

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 109 (2018)
Heft: 11

Artikel: Licht aus Halbleitern = Lumière à base de semi-conducteurs
Autor: Santner, Guido
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857007>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

dossier.

Licht aus Halbleitern

Glühdrähte und Leuchtstoffröhren weichen Halbleiterchips | LED-Leuchten sind so effizient, dass sie andere Technologien verdrängen. Architekten schätzen die kleinen Halbleiterchips, weil sie neue gestalterische Möglichkeiten bieten.

Lumière à base de semi-conducteurs

Les puces à semi-conducteurs évincent les filaments et les tubes fluorescents | Les lampes LED sont si efficaces qu'elles prennent le pas sur les autres technologies. Les architectes apprécient les petites puces à semi-conducteurs, car elles permettent de nouvelles possibilités conceptuelles.



**Preisgekröntes Konzept**

Für das Lichtkonzept in der Schalterhalle der Acrevis-Bank in St. Gallen erhielt Art Light den Deutschen Lichtdesign-Preis.

Concept primé

Art Light a obtenu le Prix allemand de design d'éclairage pour le concept appliqué dans la salle des guichets de la banque Acrevis de Saint-Gall.

TEXT | TEXTE GUIDO SANTNER

Mario Rechsteiner veranschaulicht seine Arbeit als Lichtgestalter so: «Mit Licht gestalten wir Räume für Menschen. Licht ist unser Baustoff, wie Holz oder Beton für den Architekten.» Zur LED-Technologie, welche die konventionellen Leuchtmittel wie Glühlampe und Leuchtstoffröhre mehr und mehr verdrängt, sagt er: «Mit den LED-Leuchten haben wir einen vielfältigen Baukasten mit neuen gestalterischen Möglichkeiten bekommen.»

Seine Firma Art Light GmbH gründete er 1997 zu einer Zeit, als LEDs noch als rote und grüne Lämpchen an Elektronikgeräten leuchteten. Die blaue LED, die als Grundlage für die weisse LED dient, wurde damals in den 1990er-Jahren in japanischen Forschungslabors entwickelt. Bis die weissen LEDs konkurrenzfähig waren, dauerte es noch eine Weile. 2006 erreichte die Firma Nichia im Labor mit 150 lm/W einen theoretischen Wirkungsgrad von 22 %, was der Effizienz von Natriumdampflampen entspricht. Ab dann begann der Einzug in der Beleuchtungsbranche.

Zunächst nur kaltes Licht

Die Informationstechnische Gesellschaft ITG von ElectroSuisse führte 2010 erstmals das LED-Forum durch. Wer damals durch die Ausstellung lief, konnte sich vor allem Prototypen anschauen. Das Statistik-Portal statistica.com schätzt den Marktanteil von LED-Leuchten im Jahr 2010 auf 0,3 % weltweit. Erste Pilotprojekte wurden hauptsächlich in der Strassenbeleuchtung durchgeführt. Das sei die naheliegendste Anwendung gewesen, sagt Rechsteiner. Die weissen LEDs hatten zu dieser Zeit noch sehr kalte Farbtemperaturen – es war ein Kompromiss zwischen Effizienz und angenehmem Licht. Das Licht wird durch die blaue LED erzeugt, die mit einer Phosphorschicht bedeckt ist. Der Begriff Phosphor wird hier missverständlich genutzt, da es sich nicht um das chemische Element Phosphor handelt, sondern um eine fluoreszierende Schicht aus Oxiden oder Sulfiden. Diese Schicht wird durch das blaue Licht angeregt und gibt dann ihrerseits gelbes Licht ab, das in der Mischung mit dem blauen Licht weiss ergibt. Erst mit der Zeit konnten die Hersteller effiziente weisse LEDs herstellen, bei denen nicht das Blau dominierte. Da die verbreiteten Quecksilberdampflampen in der Strassenbeleuchtung ebenfalls ein kühles Licht bei rund 4200 K abgeben, war es naheliegend, zuerst diese mit den effizienteren LEDs zu ersetzen.

