

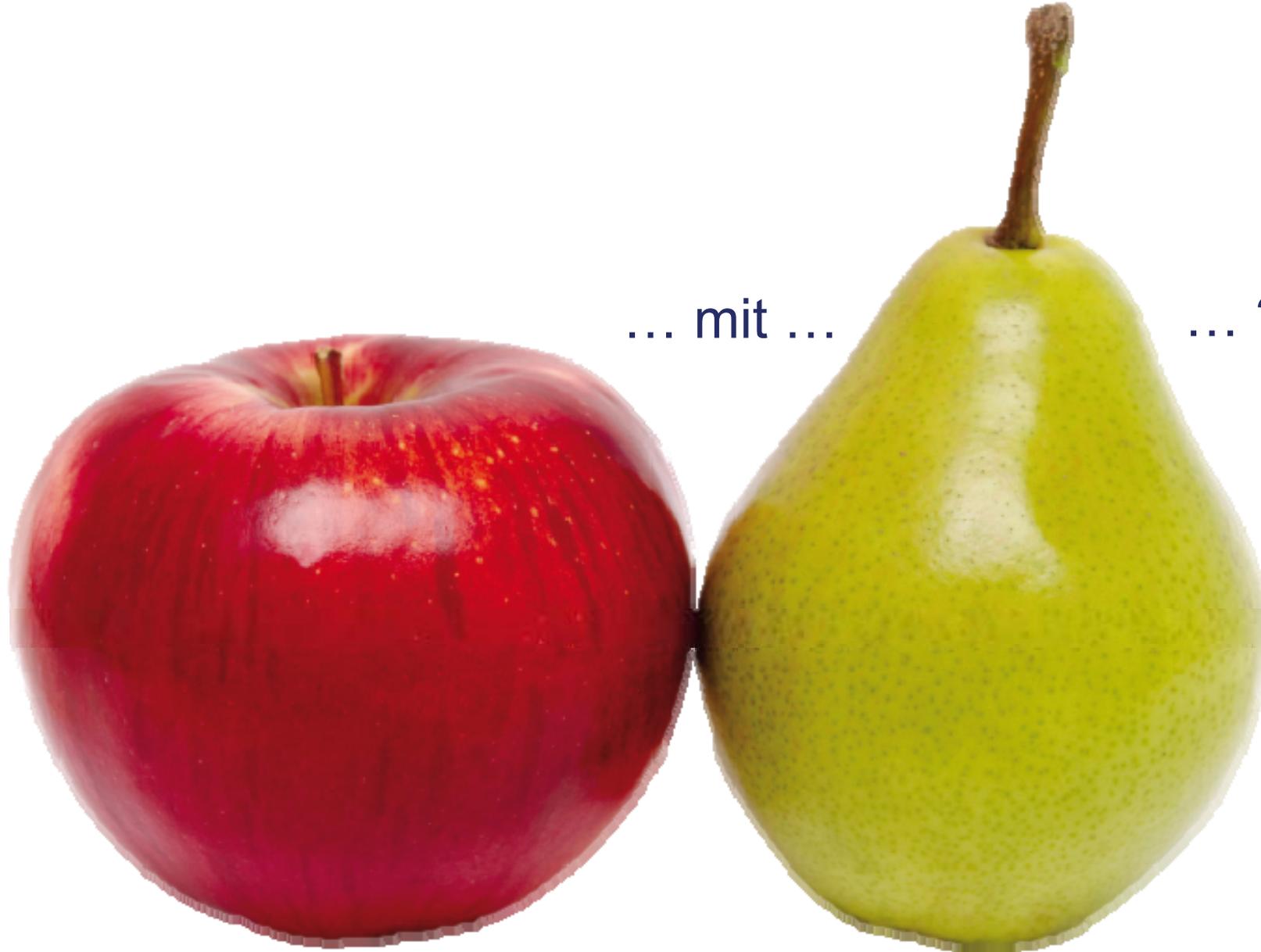
Planungssicherheit in der LED Beleuchtung

*Datenblattangaben Grundlagen
für Vergleichbarkeit*

Mag. Dominik Alder

20.06.2017

Wer vergleicht schon gerne...



... mit ...

... ???

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Grundlagen für Vergleichbarkeit

Leuchten-Datenblattangaben:
Begriffe, Definition, Messverfahren



Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Ziel des Vortrags

anhand von technischen Werten Grundlagen für die Vergleichbarkeit von Leuchten zu erklären

Leitfaden

Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung

Begriffe, Definitionen und Messverfahren:
Grundlagen für Vergleichbarkeit

2. Ausgabe



Fachverband Licht

Allgemeine LED Ausschreibungs-Informationen

Die folgenden 8 Punkte sind für eine objektive Vergleichbarkeit zwingend bei LED Leuchten anzugeben.

- 1) **Leuchten Leistung:** P (Power) in W (Watt)
Die Angabe ist die Systemleistung inklusive Konverter-, Treiber- und Systemleitungs-verlusten. Leistungen unter 10 W sind mit einer Kommastelle anzugeben. Es ist ein typischer Wert, der über die gesamte Fertigungs-Breite gültig ist, anzugeben. Bedingt durch Bauteiltoleranzen darf der Wert eine maximale Abweichung vom Bemessungswert von +10% aufweisen.
- 2) **Leuchten Lichtstrom:** Φ_v (visual) (phi) in lm (Lumen)
Die Angabe ist der Lichtstrom des thermisch eingeschwungen Systems. Angegeben wird der Lichtstrom Neuwert der Leuchte. Der Wirkungsgrad des optischen Systems (Linse, Reflektor, o.ä.) und der Halterung (Linsenhalter, Einbauring, o.ä.) sind zu berücksichtigen. Es ist ein typischer Wert, der über die gesamte Fertigungs-Breite gültig ist, anzugeben. Bedingt durch Bauteiltoleranzen darf der Wert nicht mehr als 10% vom Bemessungswert abweichen.
- 3) **Leuchten Lichtausbeute:** η_v (visual) (eta) in lm/W (Lumen/Watt)
Das Verhältnis von Leistung / Lichtstrom ergibt die Effizienz. Dieser Wert ist je Artikel und Lichtfarbe anzugeben.
- 4) **Farbwiedergabe:** CRI (Colour rendering index) oder R_a (Farbwiedergabe Index) (mind. oder \geq)
Eine zusätzliche Angabe des typischen Wertes kann erfolgen z.B.: R_a (typ).
Eine zusätzliche Angabe der $R_9 - R_{15}$ Werte ist zulässig.
- 5) **Ähnlichste Farbtemperatur:** T_{cp} (Color Point) oder CCT (Correlated colour temperature) in K (Kelvin)
Ist die Angabe der Lichtfarbe, wobei die Farbort Toleranz zwingend zusätzlich angegeben werden muss.
- 6) **Farbort Toleranz Anfangswert:** Anzahl (Step) SDCM (Standard Deviation of Colour Matching) (trivial auch mit MacAdam-Ellipsen bezeichnet).
z.B.: Initial ≤ 3 SDCM
Farbort Toleranz Endwert (optional):
Um eine Aussage über die Farbortveränderung über die Lebensdauer zu erhalten, (den Colour Point Shift) wäre auch noch eine finale Angabe mit Zeitangaben optimal. Z.B.: final50.000h ≤ 7 SDCM

Die Qualität der Farbort-Sortierung (Binning) kann zusätzlich noch mit der Position zur BBL (Black Body Line) bezeichnet werden. Ein direkt auf der BBL liegendes Binning hat die höchste Qualität. Z.B.: located direct on BBL

Alternativ: SDCM- gleichbedeutend wie MacAdam-Ellipse
- 7) **Mittlere Bemessungslebensdauer:** L_{xx} (h) (B50)
Typische L- Werte sind L70, L80 oder L90. Der L_{xx} -Wert ist die Bemessungslebensdauer L mit dem mindestens verbleibenden Lichtstrom in (xx)%, typischer Weise $L_{xx} = 50.000h$
Der B_{xx} Wert gibt Auskunft über die Verteilung, welche Menge an LEDs unter diesen L-Wert fällt.. Der Typische B-Wert ist B50, d.h. maximal 50% der LEDs weisen einen Lichtstrom auf, der kleiner dem angegebenen L-Wert ist. B50 entspricht etwa dem Mittelwert.
Falls kein B-Wert angegeben ist wird bei der Innenbeleuchtung B50 angenommen und im Außenbereich B10.
- 8) **Umgebungstemperatur:** $t_{ambient}$ in °C
Gibt die, über den gesamten Bemessungszeitraum, maximal herrschende Umgebungstemperatur an, bei der die Leuchte die angegebene mittlere Bemessungslebensdauer erreicht. Falls keine Angabe vorhanden ist wird $t_{ambient} \leq 25$ °C angenommen

Zusammenfassend ein Beispiel einer umfassend beschriebenen Leuchte:

10W/ 750lm/ 75lm/W/ $R_a \geq 80$ / R_a (typ)84/ 3000K/ Initial ≤ 3 SDCM/ final_{50.000h} ≤ 7 SDCM/ located direct on BBL/ L80/B50/50.000h/ @ $t_{ambient} \leq 25$ °C

Die Werte sind als Bemessungswerte anzugeben, die als typische Werte über die Fertigungsbreite des jeweiligen Produktes zu verstehen sind.



Lichtqualität

**Der Qualitätsanspruch zum Thema Licht hat sich in den letzten Jahren erhöht,
auch aufgrund von negativen Erfahrungen mit dem Produkt LED.**

Käufer von LED Beleuchtungsprodukten haben hohe Erwartungen an:

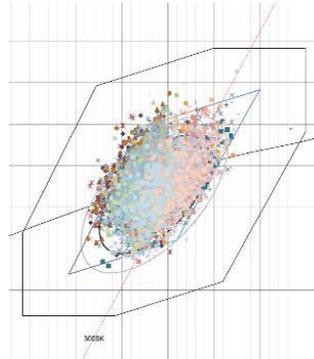
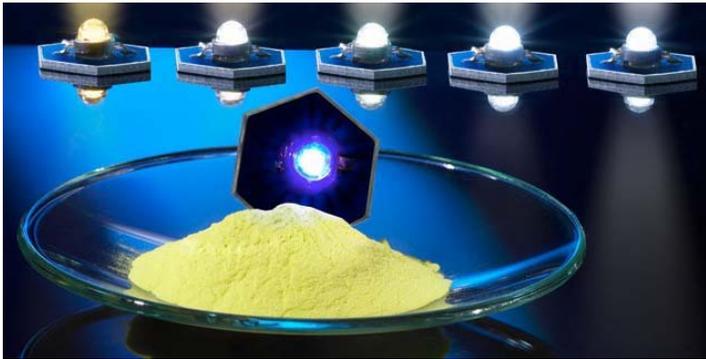
- Energieeinsparung
- Farbortpräzision
- Farbhomogenität mehrerer Leuchten
- Farborttreue über die Brenndauer
- Geringe Lichtstromabnahme über die Brenndauer
- Gute Farbwiedergabe

Problematik:

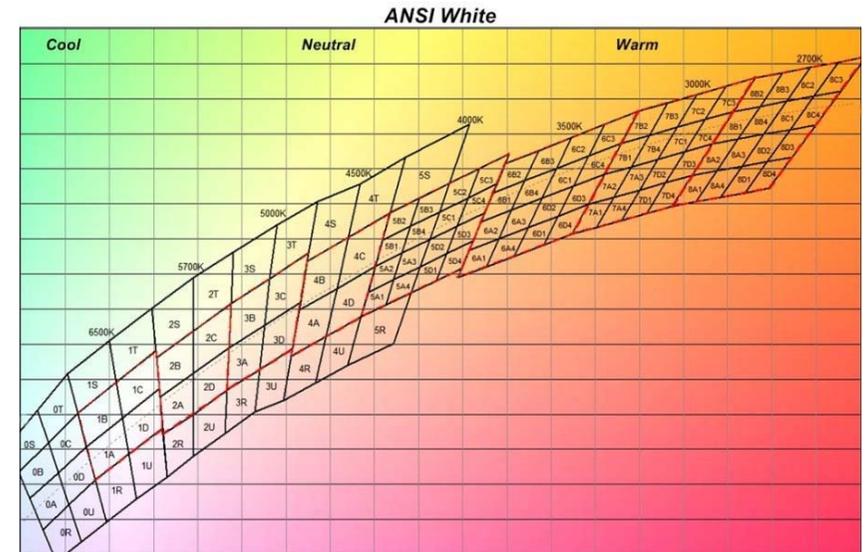
Datenblätter der Leuchten Hersteller weisen unterschiedlich aufbereitete Datensätze auf, die eine Vergleichbarkeit oft unmöglich machen.

