



LICHT-TECHNIK

Mit dem Verbot gängiger Glühlampen ist Energiesparen zur staatlich verordneten Bürgerpflicht geworden. Wir zeigen Ihnen, wie Sie aus der Pflicht eine Tugend machen und mit neuer Lichttechnik attraktiv wohnen

Die Technik in Lampen und Leuchten befindet sich im Umbruch: Wo bisher der von Edison entwickelte Wolframdraht für Helligkeit – aber vor allem auch verschwenderische Abwärme – sorgte, müssen nun Alternativen her. Bislang empfahl sich die Kompaktleuchtstoffröhre als Alternative – auch als Energiesparlampe (ESL) bezeichnet. Doch auch diese Technik gilt inzwischen als wenig zukunftsträchtig. Die Zukunft gehört der LED, einem elektronischen Bauteil, das derzeit in Riesenschritten zu großer Kompaktheit, Effizienz, Leuchtqualität – und vor allem auch Erschwinglichkeit entwickelt wird.



SELBST PRAXISTIPP

Sicherheit geht vor!

Vor jedem Eingriff in die Elektroinstallation müssen Sie den betreffenden Stromkreis abschalten und die Spannungsfreiheit danach mit einem geeigneten Messgerät, am besten mit einem Spannungsprüfer, kontrollieren. Verhindern Sie unbedingt ein Betätigen der Sicherung (durch Dritte) – zum Beispiel, indem Sie einen Warnhinweis an den Sicherungskasten kleben. Vorsicht bei raumübergreifenden Installationen: Oft werden Küche oder



Vor dem Anschluss einer Leuchte muss die Leitung spannungsfrei sein!

Flur von einem Schalter im Flur bedient – dann muss unbedingt auch dieser Stromkreis abgeschaltet werden. Achtung: Eine Prüfung mit einem Stromschraubendreher reicht nicht aus!

Fotos: David Weimann, Archiv, Hersteller

Rechtliche Grundlagen

Glühlampen müssten eigentlich Wärmelampen heißen – kein Wunder, dass die überholte Technik nun verboten wird

Nur maximal fünf Prozent der Energie werden von Glühlampen in Licht verwandelt – der Rest verpufft als Infrarotstrahlung und somit als Wärme. Glühlampen erzeugen im sichtbaren Bereich ein gleichmäßig verteiltes Lichtspektrum von etwa 2300 bis 2900 Kelvin, der Lichteindruck ist damit deutlich gelb-rötlicher als das natürliche Tageslicht und wird als angenehm „warm“ empfunden. Dieses gleichmäßige Lichtspektrum wird von anderen Leuchtmitteln nachempfunden, kann aber technisch derzeit nicht vollständig dargestellt werden.

Überlegen sind moderne Leuchtmittel allerdings in den Disziplinen Lebensdauer und Energieeffizienz. Erreicht die Glühlampe gerade einmal 1000 Betriebsstunden, so sind es bei ESL-Lampen wenigstens etwa 5000 Stunden – Markenlampen erreichen bis zu 15000 Stunden Betriebszeit. LED sind mit bis rund 50000 Stunden sogar nochmals deutlich langlebiger.

Eine 60-Watt-Glühlampe strahlt eine Lichtmenge von rund 700 Lumen ab, dies erreicht eine Energiesparlampe bereits mit rund 12 Watt und LED-Beleuchtung im Idealfall mit nur etwa 5 Watt. Kein Wunder also, dass die Ablösung schon

GLÜHLAMPEN WAREN TECHNISCH EIGENTLICH EHER HEIZELEMENTE

aus Gründen des Klimaschutzes geboten erscheint.

In Europa wird aufgrund der *ErP-Richtlinie* (Richtlinie für energieverbrauchsrelevante Produkte, 2009/125/EG) die Herstellung und der Vertrieb von Glühlampen schrittweise verboten. Seit September 2009 verschwanden daraufhin mattierte Glühlampen und alle Modelle mit 100 Watt Aufnahmeleistung, bis heute sind außerdem 75-Watt- und 60-Watt-Lampen aus den Verkaufsregalen verschwunden. Bis 2016 soll der Austausch komplett vollzogen sein – ausgenommen sind nur Speziallampen, etwa für die Fahrzeugbeleuchtung oder zum Beispiel für die Beleuchtung von elektrischen Küchenherden.



