

**www.keldan.ch - Technologie**

## **1. Lampentypen**

### **1.1. Halogenlampen**

Das Licht wird wie bei normalen Glühlampen mit einem Glühwendel aus Wolfram erzeugt. Bei Halogenlampen bleibt der Glaskolben immer klar. Dafür sorgt das Halogen im Füllgas. Es verhindert, dass sich das verdampfte Wolfram innen am Glaskolben ablagert - und zwar, indem es mit dem Wolfram eine gasförmige Verbindung eingeht und zur heissen Wendel zurückströmt. Dort setzt sich das Wolfram ab. Und das freigesetzte Halogen kehrt in den Kreislauf zurück. Der grosse Vorteil der Halogenlampen ist der geringe Preis und der einfache Betrieb.

### **1.2. HID-Lampen**

(HID=High Intensity Discharge)

Andere gebräuchliche Bezeichnungen sind: Gasentladungslampen, Halogen-Metall dampflampen, Metall-Halid Lampen u. A.. Bei HID-Lampen wird das Licht auf eine ganz andere Weise als bei Halogenlampen erzeugt. HID Lampen haben keinen Glühwendel, das Licht entsteht durch einen Lichtbogen. Der Lichtbogen wird in einem geschlossenen Quarzglas kolben zwischen zwei fest eingebauten Wolframelektroden erzeugt. Im Lichtbogen betragen die Temperaturen bis zu 6000°C. Mit Zusätzen in der Gasfüllung kann die Lichtausbeute und auch die Farbtemperatur beeinflusst werden.

HID-Lampen benötigen für den Betrieb ein elektronisches Vorschaltgerät, welches den Zündvorgang einleitet und abhängig von Lampendruck und -temperatur jeweils optimale Betriebsbedingungen einstellt.

Die Lebensdauer von HID-Lampen ist sehr hoch und wird durch Elektrodenabbrand und chemische Prozesse im Entladungsgefäss begrenzt. HID-Lampen erzeugen das Licht hochkonzentriert zwischen den Elektroden und sind deshalb sehr gut geeignet für den Einsatz in Scheinwerfern und Projektoren.

### **1.3 Leuchtdioden (LED)**

Bei Leuchtdioden wird das Licht in einem Festkörper (z.B. Gallium-Arsenid Halbleiterkristall) durch elektrischen Strom erzeugt. Die Umwandlung von elektrischem Strom in Licht erfolgt bei Raumtemperatur (die Leuchtdiode bleibt kalt). Der eigentliche Umwandlungsprozess ist sehr effizient, die Schwierigkeit besteht darin, das erzeugte Licht mit möglichst wenig Verlust aus dem Halbleiterkristall herauszuleiten. Die Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Leuchtdioden ist ausserordentlich gross, da es bei der Lichterzeugung wegen der tiefen Betriebstemperaturen zu praktisch keinen chemischen oder physikalischen Abnutzungerscheinungen kommt. Leuchtdioden eignen sich besonders dann, wenn Licht mit kleiner Leistung und hoher Zuverlässigkeit erwünscht ist.

Leuchtdioden sind physikalisch bedingt einfarbig (z.B. rot, grün, gelb oder blau). Weisses Licht kann mit zwei verschiedenen Methoden erzeugt werden:

1. Indem entweder Licht von verschiedenfarbigen Leuchtdioden gemischt wird
2. Indem blaues Licht mit Hilfe eines Fluoreszenzstoffes teilweise in gelbes Licht umgewandelt wird. Das Resultat ist dann weisse Licht

## 2. Lichttechnik

### 2.1. Farbtemperatur:

Engl. Bezeichnung: Correlated Color Temperature (CCT)

Einheit: Kelvin (K)

Mit der Farbtemperatur wird der Farbton des weissen Lichtes spezifiziert.