Deutscher Lichtdesign-Preis für Schalterhalle

Heute, nicht einmal zehn Jahre später, gibt es LED-Leuchten in allen Farbtemperaturen. Wir stehen mit Mario Rechsteiner in der kürzlich renovierten Schalterhalle der Acrevis Bank in St. Gallen. Das Licht kommt ausschliesslich aus LED-Leuchten. Selbst die in der Decke eingelassenen Spots, die auf den ersten Blick wie Halogenleuchten aussehen, sind LED-Strahler. «Die Architekten wollen am liebsten gar keine Leuchten sehen. Die Flächen sollen ungestört wirken», sagt Rechsteiner. «Die LED-Leuchten können wir viel dezenter platzieren – in Schlitz und Nischen, wo sie kaum auffallen.» Die Beleuchtung in der Schalterhalle

Nous utilisons la lumière pour concevoir des espaces de vie. La lumière est notre matériau de construction, comme le bois ou le béton pour les architectes», explique Mario Rechsteiner pour décrire son travail en tant que concepteur d'éclairage. «Avec les éclairages LED, nous avons à disposition divers systèmes modulaires offrant de nouvelles possibilités conceptuelles», explique-t-il à propos de la technologie LED qui supprime de plus en plus les éclairages conventionnels tels que les ampoules à incandescence et les tubes fluorescents.

Il a fondé sa société Art Light GmbH en 1997, alors que les LED n'étaient encore utilisées qu'en tant que petits voyants rouges et verts sur des appareils électroniques. La LED bleue qui fait office de base pour la LED blanche a été conçue dans les années 1990 dans un laboratoire de recherche japonais. Mais la LED blanche n'est pas devenue immédiatement compétitive. En 2006, la société Nichia atteignait enfin une efficacité lumineuse de 150 lm/W en laboratoire pour un rendement théorique de 22 %, ce qui correspond à l'efficacité des lampes à vapeur de sodium. Ce moment a marqué l'arrivée des LED dans le secteur de l'éclairage.

Au début, seulement de la lumière froide

En 2010, la Société pour les technologies de l'information ITG d'Electrosuisse organisait son premier LED Forum. L'exposition présentait alors essentiellement des prototypes. Le portail de statistiques statistica.com estime la part de marché des éclairages LED sur le plan international à 0,3 % pour cette année-là. Les premiers projets pilotes ont été réalisés principalement dans l'éclairage public. Selon Mario Rechsteiner, il s'agissait de l'application la plus évidente. Les LED blanches avaient à cette époque des températures de couleur encore très froides: un compromis entre efficacité et lumière agréable. La lumière est générée par une LED bleue recouverte d'une couche de phosphore. Le terme phosphore porte ici à confusion: il ne s'agit pas de l'élément chimique, mais d'une couche fluorescente composée d'oxydes ou de sulfures. Excitée par la lumière bleue, cette couche émet une lumière jaune qui, mélangée à la lumière bleue, produit une lumière blanche. Il a fallu du temps aux fabricants pour pouvoir réaliser des LED blanches efficaces dans lesquelles le bleu ne dominait pas. Dans la mesure où les lampes à vapeur de mercure répandues dans l'éclairage public génèrent également une lumière froide à environ 4200 K, il était logique qu'elles soient les premières à être remplacées par des LED plus efficaces.

Prix allemand de design d'éclairage

Aujourd'hui, à peine 10 ans plus tard, il existe des éclairages LED de toutes les températures de couleur. Dans la salle des guichets récemment rénovée de l'Acrevis Bank à Saint-Gall, la lumière provient exclusivement de luminaires LED. Même les spots intégrés au plafond qui ressemblent au premier abord à des lampes halogènes sont

Diskrete Flexibilität

LED-Leuchten lassen sich dezent platzieren, ohne die Architektur zu stören.

Flexibilité discrète

Les luminaires LED peuvent être placés discrètement sans altérer l'architecture.

überzeugte auch die Jury des Deutschen Lichtdesign-Preises und verlieh dem Team von Rechsteiner im Mai dieses Jahres den Preis für das beste Projekt in der Sparte «Öffentliche Bereiche/Innenraum».

