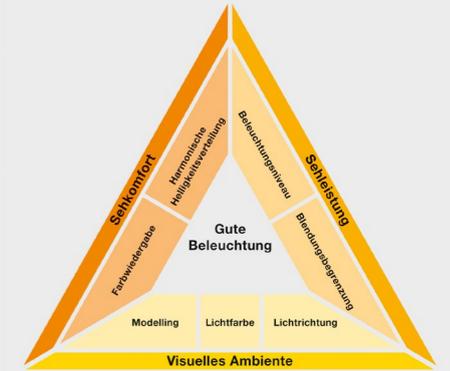
Direkt-/ Indirektbeleuchtung  
Pendelleuchte



Direkt-/ Indirektbeleuchtung  
Standleuchte

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

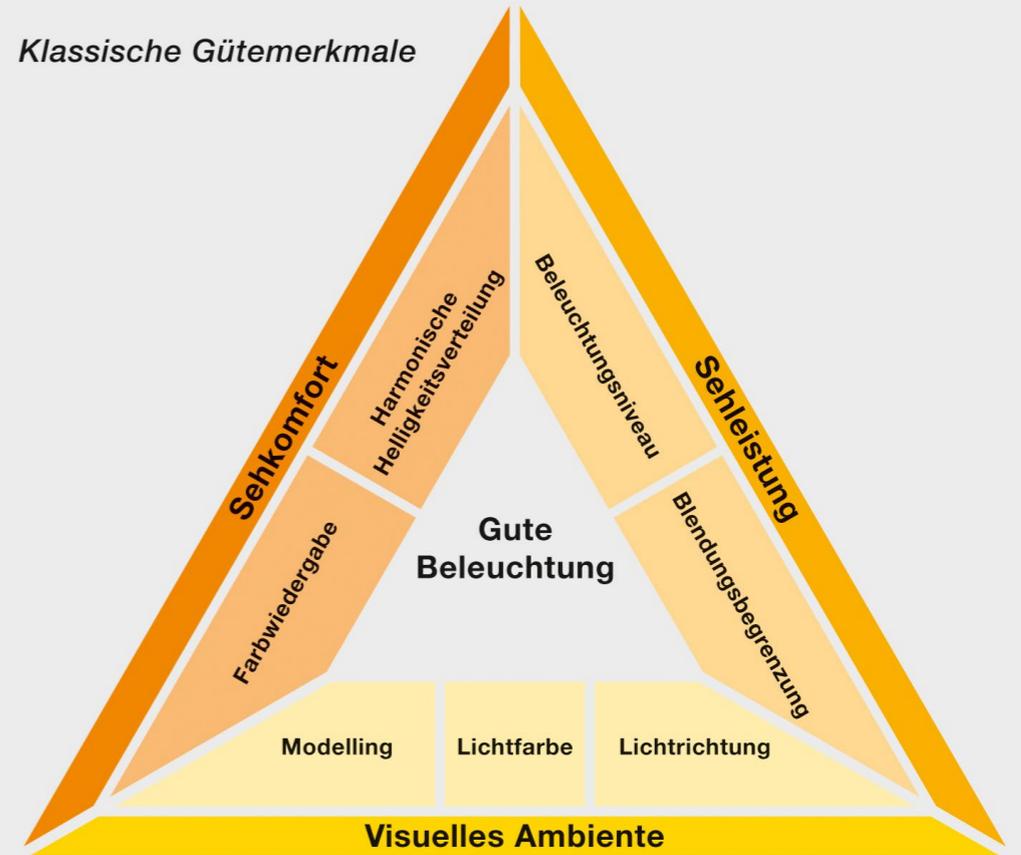
## BELEUCHTUNGSNIVEAU & BLENDUNGSBEGRENZUNG



# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

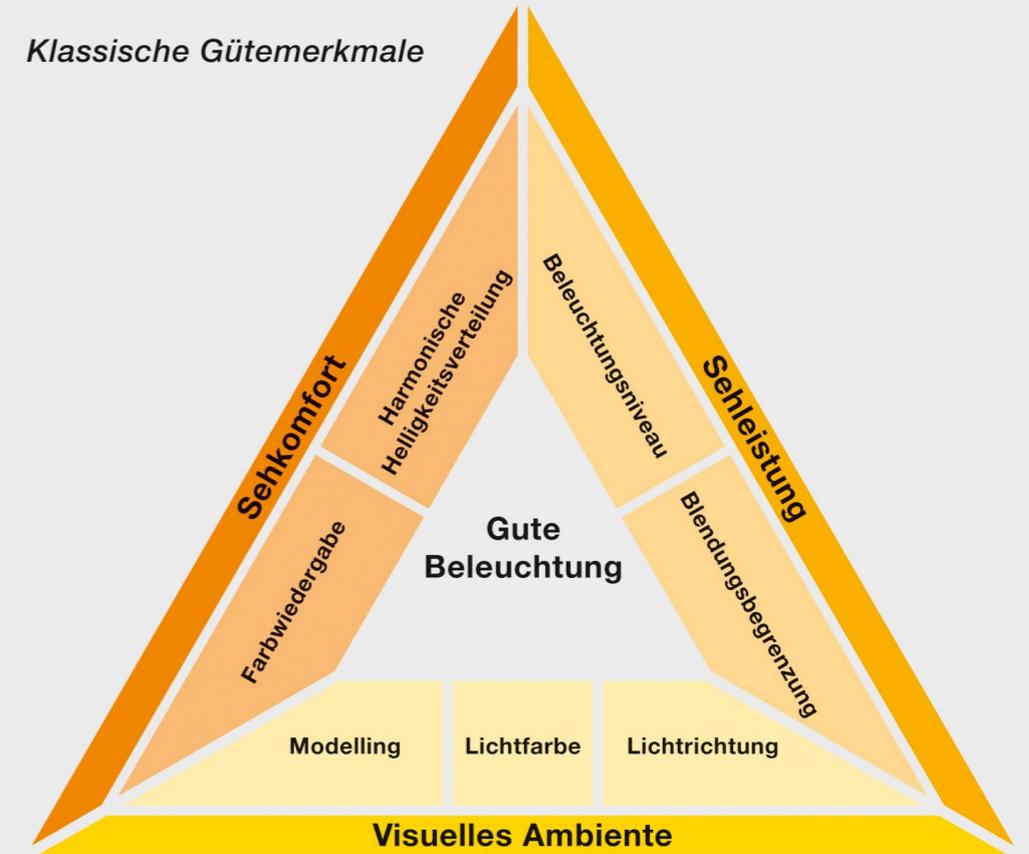
## DIE BETRACHTUNG DES GROßEN GANZEN

Klassische Gütemerkmale



# BELEUCHTUNGSQUALITÄT

## DIE BETRACHTUNG DES GROßEN GANZEN

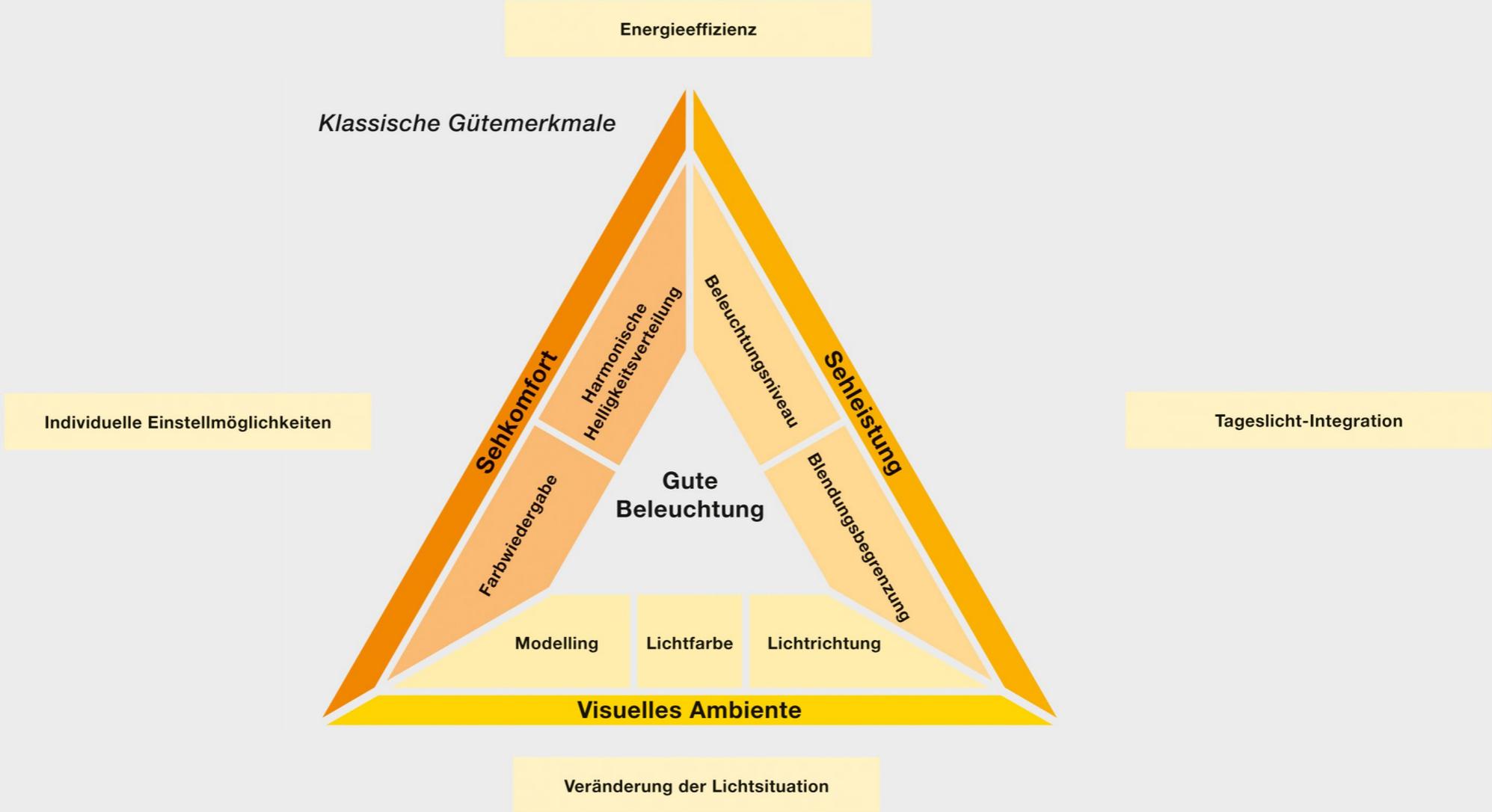


### *Weitere Kriterien für die Lichtplanung*

Tageslicht-Integration	Energieeffizienz
Veränderung der Lichtsituation	Individuelle Einstellmöglichkeiten

© licht.de

# BELEUCHTUNGSQUALITÄT



**WIE KANN ICH ALLE BEREICHE AM EINFACHSTEN BERÜCKSICHTIGEN?**

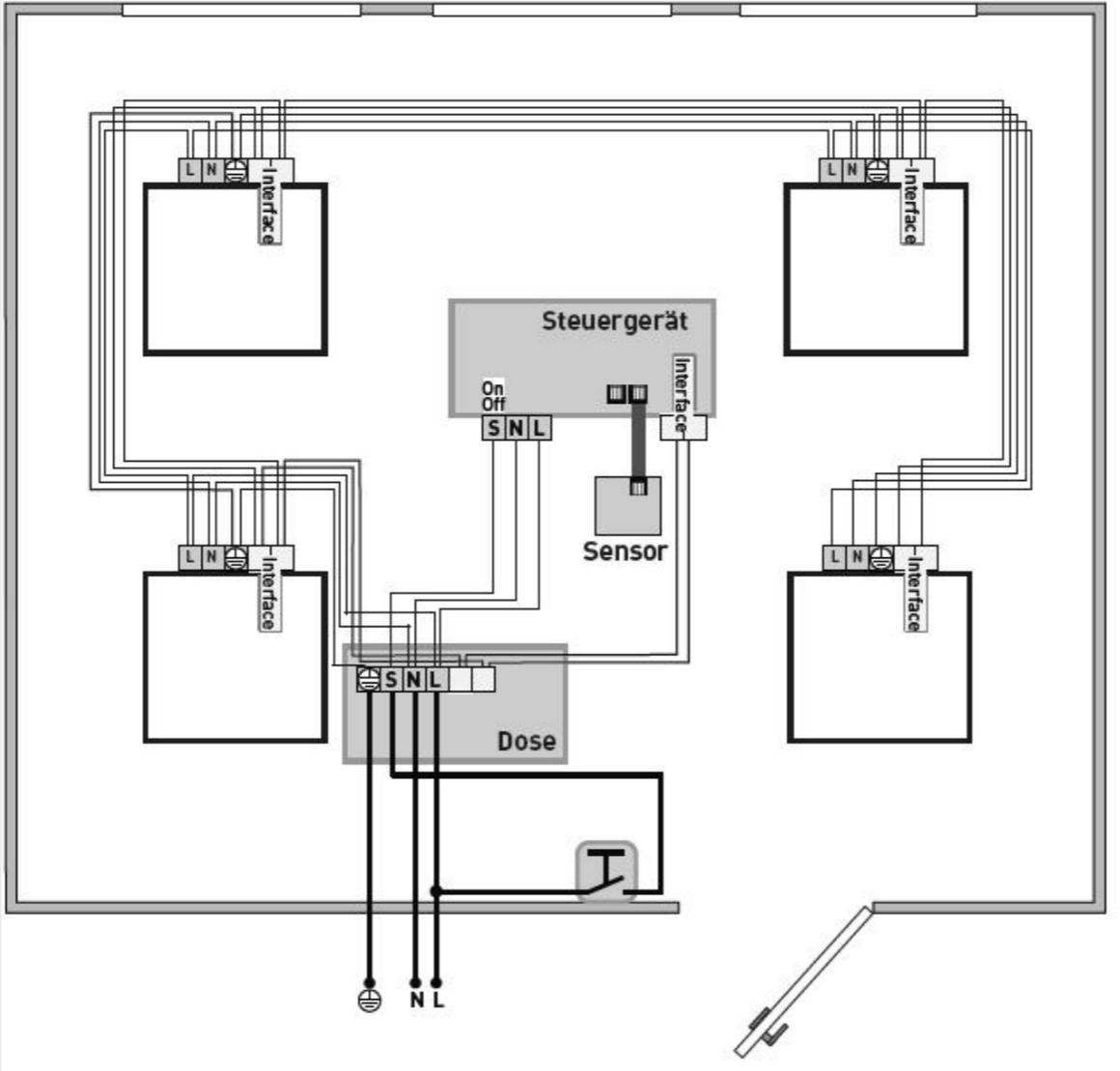
ÜBERSICHT

**LICHTMANAGEMENTSYSTEM!**

# BASISLÖSUNG IM INNENBEREICH



# BASISLÖSUNG

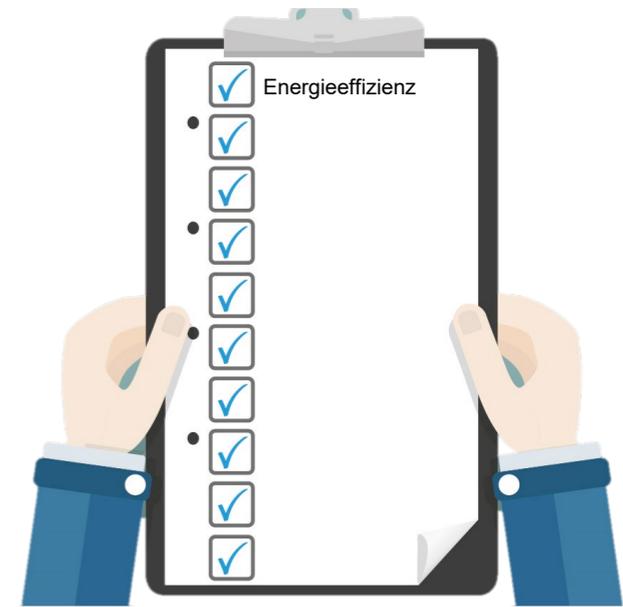
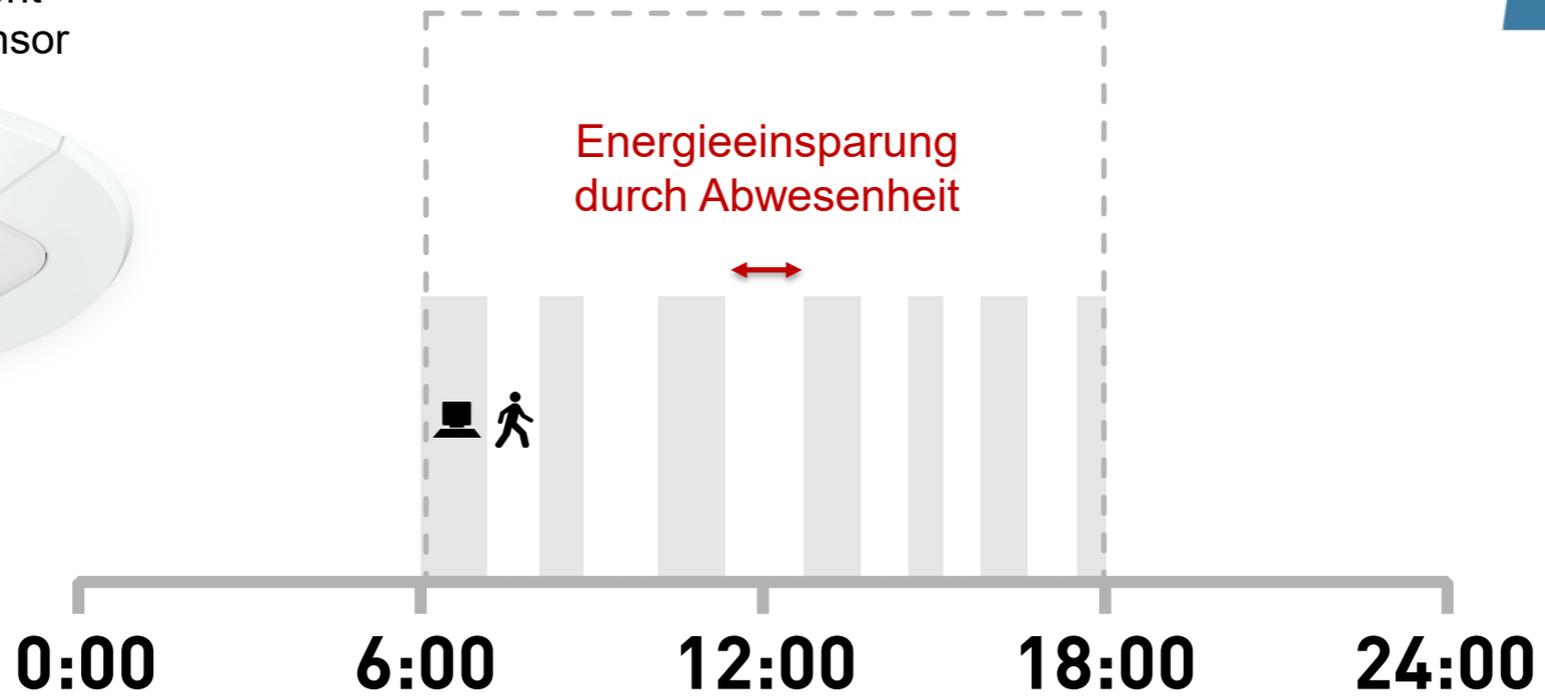


