

Wissenswertes über LED

TKL Licht GmbH



Richard de Boer
Stand Juni 2011



Inhalt

LED-Leuchtmittel und LED-Lampen	3
SPEISUNG FÜR POWER-LED's (Serielle Installation)	5
SPEISUNG FÜR POWER-LED's (Parallele Installation)	5
LEBENSDAUER VON POWER-LED's	7
WEISSES LICHT VON POWER-LED's	8
VERGLEICHSPARAMETER POWER-LED zu HALOGENLAMPE	9
DIMMBARKEIT VON POWER-LED's	10
LEITUNGSKRITERIEN für POWER-LED-INSTALLATION	10
RGB – (ROT-GRÜN-BLAU) – LED-SYSTEME	11
FUNKTION DER POWER-LED's	12
HISTORIE von LED	13
THEMATIK LICHT-STROM-ENERGIEEFFIZIENZ und ZAHLEN.....	13



LED-Leuchtmittel und LED-Lampen: Die Zukunft des Lichts hat begonnen

LED Leuchtmittel für den Einsatz in Einbaustrahlern

Vor mehr als 25 Jahren revolutionierte die Halogenlampe die Lichttechnik in Bezug auf kleine Abmessungen, höheren Lichtstrom und einer wesentlich längeren Lebensdauer. Den Platz der Halogenlampe nimmt heute immer mehr die Leuchtdiode ein. Ihre rasante Entwicklung in den letzten Jahren kann man ohne weiteres mit derjenigen der Computertechnologie vergleichen.

Man redet klar von einer neuen Zukunft des Lichts. Dabei gibt es Leuchtdioden schon seit vielen Jahrzehnten. Ihr Einsatzgebiet beschränkte sich früher allerdings auf Signal- und Hinweisfunktionen. Seit der Entwicklung der weissen LED und später der POWER-LED hat die Leuchtdiode ihren Platz in der Allgemeinbeleuchtung gefunden.

Wesentliche Vorzüge von POWER-LED's sind :

- Energie-Einsparung von bis zu 85% zur Halogenlampe
- Fast zu 100% vergleichbar in der Lichtqualität zur Halogenlampe
- Wenig bis gar keine Wartungsarbeit
- Hoher Wirkungsgrad
- Dimmbarkeit (je nach Fabrikat)
- Kleine Abmessungen
- Lebhaftes, satte Farben ohne Filter (RGB)
- Geringere Wärmeentwicklung als Halogen
- Keine UV-Strahlung
- Konstantspannung oder Konstantstrom
- Kein Elektromog
- Kaltstartfähig bis -40°
- Hohe Lebensdauer (Achtung Einbauabhängig !)

Man unterscheidet weltweit folgende namhafte LED-Hersteller : CREE, PHILIPS-LUMILED's (Luxeon, Rebel und Lumiled), SEOUL-Semiconductor, Citizen, Nichia und Osram Opto Semiconductors.

Energiebewusstsein und Pioniergeist lassen in atemberaubender Weise neue Licht- und Beleuchtungslösungen entstehen, welche punkto Umweltschutz und Anwendernutzen in der Zukunft neue Maßstäbe setzen. So können bereits heute die meisten Lichtenwendungen mit LED-Technologie ersetzt werden, ohne dass vom Konsumenten/Benutzer Abstriche bei der Lichtqualität hingenommen werden müssten.

Alle LED's der neuen Generation entsprechen den gesetzlichen Normen und enthalten weder Quecksilber noch andere gefährliche Substanzen.



Deshalb setzt TKL seit Jahren auf die Technologie der Ersatzbarkeit für bestehende und neue Halogenanlagen (LED Leuchtmittel anstatt Halogen-Leuchtmittel).

Wir sind überzeugt, dass „nur“ LED-Einbaustrahler mit fix eingebauten LED's eher nachteilig für den Konsumenten sind, dies weil die Ersatzmöglichkeit auf andere Techniken wie LED (stärkere Lichtausbeute in der Zukunft, immer weniger Weisslichtabweichungen in den Kelvin-Graden, verbesserte Wärmemanagement-Techniken, etc.) Halogenleuchtmittel oder Sparleuchtmittel somit nicht gegeben sind.