Ziel dieser Präsentation ist es die notwendigen Daten für eine Vergleichbarkeit von LED Beleuchtungsprodukten zu definieren.

Lichtqualität - Binning



Durch unterschiedliche Stärke der Leuchtstoffschicht entstehen verschiedene Farborte

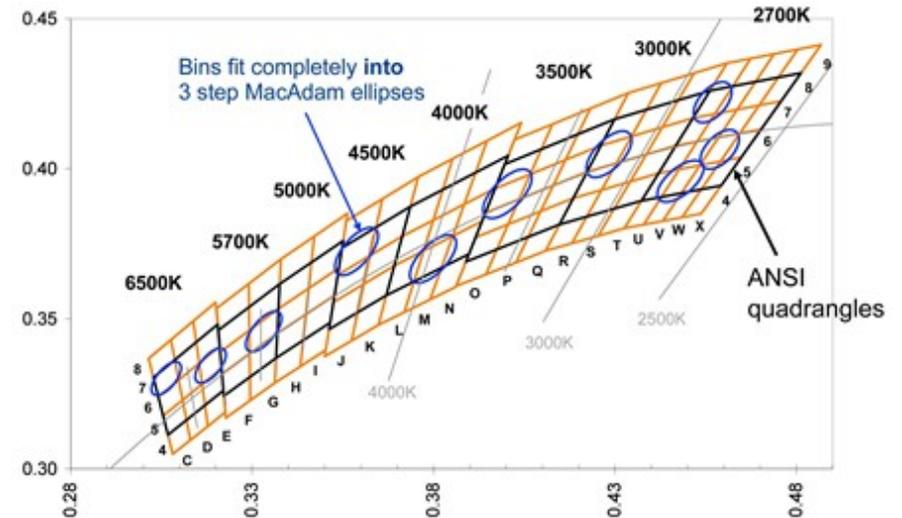


Binning nach ANSI - Norm



Quelle: XICATO

Erscheinungsbild von Licht mit unterschiedlichen Farborten



Farbtoleranz 3 Step SDCM

Leuchten Datenblattangaben – 8 Werte

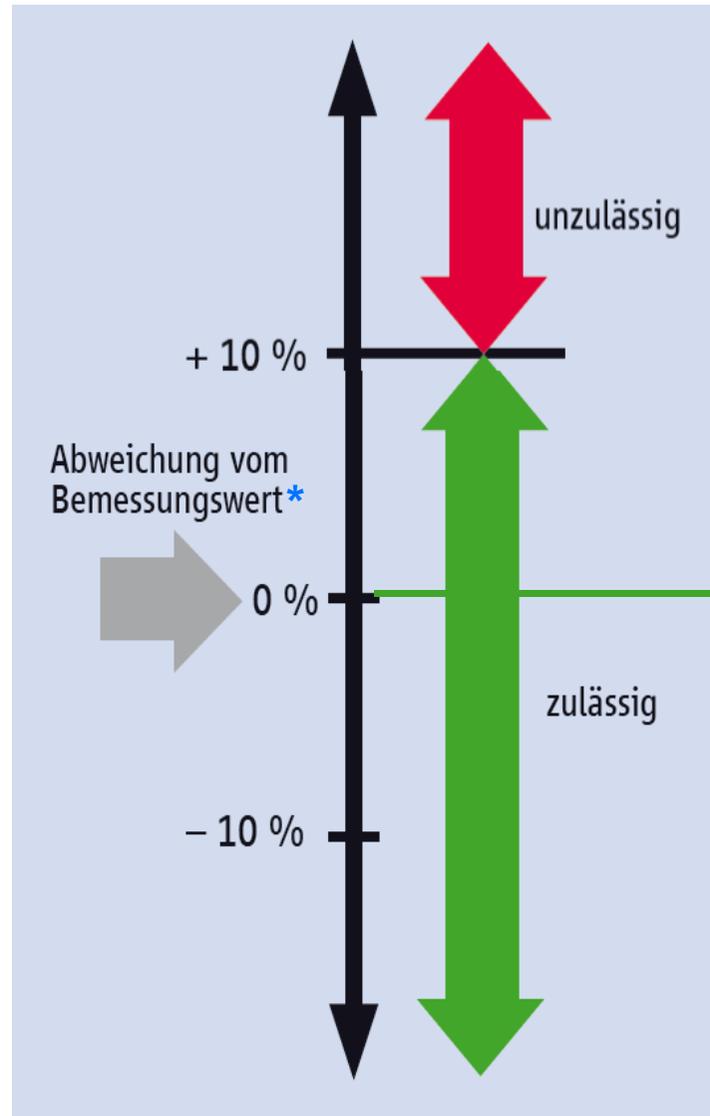
| | |
|--|---|
| Leuchten-Lichtstrom: | Φ_v [lm] |
| Leuchten-Lichtausbeute: | η_v [lm/W] |
| Farbwiedergabe: | CRI oder R_a (mind. oder \geq) |
| Ähnlichste Farbtemperatur: | T_{cp} oder CCT [K] |
| Farborttoleranz (Anfangswert): | (Anzahl MacAdam-Ellipsen) |
| Mittlere Bemessungslebensdauer L_x : | L_{80} [h] |
| Umgebungstemperatur: | t_q [°C] (wenn kein Wert angegeben ist $t_q = 25^\circ\text{C}$) |

Ohne diese 8 Werte sind Led Produkte nicht vergleichbar!

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Toleranz der Bemessungseingangsleistung

Bemessungswert:
Typischer Wert
für die gesamte
Fertigungsbreite



Bis +10% ist
zulässig
(Bedingt durch
Bauelemente-
Toleranzen)

*Bemessungswerte: siehe Leitfaden ZVEI, Seite 8

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Leuchten Datenblattangaben – 8 Werte

Leuchtenleistung:

P [W]

Leuchten-Lichtausbeute:

η_v [lm/W]

Farbwiedergabe:

CRI oder R_a (mind. oder \geq)

Ähnlichste Farbtemperatur:

T_{cp} oder CCT [K]

Farborttoleranz (Anfangswert):

(Anzahl MacAdam-Ellipsen)

Mittlere Bemessungslebensdauer L_x :

L_{80} [h]

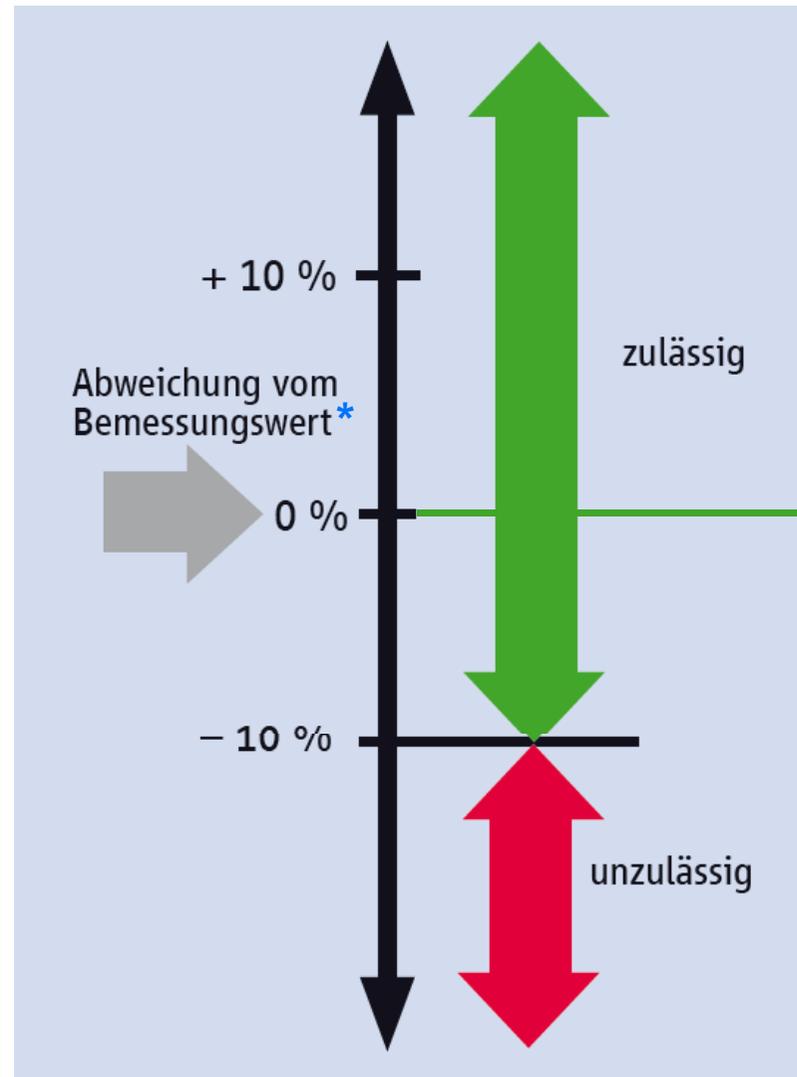
Umgebungstemperatur:

t_q [°C] (wenn kein Wert
angegeben ist $t_q = 25^\circ\text{C}$)

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Die Netto Angabe

Typischer Wert
für die gesamte
Fertigungsbreite



darf um 10%
unterschritten werden
(Bedingt durch
Bauelemente-
Toleranzen)

*Bemessungswerte: siehe Leitfaden ZVEI, Seite 8

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Leuchten Datenblattangaben – 8 Werte

Leuchtenleistung:

P [W]

Leuchten-Lichtstrom:

Φ_v [lm]

Farbwiedergabe:

CRI oder R_a (mind. oder \geq)

Ähnlichste Farbtemperatur:

T_{cp} oder CCT [K]

Farborttoleranz (Anfangswert):

(Anzahl MacAdam-Ellipsen)

Mittlere Bemessungslebensdauer L_x :

L_{80} [h]

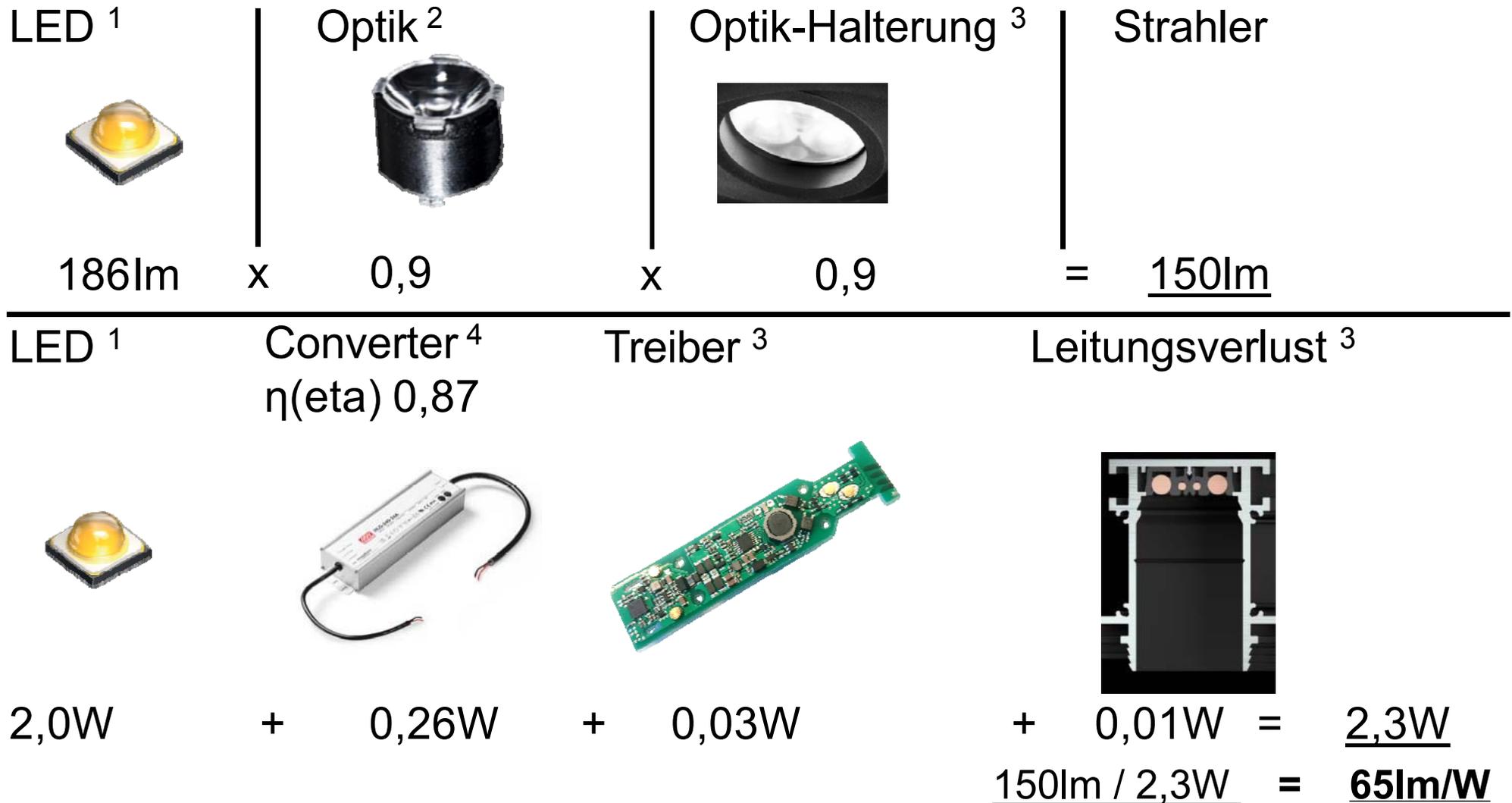
Umgebungstemperatur:

t_q [°C] (wenn kein Wert angegeben ist $t_q = 25^\circ\text{C}$)

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Leuchten Lichtausbeute η_v lm/W

Netto Lichtstrom / Brutto System Leistung



Quelle: 1: OSRAM; 2: LEDIL; 3: XAL; 4: MEAN WELL

Leuchten Datenblattangaben – 8 Werte

| | |
|--|---|
| Leuchtenleistung: | P [W] |
| Leuchten-Lichtstrom: | Φ_v [lm] |
| Leuchten-Lichtausbeute: | η_v [lm/W] |
| <hr/> | |
| Ähnlichste Farbtemperatur: | T_{cp} oder CCT [K] |
| Farborttoleranz (Anfangswert): | (Anzahl MacAdam-Ellipsen) |
| Mittlere Bemessungslebensdauer L_x : | L_{80} [h] |
| Umgebungstemperatur: | t_q [°C] (wenn kein Wert angegeben ist $t_q = 25^\circ\text{C}$) |

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

... ist in allen Lebensbereichen wichtig



Quelle: XICATO

Farbwiedergabe

$R_a 70$ = Vergraut, vergilbt



$R_a 90$ = Lebendige Farben



Quelle: XAL



Wie errechnet sich der Farbwiedergabe Index?

15 Testfarben

Farbwiedergabeindex R_a CIE 13.3 (1995)

$R_1 - R_8$ Pastellfarben



R_1 Altrosa



R_2 Senfgelb



R_3 Gelbgrün



R_4 Hellgrün



R_5 Türkisgrün



R_6 Himmelblau



R_7 Asterviolett



R_8 Fliederviolett

$R_9 - R_{15}$ gesättigte Farben



R_9 Rot gesättigt



R_{10} Gelb gesättigt



R_{11} Grün gesättigt



R_{12} Blau gesättigt



R_{13} Rosa Hautfarbe



R_{14} Blattgrün



R_{15} Hautfarbe

Quelle: XAL

Ist der Mittelwert aus $R_1 - R_8$



R_1 Altrosa



R_2 Senfgelb



R_3 Gelbgrün



R_4 Hellgrün



R_5 Türkisgrün



R_6 Himmelblau



R_7 Asterviolett



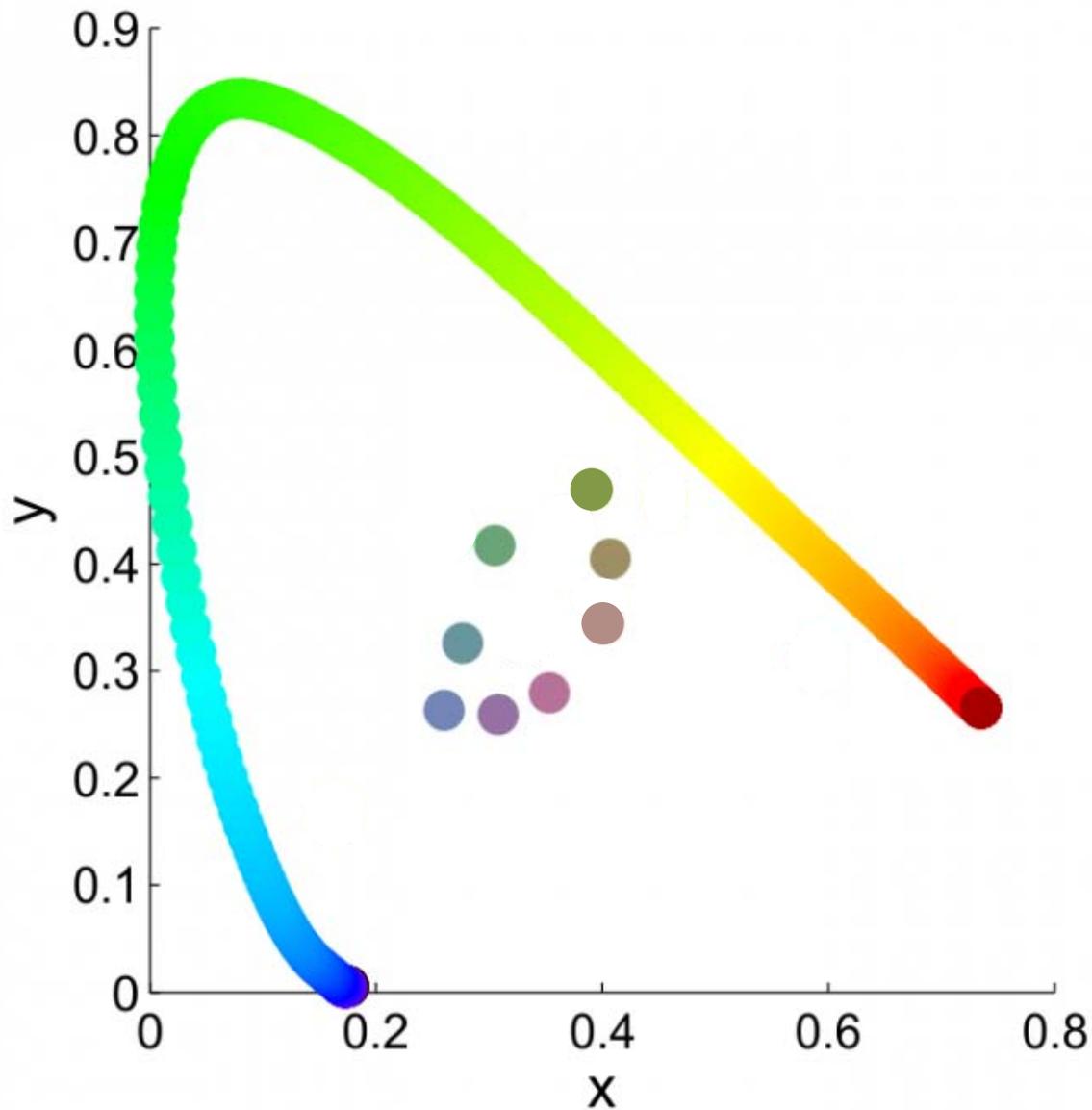
R_8 Fliederviolett

$$R_a = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_8}{8}$$

Die Lichtqualität wird nur auf Grund der Gleichfarbigkeit zu diesen 8 Pastellfarben bewertet!

Die Farbsättigung findet aktuell keine Beachtung!

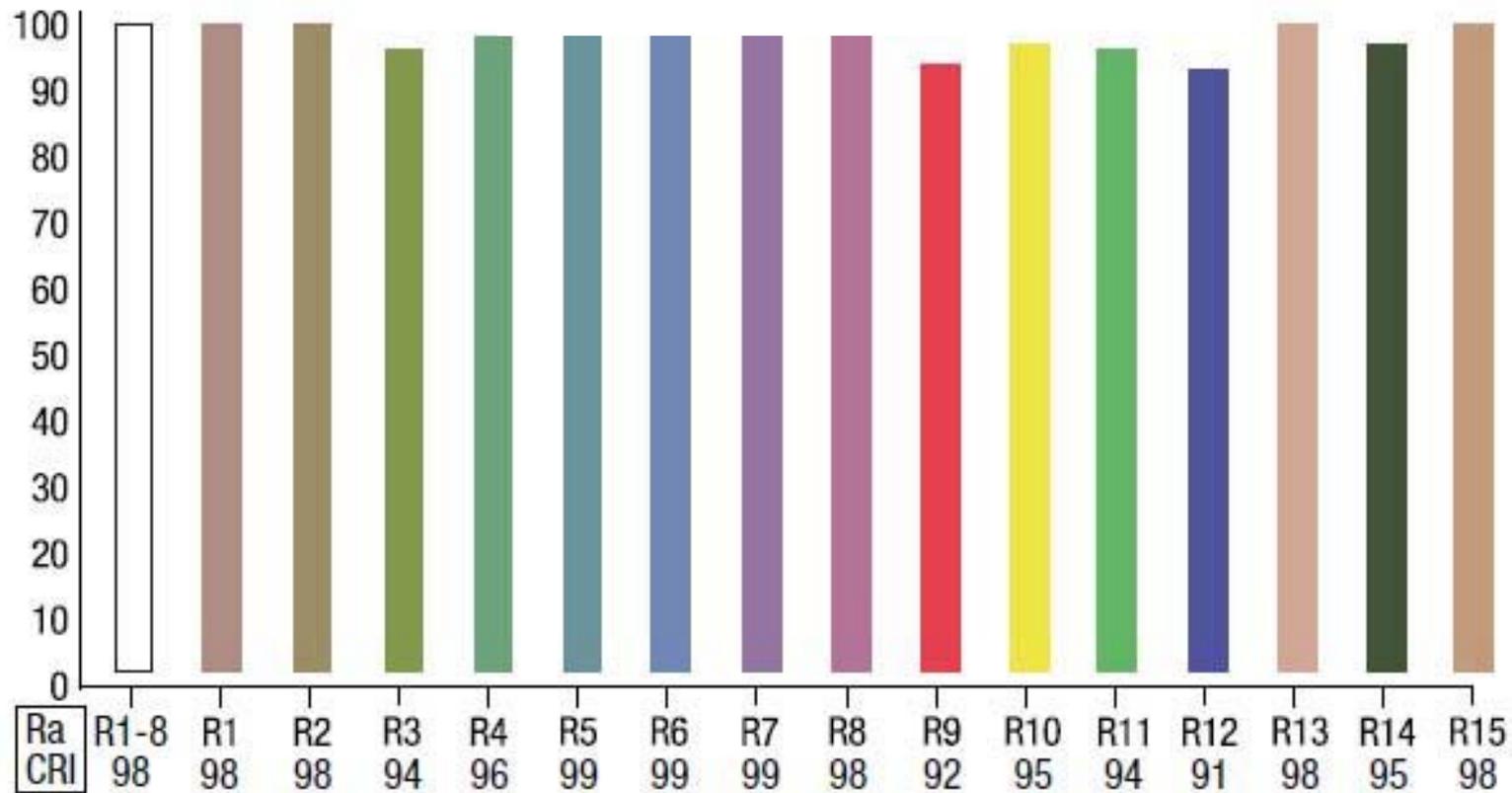
8 Testfarben im CIE 1931 Diagramm



Alle anderen
Reflexionsfarben
bleiben
unberücksichtigt!