# LICHTMANAGEMENTSYSTEM

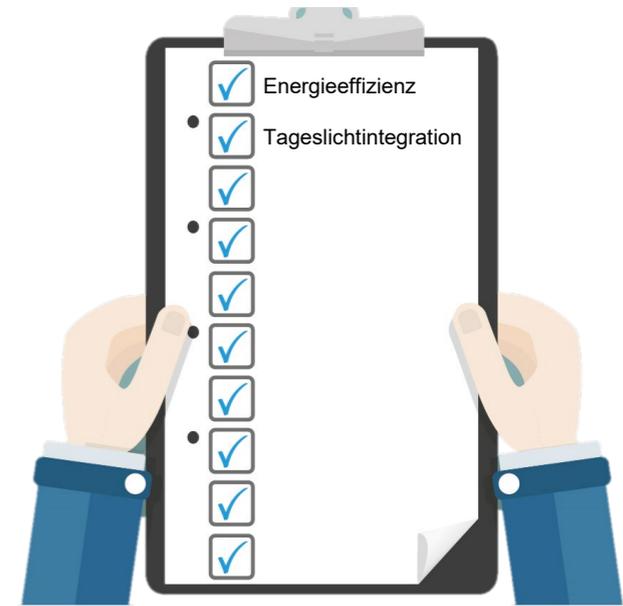
Lichtmanagement  
Anwesenheitssensor



z.B. Quattro Slim



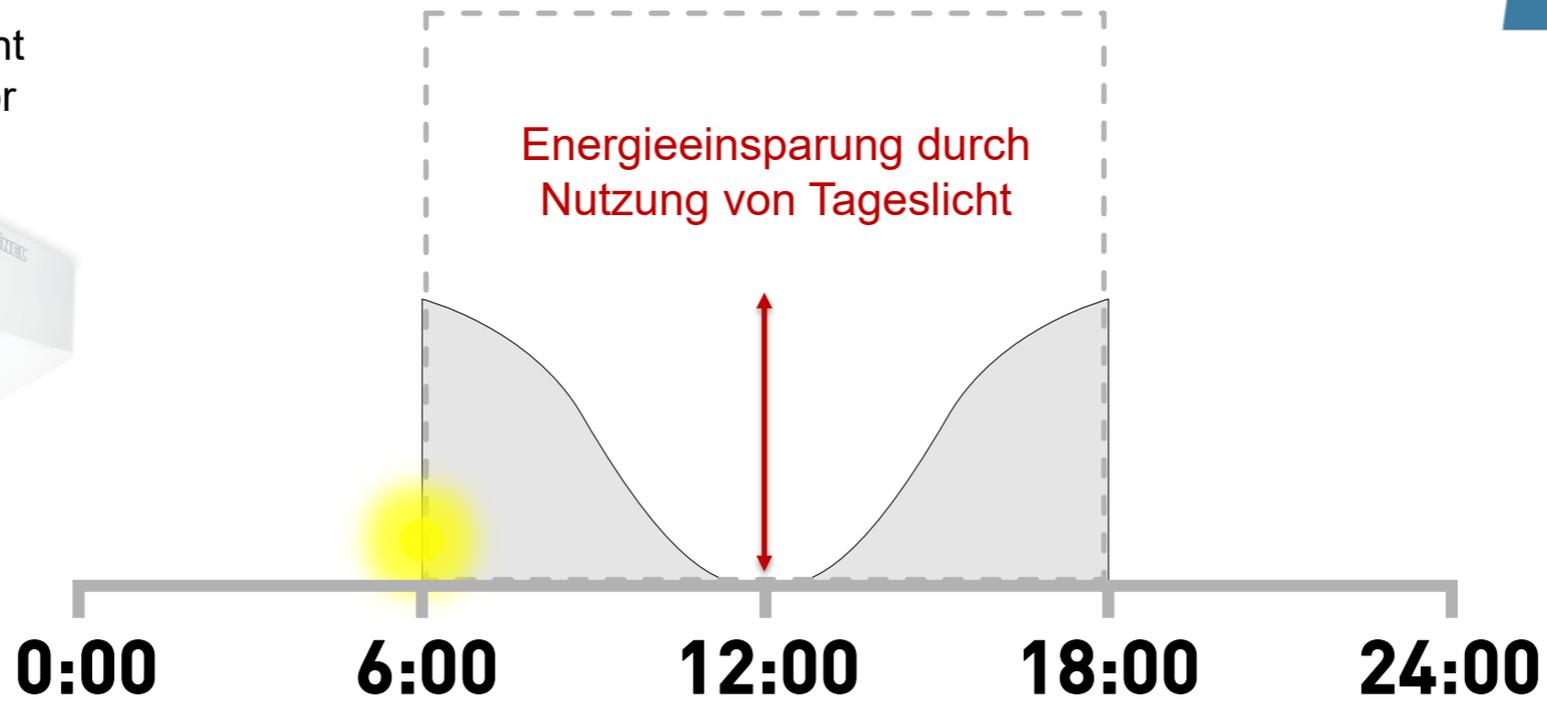
# LICHTMANAGEMENTSYSTEM



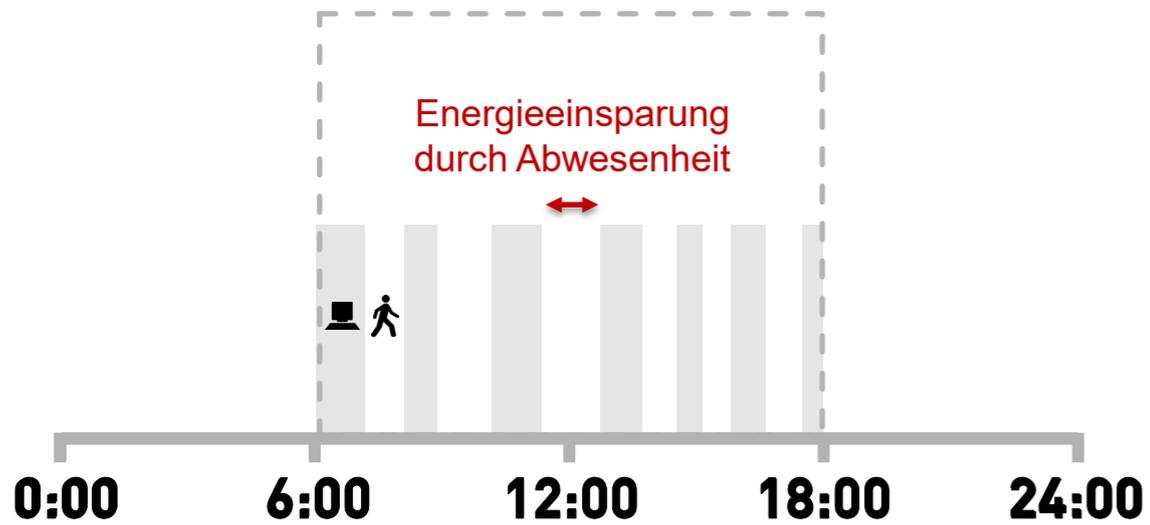
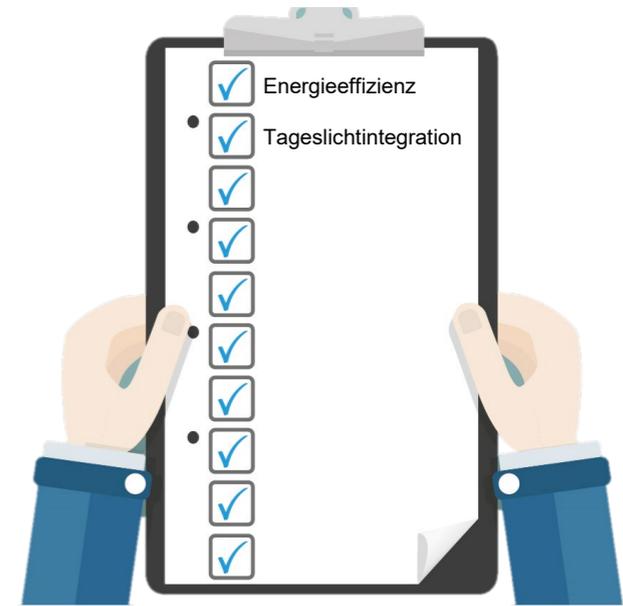
Lichtmanagement  
Helligkeitssensor