AUSGEDIENT: Die Glühlampe wurde etwa 1820 erfunden und von Thomas Alva Edison 1880 patentiert

Lichtquellen im Vergleich



GLÜHLAMPEN erzeugen ein breit gefächertes Lichtspektrum, dabei sind Rottöne stärker betont als im Tageslicht. Typisch sind die schlechte Energieeffizienz und eine kurze Lebensdauer



HALOGENLAMPEN ähneln im Lichtspektrum den Glühlampen, haben jedoch eine etwas bessere Energieausbeute und eine deutlich höhere Lebensdauer



ENERGIESPARLAMPEN können nur Teile des Lichtspektrums erzeugen. Beschichtungen des Außenkolbens verbessern die Leuchtfarbe. Energieausbeute und Lebensdauer sind hoch



LED-LAMPEN können nur Teile des Lichtspektrums erzeugen. Beschichtungen und technische Tricks verbessern die Leuchtfarbe. Energieausbeute und Lebensdauer sind sehr hoch

Alternativen zur klassischen Glühlampe

ART	TECHNIK	VOR- UND NACHTEILE
Glühlampe	Eine elektrisch leitende Glühwendel wird durch Stromfluss bis zum Weißglühen erhitzt. Dabei wird sichtbares Licht, vor allem jedoch Wärme abgestrahlt. Die Glühwendel besteht meist aus Wolframdraht, für eine längere Lebensdauer brennt sie in einem Glaskolben, der mit einem Schutzgas gefüllt ist – meist ein Gemisch aus Stickstoff und Argon.	<ul style="list-style-type: none"> + Einfache Bauform, daher preiswert herzustellen. Gleichmäßiges Lichtspektrum mit angenehm warmem Licht-Farbtönen. Gleichmäßige allseitige Abstrahlung des Lichts. Unproblematisch regel- und dimmbar - Sehr geringe Energieeffizienz, rund 95 Prozent der eingesetzten Energie gehen als Abwärme verloren. Geringe Lebensdauer, empfindlich gegen Erschütterungen und Überspannungen
Halogentechnik	Bei gleichem Grundprinzip und Aufbau einer Glühlampe wird diesen Leuchtmitteln im Lampengas ein Halogen beigemischt, meist Iod oder Brom. Dadurch wird eine etwas bessere Lichtausbeute und eine deutlich höhere Lebensdauer erreicht, da der Lampendraht weniger stark abbrennt. Um den Effekt zu optimieren, ist der Glaskolben von Halogenlampen sehr viel kleiner als bei üblichen Glühlampen. Diese kompaktere Bauform erlaubt eine bessere Ausrichtung des Lichts mit Spiegeln.	<ul style="list-style-type: none"> + Rund 30 Prozent weniger Energieverbrauch und vierfach längere Lebensdauer im Vergleich mit Standard-Glühlampen. Kompaktere Bauform, bessere Steuerung der Strahlungsrichtung des Lichts möglich - Geringe Energieeffizienz, extrem starke Erhitzung bei Betrieb (Feuergefahr). Relativ geringe Lebensdauer, empfindlich gegen Erschütterungen und Überspannungen sowie Verschmutzungen des Lampenkolbens