Beispiel: CRI >90, typical CRI 95

FARBWIEDERGABEWERTE DER REFERENZFARBEN
NACH CIE 13.3 (1995) - LESELICHT



Leuchten Datenblattangaben – 8 Werte

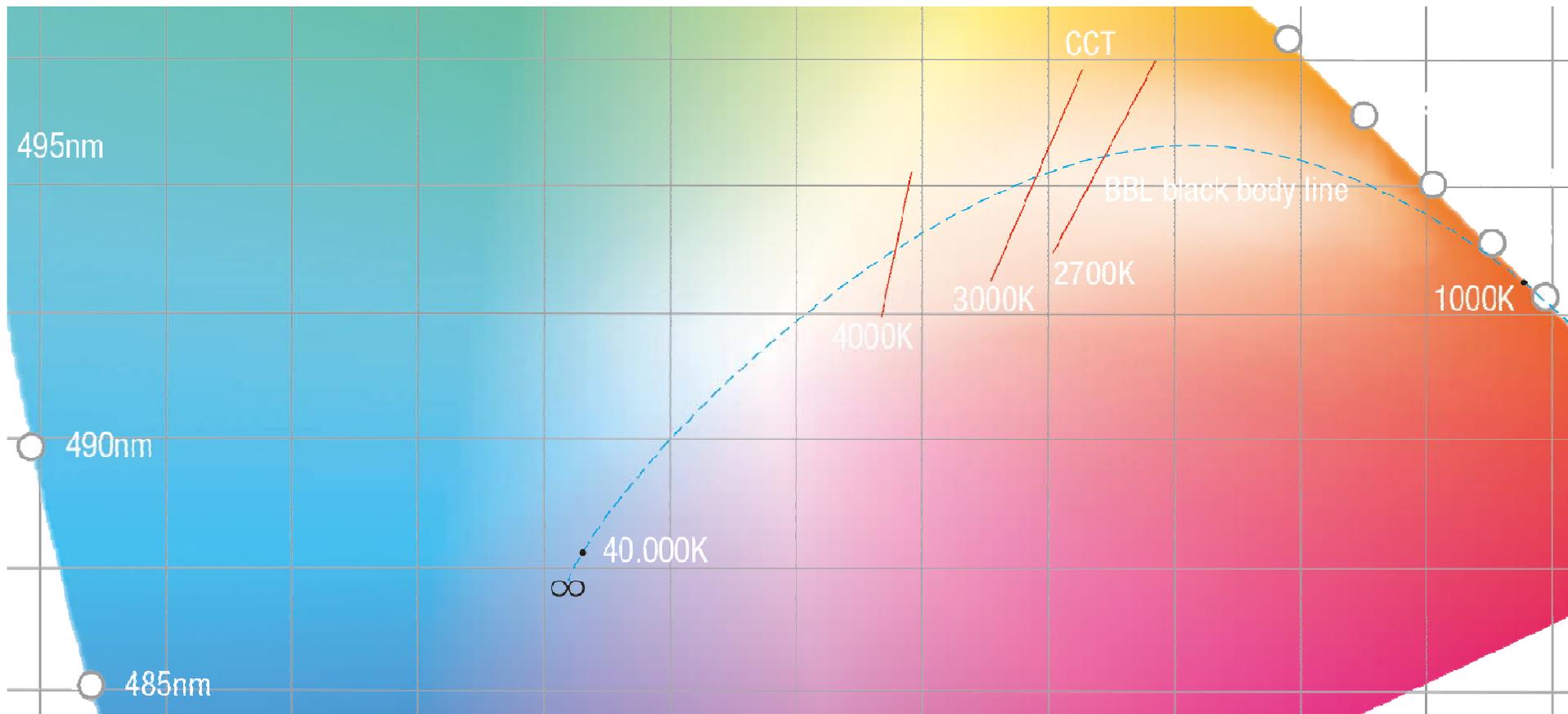
| | |
|--|---|
| Leuchtenleistung: | P [W] |
| Leuchten-Lichtstrom: | Φ_v [lm] |
| Leuchten-Lichtausbeute: | η_v [lm/W] |
| Farbwiedergabe: | CRI oder R_a (mind. oder \geq) |
| Farborttoleranz (Anfangswert): | (Anzahl MacAdam-Ellipsen) |
| Mittlere Bemessungslebensdauer L_x : | L_{80} [h] |
| Umgebungstemperatur: | t_q [°C] (wenn kein Wert angegeben ist $t_q = 25^\circ\text{C}$) |

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Ähnlichste Farbtemperatur CCT (K)

CCT correlated color temperature

Linien ähnlichster Farbtemperatur im CIE 1931



Quelle: XAL

Leuchten Datenblattangaben – 8 Werte

| | |
|--|---|
| Leuchtenleistung: | P [W] |
| Leuchten-Lichtstrom: | Φ_v [lm] |
| Leuchten-Lichtausbeute: | η_v [lm/W] |
| Farbwiedergabe: | CRI oder R_a (mind. oder \geq) |
| Ähnlichste Farbtemperatur: | T_{cp} oder CCT [K] |
| Farbwiedergabe (Farbwiedergabeindex): | R_a (mind. oder \geq) |
| Mittlere Bemessungslebensdauer L_x : | L_{80} [h] |
| Umgebungstemperatur: | t_q [°C] (wenn kein Wert angegeben ist $t_q = 25^\circ\text{C}$) |

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Farborttoleranz, initial (Anfangswert)

= Aussage über die Binning-Qualität

Binning ist eine Klassifizierung nach 4 Leistungsmerkmalen



Quelle: „unknown“ Internet

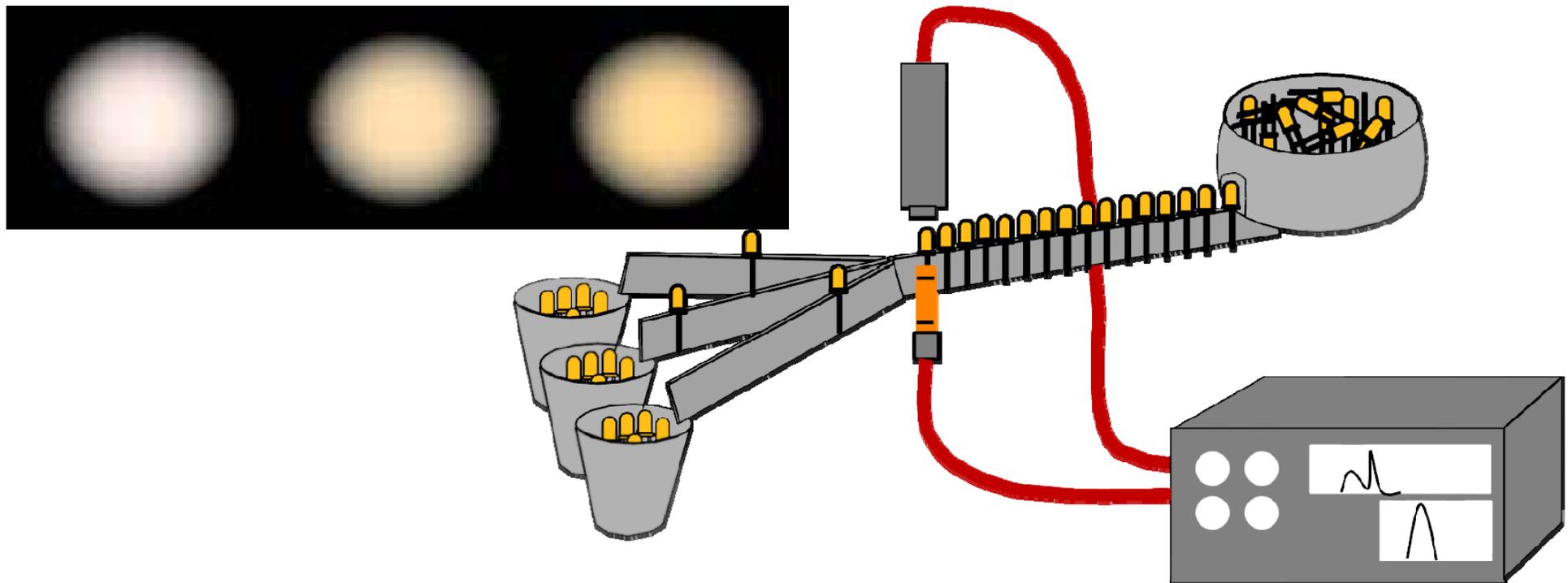
... ist eine Klassifizierung nach 4 Leistungsmerkmalen

Farbtemperatur/ Farbort

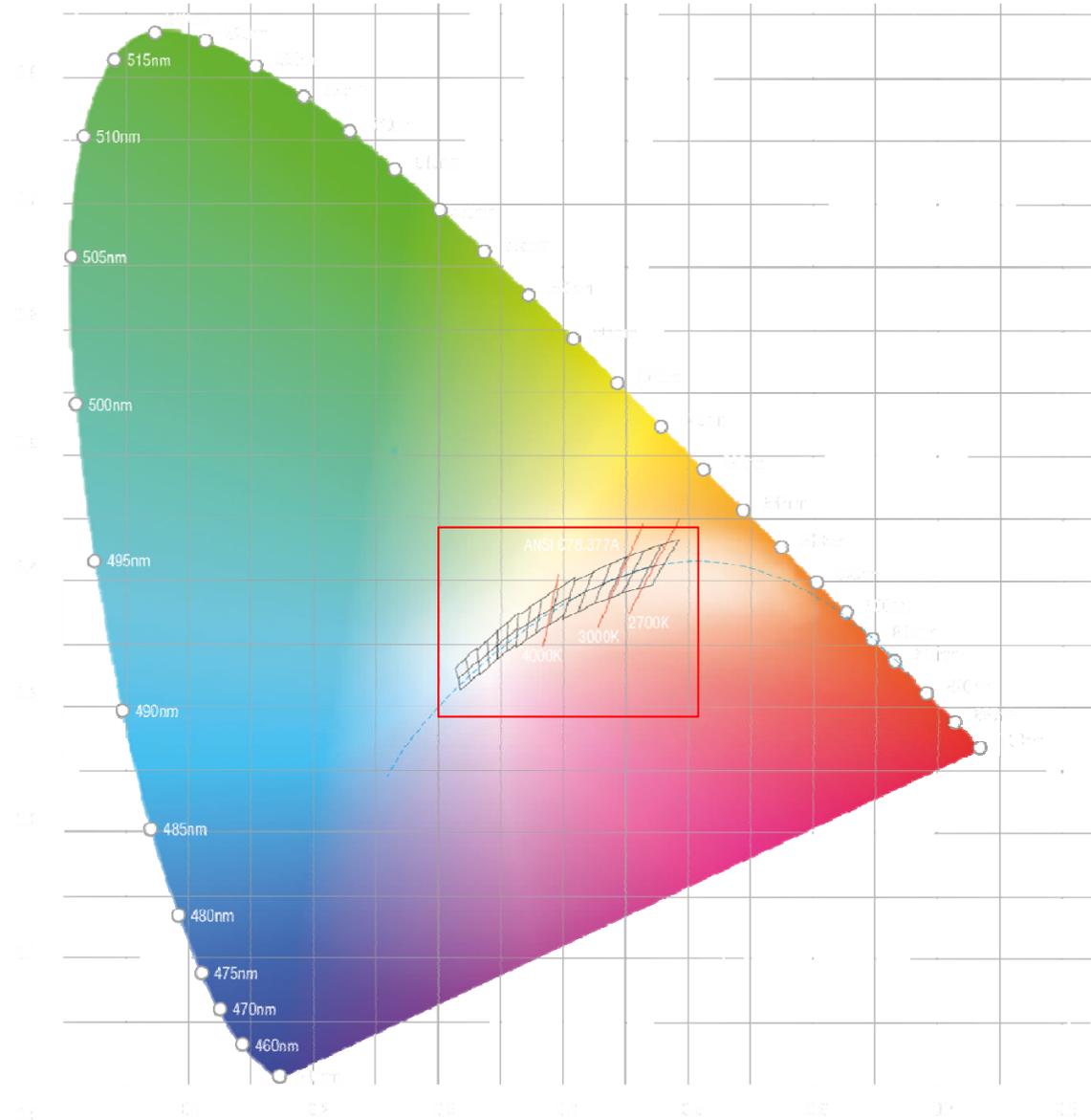
Farbwiedergabewert R_a / CRI (color rendering index)