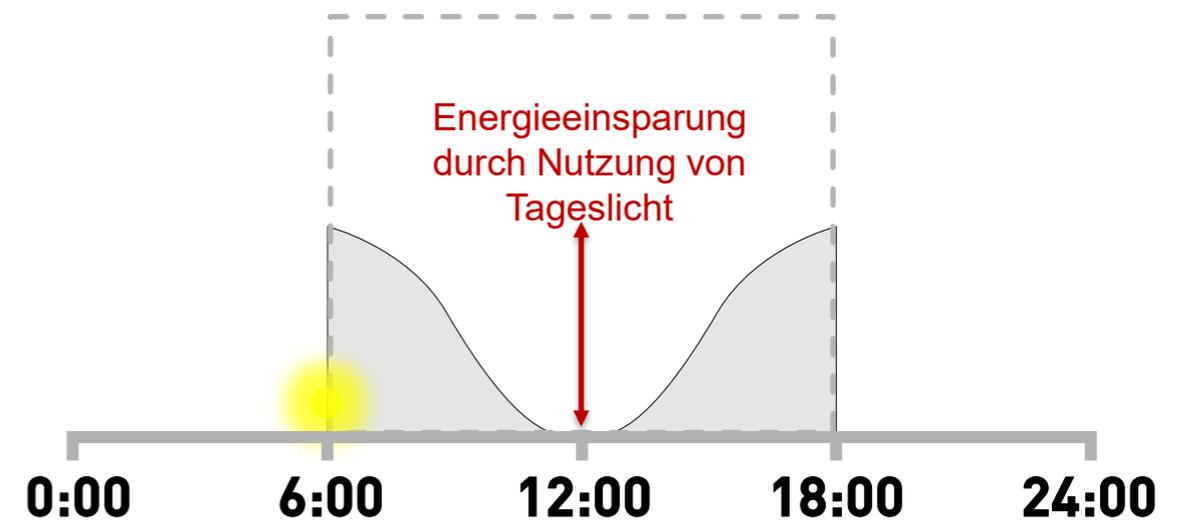
z.B. Light Dual



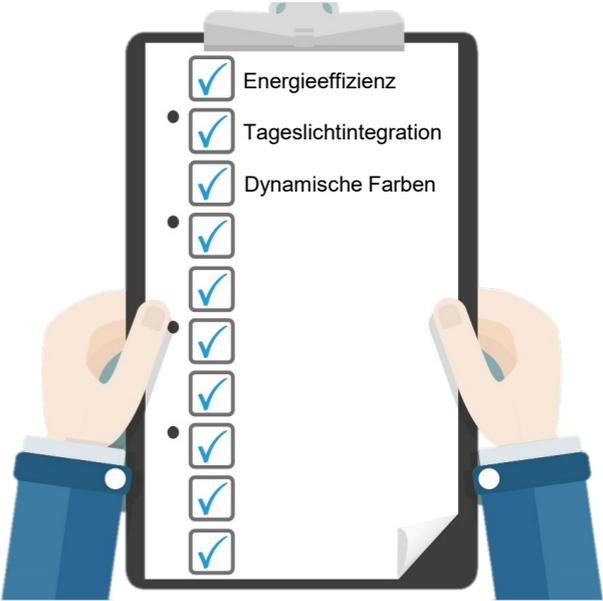
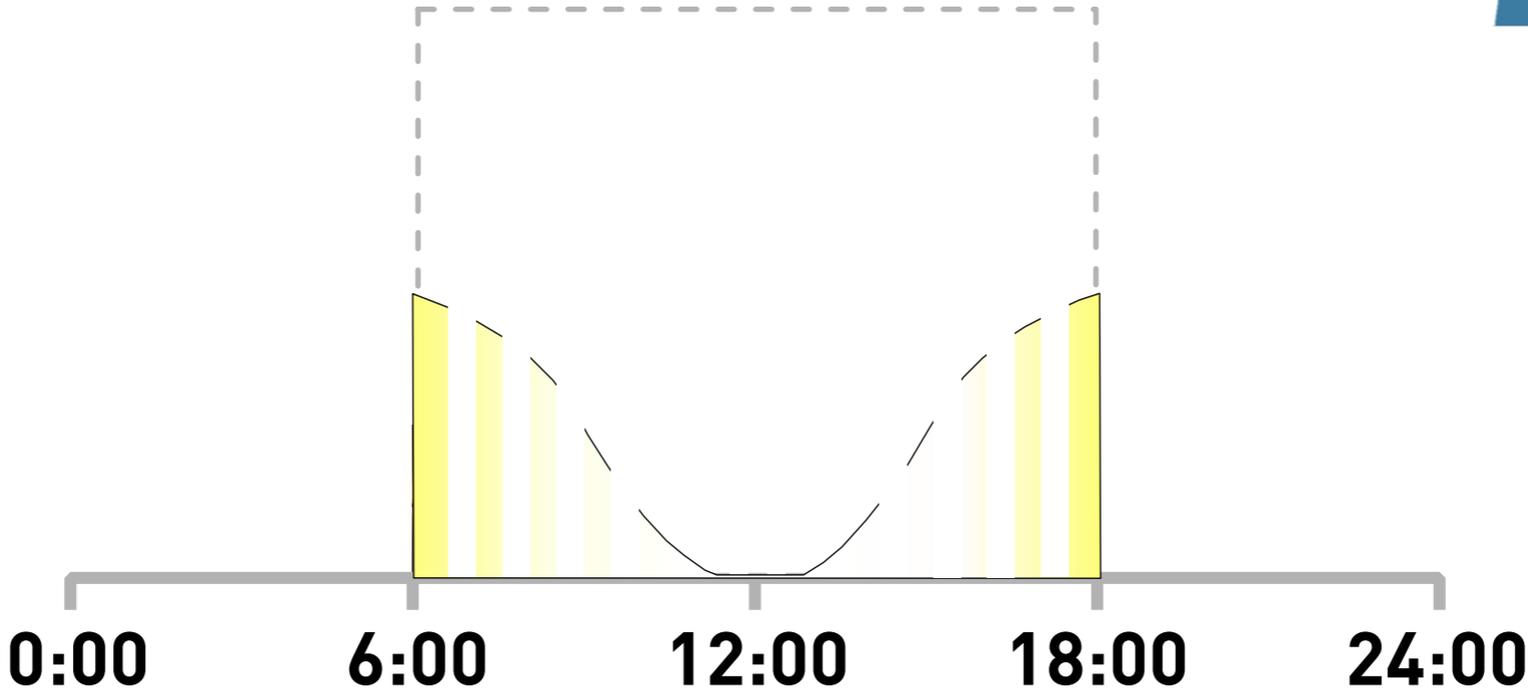
# LICHTMANAGEMENTSYSTEM