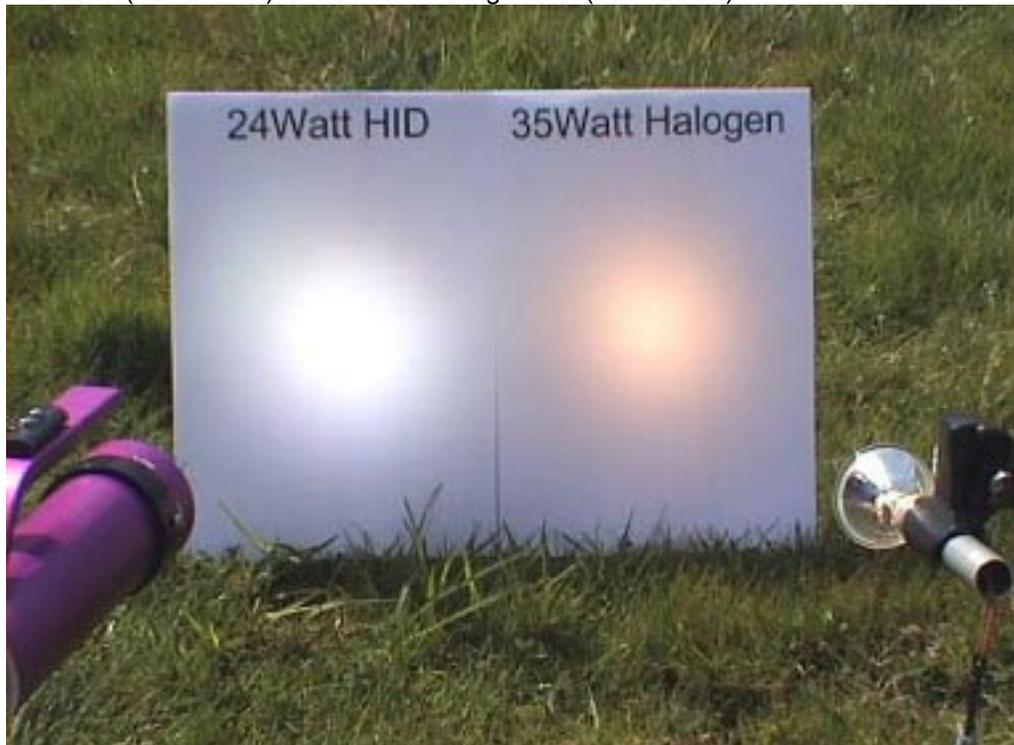
#### Allgemein gilt:

Tiefer Wert (<4000 K): gelblich weiss

Mittlerer Wert (4000 K - 5500 K):neutral weiss

hoher Wert (>5500 K ): bläulich weiss

Vergleich der Helligkeit und der Farbtemperatur zwischen 24 Watt HID-Licht (5200Kelvin) und 35 Watt Halogenlicht (3200Kelvin)



Typische Werte:

Glühlampen: 2800 K

Halogenlampen: 3200 K

HID Autoscheinwerfer: 3900 .. 4200 K

HID Tageslichtweiss: 5000 .. 5500 K

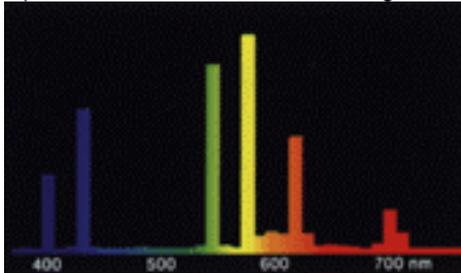
## 2.2. Farbwiedergabeindex:

Engl. Bezeichnung: Color Rendering Index (CRI)

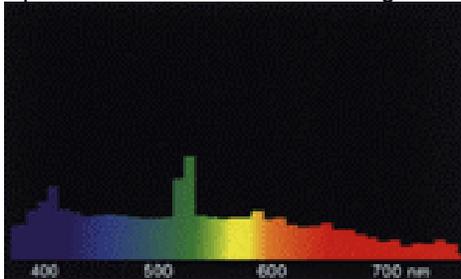
Einheit: -

Der Farbwiedergabeindex gibt an, mit welcher Qualität unterschiedliche Farben wiedergegeben werden. Der Maximalwert ist 100. Verschiedene weisse Lichtquellen können bei gleicher Farbtemperatur bzw. gleicher Lichtfarbe unterschiedliche Eigenschaften bei der Farbwiedergabe aufweisen. Verantwortlich dafür ist die genaue spektrale Verteilung des abgestrahlten Lichtes. Verantwortlich für die Unterschiede bei HID-Lampen ist die Zusammensetzung der Gasfüllung, die Betriebstemperatur und der Betriebsdruck.

Spektrum mit einem Farbwiedergabeindex von etwa 50



Spektrum mit einem Farbwiedergabeindex von etwa 90



Typische Werte:

Glühlampen: 100

HID Autoscheinwerfer: 75

HID für Innenbeleuchtung: 80 .. 90.

HID für Aussenbeleuchtung: 20 .. 60

## 2.3. Lichtausbeute:

Engl. Bezeichnung: Efficiency

Einheit: Lumen/Watt (lm/W)

Die Lichtausbeute bei HID- und bei Halogenlampen nimmt generell mit zunehmender Brennerleistung zu. Bei Halogenlampen besteht zudem ein ausgeprägter Zusammenhang zwischen Lichtausbeute und Lebensdauer. Eine sehr hohe Lichtausbeute muss bei Halogenlampen mit einer sehr kurzen Lebensdauer erkauft werden.