Energiesparlampe (ESL)	Technisch richtig wird dieser Lampentyp als Kompaktleuchtstofflampe bezeichnet. In der typischen gasgefüllten Röhre findet eine Gasentladung statt – ähnlich wie bei klassischen Leuchtstofflampen (siehe unten). Fast immer haben Kompaktleuchtstofflampen ein integriertes Vorschaltgerät und einen Edisonsockel (Schraubsockel), um sie als direkten Ersatz von Glühlampen einsetzen zu können.	<ul style="list-style-type: none"> + Etwa vierfach bessere Energieeffizienz als Glühlampen, bis zu 15-fach höhere Lebensdauer. Geringe Erwärmung, daher auch in brennbarer Umgebung nutzbar. - Kein durchgehendes Farbspektrum. Lichtfarbe kühler als bei Glühlampen, dies kann jedoch durch Beschichtungen des Glaskolbens ausgeglichen werden. Brennt nach dem Start nicht sofort mit voller Lichtintensität. Empfindlich gegen Hitze und häufige Schaltvorgänge. Dimmen aufwendig. Entsorgung aufwendiger.
Leuchtstofflampe	Leuchtstofflampen sind technisch betrachtet Gasentladungslampen, die bei geringem Druck betrieben werden. Das Innere des langgezogenen Glaskolbens ist mit einem fluoreszierenden Leuchtstoff (Quecksilberdampf mit Argon) beschichtet. Die Ultraviolettstrahlung wird von der Leuchtstoff-Beschichtung in sichtbares Licht umgewandelt. Die Energie wird an den Enden der Röhre über zwei Elektroden zugeführt. Beim Starten ist nach dem Vorheizen der Kathoden eine Zündspannung erforderlich, um die Gasfüllung der Leuchtstofflampen zu ionisieren.	<ul style="list-style-type: none"> + Etwa fünf- bis achtfach bessere Energieeffizienz verglichen mit Glühlampen, rund zehnbis zwanzigfache Lebensdauer. Sehr gleichmäßige Helligkeitsabstrahlung. Kein durchgehendes Farbspektrum, jedoch in vielen Lichtfarben erhältlich. - Verzögertes Erreichen der vollen Helligkeit. Sperrige Bauform. Teilweise Brumm- oder Pfeifgeräusche. Empfindlich gegen häufige Schaltvorgänge. Neigt zum Flimmern. Entsorgung aufwendiger. Dimmen aufwendig.
LED-Technik	LED (Abkürzung für Light Emitting Diode, also lichtabgebende Diode) sind elektronische Halbleiter-Bauelemente. Fließt durch eine LED Strom in Durchlassrichtung, so strahlt sie Licht ab. Anders als Glühlampen sind Leuchtdioden keine thermischen Strahler. Sie emittieren Licht in einem begrenzten Spektralbereich, das Licht ist nahezu monochrom. Typisch ist eine punktgerichtete Abstrahlung des Lichts. Typisch ist auch der Alterungsprozess: Leuchtdioden werden nach und nach schwächer, fallen aber in der Regel nicht plötzlich aus.	<ul style="list-style-type: none"> + Mit bis zu 200 Lumen pro Watt sehr gute Energieeffizienz (Glühlampe: etwa 15 Lumen pro Watt). Extrem kompakte Bauform, geringe Erwärmung, sehr lange Lebensdauer. Zielgerichtete Abstrahlung des Lichts. Unempfindlich gegen Temperaturschwankungen, Erschütterungen. Unproblematisch dimmbar. - Aufwendige Herstellung weiß abstrahlender LED, diese daher noch teuer. Kein durchgehendes Farbspektrum, Glühlampenähnliches Licht nur technisch aufwendig erzielbar.