Rechsteiner betont, dass nicht nur die künstliche Beleuchtung für die angenehme Atmosphäre in der Schalterhalle sorgt, sondern auch das Tageslicht, das gezielt in den Raum scheint: «Der Mensch will aus den Fenstern rauschauen können und die Sonne in den Raum scheinen sehen – fühlt sich im Sonnenlicht mit Licht und Schatten am wohlsten.» Entsprechend skeptisch steht er der OLED-Technologie gegenüber, die mit grossen Flächen arbeitet, die aber nur schwach leuchten: Eine diffus leuchtende Wand sei wie ein Tag mit Nieselregen, ohne klare Schatten.

50 000 Stunden Lebensdauer

Als die LED eingeführt wurde, waren neben den Farbtemperaturen die Lebensdauer und die Blendung Themen. Die Lebensdauer von 50 000 Stunden, die damals diskutiert wurde, schätzt Rechsteiner als realistisch ein, wenn er seine bestehenden Anlagen anschaut. «Eine LED ist ein elektronisches Bauteil. Die Wärme muss richtig abgeführt und die Feuchtigkeit abgehalten werden, dann arbeiten die LED sehr zuverlässig.» Auch Anlagen, die nun seit zehn Jahren liefen, seien nach wie vor zuverlässig.

Die Blendung hingegen müsse man beachten. LEDs seien sehr helle, punktförmige Lichtquellen. Das gelte für die heutigen, noch effizienteren Leuchtquellen umso mehr. «Rund um die Entwicklung von LED-Leuchten ist eine neue Diszi-

des LED. «Les architectes préféreraient ne voir aucun luminaire. Les surfaces doivent paraître intactes», explique Mario Rechsteiner. «Les lampes LED peuvent être placées de manière beaucoup plus discrète, dans des fentes et des niches où elles sont à peine visibles.» L'éclairage de la salle des guichets a également séduit le jury du Prix allemand de design d'éclairage qui a décerné le Prix du meilleur projet dans la catégorie «Espaces et locaux publics» à l'équipe de Mario Rechsteiner au mois de mai de cette année.

Mario Rechsteiner souligne que l'éclairage artificiel n'assure pas à lui seul l'agréable atmosphère de la salle des guichets. La lumière du jour qui éclaire la salle de manière ciblée joue un rôle important: «L'homme veut pouvoir regarder par la fenêtre et voir le soleil briller dans la pièce. La lumière du soleil et ses jeux d'ombre et de lumière est ce qui lui convient le mieux.» C'est pourquoi il se montre sceptique vis-à-vis de la technologie OLED qui travaille avec de grandes surfaces n'éclairant que faiblement: une paroi émettant de la lumière diffuse est similaire à une journée de bruine, sans ombre nette.

Une durée de vie de 50 000 heures

Lors de l'introduction de la technologie LED, les principaux sujets de discussions étaient, outre la température de couleur, la durée de vie et l'éblouissement. Au vu de ses installations existantes, Mario Rechsteiner considère une durée de vie de 50 000 heures comme étant réaliste. «Une LED est un composant électronique. La chaleur doit être



Vielseitigkeit

Mario Rechsteiner schätzt den umfangreichen Baukasten an LED-Leuchten für die Lichtgestaltung.

Polyvalence

Mario Rechsteiner apprécie l'étendue des systèmes modulaires des luminaires LED pour la conception de l'éclairage.

plin der Optik entstanden. In guten Leuchten leiten Linsen das Licht, ohne dass allzu helle Punkte entstehen», sagt Rechsteiner. Wer auf die LED-Spots an der Decke im Schalterraum in St. Gallen hochschaut, sieht zwar eine helle, punktförmige Leuchte, aber nicht die typischen kleinen Hotspots, die sich in die Netzhaut des Auges einbrennen.

