

# **WHITEPAPER**

LED-LEUCHTEN

ALTERNATIVE ZU „HALOGENFLUTER“

UND LEUCHTEN MIT

LEUCHTSTOFFLAMPEN

Autoren: Dipl.-Ing. Christian Fiebach  
Geschäftsführer ipf electronic gmbh

Thorsten Landau  
Produktmanagement LED-Leuchten

**IPF** ELECTRONIC

# **INHALTSVERZEICHNIS**

1. Einleitung .....	3
2. Beschreibung und Einsatzfelder bisheriger Technologien .....	3
3. Lichtstrom, Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe.....	4
4. LED versus konventionelle Lichtquellen .....	5
5. Die Wahl der richtigen LED-Leuchte.....	6
5.1 LED-Flutlichtstrahler mit Sicherheitsglas.....	6
5.2 LED-Arbeitsplatzleuchten in großer Auswahl.....	7
5.2.1 Arbeitsplatzleuchten röhrenförmig.....	7
5.2.2 Arbeitsplatzleuchten quaderförmig .....	7
5.2.3 Arbeitsplatzleuchten im Profilgehäuse .....	8
6. Fazit .....	9

## **1. EINLEITUNG**

LED-Leuchtmittel haben sich im Konsumentenbereich vielfach als Alternative zu Glühlampen (EU-Verbot seit 2009) oder anderen Lösungen als Lichtquelle durchgesetzt. Beim professionellen Einsatz von LED, z. B. zur Beleuchtung von Produktions- bzw. Lagerhallen oder Arbeitsplätzen, stellt sich jedoch häufiger die Frage, welche Lösungen mit konventionellen Leuchtmitteln durch LED ersetzt werden können.

Eine Antwort hierauf ist nicht leicht, da sehr viele Faktoren bei der Auswahl einer geeigneten LED-Lösung als Ersatz für bisher mitunter sehr unterschiedliche herkömmliche Leuchtmittel eine wichtige Rolle spielen. Da bspw. bei Maschinenleuchten insbesondere Halogenlampen in sogenannten Flutern oder röhrenförmige Leuchtstofflampen bei Arbeitsplatzleuchten vermehrt durch LED-Leuchten ausgetauscht werden, konzentriert sich dieses White Paper auf diese beiden Technologien. In diesem Zusammenhang werden die wichtigsten Kenngrößen zum Thema Licht sowie Beleuchtung vorgestellt und einige Lösungen aus dem Portfolio an LED-Leuchten von ipf electronic präsentiert.

## **2. BESCHREIBUNG UND EINSATZFELDER BISHERIGER TECHNOLOGIEN**

Leuchten mit Halogenlampen (umgangssprachlich Halogenfluter oder Halogenstrahler) werden vor allem zur Ausleuchtung von größeren Flächen genutzt und finden daher häufig Anwendung in der Industrie, u. a. im Bereich von Hallentoren. Dabei sind Halogenlampen keine Gasentladungslampen, sondern eine Weiterentwicklung der herkömmlichen Glühlampe, bei der sich der Wolframfaden in einem Quarzglas Kolben befindet, der mit dem Halogen Iod gefüllt ist. Derartige Leuchtmittel erreichen eine Lebensdauer von bis zu 5.000 Stunden. Im Vergleich zu Glühlampen weisen diese eine höhere Helligkeit auf, allerdings zu Lasten einer größeren Wärmeabstrahlung. LED Leuchtmittel punkten hingegen mit einer deutlich höheren Lebensdauer bei deutlich geringerer Wärmeentwicklung. Zum Vergleich: Die maximale Lebensdauer von LED ist mit bis zu 50.000 Stunden um den Faktor 10 höher.

Leuchten mit röhrenförmigen Leuchtstofflampen werden bevorzugt zur Ausleuchtung von Arbeitsplätzen eingesetzt. Sie sind allgemein unter dem Begriff „Leuchtstoffröhre“ bekannt. An den Enden der Lampe befinden sich sogenannte Elektroden aus Wolframdraht. In der Startphase werden diese zunächst von Strom durchflossen und heizen sich auf, wodurch Elektronen in das Lampenrohr emittiert werden. Durch den sogenannten Starter der Leuchte in Verbindung mit einem Vorschaltgerät (z. B. Drosselspule) wird eine Zündspannung zwischen den Elektroden erzeugt, wodurch die freigesetzten Elektronen im elektrischen Feld Richtung Anode beschleunigt werden.