Der klare Auftrag an die produzierende Industrie der LED-Technik muss in die „nahtlose“ Ersatzbarkeit von bestehenden Licht-Anlagen forciert werden, so dass zu jedem bestehenden Betriebsgerät, sprich Transformator, ohne deren Aenderung ein Ersatzleuchtmittel wie LED eingesetzt werden kann, welches dem „alten“ Halogenleuchtmittel in Form, Funktion, Lichtleistung und Lichtfarbe entspricht.

Hier sind viele Hersteller auf dem richtigen Weg. So kann derzeit eine 50W-Halogenlampe vergleichbar mit einer 7-10W LED-Lampe komplett ersetzt werden, direkt mit 240V-oder 12V-Speisung. Je nach Fabrikat der LED kann diese bereits heute stufenlos gedimmt werden, sogar mit bestehenden elektronischen oder mechanischen Transformator (Phasenabschnitt oder Phasenanschnitt).

In der Allgemein- sowie Akzentbeleuchtung sind viele Retrofit-LED-Lampen absolut „salonfähig“ und eignen sich durch das Design, die Energieeffizienz und Lichtqualität überall dort, wo das Licht rund um die Uhr eingeschaltet ist.

Mit universell einsetzbaren LED-Leuchtmittel bindet man nie den Kunden auf nur ein Produkt – er hat auch Jahre nach der Installation die Möglichkeit, sein Licht „einfach“ zu ändern oder dem Stand der Technik anzupassen, ohne grosse Installationskosten.



SPEISUNG FÜR POWER-LED's (ALLGEMEINE ERKLÄRUNG)

Die Helligkeit einer LED wächst mit der Leistungsaufnahme. Bei konstanter Halbleitertemperatur ist die Zunahme annähernd proportional. Der Wirkungsgrad sinkt mit steigender Temperatur, deshalb sinkt die Lichtausbeute an der Leistungsgrenze je nach Art der Kühlung ab. Die LED fällt aus, wenn die Temperatur des Halbleiters ein Maximum von ca. 150° C übersteigt.

Die Strom-Spannungs-Kennlinie beschreibt, wie ein Verbraucher auf eine angelegte Spannung reagiert. Bei einem ohmschen Verbraucher nimmt der Strom linear mit der Spannung zu. Eine Leuchtdiode besitzt, typisch für Halbleiterdioden, eine exponentielle Kennlinie. Kleine Schwankungen in der Spannung verursachen grosse Stromänderungen.

Die Kennlinie einer weissen Hochleistungsdiode mit einem Nennstrom von 350mA hat eine Durchlassspannung von 3.4V; Dies entspricht einer Leistungsaufnahme von etwa 1W.

LED's betreibt man immer mit einem konstant gehaltenen Strom.

SPEISUNG FÜR POWER-LED's (Serielle Installation)

Die POWER-LED's werden in der Regel mit einem Konstantstrom von 350mA, (1W) 500mA (2W) und 700-900mA (3W) betrieben, meistens in Reihenschaltung (SERIE) Diese Technik ist als Grundregel meist verbreitet bei „fertigen“ LED-Leuchten für Boden, Wand und Decke, also bei LED-Lampen in denen die Diode fix integriert/eingebaut ist.

Empfehlung für die Montage einer seriellen LED-Installation:

Wir empfehlen aus Erfahrung unbedingt vor der definitiven Installation am Objekt einen Funktionstest durchzuführen, dies damit keine unnötigen Überraschungen und Aufwendungen auf den Installateur zukommen. Erfahrungsgemäss sind serielle Installationen eher ungewöhnlich und daher nicht vertraut.

SPEISUNG FÜR POWER-LED's (Parallele Installation)

Die neuen Technologien für den „nahtlosen“ Ersatz in bestehende Lichtanlagen erlauben den Einsatz von LED-Leuchtmittel mit integrierten AC/DC-Wandlern, welche für die 12V Konstantspannung eine Parallele Installation erlauben, ohne Berücksichtigung der Mindestlast.