220-Volt-Seilsystem mit ESL

Ein Seilsystem – ganz ohne Trafo? Möglich ist dies mit Hochvolt-Systemen mit gekapselter Stromführung

Natürlich darf die Spannung in keinem Teil solcher Leuchten berührbar sein. Deshalb sind die Seile mit Kunststoff ummantelt, beim gezeigten System *High Wire Duo 230V* von *Paulmann* trägt ein zusätzliches, nicht stromführendes Seil die Leuchten. Die Verbindungen zu den stromführenden Seilen werden über spezielle Clips mit Nadeln hergestellt. Vorteil dieser Systeme ist, dass Leuchten genutzt werden können, die im Niedervoltbereich nicht anschließbar wären – etwa wie in unserem Beispiel Energiesparlampen. Da die Isolation im Bereich der Anschluss-Clips verletzt wird, können die Leuchten allerdings nicht versetzt werden.



1 An den Haltepunkten wirken später hohe Zugkräfte. Daher für den Wandbaustoff geeignete Dübel wählen



2 Die Verschraubung der Wandanker erfolgt verdeckt und ist bei diesem System später nicht mehr sichtbar



3 Da das Mittelseil spannungsfrei bleibt, ist diese berührbare Befestigung zum Haltepunkt mit Madenschrauben möglich



4 Die Halteseile werden mit einer Kugelmechanik in den Verankerungen eingesetzt und sind so neigbar



5 Auf der anderen Wandseite können die Seile mit einer Gewindemechanik auf die gewünschte Spannung gebracht werden



6 Zusätzliche Deckenhalter tragen später die Last der angeschlossenen Leuchten mit, bei kurzen Wandabständen sind sie verzichtbar



7 Über einen Adapter werden die beiden Außenseile an einem der Tragseile mit Netzspannung versorgt



8 Der Clip am Speiseseil versorgt die Leuchte unauffällig mit der benötigten Spannung. Eine Berührung ist ausgeschlossen

SELBST PRODUKTINFO Seil-Systeme

Die Montage ist relativ aufwendig, da zwei Trageile mit dem richtigen Nennabstand montiert und gespannt werden müssen.



Netzspannung darf nicht an berührbaren Teilen anliegen. Daher sind die spannungsführenden Seile ummantelt und werden in den Stromadaptern des Systems durch diese Umhüllung hindurch angestochen.



12V-LED-Seilsystem

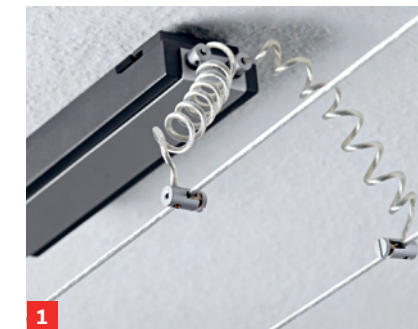
Der LED gehört die Zukunft. Schon jetzt gibt es erste Sets zum einfachen Einsatz des sparsamen Lichts

Viel Licht bei wenig Verbrauch: LED-Leuchten nutzen die eingesetzte Energie sehr effizient. Nachteil ist die oft kalte Lichtfarbe weißer LED-Lampen, deshalb eignet sich diese Technik derzeit vor allem in Lichtquellen, die eher der Orientierung dienen – also in Flur, Küche und Garage. Das hier gezeigte Seilsystem von *Paulmann* zeigt aber, wieviel Potential schon jetzt in dieser Technik sitzt: Die knopfgroßen Lampen setzen mit gerade jeweils 3 Watt Leistung deutliche Lichtakzente. *Geo LED* kostet mit fünf Leuchtstellen allerdings knapp 300 Euro. Die zielgerichtet, aber dezent arbeitenden Brennstellen setzen deutliche Lichtakzente.



Das LED-System *Geo LED* von *Paulmann* kann erstaunlich helle Lichtakzente setzen

Die kompakten Brennstellen sind mit kleinen Steckern an den Halteelementen befestigt



1 Gängige LED-Seilsysteme arbeiten mit 12 Volt Spannung. Deshalb ist auch hier ein entsprechender Trafo vorgeschaltet



2 An einer Seite des Seils wird bei diesem System mit üblichen Seilspannern für die nötige Spannung gesorgt

SELBST PRAXISTIPP Viel Licht bei kleiner Spannung

Damit die Energieersparnis der LED-Leuchtmittel sich auch tatsächlich auf der Stromrechnung auswirkt, muss der Trafo diesen Verbrauchern angepasst sein. Daher werden spezielle, für LED geeignete Transformatoren auch als Treiber bezeichnet – sie sind sehr kompakt gebaut, können dann aber

auch nur eine begrenzte Zahl von LED versorgen, da die abzugebende Strommenge begrenzt ist. Generell sollten elektronische Trafos verwendet werden, die auch tatsächlich nur so viel Strom bereitstellen, wie von den LED konsumiert wird – der Überschuss verpufft sonst als Wärme.