Dabei wird das Gas in der Röhre ionisiert und es entsteht ein Plasma. Durch das Plasma wird hauptsächlich unsichtbares UV-Licht erzeugt und durch das Leuchtmittel auf der Rohrrinnenseite in sichtbares Licht umgewandelt. Die Lebensdauer von Leuchtstofflampen beträgt wie bei Halogenlampen rund 5.000 Stunden. Neben der im Vergleich zur LED niedrigeren Lebensdauer nimmt bei Leuchtstofflampen zudem über die gesamte Betriebszeit die Lichtintensität stetig ab. LED-Leuchtmittel punkten jedoch noch an anderer Stelle. Sie geben ein flimmerfreies Licht ab (wichtig bei rotierenden Maschinenteilen), das frei ist von UV- oder Infrarotanteilen. Die hohe Lebensdauer ist dabei unabhängig von Schaltzyklen. Durch den geringen Energieverbrauch verfügen sie zusätzlich über eine hohe Energieeffizienz.

**3. LICHTSTROM, BELEUCHTUNGSSTÄRKE UND LICHTFARBE**

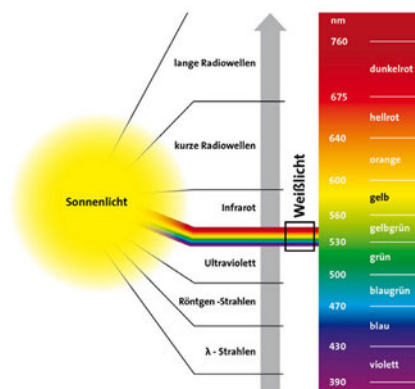
Für den Austausch konventioneller Leuchtmittel durch eine geeignete LED hilft der Vergleich von Wattzahlen bzw. der Einsatz irgendwelcher Umrechnungsformeln im Grunde nicht weiter. Entscheidend in diesem Zusammenhang ist auch immer die Kombination aus Leuchtmittel und dem Reflektor (Lichtformer) der Leuchte. In der Regel ist der Reflektor einer Leuchte auf das bei der Konstruktion definierte Leuchtmittel optimiert. Passt eine Austauschlampe nun nicht mehr zu dieser Konstruktion, verschlechtert sich die Lichtleistung der Leuchte unter Umständen dramatisch. Es muss also immer die Kombination aus Leuchtaufbau und verwendetem Leuchtmittel bewertet werden, um aussagekräftige Vergleiche anstellen zu können.

Eine zentrale Kenngröße in diesem Zusammenhang ist der Lichtstrom, der im Grunde die Lichtleistung einer Lichtquelle beschreibt. Die Einheit für den Lichtstrom ist Lumen (lm). Für die Bewertung, wie dieser Lichtstrom von einer Leuchte in den Raum „verteilt“ wird, eignet sich der sogenannte Abstrahlwinkel. Er beschreibt den Lichtaustrittswinkel einer Leuchte bzw. deren Abstrahlcharakteristik. Während bspw. eine klassische Glühlampe (frei leuchtend / nicht in einer Leuchte verbaut) den Lichtstrom in einen Abstrahlwinkel von nahezu 360° richtet, lenkt z. B. bei einem Halogenfluter der integrierte Reflektor das Licht in die gewünschte Richtung. Durch diese Umlenkung am Reflektor entstehen beim Lichtstrom jedoch Verluste. Für den direkten Vergleich von Lichtquellen eignet sich am besten die sogenannte Beleuchtungsstärke in einem festgelegten Abstand, zentral unterhalb der Lichtquelle. Die Beleuchtungsstärke definiert den auf eine Fläche gelangenden Lichtstrom und hat die Einheit Lux ( $lx = lm/m^2$ ). Diese stellt quasi die Flächendichte des einfallenden Lichtstroms bzw. die Kombination aus Lichtleistung und Abstrahlcharakteristik einer Leuchte dar.

Die Lichtfarbe ist die Farbe einer selbstleuchtenden Lichtquelle und kann über die Angabe der Farbtemperatur (Einheit: Kelvin (K)) sowie des Farbwiedergabeindex Ra beschrieben werden. Die Farbtemperatur steht dabei für die Temperatur eines „Planckschen Strahlers“ die dieser annimmt, wenn er Licht einer bestimmten Farbe abstrahlt. Eine Halogenlampe z. B. besitzt eine Farbtemperatur von ca. 3.000K, wohingegen Leuchtstofflampen in der Regel eine Farbtemperatur von ca. 4.000K aufweisen. Je nachdem wie sich die elektromagnetische Strahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich von 390 und 780nm zusammensetzt, empfindet der Mensch das Licht als eher „kalt“ oder „warm“. Überträgt man diese Empfindung auf die zugehörige Farbtemperatur des Lichtes, so ergeben sich folgende Zusammenhänge: Die ersten Weißlicht-LED hatten eine Farbtemperatur von über 5.000K. Ihre Lichtfarbe wurde daher als „kaltweiß“ oder auch „tageslichtweiß“ bezeichnet. Heute sind LED auch mit Farbtemperaturen von 3.000K und weniger sowie über 5.000K erhältlich. Das Spektrum reicht somit von „neutralweiß“, was sich im Bereich von Leuchtstofflampen bewegt, bis „warmweiß“, also eine Lichtfarbe, die sich vorwiegend bei Halogenlampen wiederfindet.