Helligkeitswert / luminous flux

Vorwärtsspannung / forward voltage

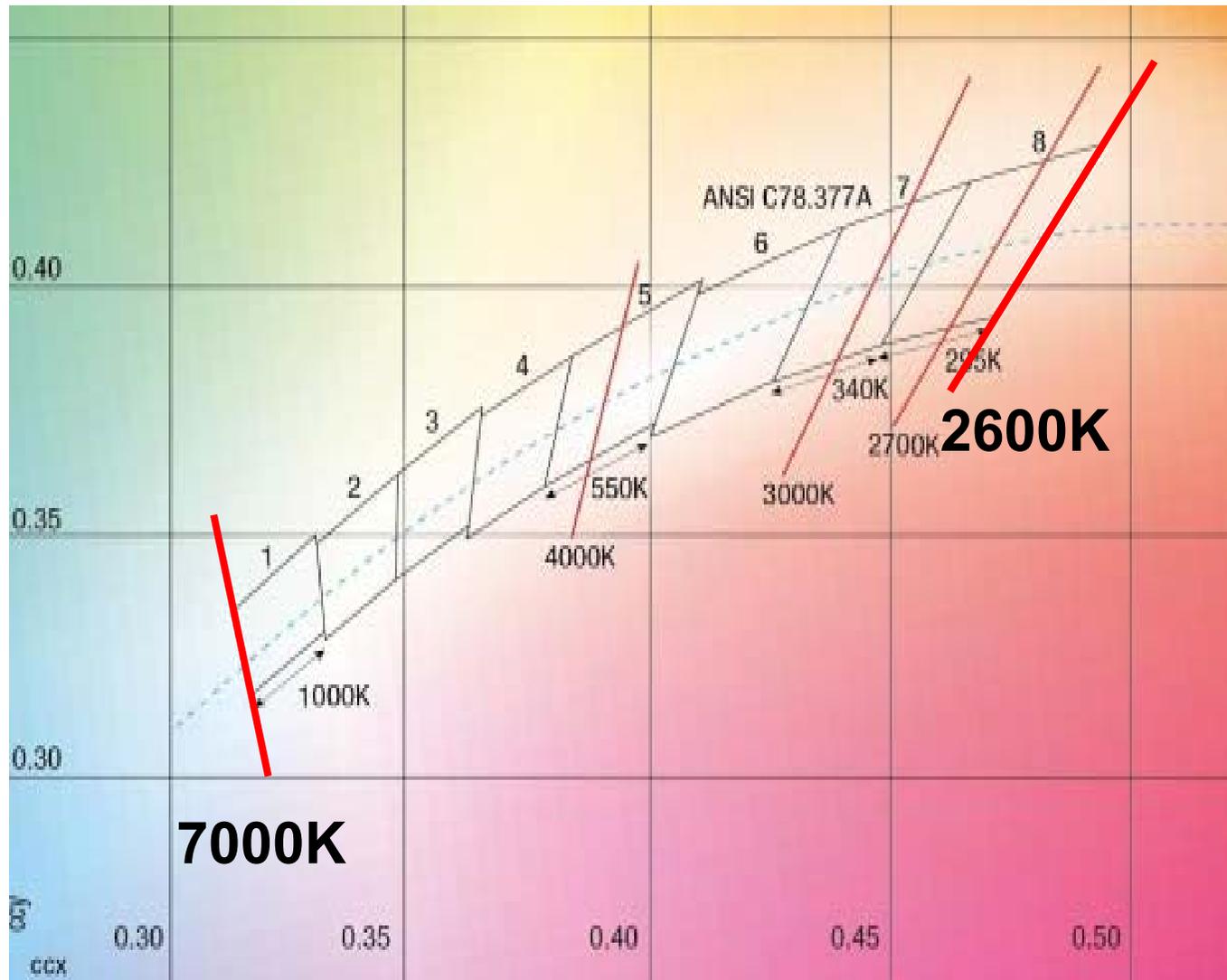


Der Weißlicht-Bereich um die BBL wird gebinnt



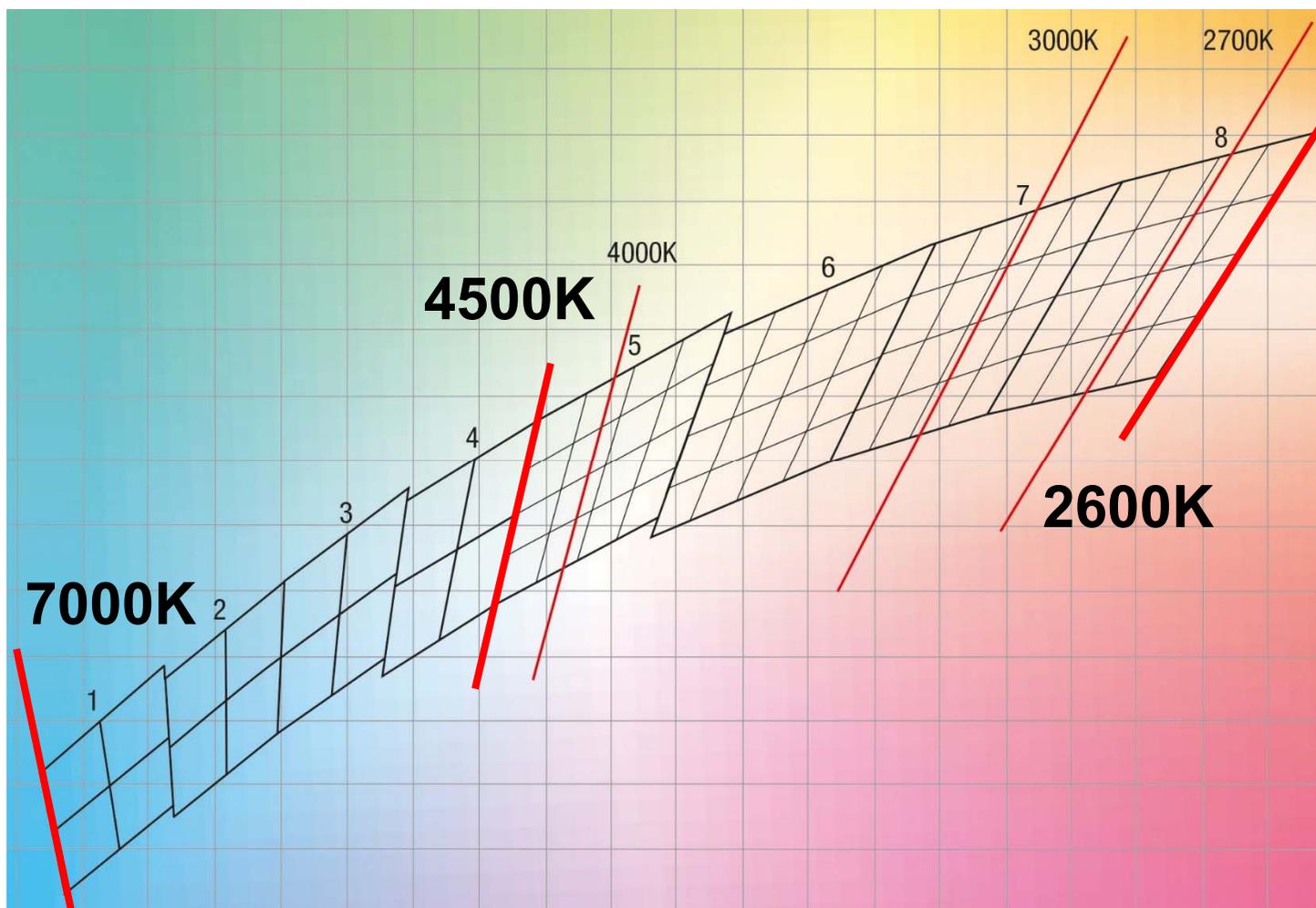
Binning ANSI C78.377A

Zwischen 2600K und 7000K werden 8 Farbbereiche definiert

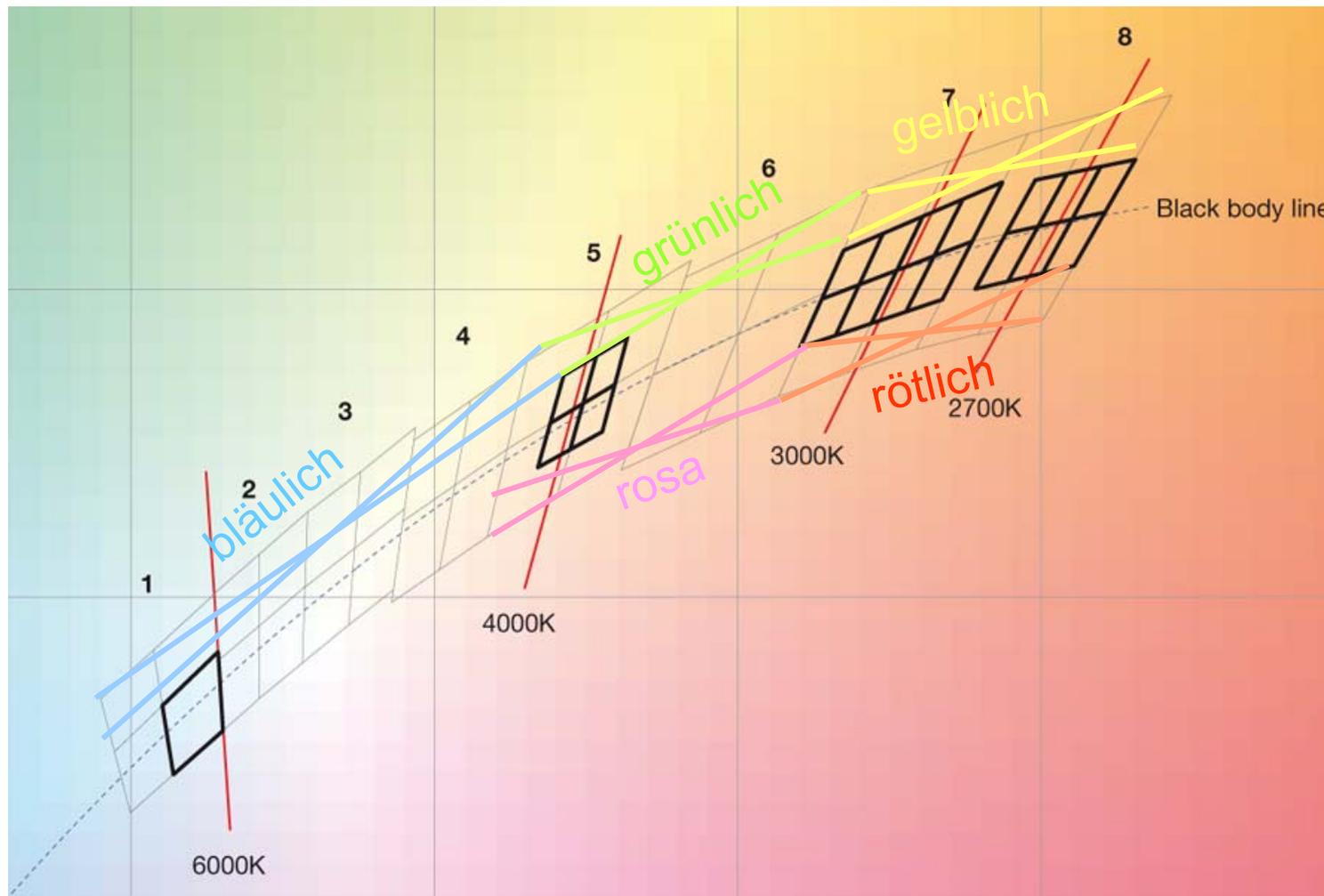


Quelle: XAL

Die Farbbereiche werden weiter unterteilt



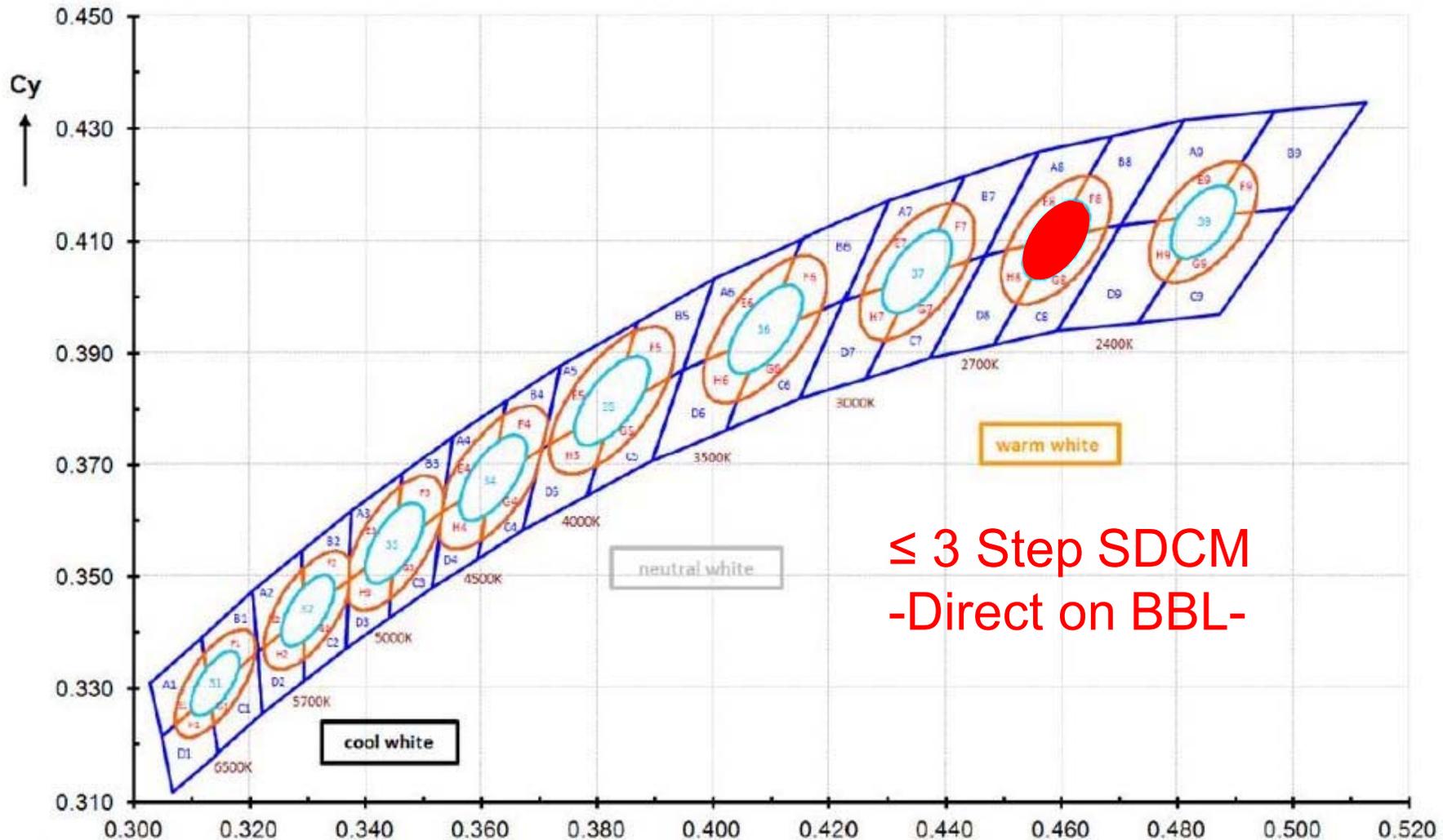
Nicht auf der BBL liegende Bins haben einen Farbstich
Bins hoher Qualität liegen an oder auf der BBL!



Farborttoleranz initial (Anfangswert)

Zentrumsbinning= Top-Qualität

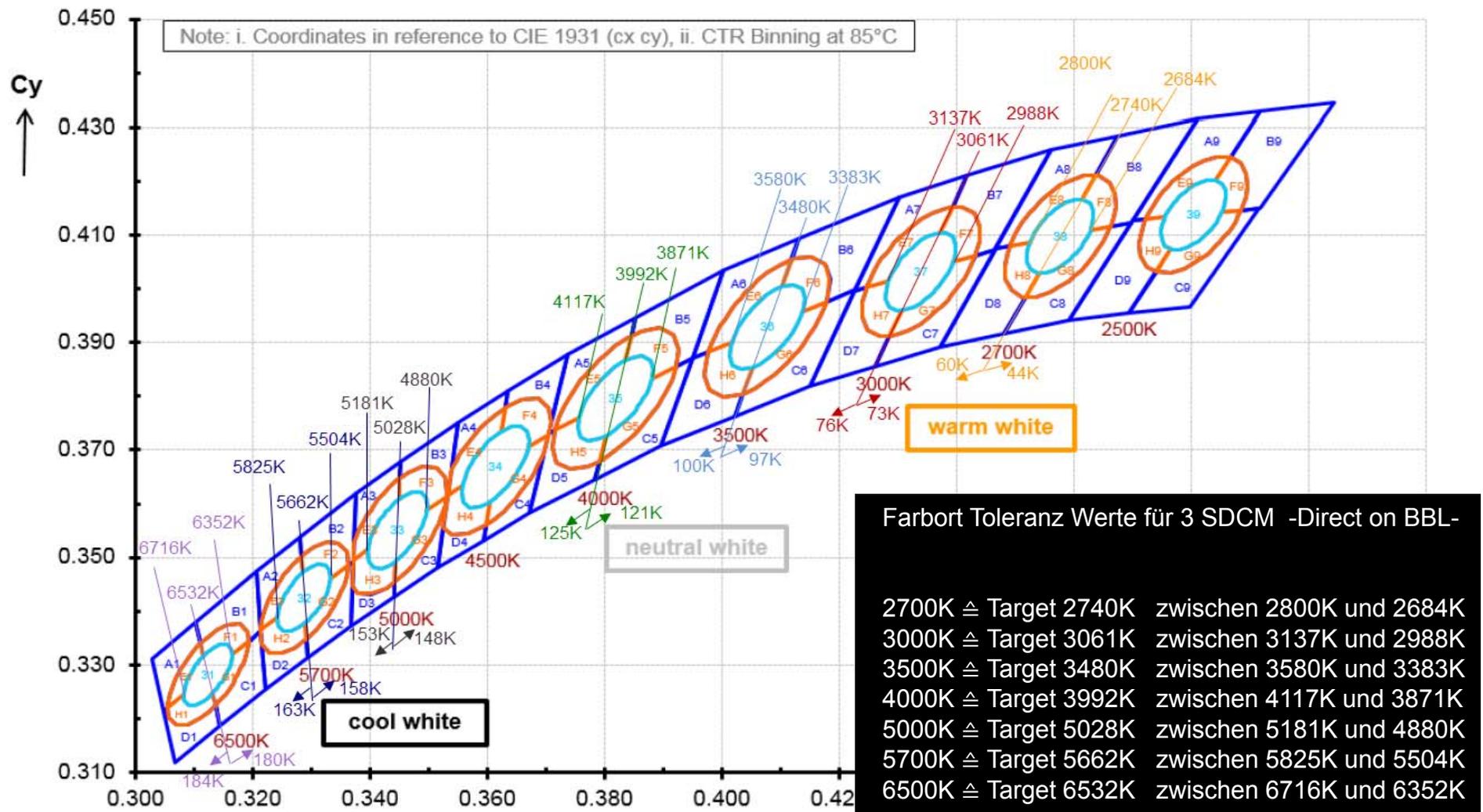
Direkt auf der BBL liegende Bins sind reinweiß



Quelle: OSRAM

Farbort-Toleranz initial (Anfangswert)

Die ausgeschriebene Farbtemperatur entspricht nicht dem mittlerem Farbort! Hier gibt es eine Abweichung bis zu 68K



Quelle: OSRAM

Quelle: XAL