Somit können bestehende Niedervolt-Installationen parallel für die neuen RETROFIT-LED-12V-Lampen je nach Fabrikat übernommen werden.

Bei Neuanlagen empfehlen die meisten Hersteller trotzdem, die geeigneten Betriebsgeräte zum Leuchtmittel zu installieren.

**Fact ist und bleibt aber folgende Wichtigkeit:**

Falsch gewählte Netzteile (seriell/parallel) können zur Zerstörung der LED-Einheit führen. Auch müssen immer sämtliche Geräte infolge Anfahrtsstrom von der sekundär LED-Installation abgehängt/getrennt werden, bevor das Netzgerät an den Stromkreis 240V installiert wird. Zudem darf die Summe der angehängten LED-Leistung nie die maximale LED-Gesamtleistung auf dem Netzteil überschreiten.

Die LED-Netzteile müssen an belüfteten Stellen möglichst entfernt von Wärmequellen eingesetzt werden, um ein überhitzen und Abschalten des Konverters zu vermeiden. Die Lebensdauer der LED-Netzteile hängt auch entscheidend von der Wärmeentwicklung der Umgebung ab, da die wärmeempfindlichen Bauteile wie elektrolytische Kondensatoren sonst leiden. (Als Grundregel für den Einbauraum gilt ein Hohlraum von umlaufend 50mm Abstand zum Leuchtmittel) LED-Netzteile sollten gemäss der neuen europäischen Norm EN60347 hergestellt sein.

Merke:

Eine konstante Wärmeableitung muss bei LED-Installationen immer gewährleistet sein.
--

LEBENSDAUER VON POWER-LED's

Die Lebensdauer von Power-LED's hängt von zwei Hauptfaktoren ab: Betriebstemperatur und Strom.

Die Effizienz und Lebensdauer von LED-Einbaulampen und LED-Leuchtmittel sind massgeblich von der Einbausituation und Umgebungstemperatur abhängig. Eine konstante Wärmeableitung muss bei LED's immer gewährleistet sein.

POWER-LED's haben einen Temperaturgrenzwert von 85° C bis 100°C, der auf der Diode gemessen wird. Durch aufgesetzte Kühlrippen oder sogar integrierte Lüftungsregelung wird die entwickelte Wärme aus der Diode entzogen und mit dem integrierten Wärmemanagement geregelt, so dass die Diode schlussendlich nicht „verbrennt“. Daher ist der Ort des Einsatzes von LED-Leuchten und Leuchtmittel enorm wichtig, weil das beste Wärmemanagement bei falschem Einsatz der LED-Technologie in beengten Einbausituationen oder falsch gewählten Einbaustrahler (starre statt schwenkbare Einbauleuchten) dem Problem der Umgebungstemperatur komplett ausgeliefert ist und dadurch die Lebensdauer sehr schnell erheblich verringert wird.

Daher setzt jeder Hersteller von LED's voraus, dass die LED-Leuchtmittel je höher die Wattage um so eher den Einsatz nur und ausschliesslich in offenen belüfteten Leuchten vorschreiben.

Die technische Erklärung für die Lebensdauer von Power-LED's ist wie folgt:

Als Lebensdauer (Licht-Degradation) einer LED wird die Zeit bezeichnet, nach der die Lichtausbeute auf die Hälfte des Anfangswertes abgesunken ist. Leuchtdioden werden nach und nach schwächer, weil jeder elektrische Impuls einen minimalen Verbrennungsprozess in Gang setzt. Die Lebensdauer hängt zudem vom jeweiligen Halbleitermaterial und den Betriebsbedingungen (Wärme, Strom, Einsatz) ab. Hohe Temperaturen (gewöhnlich durch hohe Ströme) verkürzen die Lebensdauer der LED's drastisch. Die angegebene Lebensdauer reicht von einigen tausend Stunden bis mehreren 10-tausend Stunden bei mit niedrigen Strömen betriebenen LED's. Aktuelle Hochleistungs-LED's (POWER-LED's) werden, um eine maximale Lichtausbeute zu erreichen, oft an Einsatzpunkten betrieben, bei denen ihre Lebensdauer bei 15'000 bis 30'000 Stunden liegt, was wir als absolut realistische Grösse bezeichnen. Diese von den Herstellern angegebene Leuchtdauer bezieht sich i.d. Regel auf die Anzahl der Betriebsstunden, bis das Leuchtmittel oder die Leuchte noch mit 70% der ursprünglichen Leuchtkraft arbeitet.

