

## Inhaltsverzeichnis

<b>Über dieses Dokument</b> .....	2
<b>Was ist TM-30?</b> .....	2
<b>Was sind die wichtigsten Parameter von TM-30?</b> .....	2
<b>Was ist der Fidelity Index, Rf?</b> .....	3
<b>Was ist der Gamut Index, Rg?</b> .....	3
<b>Ich habe unterschiedliche grafische Darstellungen gesehen, wozu werden diese benutzt?</b> .....	4
Spektrale Leistungsverteilung .....	4
Fidelity Index und Fidelity Index je Farbtongruppe .....	5
Color Vector Graphic .....	6
Chroma Change by Hue .....	7
Rf-Rg Plot .....	8
<b>Zusammenfassung und Interpretation</b> .....	8

## 1. Über dieses Dokument

Tridonic hat damit begonnen, TM-30-Informationen für ausgewählte Produkte bereitzustellen.

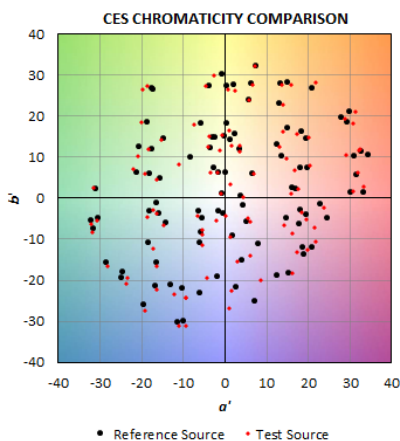
Produktdatenblätter führen die wichtigsten Werte auf, TM-30 Excel-Blätter sind auf Anfrage erhältlich und bieten zusätzliche Informationen in grafischer Form.

Dieses Dokument erklärt, was TM-30 ist und wie die verschiedenen Informationen verwendet werden können.

## 2. Was ist TM-30?

TM-30 ist ein Verfahren zur Bewertung der Farbwiedergabe von Lichtquellen. Im Vergleich zu CIE CRI ist es detaillierter und enthält mehr Informationen.

Die Grundlage bildet der Vergleich von 99 Farbmustern ("color evaluation samples", CES). Die folgende Grafik zeigt ein Beispiel für Testquelle (rot) und Referenzquelle (blau) im CAM02-UCS-Diagramm (Color Appearance Modell 2002 - Uniform Color Space).  $a'$  korreliert mit Rot-/Grüntönen,  $b'$  korreliert mit Blau-/Gelbtönen,  $J'$  (nicht dargestellt) korreliert mit der Helligkeit der Farbe.



Die Bewertung der Farbdifferenz erfordert eine Methode zur Messung der Entfernung zwischen Farben. Das weit verbreitete CIE1931-xy-Farbdiagramm bietet keine Möglichkeit, Farbabstände zu messen. Daher werden MacAdam-Ellipsen verwendet, die denselben Farbabstand von der Mitte zur Grenze haben. In der Farbwiedergabeberechnung nach CIE wird der CIE 1964 (U, V, W\*)-Farbraum verwendet. Von diesem Farbraum ist inzwischen aber bekannt, dass er ungenau ist.

## 3. Was sind die wichtigsten Parameter von TM-30?

TM-30 hat zwei Hauptparameter:

- \_ Fidelity-Index  $R_f$  für Farbtreue
- \_ Relative Gamut-Index  $R_g$  für Sättigung

## 4. Was ist der Fidelity Index, $R_f$ ?

Color fidelity beschreibt die Ähnlichkeit von Farben. Dazu werden die 99 CES für die Testquelle und eine Referenzquelle mathematisch verglichen.

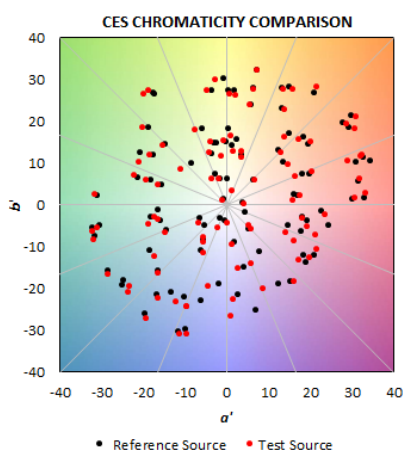
Der resultierende  $R_f$ -Wert kann zwischen 0 und 100 liegen und beschreibt die durchschnittliche Differenz für alle 99 CES. Ein Wert von 100 steht für eine genaue Übereinstimmung mit der Referenz.

