

Leuchtmittel und Farberzeugung

1. Anforderungen / Wünsche an das Leuchtmittel für den Discopixel 3000:

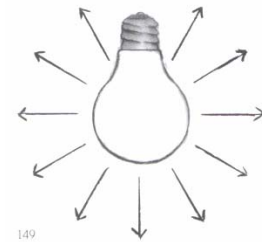
- geringe Hitzeentwicklung
- lange Lebensdauer
- niedriger Verbrauch
- genaue Farbwiedergabe
- konstante Farbtemperatur über die gesamte Lebensdauer
- dimm- und schaltbar
- preiswert
- im Einzelhandel erhältlich

2. Lichttechnische Grundgrößen:

2.1 Lichtstrom

Der Lichtstrom ist die Lichtleistung einer Lichtquelle für allseitig abgestrahltes Licht.

Maßeinheit: Lumen (lm)



2.2 Lichtausbeute

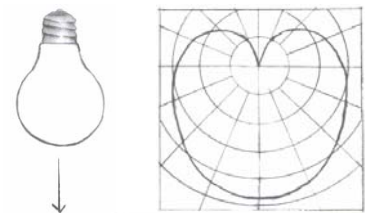
Sie gibt das Verhältnis zwischen dem abgestrahlten Lichtstrom und der aufgenommenen elektrischen Leistung an.

Maßeinheit: Lumen/Watt (lm/W)

2.3 Lichtstärke

Die Lichtstärke ist das Maß für die Lichtausstrahlung in einer bestimmten Richtung. Ihre Darstellung erfolgt in Form eines Polardiagramms.

Maßeinheit: candela (cd)



2.4 Beleuchtungsstärke

Sie gibt an, wie stark eine Fläche unter Berücksichtigung des Einfallswinkels beleuchtet wird.

Maßeinheit: Lux (lx)

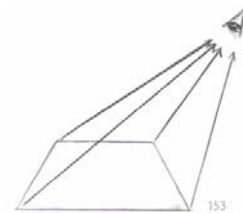
$1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lumen} / \text{m}^2$



2.5 Leuchtdichte

Die Leuchtdichte ist das Maß für den Helligkeitseindruck, den eine leuchtende Fläche selbst oder eine beleuchtete Fläche durch Reflexion bewirkt.

Maßeinheit: Candela / m²



3. Lampenarten

3.1 Temperaturstrahler

Temperaturstrahler werden so genannt, weil sie erst durch elektrische erzeugte Wärme Licht emittieren. Im Allgemeinen haben sie eine relativ geringe Lichtausbeute (9 – 20 lm/W) und niedrige Farbtemperatur (maximal 3400K). Sie können sowohl gedimmt als auch geschaltet werden. Ihre Lebensdauer hängt von der Qualität der Verarbeitung, der Anzahl der Schaltvorgänge und der Betriebstemperatur ab. Mit steigender Betriebstemperatur nehmen Lichtausbeute und Farbtemperatur zu, die Lebensdauer jedoch sinkt. Temperaturstrahler sind relativ preiswert und unproblematisch erhältlich.

Man unterscheidet drei Klassen von Temperaturstrahlern, die alle auf dem Prinzip einer haushaltsüblichen Glühlampe basieren und im Folgenden beschrieben werden:

3.1.1 Die Glühlampe

Im luftleeren Glaskolben einer Glühlampe befindet sich ein Wolframdraht, der durch elektrischen Strom auf Weißglut erhitzt wird. Dadurch wird Strahlung in Form von sichtbarem Licht und Wärme frei. Durch die erzeugte Wärme verdampft allerdings der Draht und schlägt sich an der Kolbenwand nieder. Dieser Belag absorbiert Licht und reduziert die Farbtemperatur. Wird der Draht zu hoch erhitzt oder ist er durch eine hohe Zahl von Betriebsstunden schon zu einem großen Teil verdampft, brennt der Draht durch und die Lampe funktioniert nicht mehr.

Es werden nur 5 – 10% der Leistungsaufnahme in Lichtstrahlung umgesetzt, der Rest geht als Wärme verloren. Höhere Farbtemperaturen als 2700K sind nicht zu erreichen, weil der Wolframdraht ansonsten zu schnell schmelzen würde.