Grundsätzlich ist für jeden Konsumenten ein Lebenserwartungs-Vergleich mit bestehenden oder herkömmlichen Leuchtmitteln wichtig, den TKL wie folgt umschreibt/erklärt:

- DIE LED - Lebenserwartung liegt nach heutigem Stand der Technik im 5-20 fachen Bereich von gebräuchlichen Leuchtmitteln, abhängig der Verwendungs- und Einbausituation



WEISSES LICHT VON POWER-LED's

..weisses Licht kann weiss, weisser oder weiss sein....

Das weisse Licht ist (bis auf weiteres) immer gemäss den folgenden Bezeichnungen gekennzeichnet :

- halogenweiss von 2750-2950 K°
- warmweiss von 2750-3300 K°
- neutralweiss von 4000-4500 K°
- kaltweiss von 5000-6500 K°

Aus diesem Grund kann man unter LED's verschiedene, auch geringe Farbtoleranzen erkennen.

Genau in diesem Bereich sind verschiedenste „Revolutionen“ im Gange, denn LED mit definierten Farbtemperaturen (K°) und sehr geringen Toleranzen sind ein klarer Marktauftrag an alle Hersteller.

Sämtliche Farbtoleranzen werden in naher Zukunft drastisch reduziert werden, sodass für die Konsumenten die leider noch tatsächlichen Weisslichtabweichungen nicht mehr als störend empfunden werden.

Wichtig für alle Hersteller momentan ist, dass die Toleranzen „nur“ noch im 2- stelligen Bereich irgendwo zwischen 10-90° KELVIN Weisslichteindruck liegen.

In diesem Themenbereich trifft man wohl den Nerv der Konsumenten – man will Halogenlicht ersetzen möglichst mit LED in ähnlichster Farbe wie das gewohnte Halogenlicht.

Bei verschiedenen Herstellern ist die Farbdifferenzierung in den sehr warmen Farbtönen mit warmweiss von 2800K° bis 3000K° angegeben, andere reden in diesen Kelvingraden von „halogenweiss“.

Die heute erhältlichen warmen LED-Einsätze sind absolut vergleichbar mit Halogen- und Glühlampenlicht und sind durch die klar definierten Ausstrahlungswinkeln von eng (25°) bis mittel (36° + 40°) allesamt erhältlich



VERGLEICHSPARAMETER POWER-LED zu HALOGENLAMPE

TKL redet seit Jahren von der eigentlichen Lumen-Stärke als Masseinheit des ausgestrahlten Lichts bei POWER-LED's.

Die Lichtausbeute als wichtigster Parameter wird in Lumen pro Watt (lm/W) angegeben und bedeutet, mit welcher Wirtschaftlichkeit die aufgenommene elektrische Leistung in Licht umgesetzt wird. Nur mit der genauen Lumenangabe/Watt kann deshalb ein direkter Vergleich zu anderen Leuchtmittelarten vorgenommen werden.

Als weitere Vergleichsmöglichkeit gilt das Lux (lx), welches die Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche angibt – diese Masseinheit wird hauptsächlich in Beleuchtungsprojekten zur Berechnung der Lichtmenge/m² benützt, meist anhand Vorgaben der Benutzer/Anwender.