Farborttoleranz initial (Anfangswert) = Eindeutige Farbort Definition

Die Größe des Bereiches innerhalb alle LED-Farborte liegen!
Die Verortung muss angegeben sein!

Bsp: 3000K

Größe
Farbort-Toleranz
(Anfangswert)

Position
zur BBL

Target
CCT
(Farbtemperatur)

3 SDCM



Direkt on BBL

Wird in der Regel nicht angegeben



3061K

Wird in der Regel nicht angegeben



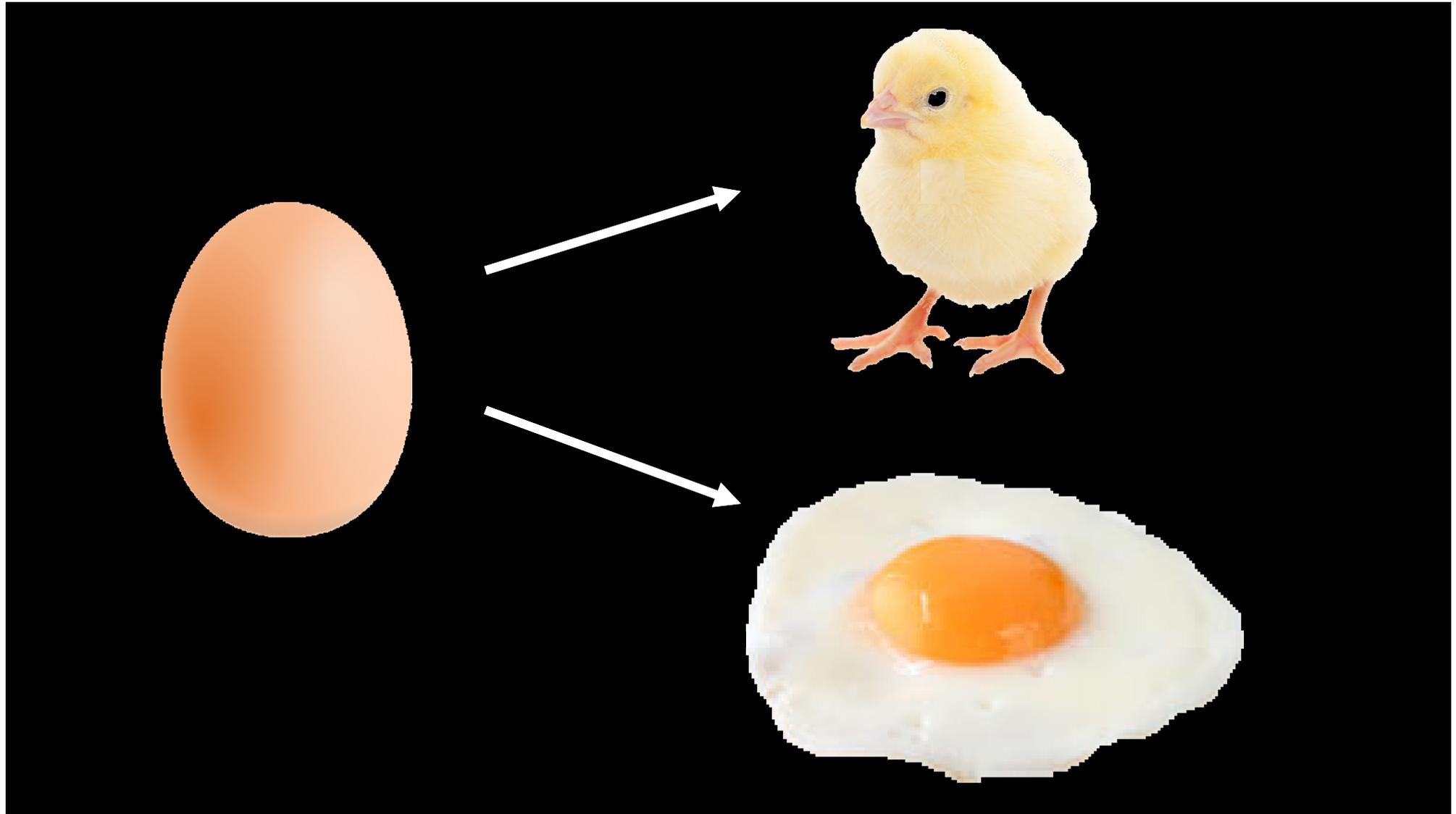
Leuchten Datenblattangaben – 8 Werte

| | |
|--|---|
| Leuchtenleistung: | P [W] |
| Leuchten-Lichtstrom: | Φ_v [lm] |
| Leuchten-Lichtausbeute: | η_v [lm/W] |
| Farbwiedergabe: | CRI oder R_a (mind. oder \geq) |
| Ähnlichste Farbtemperatur: | T_{cp} oder CCT [K] |
| Farborttoleranz (Anfangswert): | (Anzahl MacAdam-Ellipsen) |
| Mittlere Bemessungslebensdauer L_x : | L_{80} [h] |
| Umgebungstemperatur: | t_q [°C] (wenn kein Wert angegeben ist $t_q = 25^\circ\text{C}$) |