3.1.2 Der gasgefüllte Temperaturstrahler

Um dem Schmelzen des Wolframdrahtes entgegenzuwirken, wird der Kolben bei dieser Lampenart unter Druck mit Gas, z.B. Stickstoff, Argon, Krypton oder einer Mischung daraus, gefüllt. Das Gas verringert durch den hohen Kolbeninnendruck das Verdampfen des Drahtes und erhöht so die Lebensdauer der Lampe. Da gleichzeitig dem Beschlagen des Kolbens vorgebeugt wird, erhöhen sich auch Lichtausbeute und Farbtemperatur, außerdem wird der Lichtstrom konstant gehalten. Dennoch sind nur Farbtemperaturen zwischen 2600K und 3000K zu erreichen. Diese Lampenart wurde inzwischen durch die Halogenlampe weitgehend verdrängt.

3.1.3 Die Halogenlampe

Bei Halogenlampen wird das im Kolben befindliche Gas mit Jod, häufiger aber mit Brom oder Bromverbindungen versetzt, um den sogenannten Halogen – Wolfram – Kreisprozess nutzen zu können.

Hierbei gelangen die verdampfenden Wolframatome in einem Abstand vom Glühdraht in einen Temperaturbereich von ca. 1400°C, wo sie sich mit den Halogeniden (Jod bzw. Brom) verbinden. Diese Verbindung bleibt bis 250°C gasförmig. Bei Halogenlampen wird durch den kleinen Lampenkolben dafür gesorgt, dass dieser sich sehr schnell auf die genannte Temperatur erhitzt, so dass sich das Wolfram nicht niederschlägt sondern über einen thermischen Kreislauf zum Draht zurückgeleitet wird. Durch die große Hitze am Draht zerfällt die Halogen – Wolfram - Verbindung wieder in ihre Bestandteile, das Wolfram lagert sich an einer kühlen Stelle des Drahtes ab und das Halogen steht wieder für Wolframverbindungen zur Verfügung.

Durch den Halogen – Wolfram - Kreisprozess wird die Lebensdauer der Halogenlampen beträchtlich erhöht. Außerdem wird, damit die erforderliche Temperatur des Glaskolbens erreichbar wird, dieser aus stabilem, schwer schmelzbarem Glas gefertigt, so dass ein höherer Kolbeninnendruck ermöglicht wird, wodurch wiederum einem Verdampfen des Drahtes entgegengewirkt wird.

Mit dieser Methode ist es möglich, den Wolframdraht bis an seine Schmelztemperatur von 3400K zu erhitzen (hier entspricht übrigens die physikalische der Farbtemperatur).

Temperaturstrahler lassen sich dimmen und schalten, sie sind problemlos zu erwerben und relativ preiswert. Allerdings sind weder Lichtausbeute noch Farbtemperatur oder Lebensdauer für den Discopixel geeignet. Durch die große Abwärme, die sie erzeugen, sind Temperaturstrahler für den festen Einbau in ein Gehäuse bzw. Dekorationsobjekt nicht zu empfehlen.

3.2 Entladungslampen

Entladungslampen unterscheiden sich von Temperaturstrahlern grundsätzlich durch folgende Eigenschaften:

- Tageslichtspektrum
- höhere Lichtausbeute
- geringe mechanische Empfindlichkeit
- Anlaufzeit bis zur vollen Lichtleistung maximal 4 Minuten

Gemein ist allen Entladungslampen, dass in ihnen Licht durch – wie der Name schon sagt – elektrische Entladung von gasförmigen, flüssigen oder festen Stoffen erzeugt wird.

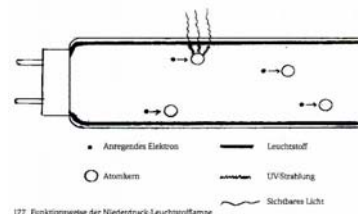
Abgesehen von den oben aufgezählten Charakteristika, die Entladungslampen als Gruppe von der Gruppe der Temperaturstrahler unterscheidet, gibt es auch unter den Entladungslampen erhebliche Unterschiede in Bauform und technischen Eigenschaften. Im Folgenden werden die markantesten kurz umrissen.

Die zunächst beschriebene Unterscheidung zwischen Hoch- und Niederdrucklampen bezieht sich auf den Kolbeninnendruck, der für den Betrieb der Lampe benötigt bzw. währenddessen erzeugt wird. Weiter unten werden Kurz-, Mittel- und Langbogenlampe beschrieben, die sich vor allem in der durch den unterschiedlichen Elektrodenabstand bedingten äußeren Bauform unterscheiden. Beide Klassifizierungsmöglichkeiten hängen eng zusammen.

3.2.1 Die Niederdrucklampe

Eigenschaften:

- großvolumige Lampen
- mittlere Lichtströme
- lange Entladungsröhre
- kleine Rohrdurchmesser
- gleichmäßige, niedrige Leuchtdichte im ganzen Entladungsraum



Bekannteste Vertreter der Niederdrucklampen sind die Leuchtstoffröhren, die in jedem öffentlichen Gebäude zu finden sind.