Charakteristik wie die IT-Branche

Farbtemperatur, Lebensdauer und Blendung hätten die Hersteller heute gut im Griff, sagt Rechsteiner. Es sei natürlich so, dass es Qualitätsunterschiede gäbe bei den Produkten. «Qualität hat seinen Preis», schliesst er. Zudem sei der Leuchtenmarkt heute mit dem IT-Markt zu vergleichen: mit kurzen Entwicklungszyklen und raschen Innovationen. «Die Kennwerte eines Produkts im Katalog können sich innerhalb eines halben Jahres verändern.» Und da im Konverter, im Vorschaltgerät der LED-Leuchte, bereits Elektronik drin ist, liegt der Schritt nahe, noch mehr Funktionen einzubauen. «Es gibt bereits LED-Leuchten, die mit Kamerasensoren ausgestattet sind, um den Raum zu überwachen.»

Durch die raschen Entwicklungszyklen und die zusätzlichen Funktionen steigt die Gefahr, dass die Geräte untereinander nicht kompatibel sind. Bei Projekten schreibt Rechsteiner deshalb Konverter und Leuchten immer zusammen als Paket aus. Die Anbindung an die Steuerung sei bei Standardanwendungen hingegen selten ein Problem: «Der Dali-Bus hat sich durchgesetzt.» In Kombination mit den verbreiteten KNX-Installationen sei die Kommunikation meist ohne Schwierigkeit. Bei komplexeren Anlagen

evacuée correctement et l'humidité maintenue à l'écart. Si tel est le cas, elle fonctionne parfaitement.» Même des installations en service depuis 10 ans sont encore fiables.

Il faut toutefois veiller à l'éblouissement. Les LED sont des sources lumineuses ponctuelles très claires. Ceci est d'autant plus valable pour les sources lumineuses actuelles qui sont encore plus efficaces. «Une nouvelle discipline dédiée au développement des éclairages LED est apparue dans le domaine de l'optique. Dans un bon luminaire, des lentilles guident la lumière sans créer de points trop lumineux», explique Mario Rechsteiner. Quiconque regarde les spots LED du plafond de la salle des guichets à Saint-Gall voit certes un point lumineux, mais pas les petits hotspots typiques qui s'impriment dans la rétine.

Comme dans le secteur de l'IT

«Aujourd'hui, les fabricants maîtrisent la température de couleur, la durée de vie et l'éblouissement», explique Mario Rechsteiner. «Bien entendu, il existe des différences de qualité parmi les produits. La qualité a son prix», conclut-il. Le marché de l'éclairage est aujourd'hui comparable à celui de l'informatique: des cycles de développement courts et des innovations rapides. «Les caractéristiques d'un produit du catalogue peuvent changer en un semestre.» Et, dans la mesure où le convertisseur du ballast de la lampe LED contient déjà un système électronique, il sera bientôt possible d'intégrer encore plus de fonctions. «Il existe déjà des luminaires LED équipés de capteurs de caméra destinés à surveiller la pièce.»

mit unterschiedlichen Fabrikaten und Funktionen sei eine frühzeitige Planung und eine Prüfung der Kompatibilität aber unumgänglich.

Dimmen mit Bauherrn besprechen

Dass es beim Dimmen häufig Diskussionen gibt, liege daran, dass zu Projektbeginn sauber definiert werden müsse, wie weit man die Leuchten herunterdimmen können soll. «10 % der Leuchtstärke ist bei LEDs immer noch sehr hell, und wenn man auf 1 % oder 0,1 % dimmen will, muss man bessere Konverter und Leuchten einsetzen.»

Bei Retrofits wiederum müsse man darauf achten, dass die in den Lichtschaltern integrierten Dimmer mit Phasenanschnittsteuerung häufig eine Feinsicherung enthalten, die durch die hohen Anlaufströme der LED-Leuchten ausgelöst werden können. Bei neuen Installationen seien die Anlaufströme hingegen kaum mehr ein Problem.