Realistische Lumenwerte bei POWER-LED-Leuchtmittel sind nach heutigem Stand der Technik wie folgt :

- halogenweiss 65- 70 Lumen/Watt
- warmweiss 70- 80 Lumen/Watt
- neutralweiss 90-100 Lumen/Watt
- kaltweiss 110-120 Lumen/Watt

Als Beispiel gilt:

Die Lichtausbeute einer Glüh- und Halogenlampe beträgt 13 Lumen pro absorbiertes Watt. Daher ergibt eine 20W Halogenlampe einen Lichtstrom von $20 \times 13 = 260$ Lumen.

Mit dieser einfachen Rechenmethode und der Lumenangabe beim Leuchtmittel kann anhand der gewählten LED-Watt-Zahl die vergleichbare Lichtmenge errechnet werden.

Beispiel: LED-6W, in Farbe halogenweiss
Lm/W=65

ergibt $6 \times 65 = 390$ Lumen

ersetzt ca. 30W Halogenlicht

Wie Anfangs erklärt, sind bei einer LED-Leuchte i.d.R. 1, 2 oder 3W Dioden eingebaut, bzw. auf einer Platine verlötet. Unterdessen sind auch 1.5W oder 2.5W Dioden in RETROFIT-LED-Leuchtmittel erhältlich und bei einer Platine mit $4 \times 2.5W$ erreicht man eine Wattzahl von 10W. Je höher aber die Wattzahl steigt, je schneller reduziert sich die effektive Lichtausbeute der Lumen/Watt. Das bedeutet, dass eine gute 10W LED im Vergleich eine 45 bis 50W-Halogenlampe ersetzt, die Lumenzahl bei warmweiss sich aber leicht reduziert.



Die Wirtschaftlichkeit von LED-Leuchtmittel ist trotzdem sehr hoch und man redet berechtigt von einer Energieeffizienz 80-85% gegenüber Halogenleuchtmittel.

Merke:

Je höher die Leistung einer einzelnen LED wird, desto schlechter ist ihr Wirkungsgrad. Das resultiert sowohl aus Quanteneffekten als auch aus einer höheren Temperatur des LED-Chips. Aus diesem Grund werden in vielen Anwendungen die LED's nicht bei der vom Hersteller angegebenen Nennleistung, sondern darunter betrieben. Dadurch erhöht sich die Energieeffizienz und durch die reduzierte Temperatur verlängert sich die Lebensdauer der LED, gleichzeitig vereinfacht die geringere Abwärme die Kühlung und damit die Konstruktion der Leuchte. Allerdings kann es dadurch notwendig werden, mehr LED's einzusetzen, um die gewünschte Lichtmenge zu erreichen, wodurch gegebenenfalls eine aufwändigere Optik notwendig wird. Diese Tatsache ist vor allem verbreitet bei Spezial-Leuchten für Industrie- und Gewerbe.

DIMMBARKEIT VON POWER-LED's

Sämtliche weissen LED's sind mit den entsprechenden Betriebsgeräten grundsätzlich dimmbar.

Nicht dimmbare LED's meist fix eingebaut in Leuchten sind immer gekennzeichnet.

RETROFIT-LED-Leuchtmittel sind sowohl in Hochvolt mit Sockel GU-10 oder in Niedervolt mit Sockel GX 5.3 dimmbar erhältlich, meist von namhaften Fabrikanten als sogenannte Markenprodukte.

Die dimmbaren Versionen erlauben zusätzliche Effizienzsteigerungen und helfen dabei, die jeweils gewünschte Atmosphäre zu erzeugen.

LEITUNGSKRITERIEN für POWER-LED-INSTALLATION

Die Kabellänge sowie der Kabelquerschnitt sind keine kritischen Faktoren, da, wie schon erklärt, der Strom konstant und von geringem Wert ist.

Weil der Konverter in stabilisiertem Konstantstrom arbeitet, gibt es keine elektromagnetische Ausstrahlung am Kabel. Aus diesem Grund können die Kabellängen auch 20 bis 30m betragen. Eventuelle Verluste auf der Linie werden von dem LED-Konverter selbst automatisch ausgeglichen.