Als Durchschnittswert gibt  $R_f$  keinen Hinweis darauf, welche Arten von Farben am stärksten verzerrt sind oder ob die Verzerrungen Erhöhungen der Sättigung, Verringerungen der Sättigung oder Farbtonverschiebungen sind.

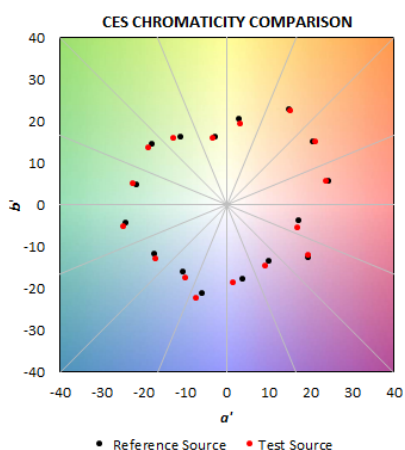
Das Hinzufügen des Gamut-Index  $R_g$  kann helfen, die Einschränkungen und möglichen Fehlinterpretationen einer Bewertung ausschließlich über Farbtreue zu überwinden.

## 5. Was ist der Gamut Index, $R_g$ ?

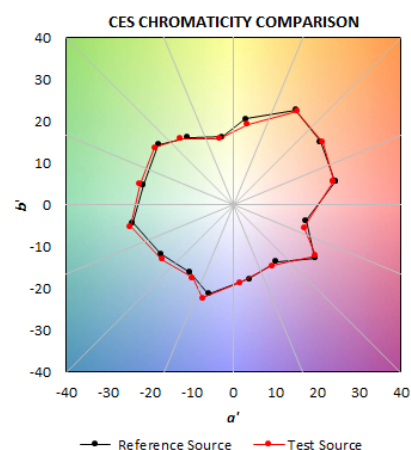
$R_g$  ist das TM-30-Maß für die durchschnittliche relative Sättigung. Die folgenden Graphen erklären, wie  $R_g$  berechnet wird:



Das Farbspektrum mit allen 99 CES für Testquelle (rot) und Referenzquelle (blau) wird in 16 Farbtongruppen ("hue bins") unterteilt.



Die durchschnittlichen Farbwerte für Testquelle (rot) und Referenzquelle (blau) werden für jede der 16 Farbtongruppen ("hue bins") berechnet.



Die durchschnittlichen Farbwerte werden verbunden und bilden zwei Polygone, ein Polygon der Testquelle ( $A_t$ ) und ein Referenzquellpolygon ( $A_r$ ).

$R_g$  ist das Verhältnis der Fläche der zwei Polygone. Es kann berechnet werden als  $R_g = 100 \times A_t / A_r$ .

Ein Ergebnis von  $R_g > 100$  zeigt eine durchschnittliche Erhöhung der Sättigung an, ein Ergebnis von  $R_g < 100$  eine durchschnittliche Abnahme.

## 6. Ich habe unterschiedliche grafische Darstellungen gesehen, wozu werden diese benutzt?

Sowohl  $R_f$  als auch  $R_g$  sind Durchschnittsmaße. Eine Einschränkung von Durchschnittsmaßen besteht darin, dass mehrere Kombinationen zu demselben Wert führen können.