Die Innenwand dieser Röhren ist mit einem Leuchtstoffgemisch beschlämmt, das die Eigenschaft hat, in der gewünschten Farbe (z.B. Tageslichtweiß) zu leuchten. Zur Anregung dieses Leuchtstoffgemisches wird der im Inneren der Lampe befindliche Quecksilberdampf ionisiert und entladen. Hierbei wird UV – Strahlung freigesetzt, die das Leuchtstoffgemisch an der Innenwand zur Lichterzeugung anregt.

Um die Zündung der Entladung des Quecksilberdampfes herbeizuführen, werden die an den Enden der Röhren befindlichen und als Glühwendel ausgeführten Elektroden vorgeheizt. Dabei bilden sich durch Emission Raumladungen vor den Elektroden, die die Zündspannung des Gases unter die Netzspannung herabsetzen. Bei Anlegen der Netzspannung wird die Lampe dann gezündet. Die nötige Zündspannung kann aber auch erreicht werden, wenn die Lampe über eine Starterschaltung betrieben wird, die einen Spannungsimpuls von bis zu 1500V liefern kann.

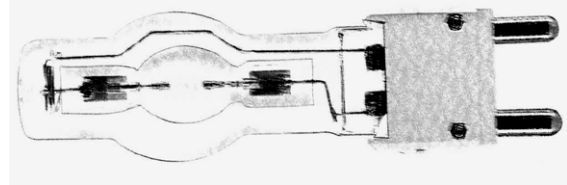
Leuchtstoffröhren sind zwar dimmbar, hierfür benötigt man allerdings zu den üblichen Vorschaltgeräten noch Heiztransformatoren, die die Lampenelektroden vorheizen und so ein rasches Durchzünden nach jeder Netzhalbwellen ermöglichen.

Leuchtstofflampen haben im Vergleich zu Temperaturstrahlern eine wesentlich höhere Lichtausbeute, ihre Lebensdauer ist ebenfalls erheblich höher. Auch die Farbtemperatur der Leuchtstofflampen lässt sich gegenüber derjenigen von Temperaturstrahlern erheblich steigern, sie beträgt - je nach Zusammensetzung des Leuchtstoffgemischs - zwischen 2800K und 6500K. Für den Discopixel ist ungünstig, dass Leuchtstoffröhren in der Regel zeitverzögert zünden und gegen Ende ihrer Lebensdauer flackern.

3.2.2 Die Hochdrucklampe

Eigenschaften:

- Entladungsröhre mit kleinem Volumen
- hohe Leuchtdichte
- eingeschnürter, konzentrierter Lichtbogen



Auch bei den Hochdrucklampen befindet sich in einem Glaskolben ein Gasgemisch, das durch eine Spannung zwischen den Elektroden entladen wird. Es handelt sich ebenfalls um Quecksilberdampf, der allerdings zur Erzeugung der gewünschten Lichtcharakteristik durch andere Gase ergänzt wird und unter hohem Druck steht. Ein gutes Farbergebnis und hohe Lichtausbeute lässt sich durch Hinzufügen von Metall – Jodid oder Jodiden der „seltenen Erden“ erreichen.

Bei der Hochdruckentladung wird im Quecksilberdampf weniger UV – Strahlung und mehr sichtbares Licht als bei der Niederdruckentladung frei. Hier ist also keine Beschlämmung der Kolbeninnenwand mit Leuchtstoffen nötig, um sichtbares Licht zu erzeugen.

Hochdrucklampen benötigen einen bestimmten Temperaturbereich zur Zündung, deswegen können sie nicht sofort nach dem Ausschalten neu gezündet werden sondern müssen zunächst einige Minuten abkühlen. Ein Dimmen über Modifizieren der angelegten Spannung ist nicht möglich, da diese Lampen ein bestimmtes Spannungsniveau benötigen, um die Entladung aufrecht zu erhalten.

Diese Lampen haben gegenüber den Niederdrucklampen eine noch höhere Lichtausbeute und können, je nach Gasgemisch, auch Tageslichtcharakteristik aufweisen. Da sie aber nicht gedimmt oder geschaltet werden können, Infrarot- und UV-Strahlung abgeben und außerdem sehr teuer sind, kommen sie für den Discopixel wohl nicht in Frage.

3.2.3 Kurz-, Mittel- und Langbogenlampen

Kurzbogenlampen

Der Abstand zwischen den Elektroden ist sehr klein, dadurch wirkt die Lichtquelle punktförmig. Die Leuchtdichte ist extrem hoch. In der Regel handelt es sich um eine Hochdrucklampe.