Human Centric Lighting

Ein neues Thema, das Rechsteiner bei Projekten immer häufiger antrifft, ist Human Centric Lighting. «In vielen Neubauprojekten wird dies diskutiert. Aber die Industrie ist schneller als die Forschung. Man weiss noch gar nicht genau, wie der Mensch auf die verschiedenen Lichttemperaturen reagiert.» HCL sei ein typisches Thema aus einer Industrie, die gesättigt sei und nun neue Themen brauche, um ihre Produkte zu verkaufen. Technisch sei die Umsetzung von HCL in einem Gebäude wie einem Altersheim anspruchsvoll: «Es gibt gute Insellösungen, beispielsweise Stehleuchten. Aber wenn die Farbtemperatur in einem ganzen Gebäude bis zur hinterletzten Leuchte übereinstimmen soll, wird die Steuerung sehr komplex.»

Für Rechsteiner ist klar, dass die LEDs immer mehr bestehende Leuchtmittel ersetzen, bis hin zur Leuchtstoffröhre. Seit dem 1. September 2018 ist das Inverkehrbringen von Halogenleuchten – abgesehen von wenigen Ausnahmen – verboten. Auch bei der Strassenbeleuchtung, in Fussballstadien und Turnhallen geht er davon aus, dass Hochdruckentladungslampen durch LED-Leuchten ersetzt werden. «Selbst bei der Sanierung der SBB-Züge spricht man von LED-Röhren anstelle von Leuchtstoffröhren.» Hier müsse man die Abstrahlung beachten, die bei den LED-Röhren nur 120° bis 140° betrage, während Leuchtstoffröhren um 360° abstrahlen würden. Die Kombination mit den Reflektoren müsse stimmen, sei aber meist machbar. «In Industrieanlagen mit hohen Räumen kann es sogar ein Vorteil sein, wenn das Licht gerichtet von der Decke auf den Boden gestrahlt wird.»

Arbeit des Lichtplaners honorieren

Das Sortiment an Leuchten wird immer breiter und die Technik, Kunstlicht zu erzeugen, immer ausgefeilter. Für Mario Rechsteiner ist es deshalb wichtig, das Thema Licht unabhängig von Produkten als Ganzes zu betrachten und die Architekten zu sensibilisieren. Zum Licht gehöre nicht nur das Kunstlicht, sondern auch das Tageslicht, das gezielt eingesetzt werden könne. Und nicht überall, wo es hell ist, sei das Licht auch angenehm: «In Bürogebäuden mit Glas-

Les cycles de développement rapides et les fonctions supplémentaires augmentent le risque d'incompatibilité des appareils. C'est la raison pour laquelle Mario Rechsteiner propose toujours des lots incluant convertisseurs et luminaires pour ses projets. En revanche, le raccordement à la commande pose rarement problème dans les applications standard: «Le bus Dali s'est imposé.» En combinaison avec les installations KNX usuelles, la communication ne rencontre généralement aucune difficulté. En revanche, les installations plus complexes combinant différentes marques et fonctions nécessitent une planification précoce et un contrôle de la compatibilité.

Discuter de la variation d'intensité

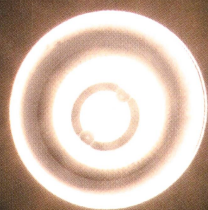
La variation de l'intensité fait souvent l'objet de discussions: la plage de variation de l'intensité des luminaires doit en effet être clairement définie dès le début du projet. «Réduite à 10 %, l'intensité lumineuse des LED est encore très claire et si l'on veut passer à 1 % ou à 0,1 %, il faut utiliser de meilleurs convertisseurs et luminaires.»

En cas de modernisation (retrofit), il ne faut pas oublier que le variateur à commande par angle de phase intégré à l'interrupteur contient souvent un fusible à tube de verre qui peut se déclencher en raison des courants élevés de démarrage des luminaires LED. Dans les nouvelles installations, en revanche, ces courants de démarrage ne posent généralement pas de problème.

Human Centric Lighting

Le Human Centric Lighting (HCL) est un nouveau thème auquel Mario Rechsteiner est de plus en plus souvent confronté. «Il fait l'objet de discussions dans de nombreux projets de nouvelles constructions. Mais l'industrie est plus rapide que la recherche. On ne sait pas encore exactement comment l'être humain réagit aux différentes températures de lumière.» Le HCL est le dérivé typique d'une industrie saturée qui a besoin de nouveaux thèmes pour vendre ses produits. L'application du HCL dans un bâtiment tel qu'une maison de retraite est ardue: «Il existe de bonnes solutions en îlots, par exemple des lampadaires. Mais si la température de couleur doit concorder dans un bâtiment entier, la commande devient très complexe.»