RGB – (ROT-GRÜN-BLAU) – LED-SYSTEME

Eine der wichtigsten Eigenschaften der POWER-LED's ist die Reinheit des ausgestrahlten Lichts. Wenn man drei POWER-LED's von roter, grüner und blauer Farbe gleichzeitig einschaltet, ergeben diese drei LED's zusammen das weisse Licht.

Wenn der Einzelstrom von jedem der drei LED reguliert wird, können alle gewünschten Farben erzielt werden. Durch eine einzige Steuerung können alle Systemfunktionen sehr einfach betrieben werden. Wenn man das System einschaltet, ist das Licht weiss, bei andauerndem Druck der Tastenschaltung laufen alle Farben durch. Sobald die gewünschte Farbe gefunden wurde, stoppt man das System durch loslassen der Taste. Der angegebene Farbenzyklus auf dem Betriebsgerät (meistens 30Sek.) besagt den Durchlauf der Farben in Dauerfunktion. Bei kurzem Tastendruck schaltet sich das System ab. Wird die Taste zweimal kurz gedrückt, geht das Licht zur weissen Farbe zurück.

Mit RGB können sehr dynamische Lichtinszenierungen und einmalige Wohlfühl-atmosphären in sogenannten Erlebniswelten geschaffen werden. Hier spielen jedoch im professionellen Bereich die LED's eher eine untergeordnete Stellung, weil diesbezüglich meistens die Steuerung das Mass der Dinge darstellt.



FUNKTION DER POWER-LED's

LED steht für LIGHT EMITTING DIODE bzw. lichtemittierende Diode.

Die Leuchtdiode ist ein elektronisches Halbleiter-Bauelement.

Fließt durch die Diode Strom in Durchlassrichtung, so strahlt sie Licht mit einer vom Halbleitermaterial abhängigen Wellenlänge ab.

Funktionserklärung KATHODE – ANODE – HALBLEITER :

Die Funktionsweise der LED ist eine komplizierte physikalische Reaktion, die wir hier nur vereinfacht darstellen können. Durch den Stromfluss wandern Elektronen von der Kathode zur Anode. Hierbei passieren sie eine Rekombinationsschicht aus Halbleitermaterial und senden dabei Photonen ab.

Ein Halbleiterkristall enthält das sogenannte Valenzband, das die Energie der gebundenen Elektronen der Atome darstellt sowie ein sogenanntes Leitungsband, das die Energie der im Kristall frei beweglichen Elektronen charakterisiert. Mit zuführender Wärme (Temp. ab 20 °C) beginnen einige Atome des Halbleitermaterials zu ionisieren. Es entsteht eine geringe aber entscheidende Leitfähigkeit, deren Existenz den Namen „HALBLEITER“ geprägt hat. Wird einem Elektron jedoch Energie zugeführt, „entkommt“ es seinem Mutteratom und bewegt sich willkürlich durch den Halbleiter, bis es ein ionisiertes Atom, ein sogenanntes „Loch“ trifft, mit dem es rekombiniert und dabei Energie in Form von Licht abstrahlt. Die Wellenlänge und damit die Farbstrahlung hängt in erster Linie von der Zusammensetzung des Halbleitermaterials zusammen.

Leuchtende Halbleiter

Die Leuchtdioden arbeiten als Halbleiter-Bauelemente, wie sie in der Elektronik verwendet werden. Im Gegensatz zu normalen Dioden geben Leuchtdioden bei Stromdurchfluss Licht ab. Halbleiter haben einen kristallinen Aufbau und sind teilweise elektrisch leitfähig. Wird einem Elektron des Halbleiters genügend elektrische Energie zugeführt, wird dieses negativ geladene Teilchen auch seinem Verband herausgelöst. An der Stelle des heraus gelösten Elektrons befindet sich jetzt ein so genanntes Loch, welches einer positiven Ladung entspricht. Trifft ein Elektron auf dieses Loch, vereinigen sich die positiven und negativen Ladungsträger zu einem elektrisch neutralen Produkt. Dadurch wird Energie in Form von elektromagnetischer Strahlung mit einer bestimmten Wellenlänge frei. Wie jede Diode lässt die LED den Strom nur in eine Richtung fließen. Wenn Eine Spannung in der Durchlassrichtung von etwa drei Volt angelegt wird, ist die Diode leitend und erzeugt Licht. „Vereinfacht gesagt ist die LED die physikalische Umkehr der Solarzelle“ gem. Fachzeitschrift.