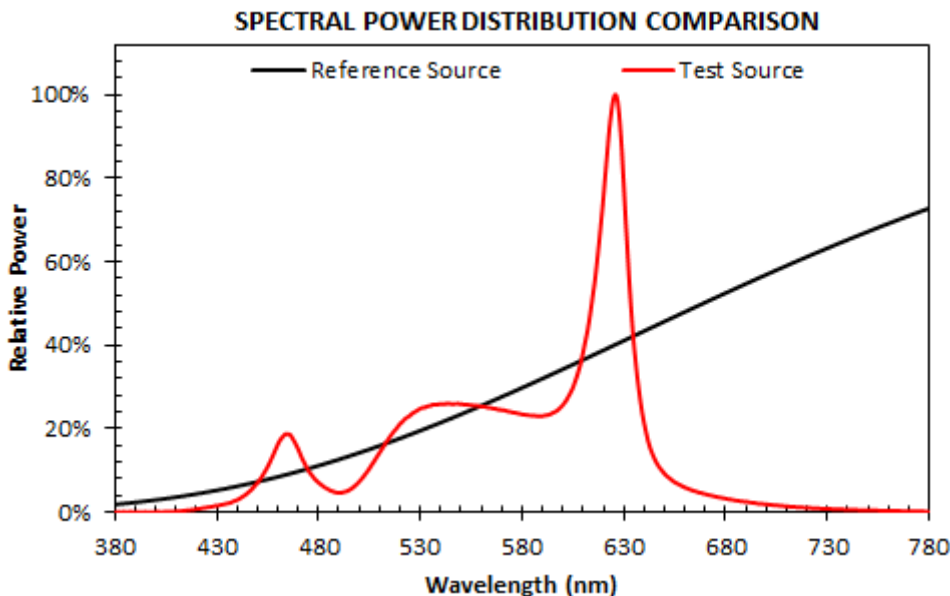
Zum Beispiel könnte eine Quelle Rottöne mit hoher Wiedergabetreue, aber keine Blautöne wiedergeben, während eine andere Quelle Blautöne gut, aber keine Rottöne wiedergeben könnte. Beide Beispiele hätten die gleichen Durchschnittswerte. Selbst wenn  $R_f$  und  $R_g$  kombiniert werden, gibt es mehrere Quellen mit der gleichen Kombination von Durchschnittswerten, die Farben trotzdem sehr unterschiedlich wiedergeben können.

Die grafische Darstellung und die zugehörigen numerischen Werte für jede Farbtongruppe helfen, die Leistung einer Lichtquelle zu veranschaulichen.

Die folgenden grafischen Darstellungen werden in der Excel-Tabelle TM-30 und vielen anderen Quellen verwendet:

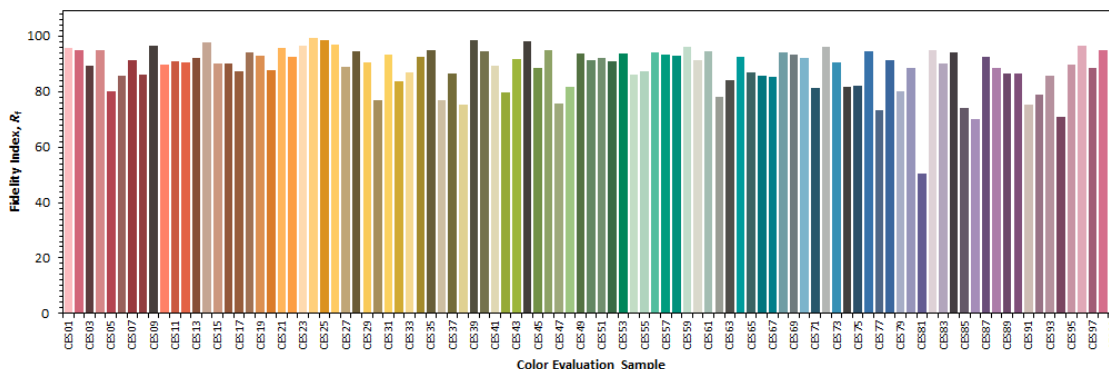
- \_ Spektrale Leistungsverteilung
- \_ Fidelity Index und Fidelity Index je Farbtongruppe
- \_ Color Vector Graphic
- \_ Chroma Change by Hue
- \_  $R_f$ - $R_g$  Plot