Pour Mario Rechsteiner, il est clair que les LED remplacent de plus en plus les lampes existantes, et ce, jusqu'aux tubes fluorescents. Depuis le 1^{er} septembre 2018, la commercialisation des lampes halogènes est interdite, à quelques exceptions près. Dans le cas de l'éclairage public, dans les stades de football et les salles de sport, il part du principe que les lampes à décharge haute pression seront aussi remplacées par des luminaires LED. «Même dans l'assainissement des trains CFF, on parle de tubes LED au lieu de tubes fluorescents.» Il faut ici cependant considérer le rayonnement des tubes LED qui s'étend seulement sur 120 à 140°, tandis que celui des tubes fluorescents couvre 360°. La plupart du temps, il est toutefois possible de les combiner de manière adéquate avec des réflecteurs. «Dans les installations industrielles avec

**Angenehmes Licht**

Eine gute Optik lässt den Deckenstrahler weniger blenden.

Lumière agréable

Une bonne optique rend les projecteurs installés au plafond moins éblouissants.

Raumgestaltung

Dekorative Leuchten verstecken die Bildschirme in der Schalterhalle.

Design intérieur

Des lampes décoratives cachent les écrans dans la salle des guichets.



fassade ist der Farbwiedergabeindex oft sehr schlecht, weil die beschichteten Gläser nur wenig vom Spektrum des Sonnenlichts durchlassen.» So setzt er sich als Vizepräsident bei der Schweizerischen Lichtgesellschaft (SLG) ein, dass das Berufsbild der Lichtplaner klar definiert und von der Baubranche honoriert wird.

Auf der technischen Seite ist er mit dem Werkzeugkasten der bestehenden Beleuchtungstechnologien zufrieden: «Wir haben heute wesentlich mehr Möglichkeiten, können das Licht präzise platzieren, um es in die Architektur zu integrieren.» Nur etwas vermisst er: «Die Glühlampe hatte als Temperaturstrahler eine ganz spezielle, natürliche Charakteristik. Die Farbtemperatur wurde wärmer, je stärker sie gedimmt wurde – wie bei einem Sonnenuntergang. Dieser Ersatz der guten alten Glühlampe fehlt mir.» Als das elektrische Licht eingeführt wurde, sei die Kerze auch nicht verboten worden.

Die Filament-Leuchten wurden den Glühlampen nachempfunden und werden gerne im dekorativen Bereich eingesetzt. Die Farbtemperatur bleibt aber immer gleich und Rechsteiner weist darauf hin, dass sie mit steigender Effizienz auch immer stärker blenden würden. «Heute sieht man sie vor allem auf Möbelmessen als dekoratives Element.»

Verbot von Halogenleuchten

Seit Anfang September 2018 sind die Temperaturstrahler aus den Regalen der Lieferanten verschwunden – als letzte Stufe der ErP-Verordnung 244/2009 der EU, die von der

des pièces hautes, le fait que la lumière rayonne du plafond au sol peut même constituer un avantage. »

Honorer le travail du planificateur d'éclairage

L'assortiment de luminaires ne cesse de croître et la technologie utilisée pour produire de la lumière artificielle est de plus en plus sophistiquée. De ce fait, il est important pour Mario Rechsteiner de considérer la lumière comme un

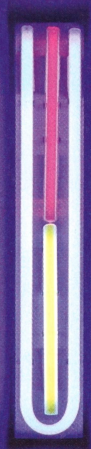
tout, indépendamment des produits, et d'y sensibiliser les architectes. La lumière n'inclut pas uniquement l'éclairage artificiel, mais également la lumière naturelle qu'il est possible d'utiliser de manière ciblée. Luminosité ne signifie pas systématiquement lumière agréable. «L'indice de rendu de couleur est souvent très mauvais dans les bâtiments de bureaux avec des façades vitrées, car les verres à revêtement ne laissent passer qu'une partie très limitée du spectre de la lumière solaire.» En tant que vice-président de l'Association suisse pour

l'éclairage (SLG), il fait en sorte que le profil du métier de planificateur d'éclairage soit clairement défini et honoré dans le secteur de la construction.