+



# LICHTMANAGEMENTSYSTEM

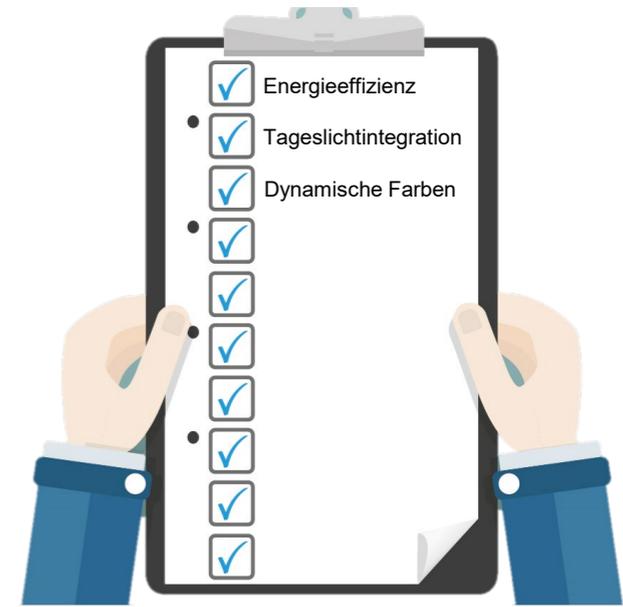
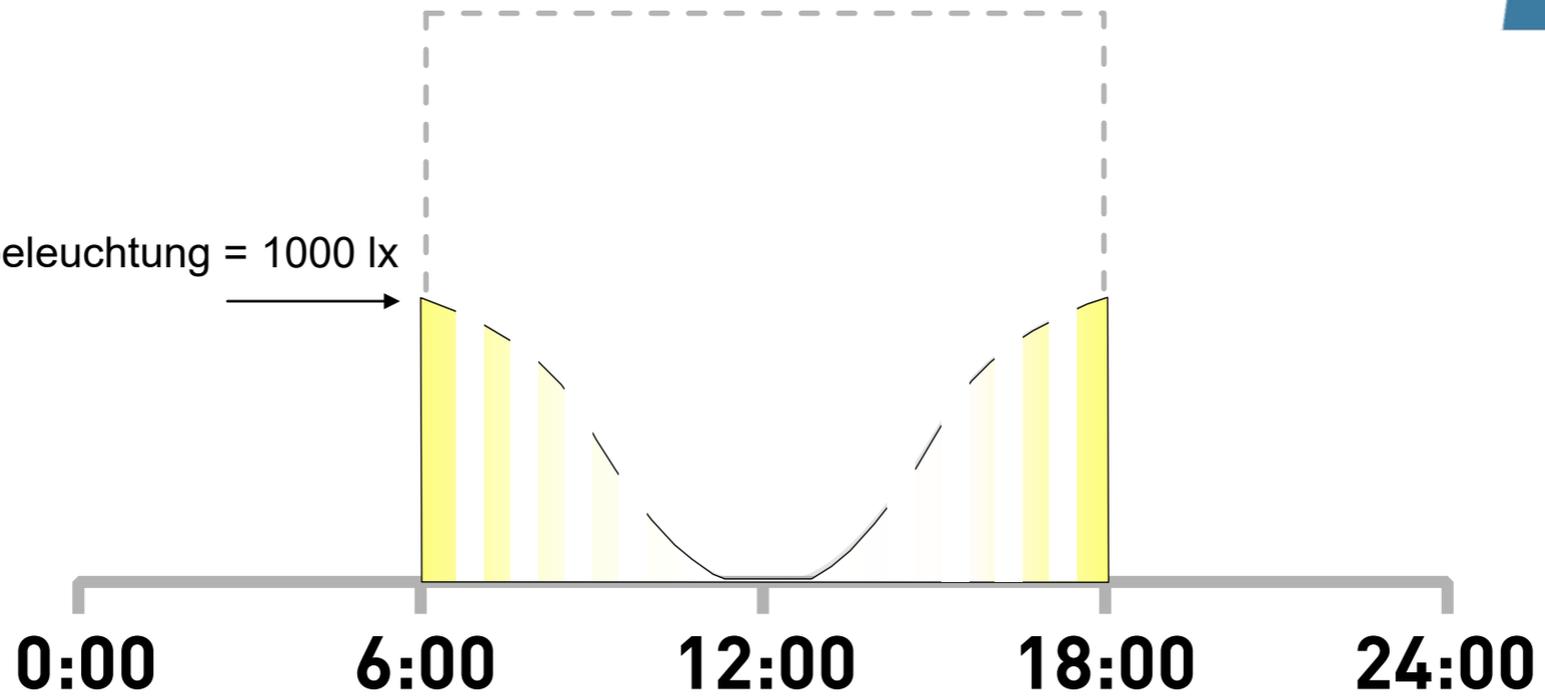