### 6.1. Spektrale Leistungsverteilung

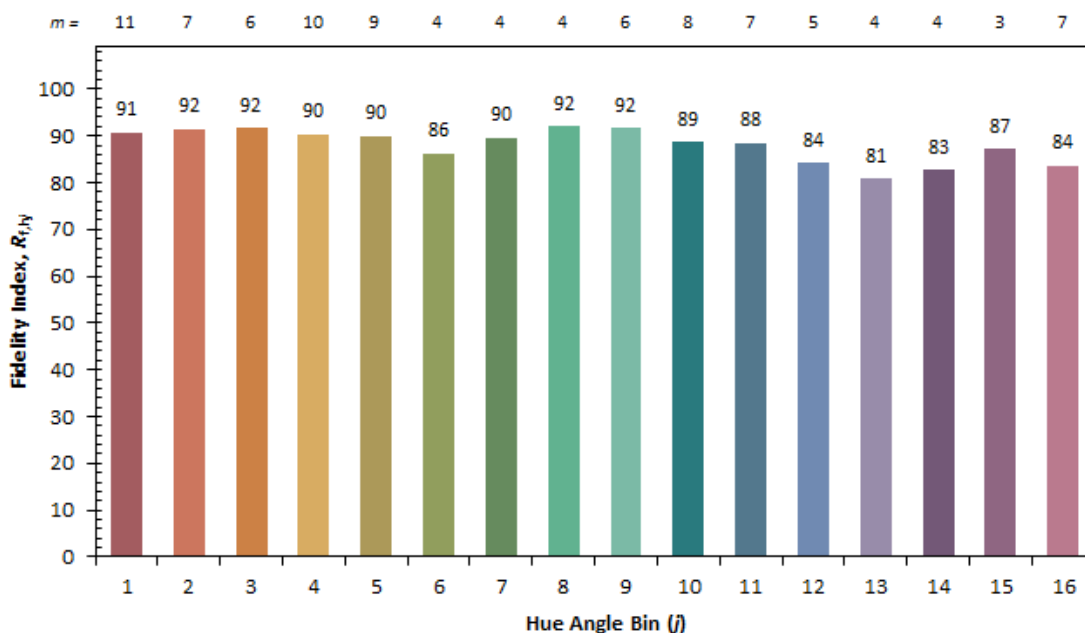


Die Spektrale Leistungsverteilung zeigt die Strahlungsleistung pro Wellenlänge einer Lichtquelle. Die Werte wurden normalisiert, so dass der Maximalwert 100 % beträgt

## 6.2. Fidelity Index und Fidelity Index je Farbtongruppe

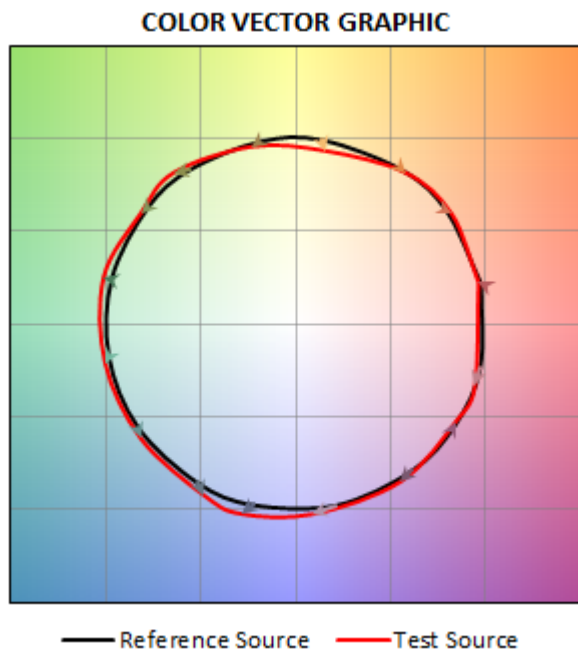


Das Fidelity-Index-Diagramm bietet eine numerische Charakterisierung der Farbtreue für jedes der 99 CES. Die Länge der Balken zeigt an, wie ähnlich die Testquelle die CES wiedergibt.



Der Fidelity-Index je Farbtongruppe liefert die gleiche numerische Charakterisierung der Farbtreue für die 16 Farbtongruppen. Beide Diagramme liefern detailliertere Informationen als der durchschnittliche Fidelity-Index und liefern möglicherweise Informationen, die für eine bestimmte Anwendung relevanter sind, bei der die Objektfarben bekannt sind. Zum Beispiel ist es möglich,  $R_i$ , h1 zu untersuchen, wenn die Farbtreue von Rottönen sehr wichtig ist