<b>Empfindung bzw. Lichtquellenausprägung</b>	<b>Farbtemperatur in Kelvin</b>
warmweiß	unter 3.300K
neutralweiß	zwischen 3.300 und 5.000K
kaltweiß / tageslichtweiß	über 5.000K

Der Farbwiedergabeindex beschreibt die Qualität der Farbwiedergabe von Lichtquellen bezogen auf den Vergleich mit einer Referenzlichtquelle. Dabei bedeutet die Angabe 100, dass die Farbwiedergabe mit der Referenzlichtquelle übereinstimmt. Je kleiner die Zahl, umso größer ist dementsprechend der Unterschied zur Referenz. Da über den Index lediglich die Ähnlichkeit mit einer festgelegten Referenz beschrieben wird, heißt dies nicht automatisch, dass bei einem hohen Wert alle Farben gut wiedergegeben werden. So enthält z. B. das Referenzlicht der Glühlampe (Farbtemperatur 2.700 K) nur sehr wenig blaue und violette Lichtanteile, woraus sich eine schlechtere Wiedergabe dieser Farben ergibt. Für eine gute Farbwiedergabe über das sichtbare Spektrum ist es nötig, dass nicht nur der Farbwiedergabeindex einer Lichtquelle hoch ist, sondern dass diese auch über den gesamten sichtbaren Wellenlängenbereich elektromagnetische Strahlung emittiert. Dies ist in der Regel bei der Kombination von hohem Farbwiedergabeindex und Farbtemperaturen von 4.500K bis 6.000K gut gegeben.



Weißlicht setzt sich aus einer Mischung von elektromagnetischer Strahlung mit unterschiedlichen Wellenlängen im Bereich von 390 bis 780nm zusammen.  
(Alle Bilder: ipf electronic gmbh)

#### **4. LED VERSUS KONVENTIONELLE LICHTQUELLEN**

Im Vergleich zu den im Kapitel 2 beschriebenen herkömmlichen Leuchtmitteln haben LED einige entscheidende Vorteile. Besonders hervorzuheben sind die lange Lebensdauer und der niedrige Energieverbrauch. LED können eine Lebensdauer von bis zu 50.000 Stunden erreichen. Im Gegensatz hierzu haben Halogenlampen oder Leuchtstofflampen eine Lebensdauer von bis zu 5.000 Stunden. Darüber hinaus ist der Energieverbrauch bei Halogen- und Leuchtstofflampen mit Blick auf die LED ungleich höher. Bei Halogenlampen kommt zudem eine geringe Lichtausbeute und vor allem eine hohe Wärmeabstrahlung hinzu. Bei Leuchtstofflampen nimmt hingegen mit zunehmender Betriebsdauer die Lichtintensität immer weiter ab. Zwar ist der Anschaffungspreis für eine LED im Gegensatz zur Halogen- oder Leuchtstofflampe höher, aber aufgrund der sehr langen Lebensdauer und dem niedrigen Stromverbrauch dürfte sich dieser Nachteil bei einer LED-Beleuchtung in einem überschaubaren Zeitrahmen im wahrsten Sinne des Wortes „bezahlt machen“.

### **5. DIE WAHL DER RICHTIGEN LED-LEUCHE**

Die Wahl der richtigen Beleuchtung für den professionellen Gebrauch wird grundlegend von ihrem potenziellen Einsatzfeld bestimmt. Wie eingangs beschrieben, konzentriert sich dieses White Paper auf die Installation von LED-Leuchten als Alternative zu Halogenflutern oder Leuchten mit Leuchtstofflampen. Die vielschichtigen Einsatzbereiche solcher Lichtquellen etwa in Industriehallen oder an Arbeitsplätzen erschwert zunächst jedoch die Auswahl einer geeigneten LED-Lösung. Grundsätzlich sind daher im Vorfeld einige grundlegende Fragen zu klären, u.a.: Wo soll die LED-Leuchte eingesetzt werden? Wie groß ist die Fläche, die ausgeleuchtet werden muss (Abstrahlwinkel)?