Mittelbogenlampen

Bei dieser Lampe ist der Elektrodenabstand etwas größer, dadurch wird der Lichtbogen zwischen den Elektroden ellipsenförmig. Die Leuchtdichte ist etwas geringer als bei Kurzbogenlampen. Auch diese Lampe ist in der Regel eine Hochdrucklampe.

Langbogenlampen

Die Elektroden liegen weit auseinander, so dass nicht mehr von einem Brennpunkt gesprochen werden kann. Die Leuchtdichte ist im ganzen Entladungsraum fast gleichmäßig verteilt. In der Regel ist dies eine Niederdrucklampe.

3.3 Hochstrom - LEDs

LEDs, die bisher hauptsächlich als Anzeigelicht für verschiedene Geräte und Funktionen verwendet wurden, können inzwischen mit einer so hohen Lichtausbeute gefertigt werden, dass sie sich für den Einsatz als Lichtquelle eignen. Diese neue Variante wird „Hochstrom – LED“ genannt.

Es handelt sich bei LEDs um Dioden, die wegen ihrer Dotierung monochromatisches Licht emittieren. Hierdurch kann farbige Lichtstrahlung realisiert werden, die weder Infrarot- noch Ultraviolettanteile enthält. Dies ist von großem Vorteil für ihren Einsatz, da Infrarotstrahlung Wärme erzeugt und Ultraviolettstrahlung die Eigenschaft hat, farbige Stoffe auszubleichen und außerdem für Haut und Augen schädlich ist.

Hochstrom - LEDs besitzen eine sehr hohe Lichtausbeute, sie haben durch den Betrieb mit niedrigen Spannungen einen sehr geringen Verbrauch und es entsteht nur wenig Abwärme. Gleichzeitig liegt ihre Lebensdauer erheblich höher als die der Entladungslampen und sie sind mechanisch extrem unempfindlich.

Die Lichtintensität der LEDs ist abhängig vom Strom, der durch sie fließt, sie können also gedimmt werden. Durch ihre geringe Größe und ihre gleichmäßige Lichtabstrahlung in alle Richtungen sind sie für den Discopixel geeignet. Es gibt sogar Linsenvorsätze in unterschiedlichen Ausführungen, ohne Linsen besitzen sie allerdings den für den Discopixel günstigen Abstrahlwinkel von ca. 140°.

4. Begriffe zu Farben

4.1 Spektrum des Lichts

Licht ist eine Form von Energiestrahlung, die in einem bestimmten Wellenlängenbereich (zwischen 380nm und 720nm) durch Reflexion an Objekten vom menschlichen Auge wahrgenommen werden kann. Die Empfindlichkeit des Auges ist allerdings an beiden Enden der Skala sehr gering, so dass man durchaus von einem sichtbaren Spektrum von 400nm bis 700nm sprechen kann. Strahlen aus den unsichtbaren Bereichen des Spektrums können an bestimmten Mineralien sichtbar gemacht werden, hierzu folgt im Abschnitt über Niederdrucklampen mehr.

Sichtbares Licht mit verschiedenen Wellenlängen erscheint dem Auge als unterschiedlich farbig. Tageslicht, das weiß erscheint, enthält alle sichtbaren Frequenzen in gleicher Intensität, dies kann durch Brechung an Kristallen oder Wassertropfen gezeigt werden. Die Schwerpunkte der Farborte liegen bei:

Violett: 440nm

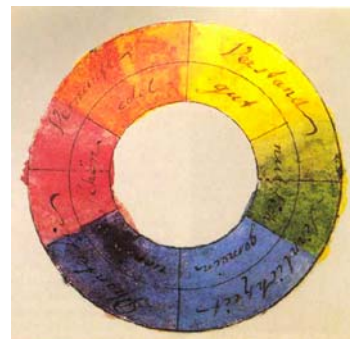
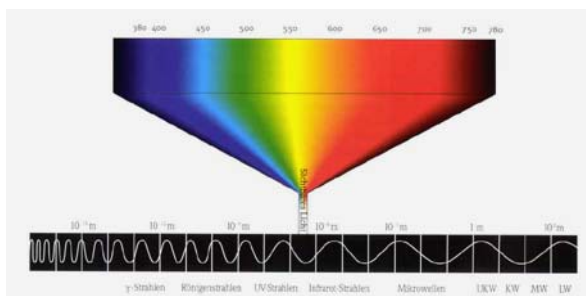
Blau: 480nm

Grün: 520nm

Gelb: 570nm

Rot: 650nm

Diese Farben sind fünf der sechs Grundfarben. Die sechste Grundfarbe, Magenta, besitzt keine eigene Wellenlänge, sie wird erzeugt, indem das sichtbare Spektrum an seinen Enden zu einem Kreis gebogen wird; Magenta ist also die Mischung aus Violett und Rot zu gleichen Teilen.