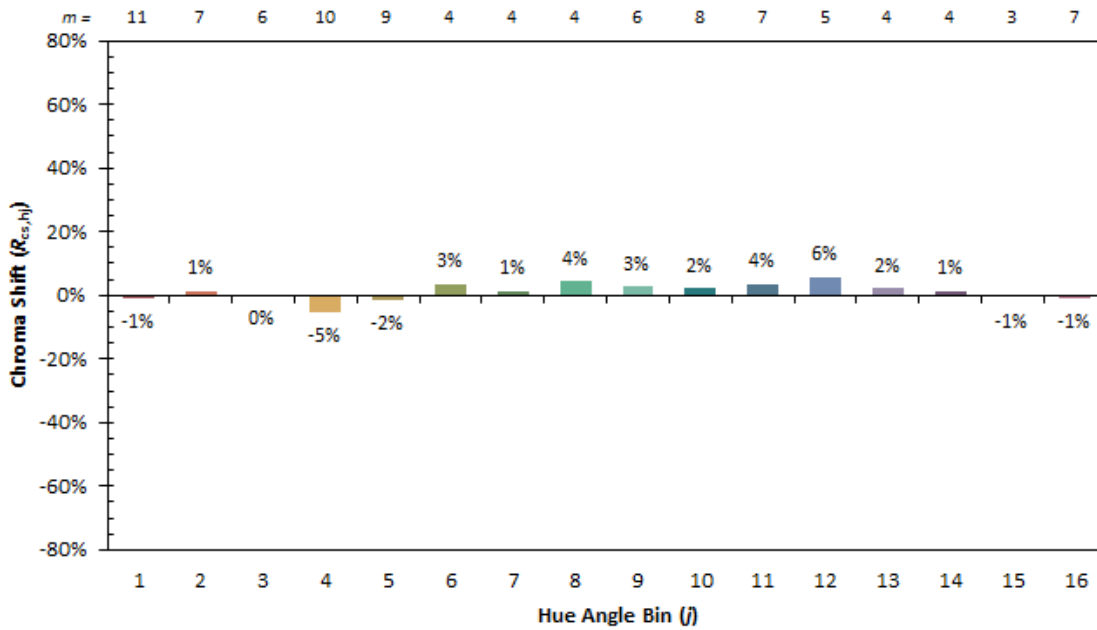
### 6.3. Color Vector Graphic



Die Color Vector Graphic ist eine visuelle Darstellung der Farbton- und Sättigungsänderungen für alle Farben. Es basiert auf den durchschnittlichen Farbkoordinaten, die für die CES in jedem der 16 Farbtongruppen berechnet wurden. Der Unterschied zum Gamut-Index  $R_g$  besteht darin, dass die durchschnittlichen Werte der 16 Farbtongruppen nicht direkt verbunden, sondern auf einen Kreis normalisiert werden.

Die Color Vector Graphic vermittelt schnell, welche Arten von Farben stärker gesättigt sind (Linien außerhalb des Kreises) oder weniger gesättigt sind (Linien innerhalb des Kreises) und wo Farbtonverschiebungen auftreten (Pfeile, die nicht rechtwinklig zum Kreis verlaufen). So bald der Benutzer mit den Elementen und ihrer Bedeutung vertraut ist, kann die Farbvektorgrafik schnell und einfach vermitteln, wie eine Quelle eine Vielzahl von Farben wiedergeben wird.