HID-Brenner erreichen jedoch bei einer sehr grossen Lichtausbeute gleichzeitig eine sehr grosse Lebensdauer.

Typische Werte:

Halogen (Lebensdauer 50h): 30-40 lm/W

Halogen (Lebensdauer 2000h): 20-30 lm/W  
Weisse LED (ca.0.06Watt): 18 -30 lm/W  
HID (Lebensdauer 500 - 20000h):60 - 110 lm/W

Anmerkung:

Das theoretische Maximum liegt bei ca. 700 lm/W. (100% Umwandlung der elektrischen Energie in weisses Licht)

#### **2.4. Lichtstrom:**

Engl. Bezeichnung: Luminous Flux

Einheit: Lumen (lm)

Als Lichtstrom bezeichnet man die Lichtmenge. Wegen diversen Verlusten steht bei einem realen Scheinwerfer nicht 100% des vom Leuchtmittel erzeugten Lichtstromes an der Austrittsöffnung zur Verfügung. Die kumulierten diversen Verluste können bedeutend sein. Es ist deshalb wichtig, zwischen dem Lichtstrom des eingesetzten Leuchtmittels und dem tatsächlichen nutzbaren Lichtstrom zu unterscheiden. Bei HID-Lampen muss zusätzlich noch der Wirkungsgrad der Vorschalt elektronik eingerechnet werden (typ. 75% .. 90%). Der Lichtstrom lässt sich wie folgt ermitteln:  
Lichtstrom = Elektrische Leistung x Lichtausbeute

#### **2.5. Lichtstärke**

Engl. Bezeichnung: Candle Power

Einheit: Candela (cd)

Es ist sehr wichtig, zwischen Lichtstärke und Lichtmenge zu unterscheiden. Die Lichtstärke gibt an, wie hell ein Objekt aus einer bestimmten Distanz beleuchtet wird. Durch starke Bündelung kann man eine sehr grosse Lichtstärke erreichen. Eine grosse Lichtstärke bedeutet deshalb nicht gleichzeitig, dass der Scheinwerfer eine grosse Lichtmenge erzeugt. Ein Extremfall ist z.B. ein Laserpointer: Der Lichtstrom ist sehr gering, hingegen ist die Lichtstärke enorm hoch.

### 3. Akkumulatoren

#### 3.1 Nickel Cadmium (NiCd)

Diese Technologie ist robust und hat sich seit Jahren bewährt. Die Kosten sind relativ klein, aber auch die Kapazität ist gegenüber vergleichbaren NiMH Zellen bescheiden. NiCd Zellen weisen gute Eigenschaften auch bei tiefen Temperaturen und hohen Entladungsströmen auf. Die Umweltbelastung ist wegen des Cadmiums problematisch.

#### 3.2 Nickel-Metallhydride (NiMH)

NiMH Zellen weisen gegenüber NiCd gleicher Bauform deutlich grössere Kapazitäten auf. Nachteile sind die starke Leistungsabnahme bei tiefen Temperaturen, die hohe Selbstentladung und die (reversible) Leistungsminderung nach längerer Lagerung. NiMH-Zellen sind nicht geeignet für sehr hohe Entladungsströme bei kalten Temperaturen.

Der Kapazitätsvorteil ist aber im allgemeinen so gross, dass auch unter weniger günstigen Bedingungen NiMH Zellen immer noch mehr Energie liefern als vergleichbare NiMH Zellen. Bei vielen Anwendung sind NiMH-Zellen deshalb klar im Vorteil. Die tatsächlich verfügbare Kapazität ist von sehr vielen Rahmenbedingungen (Lagerung, Ladung, Betriebstemperatur, Belastung) abhängig. Die Vorhersage der Restbetriebszeit kann in Spezialfällen deshalb ungenau werden. Folgende Regeln müssen beachtet werden, wenn NiMH-Zellen im praktischen Einsatz eine möglichst hohe Leistung liefern sollen:

1. Zellen bis kurz vor Einsatz bei 10°C-25°C aufbewahren.
2. Nur frisch geladene Zellen verwenden
3. Nach längerer Lagerung 1-2 Lade-/Entladezyklen zur Regenerierung durchführen
4. Dauerladung (Trickle Charge) vermeiden

#### 3.3. Lithium-Ionen (Li-Ion)

Der Hauptvorteil ist das sehr geringe Gewicht und die bessere Leistungsfähigkeit bei tiefen Temperaturen. Die Kapazität auf das Volumen bezogen ist gegenüber NiMH nur wenig grösser. Wegen der deutlich höheren Kosten lohnt sich der Einsatz nur in bestimmten Fällen.