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Temperatur hat Einfluss auf das Ergebnis

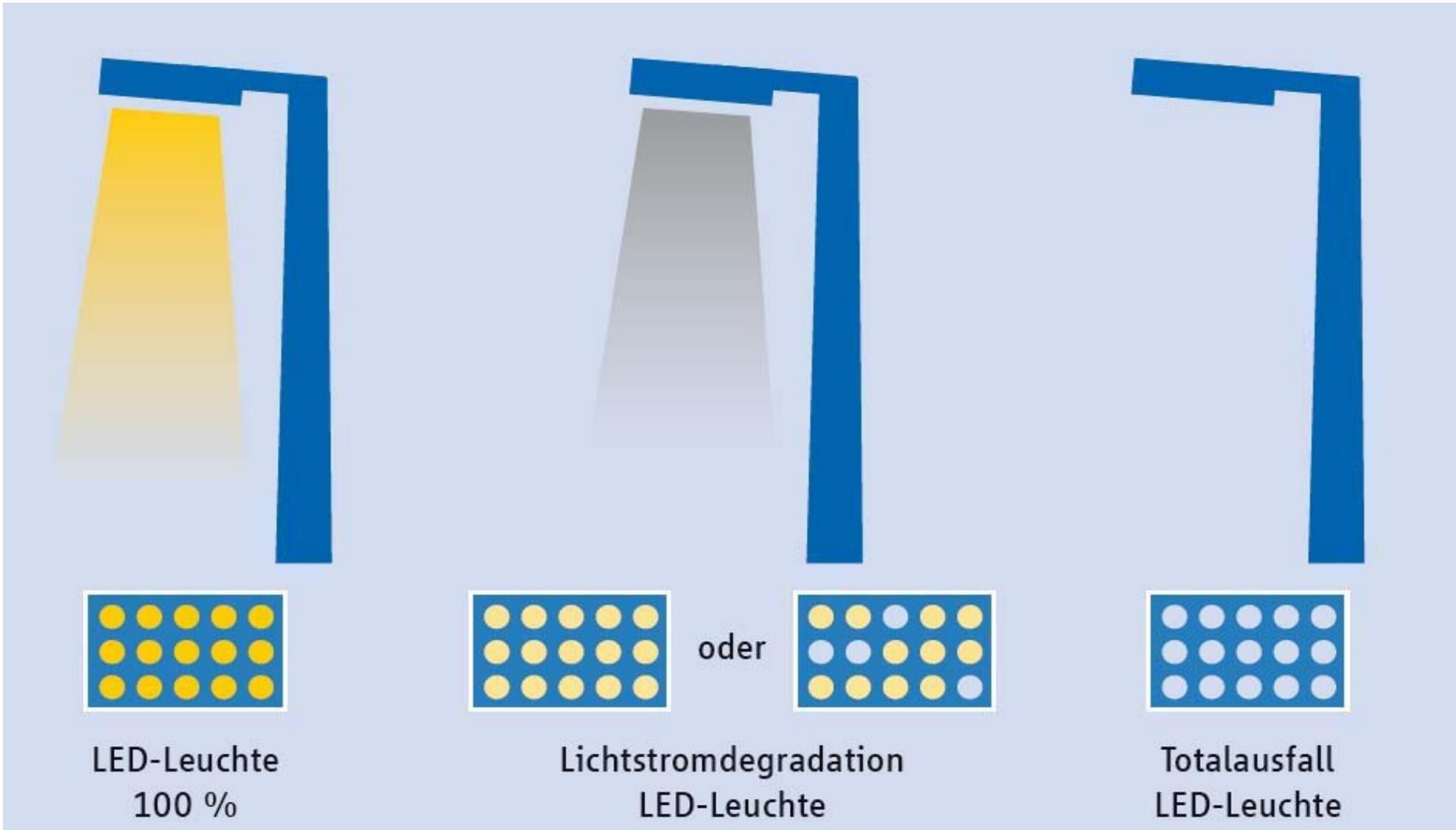
Die Geschwindigkeit der Alterung ist von der Temperatur abhängig



Quelle: „unknown“ Internet

Mittlere Bemessungslebensdauer wird nur bei 25°C erreicht

Neuzustand, Degradation, Totalausfall



Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Mittlere Bemessungs-Lebensdauer

Definiert den mittleren mindesten Lichtstrom nach einer Bemessungs-Zeit, bei einer definierten Umgebungstemperatur

> 80%

∅

nach 50'h

@ 25° C

L80

B50

50'h

T_q 25° C

Muss nicht extra angeführt werden

Muss nicht extra angeführt werden



Die Nutzlebensdauer L_{xx}

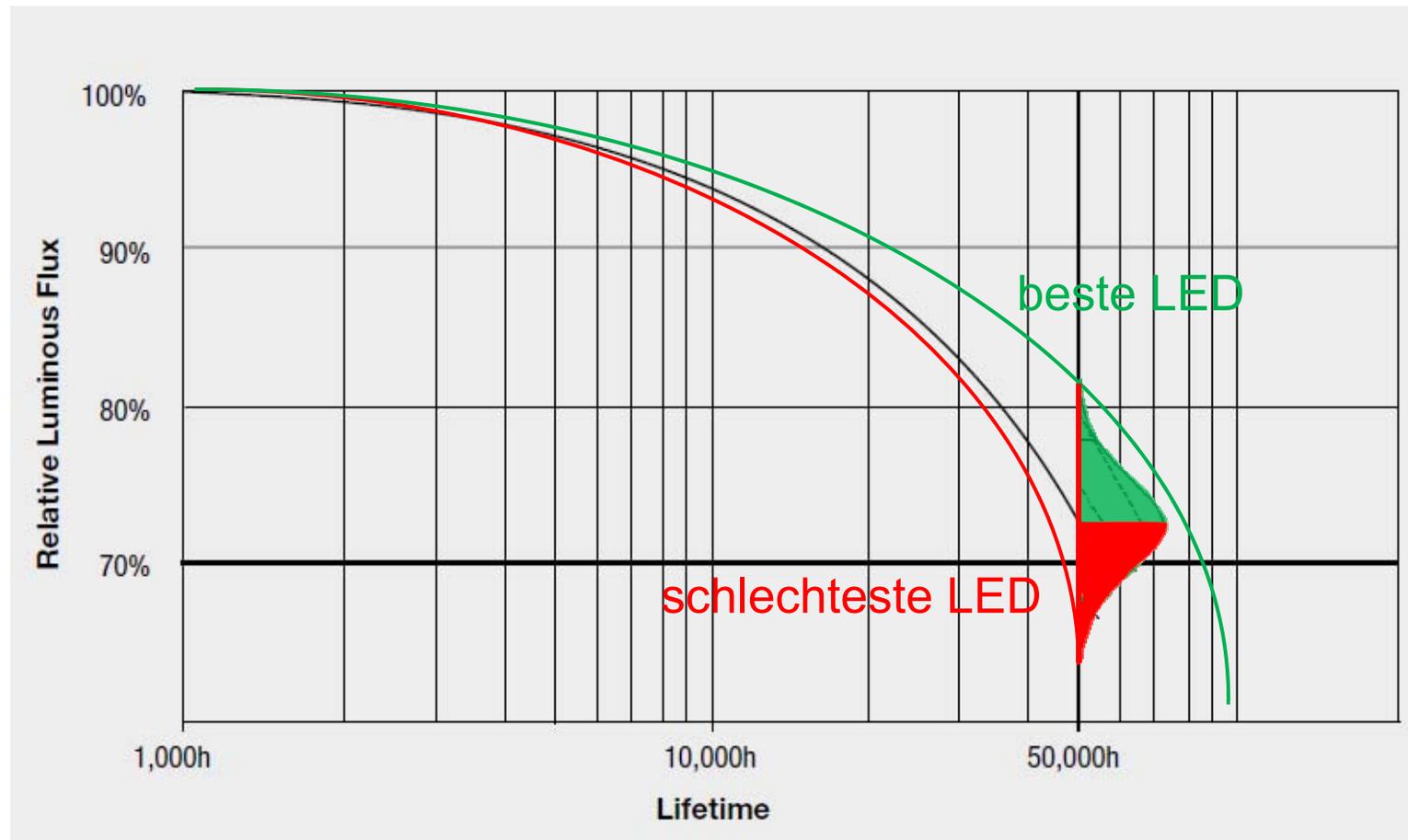
Berücksichtigung des Lichtstromrückgangs (B_{yy})

Berücksichtigung von Totalausfällen (C_{zz})

Mittlere Bemessungs-Lebensdauer

Der B-Wert

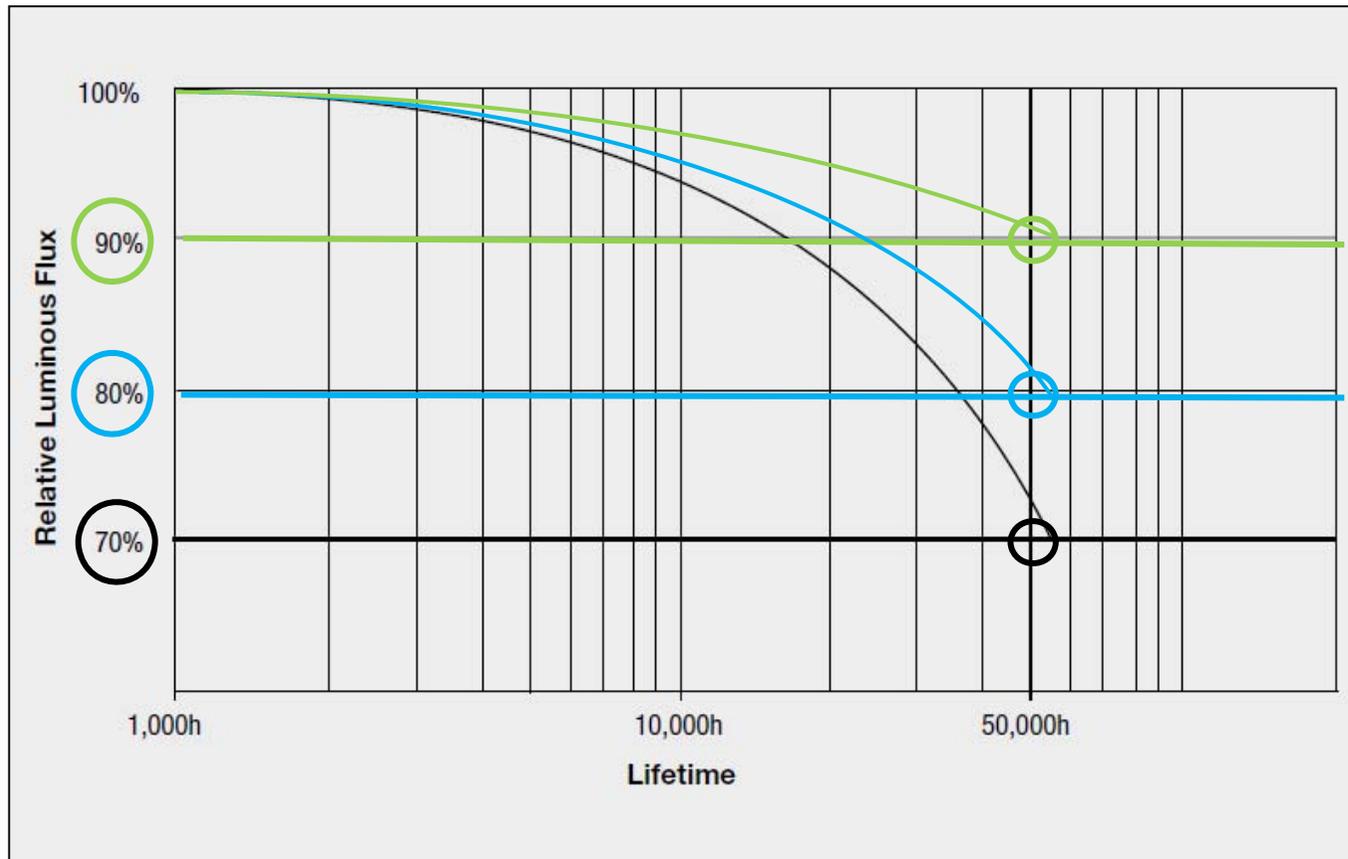
B 50 (Median) = Mittelwert



Quelle: XAL

L-Wert L70/L80/L90

Die Lebensdauer ist bestimmt durch Stromstärke und Kühlkapazität



Mehrwert: +13,8%



Mehrwert: +14,3%



Quelle: XAL

L-Wert L70/L80/L90

Mehrwert: +13,8%



Mehrwert: +14,3%



Mehrwert ergibt sich durch:
höhere LED Anzahl +
niedriger Betriebsstrom +
niedrigere Betriebstemperatur