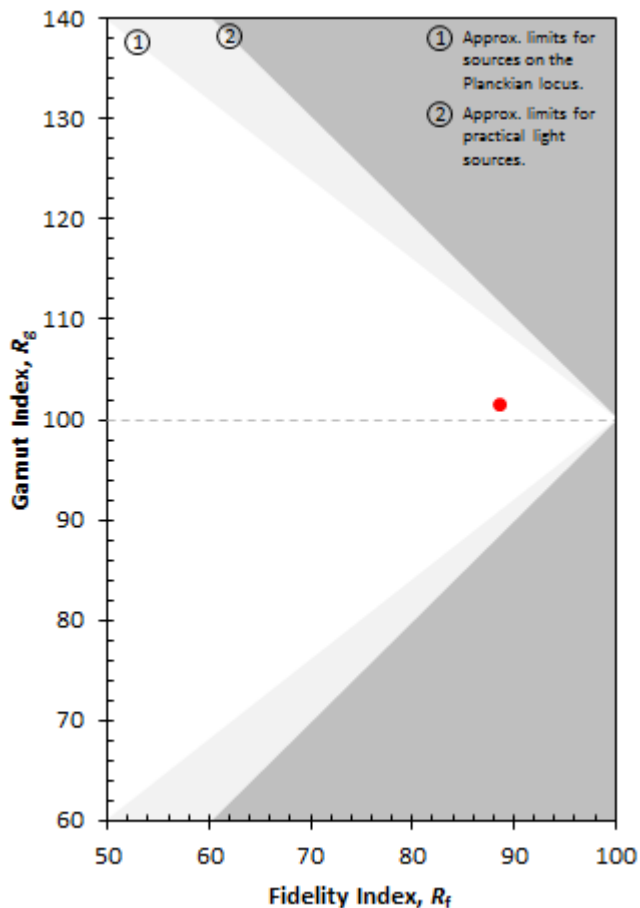
## 6.4. Chroma Change by Hue



Das Chroma-Change-by-Hue-Diagramm zeigt die durchschnittliche Sättigungsverschiebung für die 16 Farbtongruppen. Das Diagramm enthält numerische Werte für die relativen Sättigungsänderungen in jeder der 16 Farbtongruppen. Positive Werte stehen für erhöhte Sättigung, negative Werte für verringerte Sättigung.

Aus wissenschaftlicher Sicht gibt es einen kleinen Unterschied zwischen den Begriffen "Chroma" und "Sättigung". Aber bezogen auf die genannten Beispiele können beide Begriffe synonym verwendet werden und "Chroma" kann als "Sättigung" übersetzt werden.

## 6.5. R<sub>f</sub>-R<sub>g</sub> Plot



Das R<sub>f</sub>-R<sub>g</sub>-Diagramm zeigt einen Vergleich der R<sub>f</sub>- und R<sub>g</sub>-Werte relativ zum Bereich möglicher Werte. Es ermöglicht, die Kombination beider Werte für verschiedene Lichtquellen zu vergleichen.

Der weiße Bereich repräsentiert den Bereich aller möglichen Werte.

## 7. Zusammenfassung und Interpretation

Der durchschnittliche Genauigkeitsindex, R<sub>f</sub>, hat eine Skala von 0 bis 100. Der durchschnittliche Gamut-Index, R<sub>g</sub>, hat eine undefinierte Skala, die mit R<sub>f</sub> variiert, liegt aber im Allgemeinen zwischen 60 und 140 für Quellen, die für Architekturbeleuchtung geeignet sind.

Im Allgemeinen gibt es keinen "besten" Wert. Die beste Kombination von Werten hängt immer von der Anwendung sowie von persönlichen Vorlieben ab. Einfach beide Werte zu maximieren, ist technisch nicht möglich.

Ein wichtiger Aspekt von R<sub>f</sub> und R<sub>g</sub> ist die Tatsache, dass beides Mittelwerte sind. Durchschnittswerte sind hilfreich, um Informationen zusammenzufassen, sie können aber auch wichtige Informationen über die Quelle verbergen. Die Verwendung von R<sub>f</sub> und R<sub>g</sub> bietet eine einfache Maßnahme zur Charakterisierung der Basisanforderungen einer Lichtenwendung auf die gleiche Weise wie der Farbwiedergabeindex CRI. Nur in speziellen Fällen ist die überwältigende Information für 99 Farben nützlich, und insbesondere keiner des Farbwiedergabeindex würde Informationen über fluoreszierende Farben (bspw. weißer Stoff) geben.



In einigen Fällen ist die Maximierung der Farbtreue das am besten geeignete Ziel. In anderen Fällen ist eine zunehmende Sättigung angemessener. Manchmal sind gezielte Abweichungen von der Referenz, wie beispielsweise eine Erhöhung der Sättigung bei einer Farbe oder einer Farbtongruppe, nicht nur akzeptabel, sondern sogar vorteilhaft. In farbkritischen Anwendungen ist es daher wichtig, nicht nur auf diese beiden Werte zu vertrauen, sondern auch andere Darstellungen und Werte wie die Farbvektorgeometrie oder die numerischen Teilindizes von  $R_f$  und  $R_g$  zu konsultieren.