4.2 Farberkennung

In der Netzhaut des Auges gibt es drei Sehzellentypen, die sog. „Zapfen“, die für Strahlen verschiedener Wellenlängenbereiche empfindlich sind. Die drei Zapfentypen haben überlappende Empfindlichkeitsbereiche, so dass im sichtbaren Spektralbereich keine

„blinden Flecken“ entstehen. Die drei Wellenlängen, bei denen nur jeweils ein Zapfentyp aktiv ist, werden „Urfarben“ genannt, sie liegen bei:

Violettblau: 448nm
Grün: 518nm
Orangerot: 617nm

4.3 Farbmischung

Es existieren drei Arten von Farbmischung:

- additive Farbmischung
- subtraktive Farbmischung
- integrierte Farbmischung

Letztere ist in Bezug auf Licht unerheblich, weil hier Pigmente verschiedener Farben miteinander vermischt werden.

Bei der additiven Farbmischung geht man vom Fehlen jeglicher Farbe, also von Schwarz aus und fügt dann die Urfarben Violettblau, Grün und Orangerot in gleichem Maße hinzu, so dass Weiß entsteht. Beleuchtet man einen schwarzen Hintergrund mit nur zwei Urfarben, so entsteht eine der drei subtraktiven Grundfarben. Zur additiven Farbmischung für Weiß sind drei Lichtquellen nötig.

Zur subtraktiven Farbmischung benötigt man nur eine Lichtquelle, die weißes Licht abgibt. Durch Filtern des Lichts mit den Farben Cyan, Magenta und Gelb wird dann Schwarz (kein Licht) erzeugt.

Übersicht über additive und subtraktive Farbmischung:

	additiv	subtraktiv
Grundfarben	Violettblau, Grün, Orangerot	Cyan, Magenta, Gelb
Basisfarbe	Schwarz	Weiß
Anzahl Lichtquellen	3	1
Ergebnis	Weiß	Schwarz

4.4 Farbtemperatur

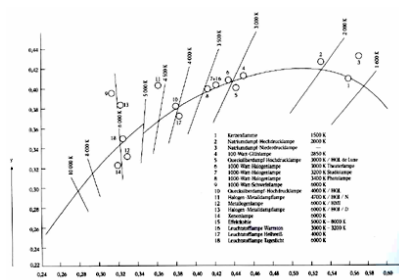
Die Lehre von der Farbtemperatur gründet sich auf die Feststellung, dass das Verhältnis zwischen der Temperatur eines glühenden Körpers und der Farbe des Lichts, das dieser aussendet, festliegt. Mit Farbtemperatur bezeichnet man die Farbe des Lichts, das eine Lichtquelle aussendet. Dabei entspricht die Farbtemperatur einer Lichtquelle inzwischen nicht mehr unbedingt ihrer physikalischen Temperatur sondern sie ist eine von der Art der Lichtquelle unabhängige Maßeinheit.

Ermittelt wird die Farbtemperatur einer Lichtquelle, indem man die Farbe des von ihr emittierten Lichts mit der Farbe des von einem Vergleichsstrahler ausgesandten Lichtes vergleicht. Der Vergleichsstrahler („Schwarzer Strahler“ oder auch „Planckscher Strahler“) absorbiert jede Fremdstrahlung. Er wird so hoch erhitzt, bis er die gleiche Farbe wie die untersuchte Lichtquelle aufweist. Seine physikalische Temperatur, gemessen in Kelvin, gibt dann die Farbtemperatur der betreffenden Lichtquelle an.

Niedrige Farbtemperaturen entsprechen rötlichem Licht, mit steigender Farbtemperatur entwickelt sich das Licht über Orange, Gelb und Weiß zu bläulichen und schließlich violettblauen Tönen. Mit steigender Farbtemperatur wird das ausgesandte Licht also immer kurzwelliger.

Beispiele:

Kerzenflamme 1500K
100-Watt-Glühlampe 2850K
Leuchtstofflampen
Warmweiß 3000 – 3200K
Hellweiß 4000K
Tageslicht 6000K



4.5 Farbwiedergabe

Die Farbwiedergabe ist abhängig vom Spektrum der Lichtquelle. Objekte werden vom Auge als farbig erkannt, weil sie bestimmte Spektralbereiche des Lichts reflektieren. Enthält das Licht einer Lichtquelle einen bestimmten Spektralbereich nicht, so kann dieser auch nicht vom beleuchteten Objekt reflektiert werden. Das Objekt erscheint unbunt (grau bzw. schwarz). Um eine möglichst naturgetreue Farbwiedergabe zu erlangen, sollte eine Lichtquelle also möglichst das gesamte sichtbare Spektrum (Tageslichtspektrum) aussenden.