# LICHTMANAGEMENTSYSTEM

Individualisierung

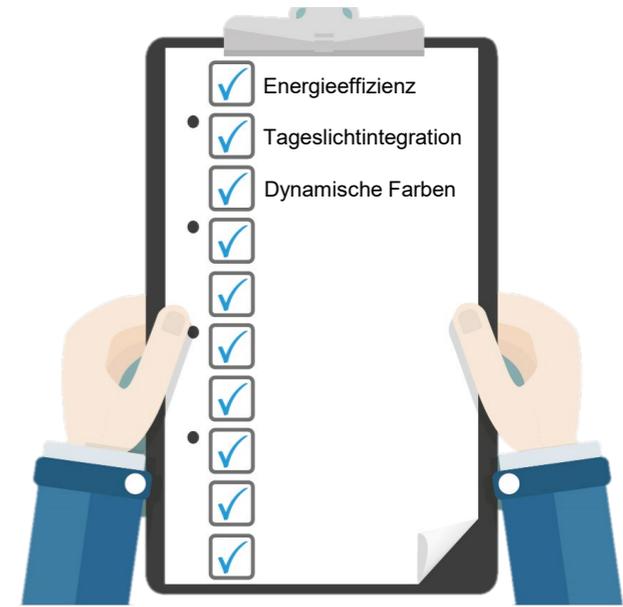


Grundbeleuchtung = 1000 lx

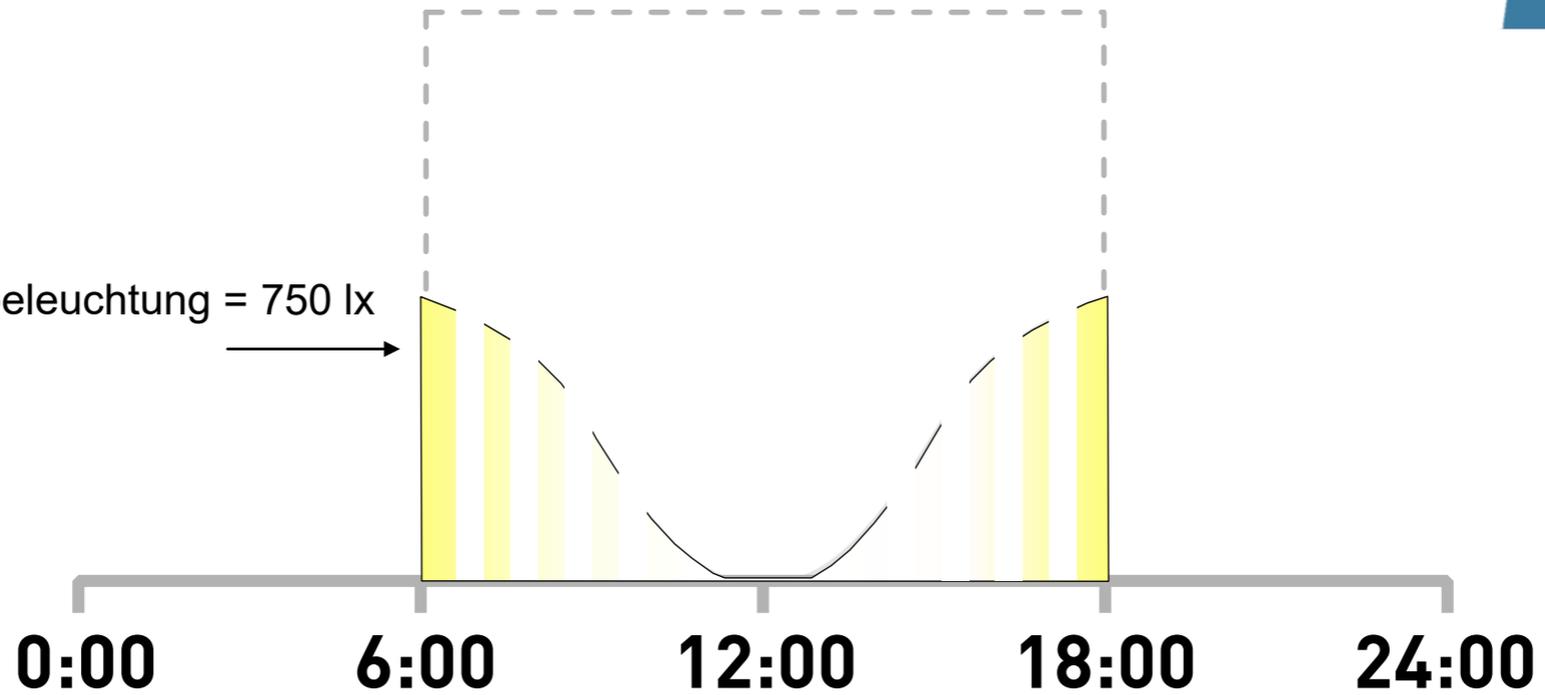


# LICHTMANAGEMENTSYSTEM

Individualisierung

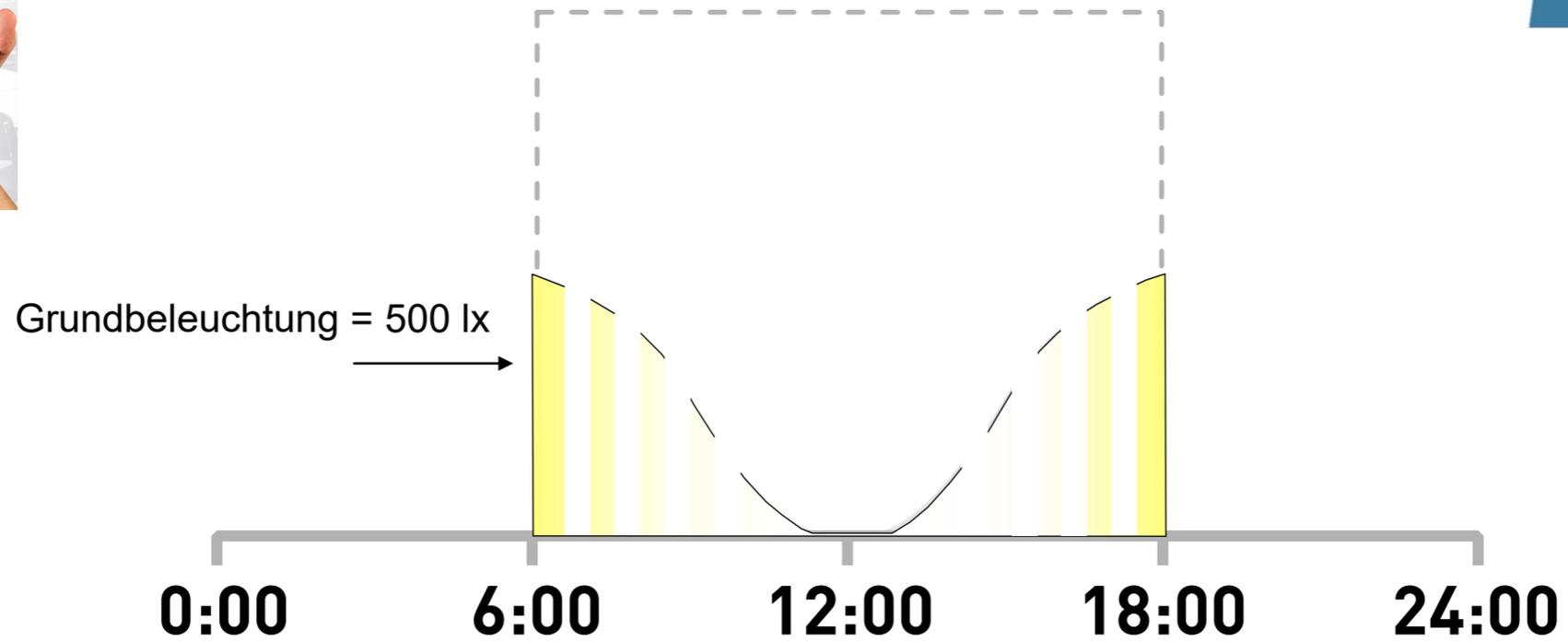
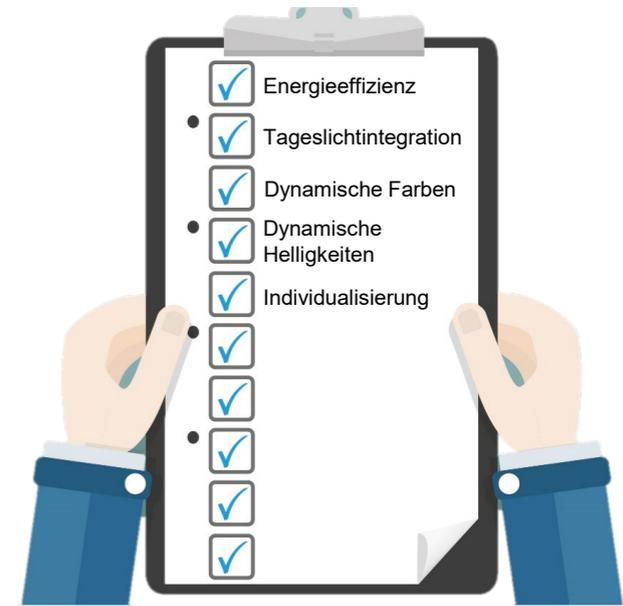


Grundbeleuchtung = 750 lx

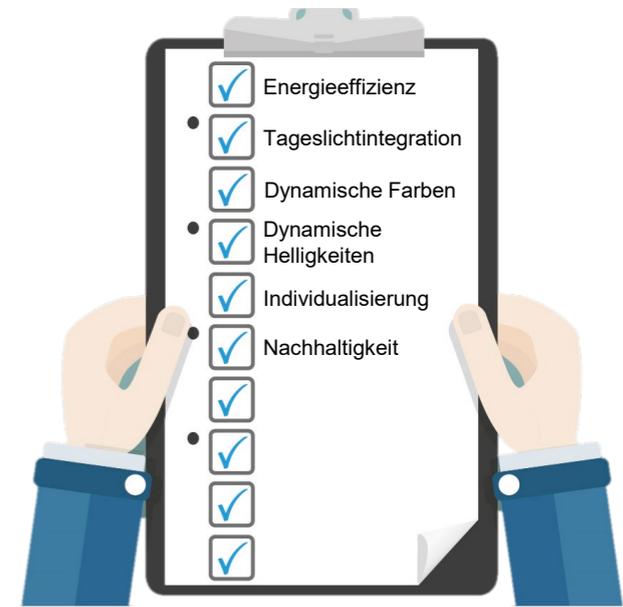
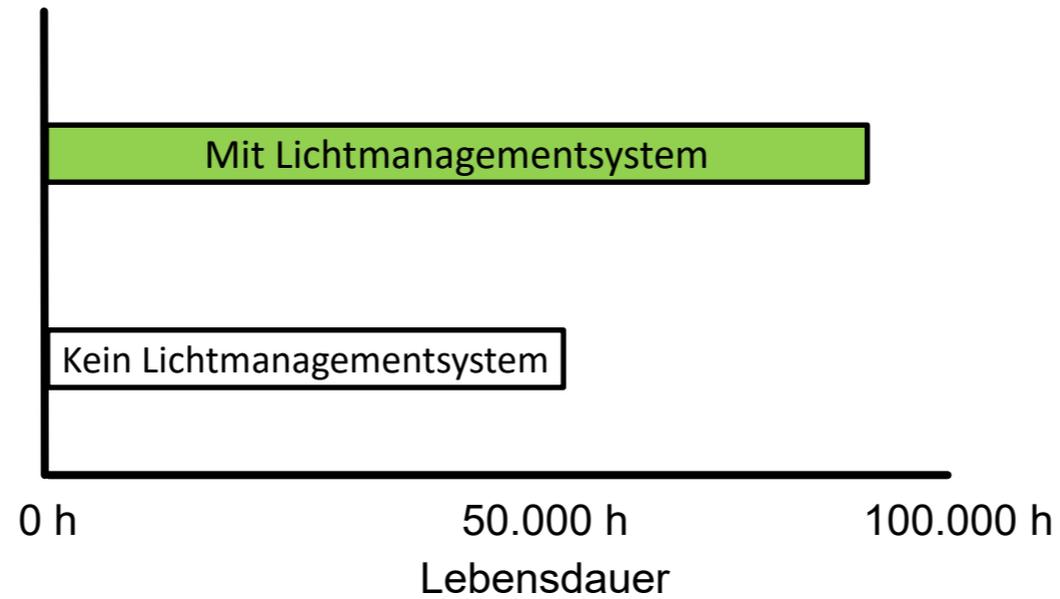