Welche Lichtintensität ist am Einsatzort erforderlich? Soll die Lichtquelle über eine „wärmere“ oder eher „kältere“ Lichtfarbe verfügen? Sind weitere Faktoren hinsichtlich des Einsatzortes der LED-Leuchte zu berücksichtigen, bspw. Schock- und Vibrationsfestigkeit, Resistenz gegen Kühl- oder Schmierstoffe, hohe Dichtigkeit oder spezifische Hygieneanforderungen etc.?

Angesichts dieser Fülle an möglichen Fragestellungen empfiehlt ipf electronic zunächst eine eingehende Beratung durch einen unserer Leuchten-Spezialisten. Im Anschluss daran sollte eine LED-Leuchte an ihrem zukünftigen Einsatzort unverbindlich getestet werden, damit der zukünftige Anwender eine wirklich optimale Lösung erhält. Um eine hilfreiche Orientierung bei der Auswahl einer solchen Lösung zu geben, werden nachfolgend einige LED-Leuchten sowie deren spezifische Eigenschaften aus dem sehr breitgefächerten Angebot von ipf electronic vorgestellt.

#### **5.1 LED-FLUTLICHTSTRAHLER MIT SICHERHEITSGLAS**

Bis zu 80 Prozent Energieeinsparung erzielen die LED-Flutlichtstrahler **AO000518** und **AO000519** von ipf electronic mit einer Leistungsaufnahme von 30W bzw. 50W gegenüber herkömmlichen Halogenflutern. Der **AO000518** liefert einen Lichtstrom von 3.500lm, der **AO000519** einen Lichtstrom von 5.900lm. Beide LED-Flutlichtstrahler verfügen über tageslichtweißes Licht (5.000 bis 6.500K). Durch den Abstrahlwinkel von maximal 120° sind beide LED-Strahler zur Ausleuchtung größerer Flächen geeignet. Mit einem Gehäuse aus Aluminium, einer Frontscheibe aus Sicherheitsglas und aufgrund der hohen Schutzart IP65 sind die LED-Flutlichtstrahler eine ideale Beleuchtungslösung auch für raue Industrieumgebungen. Beide Strahler können während des Betriebs in einem Temperaturbereich von -20° C bis +40° C eingesetzt werden, wobei die Luftfeuchtigkeit zwischen 20% und 90% betragen darf.



Die LED-Flutlichtstrahler **AO000518** (rechts) und **AO000519** verfügen über einen Abstrahlwinkel von 120° und eignen sich daher zur Ausleuchtung größerer Flächen. Der Lichtstrom von 3.500lm bzw. 5.900lm sowie das tageslichtweiße Licht (5.000 bis 6.500K) sorgen für eine sehr helle Beleuchtung.

### 5.2 LED-ARBEITSPLATZLEUCHTEN IN GROSSER AUSWAHL

ipf electronic verfügt über ein sehr breitgefächertes Angebot an Arbeitsplatzleuchten. Als Alternative zu Leuchtstofflampen seien hier nur einige Arbeitsplatzleuchten in röhrenförmiger und quaderförmiger Ausführung sowie im Profilgehäuse mit unterschiedlichsten Abmessungen genannt.

#### 5.2.1 ARBEITSPLATZLEUCHTEN RÖHRENFÖRMIG

Die röhrenförmigen LED-Leuchten **AO000307** (300 x 28 x 23mm) und **AO000308** (600 x 28 x 23mm) im Aluminiumgehäuse (Schutzart IP40) integrieren 6 bzw. 12 LED und verfügen über eine kaltweiße Lichtfarbe (5.000K). Der Abstrahlwinkel dieser kompakten LED-Leuchten mit Frontscheibe aus Kunststoff beträgt 120°. Die einfache Montage erfolgt über Halteklammern, die im Lieferumfang enthalten sind.



Röhrenförmige LED-Arbeitsplatzleuchten **AO000307** (unten) und **AO000308** mit 6 und 12 LED.

#### 5.2.2 ARBEITSPLATZLEUCHTEN QUADERFÖRMIG

Stellvertretend für die große Auswahl an quaderförmigen Arbeitsplatzleuchten werden hier die **AO000261**, **AO000274** und **AO000275** mit neutralweißer Lichtfarbe (4.500K) sowie die **AO000482**, **AO000483**, **AO000484** und **AO000485** mit kaltweißer Lichtfarbe (5.000K) vorgestellt. Die **AO000261**, **AO000274** und **AO000275** im Aluminiumgehäuse und Frontscheibe aus Acrylglas (Schutzart IP50) sind für den Dauerbetrieb geeignet, wobei die Helligkeit geregelt werden kann. Alle LED-Leuchten haben eine Breite von 64mm sowie eine Tiefe von 80mm und sind in den Längen 254mm (**AO000274**), 504mm (**AO000261**) und 754mm (**AO000275**) erhältlich. Die Leistungsaufnahme bewegt sich zwischen 20W für die kleinste Leuchte und 60W für die größte Ausführung. Der Abstrahlwinkel beträgt 100°.