4.6 Farbwiedergabe - Index

Um die Eigenschaft der Farbwiedergabe von Lichtquellen vergleichbar machen zu können, wurde der Farbwiedergabe – Index (R_a) eingeführt. Hierfür wurden zunächst Normlichtarten bei einer bestimmten Farbtemperatur festgelegt, die die höchstmögliche Farbwiedergabe aufweisen. In der Untersuchung der Farbwiedergabe einer Lichtquelle werden 8 bis 14 Testfarben verwendet, die, um einen Vergleich herzustellen, im Normlicht und dem Licht der zu untersuchenden Lichtquelle beleuchtet und untersucht werden. Der Unterschied in der Farbwiedergabe wird als Farbverschiebung festgestellt. Der höchste erreichbare Wert für R_a ist 100, er bezeichnet die bestmögliche Farbwiedergabe in Bezug auf die Farbverschiebung zur Normlichtart. Je niedriger die Zahl, desto schlechter die Farbwiedergabe einer Lichtquelle.

4.7 Lichtfarbe

Die Lichtfarbe einer Lichtquelle wird durch die Farbtemperatur beschrieben und teilt sich in drei Gruppen auf: „Tageslichtweiß“, „Normalweiß“ und „Warmweiß“. Außerhalb der Veranstaltungs-, Film- und Fernsehbeleuchtung ist diese Unterscheidung hauptsächlich bei Leuchtstoffröhren zu finden. In bestimmten Arbeitsbereichen schreiben auch Berufsgenossenschaften eine bestimmte Lichtfarbe bzw. bestimmte Helligkeits- und Farbwiedergabewerte vor.

Zusammenhang zwischen Farbtemperatur, -wiedergabe und Lichtfarbe:

Stufe	R_a - Bereich	Ähnlichste Farbtemperatur	Lichtfarbe	Anforderung	Anwendung
1 A 1 B	90 – 100 80 – 89	über 5000K	Tageslichtweiß	sehr hoch	Farbbemusterung Wohnung, Büro
2 A 2 B	70 – 79 60 – 69	3300 – 5000K	Neutralweiß	hoch	Industriebetriebe, die mit Farben arbeiten
3	40 – 59	unter 3300K	Warmweiß	mittel	Industrie
4	20 - 39			gering	Industrie

5. Farberzeugung

5.1 Farbfilter

Farbfilter filtern, wie der Name schon sagt, aus weißem Licht die Frequenzanteile heraus, die in der gewünschten Farbe nicht vorkommen und lassen diejenigen durch, aus denen die gewünschte Farbe besteht.

Hierfür gibt es in der Lichttechnik zwei gängige Varianten, die im Folgenden beschrieben werden.

5.1.1 Absorption

Einige Farbfilter absorbieren alle „unerwünschten“ sichtbaren Lichtanteile, aber auch einen Teil der von der Lichtquelle ausgehenden Wärmestrahlung. Die drei gebräuchlichsten Materialien zur Herstellung dieser Farbfilter sind Folien, Kunststoffscheiben und Glasscheiben.

Folien

Die Folien sind relativ preiswert, nicht brennbar und schmelzen praktisch nicht. Bei längerer Benutzung verdampfen allerdings Bestandteile des Kunststoffgemischs, aus dem sie hergestellt werden. Dadurch werden sie brüchig oder wellig und verlieren an Farbtintensität. Dies kann, je nach Leistung und Bauart des benutzten Leuchtmittels durchaus sehr schnell gehen. Aus diesem Grund sind sie nicht für den Einsatz vor Hochdruck – Entladungslampen geeignet. Folien sind in sehr vielen unterschiedlichen Farben erhältlich.

Kunststoffscheiben

Die Kunststoffscheiben, die z.B. bei Conrad und im Bauhaus für den Hausgebrauch von Pinspots erhältlich sind, basieren ebenfalls auf dem Prinzip der Absorption von Lichtanteilen. Sie sind durch ihre größere Dicke länger haltbar und ebenfalls relativ preiswert, jedoch nicht in allen gewünschten Farben und Formen erhältlich. Mit der Verwendung dieser Farbscheiben entscheidet man sich zwangsläufig für die Verwendung bestimmter Linsendurchmesser und –krümmungen, die für den Discopixel 3000 nicht unbedingt empfehlenswert sind, da die Lichtverteilung nicht gleichmäßig und weit gestreut erfolgt. Die Kunststoffscheiben bilden in noch geringerem Maße als die Folien eine Farbe exakt ab.