# LICHTMANAGEMENTSYSTEM

Individualisierung



# LICHTMANAGEMENTSYSTEM



*Durch eine geringere Belastung der LED wird eine größere Lebensdauer erreicht!*

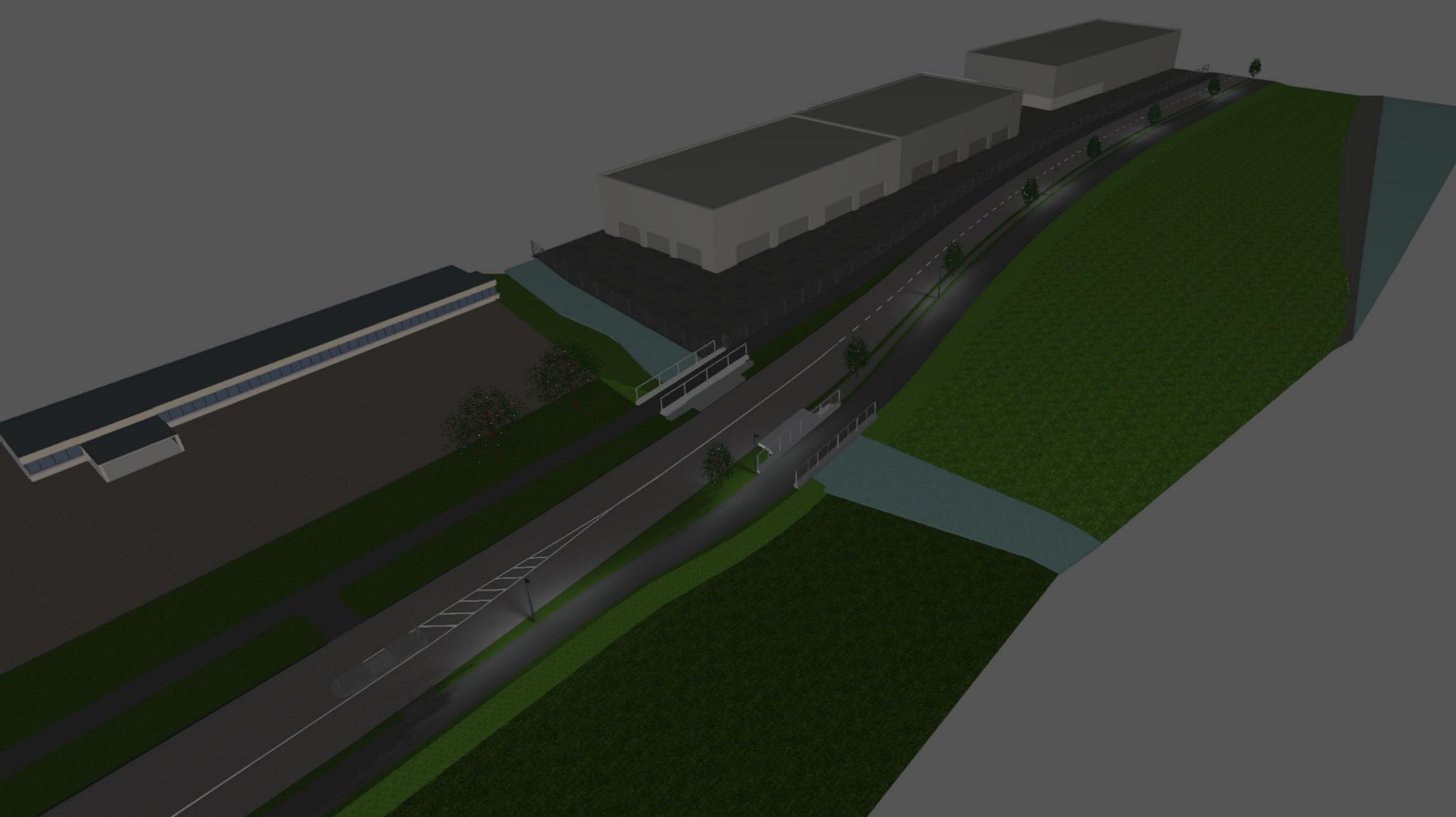
# DAS PERFEKTE LICHT



# LICHTMANAGEMENTSYSTEM



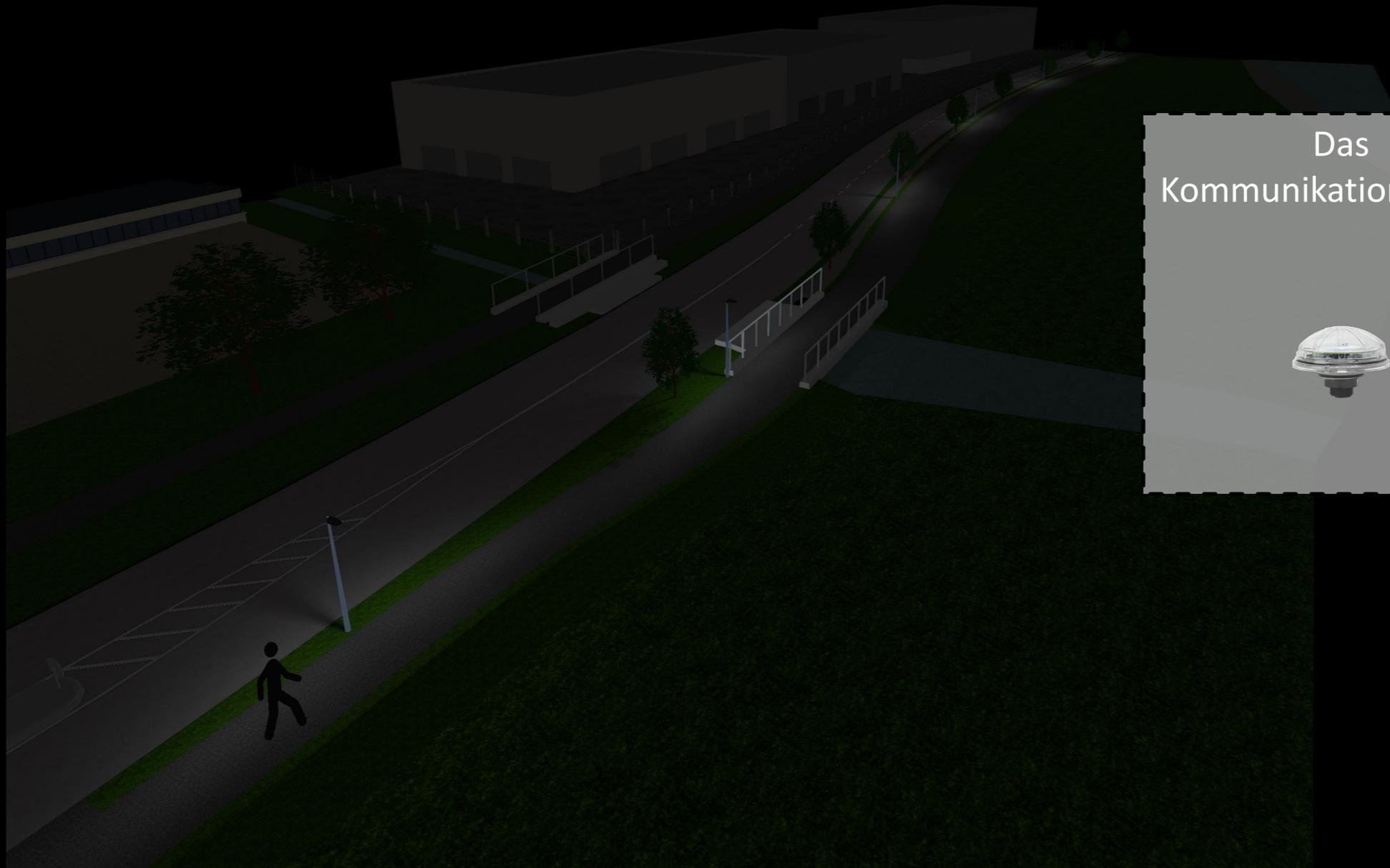






**TRILUX**  
SIMPLIFY YOUR LIGHT.

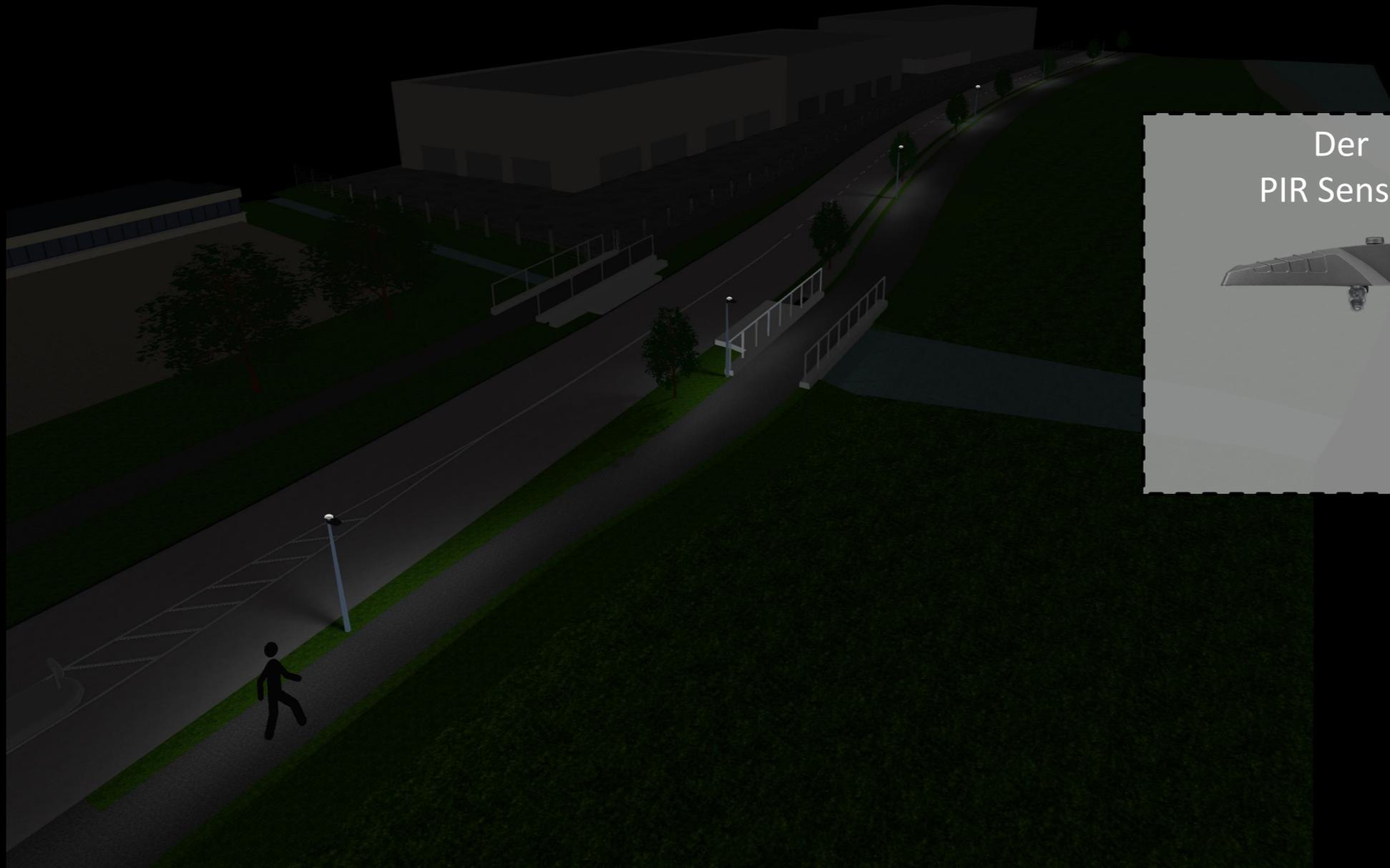
# WIE FUNKTIONIERT DAS?