Aufbau und Montage sind typischen Halogensystemen ähnlich. Die Anzahl der Leuchtstellen ist aber variabler



3 Mit Umlenkern können die Trageile um die Ecke geführt werden – hier von der Decke an die Wand



4 Wie bei Halogensystemen sitzen die Leuchtmittel auf Haltestegen, die für die Stromversorgung zuständig sind

ESL-Schienensystem

Schienensysteme sind variabel bestückbar – so können Sie ohne großen Aufwand immer neue Akzente mit Licht setzen

Wie auf einer Spielzeug-Autorennbahn sorgen bei einem Licht-Schienensystem verborgen eingebaute Metallbahnen dafür, dass an jeder Stelle der Schiene Spannung bereitsteht. Spezielle Verbinder übertragen den Strom dabei auf die anreihbaren Schienen. Das hier gezeigte System U-Rail von Paulmann mit Ring ESL Brennstellen (189 Euro für ein Set mit gut zwei Metern Schienenlänge) kann mit Zubehör auch über Eck geführt oder mit Weichen untereinander verbunden werden. Da die Schiene mit Haushaltsstrom versorgt wird, können wie in unserem Beispiel auch effiziente Energiesparlampen verwendet werden.



1 Zum System gehörende Anschlussdose am Stromanschluss montieren, Zuleitung der Einspeisung anschließen



2 Verlauf der Stromschiene an der Decke markieren, zuerst Einspeise-Schienenenteil befestigen



3 Zunächst an den zuvor markierten Stellen Dübel setzen, dann Schienenabschnitte Zug um Zug ankoppeln



4 Schließlich Schiene an allen Befestigungspunkten in den zuvor gesetzten Dübeln an der Decke verschrauben



5 Die Lampenträger können nun von unten in die Schiene eingesetzt und an fast jeder Position fixiert werden



6 Da die Leuchtmittel einige Startzeit benötigen, das System am besten zur Hintergrundbeleuchtung einsetzen

SELBST PRODUKTINFO

Stabilität und Vielseitigkeit

Hochvolt-Leuchtsysteme bieten den Vorteil besonderer Vielseitigkeit: Zum einen kann ohne Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit eines Trafos die Zahl der Brennstellen variiert werden – ein Vorteil zum Beispiel bei wechselnden Dekorationen, die immer wieder neu akzentuiert beleuchtet werden sollen. Auch können unterschiedliche Brennstellen an ein und derselben Schiene gemeinsam betrieben

werden, das ermöglicht zum Beispiel die Kombination von breit flutenden Leuchten und Spots. Außerdem können – wie hier gezeigt – Kompaktleuchtstofflampen eingesetzt werden, die einen besonders effizienten Betrieb des Schienensystems ermöglichen. Freilich bleibt man an das spezielle System des jeweiligen Herstellers gebunden – einen übergreifenden Standard gibt es nicht.



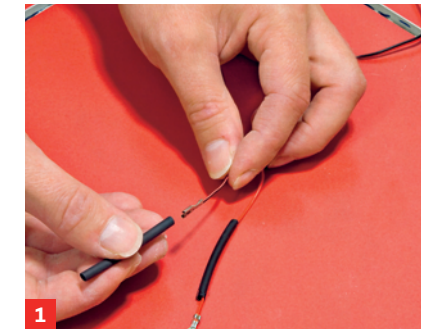
Das hier gezeigte System kann praktisch endlos erweitert werden, dafür werden die Schienen mit Kupplungen verbunden

Dekoratives LED-Licht

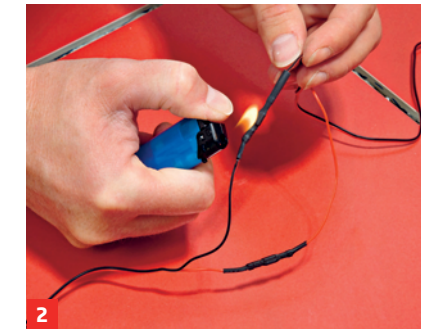
Aufgrund der extrem langen Lebensdauer können LED problemlos fest eingebaut werden, denn ein Austausch ist auch bei mehreren Stunden täglicher Betriebszeit erst nach Jahrzehnten zu erwarten. Paulmann bietet für die Integration in Fliesenfugen das hier gezeigte System Crosslight an. Die Stromversorgung der LED erfolgt über einen kleinen Transformator, der in der Vorwandinstallation oder im Hohlraum an Dusche oder Wannenkörper verschwinden kann. Die Helligkeit genügt als Orientierungslicht.