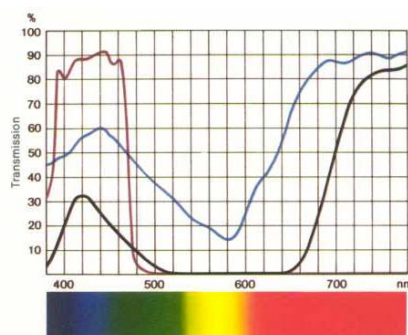
Glasscheiben

Farbige Glasscheiben sind bei pfleglicher Behandlung länger haltbar als die Kunststoffvarianten und in der Herstellung immer noch relativ preiswert, allerdings besitzen sie ein hohes Gewicht, sind zerbrechlich und ebenfalls nicht in allen gewünschten Farben und Formen erhältlich. Ihre Farbtreue ist in der Regel nicht höher als die von Folien. Da sie kaum noch benutzt werden, sind sie wahrscheinlich auch schwer erhältlich.

5.1.2 Reflexion

Die Farbfilter, die unerwünschte Lichtanteile reflektieren, anstatt sie zu absorbieren, werden „dichroitische Farbfilter“ genannt. Hergestellt werden sie durch Aufdampfen von Oxydschichten auf Borosilikatglasscheiben, die extrem hitzebeständig sind. Je nach Schichtdicke werden unterschiedliche Wellenlängenbereiche durchgelassen, alle anderen reflektiert. Durch dieses Verfahren ist nicht nur eine sehr genaue Abgrenzung der Filterfarbe gegenüber allen anderen Farben möglich, auch die Durchlässigkeit für die gewünschte Farbe ist erheblich höher als bei Farbfolien. Dadurch erscheinen die Farben der dichroitischen Filter sehr intensiv und satt.

Diese Filter verformen sich nicht, bleiben auch bei langer Benutzung vor leistungsstarken Leuchtmitteln farbstabil, sind in sehr vielen Farben erhältlich und besitzen durch ihre geringe Dicke (ca. 2mm) auch ein geringes Gewicht. Allerdings sind sie sehr teuer und hauptsächlich in Form von runden oder eckigen Scheiben erhältlich.



5.2 Leuchtendes Gas

Eine andere Variante der Farberzeugung ist die bereits beschriebene Verwendung von Entladungslampen. Hier besitzt das im Lampenkolben verwendete Gasgemisch bzw. die Beschlämmung an der Innenwand bei Langbogenlampen die physikalische Eigenschaft, in einer bestimmten Farbe zu leuchten. Dadurch verändert sich die Farbtemperatur auch nach langer Benutzung kaum. Leuchtstoffröhren z.B. sind in vielen sehr intensiven Farben erhältlich, ihre Eigenschaften sind in den Absätzen über Niederdrucklampen bzw. Langbogenlampen genauer beschrieben.

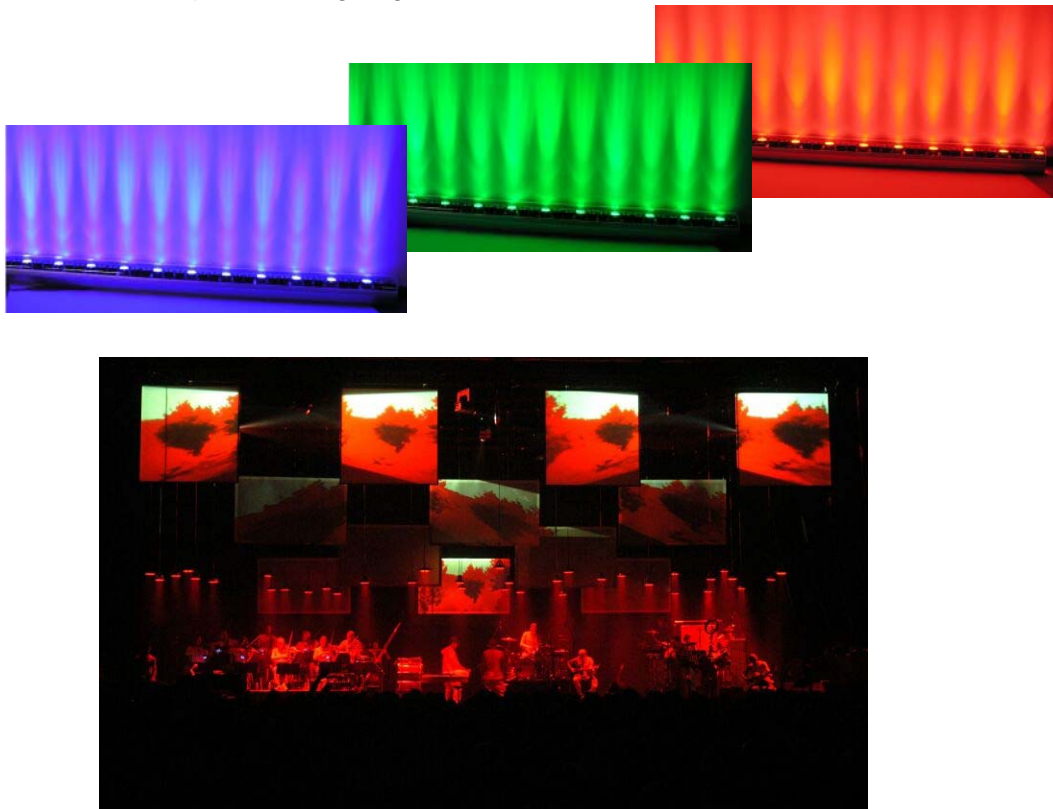
Da Hochdrucklampen aufgrund ihrer oben beschriebenen Eigenschaften und ihres hohen Preises wohl kaum für den Discopixel in Frage kommen, gehe ich nicht weiter auf die hier zur Verfügung stehenden Farben ein.