Der L-Wert ist Teil des Wartungsfaktors

Der Lichtplaner multipliziert den netto Lichtstrom mit der L-Wert/100

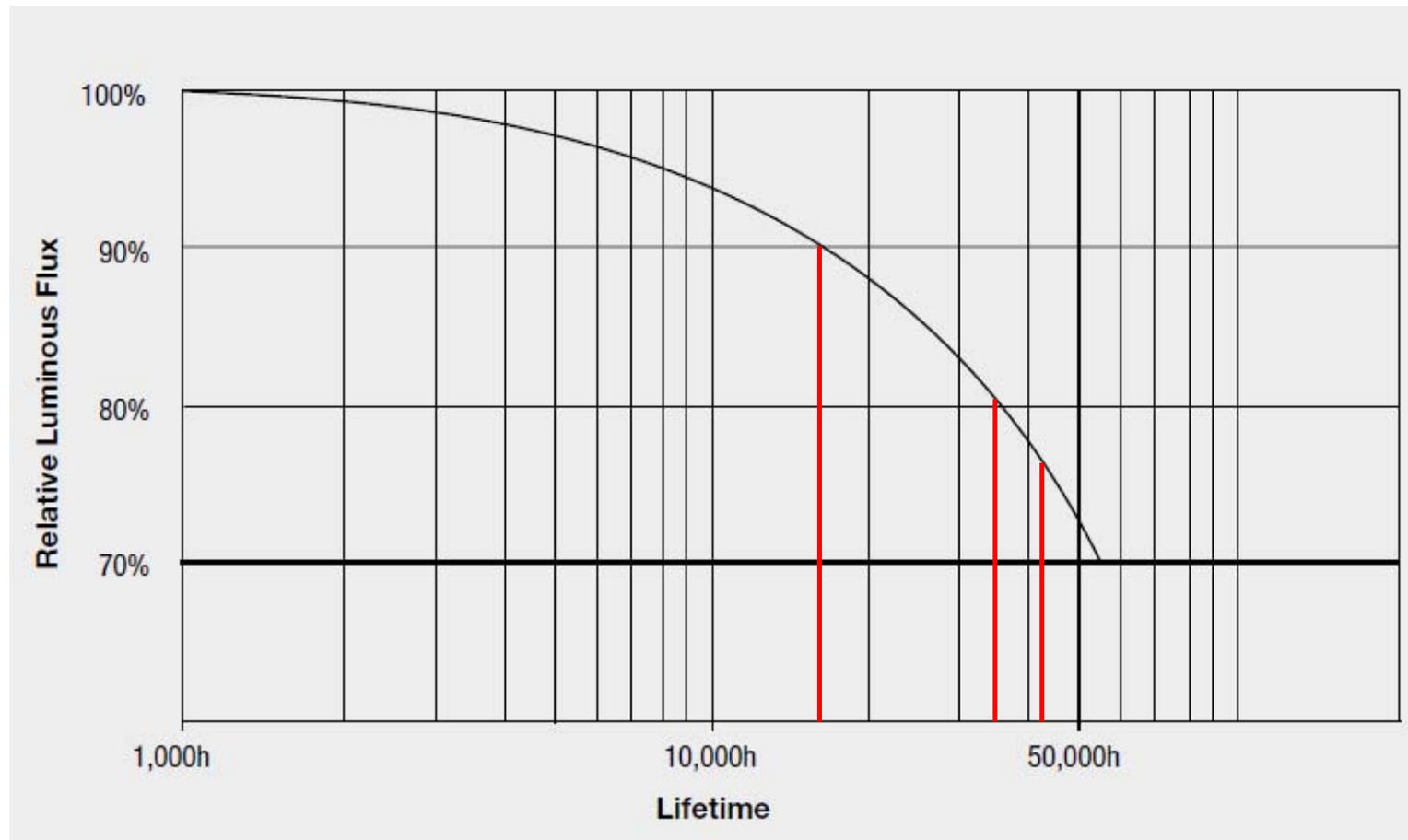
Bsp: $2000\text{lm} \times 0,8 = 1600\text{lm}$

$2000\text{lm} \times 0,9 = 1800\text{lm}$

Somit hat die Leuchte, am Ende der Bemessungslebensdauer um den Mehrwert einen höheren Lichtstrom – umgerechnet werden anteilig weniger Leuchten benötigt

Mittlere Bemessungs-Lebensdauer

C – Wert Die Berücksichtigung von Totalausfällen (C_z)



z.B. bedeutet C3, dass drei Prozent einer Menge gleichartiger Led-Leuchten innerhalb der Lebensdauer vollkommen ausgefallen sind

Leuchten Datenblattangaben – 8 Werte

Bei Angabe dieser 8 Werte sind Led Produkte vergleichbar!

| | |
|--|---|
| Leuchtenleistung: | P [W] |
| Leuchten-Lichtstrom: | Φ_v [lm] |
| Leuchten-Lichtausbeute: | η_v [lm/W] |
| Farbwiedergabe: | CRI oder R_a (mind. oder \geq) |
| Ähnlichste Farbtemperatur: | T_{cp} oder CCT [K] |
| Farborttoleranz (Anfangswert): | (Anzahl MacAdam-Ellipsen) |
| Mittlere Bemessungslebensdauer L_x : | L_{80} [h] |
| Umgebungstemperatur: | t_q [°C] (wenn kein Wert angegeben ist $t_q = 25^\circ\text{C}$) |

Quelle: ZVEI „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“

Leitfaden

Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung

Begriffe, Definitionen und Messverfahren:
Grundlagen für Vergleichbarkeit

2. Ausgabe



Allgemeine LED Ausschreibungs-Informationen

Die folgenden 8 Punkte sind für eine objektive Vergleichbarkeit zwingend bei LED Leuchten anzugeben.

- 1) **Leuchten Leistung:** P (Power) in W (Watt)
Die Angabe ist die Systemleistung inklusive Konverter-, Treiber- und Systemleitungs-verlusten. Leistungen unter 10 W sind mit einer Kommastelle anzugeben. Es ist ein typischer Wert, der über die gesamte Fertigungs-Breite gültig ist, anzugeben. Bedingt durch Bauteiltoleranzen darf der Wert eine maximale Abweichung vom Bemessungswert von +10% aufweisen.
- 2) **Leuchten Lichtstrom:** $\Phi_{v (visuell)}$ (phi) in lm (Lumen)
Die Angabe ist der Lichtstrom des thermisch eingeschwungen Systems. Angegeben wird der Lichtstrom Neuwert der Leuchte. Der Wirkungsgrad des optischen Systems (Linse, Reflektor, o.ä.) und der Halterung (Linsenhalter, Einbauring, o.ä.) sind zu berücksichtigen. Es ist ein typischer Wert, der über die gesamte Fertigungs-Breite gültig ist, anzugeben. Bedingt durch Bauteiltoleranzen darf der Wert nicht mehr als 10% vom Bemessungswert abweichen.
- 3) **Leuchten Lichtausbeute:** $\eta_{v (visuell)}$ (eta) in lm/W (Lumen/Watt)
Das Verhältnis von Leistung / Lichtstrom ergibt die Effizienz. Dieser Wert ist je Artikel und Lichtfarbe anzugeben.
- 4) **Farbwiedergabe:** CRI (Colour rendering index) oder R_a (Farbwiedergabe Index) (mind. oder \geq)
Eine zusätzliche Angabe des typischen Wertes kann erfolgen z.B.: R_a (typ).
Eine zusätzliche Angabe der $R_9 - R_{15}$ Werte ist zulässig.
- 5) **Ähnlichste Farbtemperatur:** $T_{cp (Color Point)}$ oder CCT (Correlated colour temperature) in K (Kelvin)
Ist die Angabe der Lichtfarbe, wobei die Farbort Toleranz zwingend zusätzlich angegeben werden muss.
- 6) **Farbort Toleranz Anfangswert:** Anzahl (Step) SDCM (Standard Deviation of Colour Matching) (trivial auch mit MacAdam-Ellipsen bezeichnet).
z.B.: Initial ≤ 3 SDCM
Farbort Toleranz Endwert (optional):
Um eine Aussage über die Farbortveränderung über die Lebensdauer zu erhalten, (den Colour Point Shift) wäre auch noch eine finale Angabe mit Zeitangaben optimal. Z.B.: final50.000h ≤ 7 SDCM

Die Qualität der Farbort-Sortierung (Binning) kann zusätzlich noch mit der Position zur BBL (Black Body Line) bezeichnet werden. Ein direkt auf der BBL liegendes Binning hat die höchste Qualität. Z.B.: located direct on BBL

Alternativ: SDCM- gleichbedeutend wie MacAdam-Ellipse
- 7) **Mittlere Bemessungslebensdauer:** L_{xx} (h) (B50)
Typische L- Werte sind L70, L80 oder L90. Der L_{xx} -Wert ist die Bemessungslebensdauer L mit dem mindestens verbleibenden Lichtstrom in (xx)%, typischer Weise $L_{xx} 50.000h$
Der B_{xx} Wert gibt Auskunft über die Verteilung, welche Menge an LEDs unter diesen L-Wert fällt. Der Typische B-Wert ist B50, d.h. maximal 50% der LEDs weisen einen Lichtstrom auf, der kleiner dem angegebenen L-Wert ist. B50 entspricht etwa dem Mittelwert.
Falls kein B-Wert angegeben ist wird bei der Innenbeleuchtung B50 angenommen und im Außenbereich B10.
- 8) **Umgebungstemperatur:** $t_{ambient}$ in °C
Gibt die, über den gesamten Bemessungszeitraum, maximal herrschende Umgebungstemperatur an, bei der die Leuchte die angegebene mittlere Bemessungslebensdauer erreicht. Falls keine Angabe vorhanden ist wird $t_{ambient} \leq 25$ °C angenommen

Zusammenfassend ein Beispiel, einer umfassend beschriebenen Leuchte:

10W/ 750lm/ 75lm/W/ $R_a \geq 80$ / R_a (typ)84/ 3000K/ Initial ≤ 3 SDCM/ final50.000h ≤ 7 SDCM/ located direct on BBL/ L80/B50/50.000h/ @ $t_{ambient} \leq 25$ °C

Die Werte sind als Bemessungswerte anzugeben, die als typische Werte über die Fertigungsbreite des jeweiligen Produktes zu verstehen sind.

Zusammenfassend ein Beispiel, einer umfassend beschriebenen Leuchte:

10W

750lm

75lm/W

$R_a \geq 80$ /

3000K/

Initial ≤ 3 SDCM/ /

L80/B50/50.000h

@ $t_a \leq 25$ °C

$R_a(\text{typ})84$ Wird in der Regel nicht angegeben

Target: 3061K Wird in der Regel nicht angegeben

located direct on BBL Wird in der Regel nicht angegeben

final_{6.000h} ≤ 4 SDCM Wird in der Regel nicht angegeben

Dank an den ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.) für die Genehmigung aus der Broschüre „Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“ zu zitieren und Grafiken zu verwenden.

Danke für Ihr Interesse

Kontakt: Mag. Dominik Alder
XAL GmbH
8055 Graz
dominik.alder@xal.com
www.xal.com