Eine neutralweiße Lichtfarbe liefern diese quaderförmigen LED-Leuchten in drei verschiedenen Längen.

Die **AO000482**, **AO000483**, **AO000484** und **AO000485** sind robuste, kompakte Aufbauleuchten mit hoher Leistung. Die Leuchten sind hinsichtlich ihrer Breite (85mm) und ihrer Tiefe (35mm) identisch, verfügen aber jeweils über zwei unterschiedliche Bau­längen: **AO000482** (295mm oder 325mm), **AO000483** (545mm oder 575mm), **AO000484** (1045mm oder 1075mm), **AO000485** (1545mm oder 1575mm). Das Gehäuse ist aus Aluminium (Schutzart IP50). Die diffuse Frontscheibe aus Kunststoff erzeugt eine homogene, schattenarme und blendfreie Ausleuchtung. Der Abstrahlwinkel beträgt 110°. Diese quaderförmigen LED-Leuchten sind mit SMD-LED der jüngsten Generation ausgestattet (100 Lumen/Watt) und eignen sich ideal für Einsatz an Systemarbeitsplätzen. Durch die integrierten Befestigungslaschen können die Leuchten einfach und in beliebiger Lage montiert werden, z. B. mithilfe von Nutzensteinen direkt an Aluminiumprofile.



Mit ihrer kaltweißen Lichtfarbe sind diese Leuchten bspw. ideal für den Einsatz an Systemarbeitsplätzen.

### **5.2.3 ARBEITSPLATZLEUCHTEN IM PROFILGEHÄUSE**

Eine große Auswahl bietet ebenfalls das Spektrum an LED-Arbeitsplatzleuchten im Profilgehäuse mit kaltweißer Lichtfarbe (5.000K) von ipf electronic. Die LED-Leuchten im Aluminiumgehäuse (Schutzart IP40) haben eine diffuse Kunststoff-Frontscheibe, die für eine sehr gleichmäßige Lichtverteilung sorgt. Die Beleuchtungslösungen besitzen pro 250mm Länge sechs LED und haben einen Abstrahlwinkel von 110°. Die größte Leuchte der Reihe verfügt über eine Länge von 2.000mm, die kleinste ist 250mm lang. Für den vielseitigen Einsatz konzipiert, lassen sich die robusten LED-Leuchten aufgrund ihres kompakten Profils (16mm breit, 12mm tief, bzw. 19mm breit und 19mm tief) auch in Möbel einbauen. Die Montage erfolgt mittels Halteklammern.



Beispielhaft für das breitgefächerte Portfolio an LED-Arbeitsplatzleuchten: die **AO000337** im Profilgehäuse (Länge 500mm) mit kaltweißer Lichtfarbe.

**6. FAZIT**

Ob Leuchten mit Halogen- oder Leuchtstofflampen- Lösungen mit LED sind schon allein aufgrund der vergleichsweise längeren Lebensdauer, geringeren Wartungskosten und des niedrigen Stromverbrauchs immer Alternativen, die sich schnell amortisieren. Aufgrund des breitgefächerten Angebots von ipf electronic, insbesondere im Bereich der LED-Arbeitsplatzleuchten, dürfte es Anwendern kaum schwer fallen, die passende Lösung für die jeweilige Applikation zu finden. Voraussetzung hierfür ist, wie bei allen Qualitätsprodukten, eine kompetente Beratung und zusätzlich die Möglichkeit, eine LED-Beleuchtungslösung im zukünftigen Einsatzbereich unverbindlich testen zu können, so wie es ipf electronic Interessenten anbietet. Detaillierte Informationen zu den hier vorgestellten und weiteren Lösungen an LED-Leuchten (z. B. Maschinenleuchten und Schwanenhalsleuchten) sind unter [www.ipf.de](http://www.ipf.de) (Produkte) erhältlich.

**© ipf electronic gmbh: Dieses White Paper ist urheberrechtlich geschützt. Die Verwendung des Textes (auch in Auszügen) sowie der Bildmaterialien in diesem Dokument ist nur mit schriftlicher Genehmigung der ipf electronic gmbh gestattet.**

**ipf electronic gmbh**  
info@ipf.de • www.ipf.de

Änderungen vorbehalten! Stand: Dezember 2017