5.3 Die Farben der Hochstrom - LEDs

Wie bereits oben beschrieben, senden LEDs monochromatisches Licht aus. So kann das gesamte abgestrahlte Licht genutzt werden, denn es ist kein Filtern nötig. Erhältlich sind die Farben Rot, Blau, Grün, Gelb und Amber, über einen technischen Umweg auch Weiß.

Für das Erzeugen von weißem Licht macht man sich das Prinzip der Leuchtstoffröhre zunutze: Eine blaue Diode erhält eine Beschlämmung mit einem Stoff, der seinerseits weißes Licht aussendet.

Da die Hochstrom - LEDs für Bühnenanwendungen bzw. Projektionen entwickelt wurden, besitzen sie die für eine additive Farbmischung notwendigen Wellenlängen. Die Farbtemperatur von LEDs bleibt über ihre gesamte Lebensdauer konstant. Diese LEDs sind wohl die für den Discopixel 3000 geeigneten Leuchtmittel.



Quellenangabe:

Keller, Max: Faszination Licht. Prestel – Verlag. München 1999

SOUNDLIGHT (Hrsg.): LED – Fibel. Hannover 2004

OSRAM Opto Semiconductors (Katalog): Die neue Dimension des Lichts. 2004

Inhaltsverzeichnis

Titel	Seite
1. Anforderungen / Wünsche an das Leuchtmittel für den Discopixel 3000	1
2. Lichttechnische Grundgrößen	1
2.1 <u>Lichtstrom</u>	1
2.2 <u>Lichtausbeute</u>	1
2.3 <u>Lichtstärke</u>	1
2.4 <u>Beleuchtungsstärke</u>	1
2.5 <u>Leuchtdichte</u>	1
3. Lampenarten	2
3.1 <u>Temperaturstrahler</u>	2
3.1.1 Die Glühlampe	2
3.1.2 Der gasgefüllte Temperaturstrahler	2
3.1.3 Die Halogenlampe	2
3.2 <u>Entladungslampen</u>	3
3.2.1 Die Niederdrucklampe	3
3.2.2 Die Hochdrucklampe	4
3.2.3 Kurz-, Mittel- und Langbogenlampen	4
<i>Kurzbogenlampen</i>	4
<i>Mittelbogenlampen</i>	4
<i>Langbogenlampen</i>	4
3.3 <u>Hochstrom – LEDs</u>	4
4. Begriffe zu Farben	
4.1 <u>Spektrum des Lichts</u>	5
4.2 <u>Farberkennung</u>	5
4.3 <u>Farbmischung</u>	6
4.4 <u>Farbtemperatur</u>	6
4.5 <u>Farbwiedergabe</u>	7
4.6 <u>Farbwiedergabe – Index</u>	7
4.7 <u>Lichtfarbe</u>	7
5. Farberzeugung	7
5.1 <u>Farbfilter</u>	7
5.1.1 Absorption	8
<i>Folien</i>	8
<i>Kunststoffscheiben</i>	8
<i>Glasscheiben</i>	8
5.1.2 Reflexion	8
5.2 <u>Leuchtendes Gas</u>	9
5.3 <u>Die Farben der Hochstrom – LEDs</u>	9

Quellenverzeichnis