HISTORIE von LED

Im Jahr 1907 beobachtete Henry Joseph Round erstmals, dass anorganische Stoffe unter dem Einfluss einer angelegten Spannung Licht emittieren. Gleiche Entdeckungen machte auch der russische Physiker Oleg Vladimirovich Losev im Jahr 1921. Aber erst im Jahr 1951 konnte durch die Entwicklung des Transistors ein wissenschaftlicher Fortschritt erzielt werden und die Lichtemission erklärt werden. Hatte man Anfangs fast ausschliesslich mit Zinksulfid experimentiert, so konzentrierten sich die wissenschaftlichen Erforschungen ab 1957 auf Halbleiter. Seit den ersten verfügbaren LED's im Jahr 1962 bis heute wurde die Lichtausbeute, dank besserer Qualität der Halbleiterschichten und anderen Faktoren, von unter 0.1 Lumen pro Watt auf über 100 Lumen pro Watt gesteigert – Tendenz steigend.

In den 60er Jahren hatten die LED's die Farben Rot und Gelb. In den folgenden Jahrzehnten kamen durch neue Halbleitermaterialien die Farben Grün bis in den UV-Bereich hinzu. In Japan wurde dann Ende der 1980er Jahre mit dem Halbleiter GaN die ersten effizienten blauen LED's entwickelt und später von der Firma Nichia vertrieben. Auf Basis der blauen LED wurde in den 1990er Jahren durch Zugabe von Leuchtstoff die weisse LED entwickelt. Je nach Konzentration und Farbe des Leuchtstoffes konnten verschiedene Weissstöne erzeugt werden.

THEMATIK LICHT-STROM-ENERGIEEFFIZIENZ und ZAHLEN

Eine namhafte Leuchtmittelfirma hat in einem Interview auf energieeffiziente Lösungen bei der Beleuchtung hingewiesen :

Licht macht etwa 19% des weltweiten Stromverbrauchs aus. 2009 wurden für Licht weltweit etwa 2/3 des gesamten Energiebedarfs der USA gebraucht. **Fast 70% dieser Energie wird von Lampen verbraucht, für die es energieeffizienten Ersatz gäbe.** Ein typischer Schweizer Haushalt hat heute 20 bis 40 Glüh- und Halogenlampen mit natürlich unterschiedlichen Betriebszeiten. Angenommen 10 Stk. 60-W-Glühlampen mit 1000 Stunden Betriebszeit pro Lampe und Jahr bilden durchschnittlich in etwa den gesamten Energieverbrauch für Beleuchtung im Haushalt ab. Bei Ersatz dieser Glüh- und Halogenlampen durch moderne energieeffiziente Leuchtmittel (LED und Sparleuchtmittel) könnten Einsparungen von 80 % bis 85% und mehr erreicht werden.

Viele Gigawattstunden pro Jahr könnte die Menschheit effektiv sparen, wenn alle nur wollten – vom Endverbraucher über den Investor bis zu den Regierungen...

LED's werden überall einsetzbar werden und sogar bestehende heute energetisch als sinnvoll bezeichnete Leuchtmittelarten ersetzen. Bereits über kurz- bis mittelfristig z.B. als Ersatz für Leuchtstoffröhren in der Industrie oder Tunnelbeleuchtung, oder als Ersatz für das Licht von Wohnungen, Häuser, Shop's und ganzen Einkaufszentren bis hin zur Aussen- und Strassenbeleuchtung.

Alles wird möglich werden; die Lichttechnologie verändert sich frappant, denn ...

***** DIE ZUKUNFT IST LED *** !**