Du point de vue technique, il est satisfait des outils mis à disposition par les technologies d'éclairage existantes: «Nous avons aujourd'hui nettement plus de possibilités pour placer la lumière avec précision et l'intégrer à l'architecture». Il ne regrette qu'une chose: «En tant que corps thermorayonnant, l'ampoule à incandescence avait une caractéristique naturelle très particulière. Plus son inten-

«Als das elektrische Licht eingeführt wurde, musste man die Kerze auch nicht verbieten.»

«Lorsque l'éclairage électrique a été introduit, la bougie n'a pas dû être interdite.»

**Auch als Dekoration**

Im Untergeschoss dekoriert eine LED-Installation den Gang.

Aussi en tant que décoration

Une installation LED décore le couloir du sous-sol.

Schweiz übernommen wurde. Damit verschwinden auch Halogenlampen, die in der Regel der Effizienzklasse C oder D entsprechen, bis auf wenige Ausnahmen. Lediglich für R7s und G9-Fassungen im Hochvoltbereich sowie die Reflektor- und Stiftsockelhalogenglühlampen im Niederspannungsbereich, für die es noch keine Alternativen mit LED-Leuchten gibt, sind Halogenleuchtmittel noch erhältlich.

Mit dem Verbot wird der Marktanteil der LED-Leuchten einen weiteren Sprung machen. Bereits 2016 lag der Anteil LED-Leuchten laut einer Studie der SLG im Innenbereich bei 63 % (Schweizer Markt). Bei der Aussenbeleuchtung lag der LED-Anteil sogar bei 73 %, bei der Strassenbeleuchtung bei 84 %. Innerhalb von zehn Jahren hat sich die LED-Technologie im Beleuchtungsmarkt durchgesetzt.

**Autor | Auteur**

Guido Santner ist freier Wissenschaftsjournalist.
Guido Santner est journaliste scientifique indépendant.
 → guido@santner.ch

sité était réduite, plus sa température de couleur était chaude, comme lors d'un coucher de soleil. Le remplacement de cette particularité me manque. » Lorsque l'éclairage électrique s'est implanté, la bougie n'a pas été interdite pour autant.

La lampe à filament s'est inspirée de l'ampoule à incandescence et est volontiers utilisée dans le domaine de la décoration. La température de couleur reste toutefois toujours la même et Mario Rechsteiner attire l'attention sur le fait que l'amélioration de l'efficacité implique aussi l'augmentation de l'éblouissement. « Aujourd'hui, la lampe à filament fait avant tout office d'élément de décoration dans les expositions de meubles. »

Interdiction des lampes à halogène

Depuis début septembre 2018, les corps thermorayonnants ont disparu des rayons des fournisseurs. Il s'agit de la dernière étape de l'Ordonnance de l'UE ErP 244/2009 adoptée par la Suisse. Ceci implique également la disparition, à quelques exceptions près, des lampes halogènes qui correspondent généralement à une classe d'efficacité C ou D. Les ampoules halogènes ne sont plus disponibles que pour les culots R7s et G9 dans le domaine haute tension ainsi que pour les culots à broches et en tant qu'ampoules halogènes à réflecteur dans le domaine basse tension, pour lesquelles il n'existe encore aucune alternative avec des LED.

Avec l'interdiction de l'halogène, la part de marché des ampoules LED va encore progresser. Selon une étude de la SLG, la part des lampes LED s'élevait déjà à 63 % (marché suisse) en 2016 pour les applications en intérieur. Concernant l'éclairage extérieur, la part des LED s'élevait même à 73 % et à 84 % pour l'éclairage des rues. En 10 ans, la technologie LED s'est imposée sur le marché de l'éclairage.