Das  
Kommunikationsmodul



# WIE FUNKTIONIERT DAS?



Der  
PIR Sensor



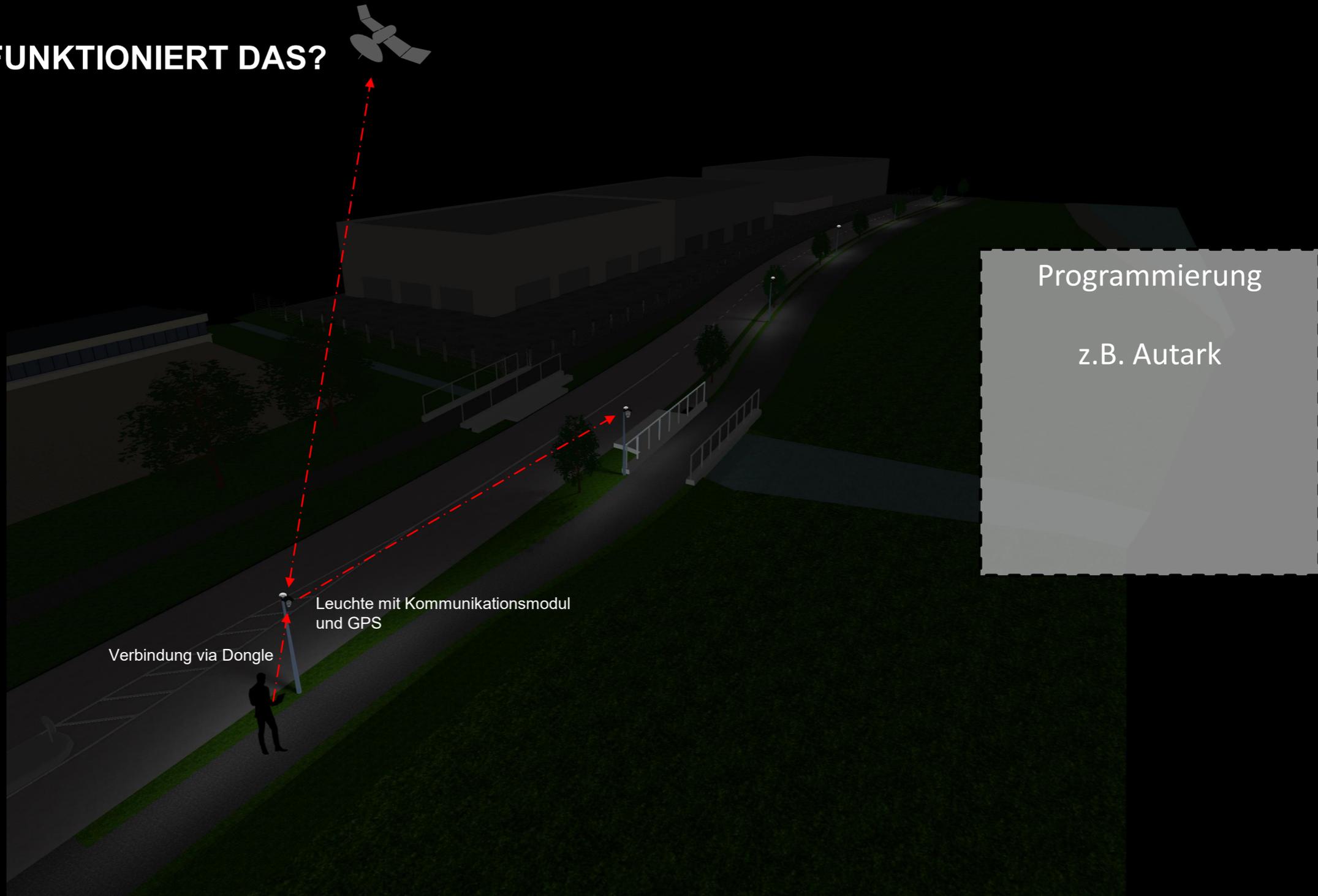
# WIE FUNKTIONIERT DAS?



Der  
PIR Sensor



# WIE FUNKTIONIERT DAS?



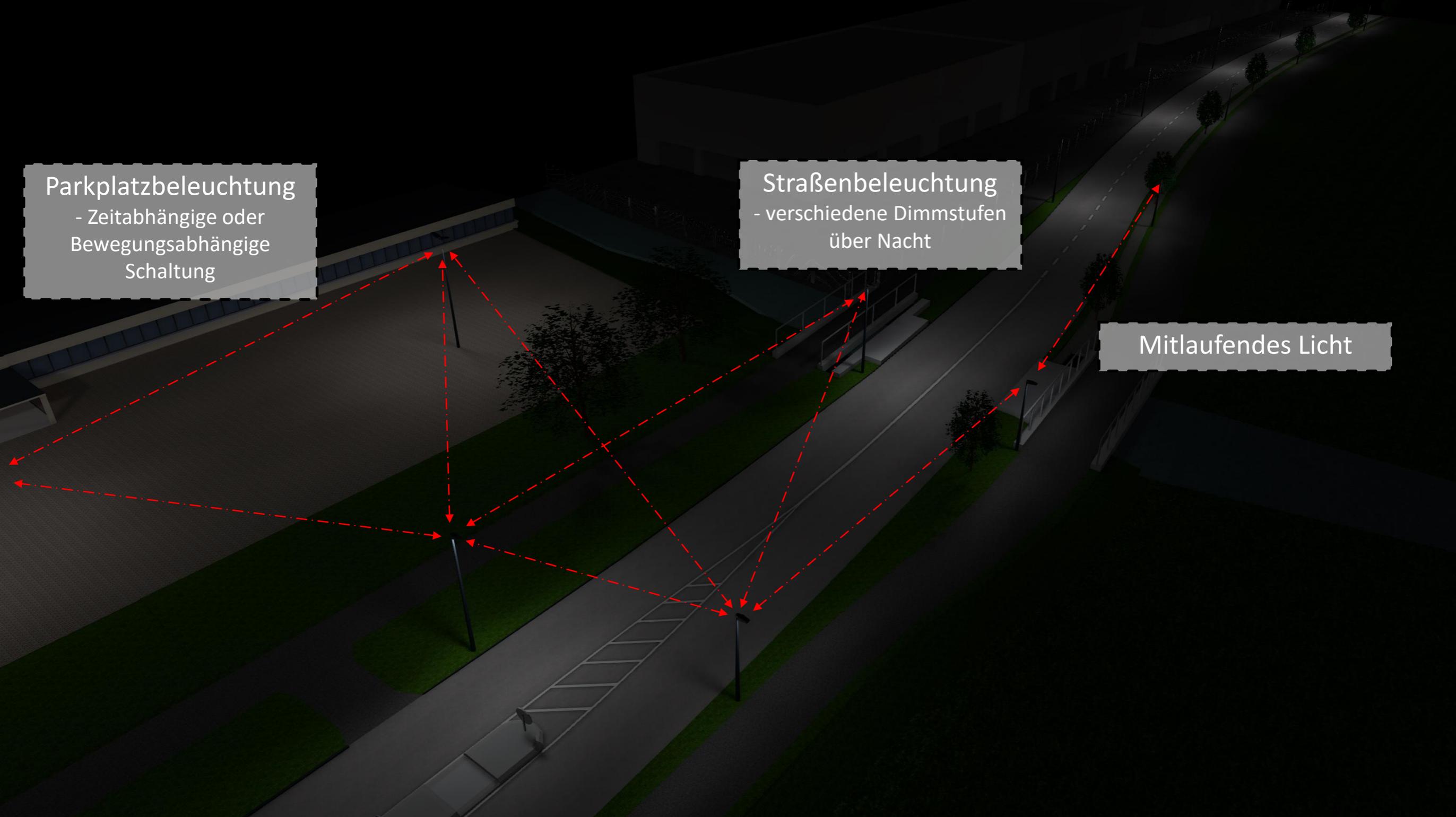
### Parkplatzbeleuchtung

- Zeitabhängige oder  
Bewegungsabhängige  
Schaltung

### Straßenbeleuchtung

- verschiedene Dimmstufen  
über Nacht

Mitlaufendes Licht



# LICHTMANAGEMENTSYSTEM



Steigerung der Nachhaltigkeit durch Steigerung der Lebensdauer von LEDs



Wartungskosten sinken um bis zu 40 %

Erhaltung der Nacht (Dark Sky)



Kein Licht = Kein Anflug von nachtaktiven Tieren!

Energieeinsparung von bis zu 80 %

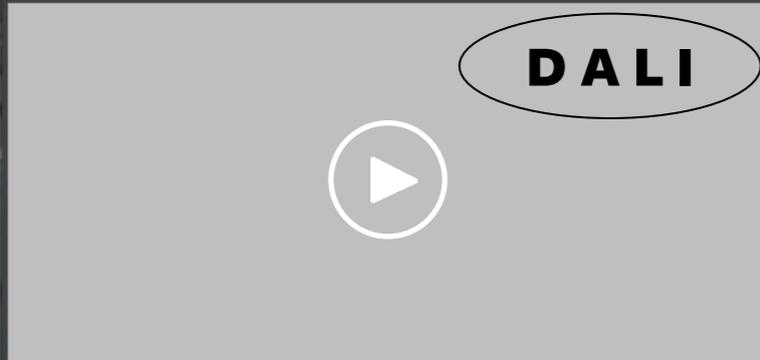


Steigerung der Akzeptanz bei Anwohnern



# LICHTMANAGEMENTSYSTEM

Dimmen von LED – ein Muss?



Lichtmanagementsystem „LiveLink Basic“



Ökonomie und Ökologie  
in der Außenbeleuchtung



Lichtmanagementsystem „LiveLink Wifi“



Lichtmanagementsystem „LiveLink Premium“



A photograph of a laptop on a desk with a blue network overlay. The overlay consists of glowing blue nodes connected by thin lines, creating a web-like pattern across the scene. In the background, a cup of coffee is visible on a saucer. The overall lighting is soft and blue-toned.

**Vielen Dank!**