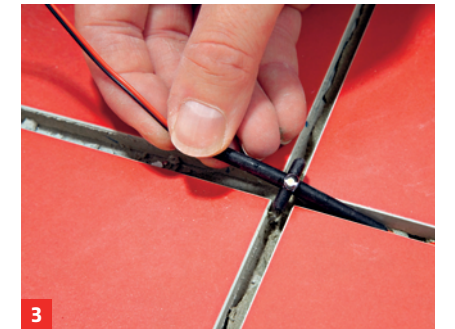
ALS NACHTLICHT können die LED mit einem Bewegungsmelder geschaltet werden



1 Die Kabel werden vor dem Verfugen in die Fliesenfugen eingelegt. Schrumpfschläuche schützen die ...



2 ... Steckverbindungen zwischen den einzelnen LED vor Feuchtigkeit. Sie werden mit offener Flamme verschweißt



3 Die LED-Träger werden in Kreuzfugen eingelegt und mit verfugt. Dabei muss das LED-Glas frei bleiben

SELBST PRODUKTINFO

LED-Einbauspots

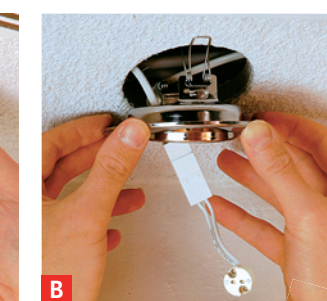
Aufgrund der geringen Hitzeentwicklung und ihrer mechanischen Festigkeit können LED in sehr flache Einbaustrahler integriert werden – wie rechts den Profi Line UpDownlights von Paulmann. Bei diesem Modell genügt die Stärke von Parkettpaneelen für einen bodenbündigen Einbau. Die Leuchten verbrauchen ein Watt pro Leuchtstelle und können direkt begangen werden. Auch in Downlights können LED-Strahler Halogen-Leuchtmittel ersetzen (unten)



Diese flachen Einbaustrahler sind druckstabil und wasserfest und werden direkt in das Parkett integriert



A In abgehängten Decken verschwindet der Trafo/Treiber im Hohlraum



B Die Leuchten werden von unten in die Deckenöffnung eingeklipst



LED-Leuchtmittel gibt es auch farbig – so können Sie Akzente setzen

Licht mit Zukunft

LED wird die Lichttechnik der Zukunft sein – die kleinen und langlebigen Lampen ermöglichen eine neue Wohnraumbeleuchtung

Länger als die Leuchte selbst werden künftig die darin verwendeten LED-Leuchtmittel halten – wechselbare Lampen mit Edisonsockel sind daher wohl eine aussterbende Produktgattung. Das Leuchtmittel wird künftig ein fest eingebauter Bestandteil der Leuchte sein. Die kompakten Abmessungen der LED ermöglichen außerdem ganz neue Leuchtenformen, erfordern aber auch ein ganz neues Lichtdesign. Denn LED strahlen das Licht punktuell nach vorn ab – wenn Flächenlicht gewünscht ist und das Licht nicht blenden soll, muss die Helligkeit also gezielt gestreut werden. Die großen Hersteller arbeiten derzeit an entsprechenden Entwicklungen.

Derzeit orientieren sich LED-Leuchten allerdings noch stark an bisherigen Formen, mit sinkenden Produktionskosten für warmweiße LED wird sich dies aber wohl bald ändern.



HELL wird es auch mit LED-Strahlern (von Steinel, oben) und LED-Kompaktleuchten (Osram QOD, links)



VOLLWERTIG kann diese LED-Lampe (MyAmbiance LED, 7W) Glühlampen ersetzen

SELBST PRODUKTINFO

Farbige Akzente

Licht an ist künftig zu wenig – nach diesem Motto hat Philips ein umfassendes Produktkonzept für farbiges Wohnraumlicht entwickelt. Leuchten der Produktfamilie *Living Ambiance* können mit einer zentralen Fernbedienung gesteuert werden, dabei lässt sich die Helligkeit – und bei vielen Produkten auch eine zusätzliche farbige Beleuchtung – regeln. Zuvor abgespeicherte Lichtstimmungen im Raum können zudem auf Tastendruck auf der Fernbedienung abgerufen werden.



Links: Neuestes Mitglied der Living Ambiance-Familie: Die farblich regelbare Akzentbeleuchtung *Living Color Cone*
Rechts: Die kleine Fernbedienung kann alle Leuchten im Raum steuern

