Schweizerische Agentur für Energieeffizienz
Agence Suisse pour l'éfficacité énergétique, Agenzia Svizzera per l'efficienza energetica
Swiss agency for efficient energy use

[S · A · F · E]

NR. 4 | 2003

FAKTOR LICHT

Architektur | Komfort | Energie

www.faktorlicht.ch

GEBÄUDE TECHNIK
INTELLIGENT BUILDING

energie schweiz

MINERGIE

Die neue Architektur

Redaktion Faktor Licht
Stefan Gasser,
Othmar Humm

Als im Nachgang zur «Erdölkrise», 1973, Kantone und Verbände Standards in der Wärmedämmung setzten, sah manch ein Architekt das Ende der Architektur kommen. Das gestaltete Haus, hiess es, würde unter der «Verpackung» verschwinden. Heute wissen wir, weil tausendfach belegt: Die architektonische Qualität einer Baute ist weniger von der Dämmstärke als von der Gestaltungskraft des Projektverfassers abhängig.

Nun zirkulieren Lamentos über Standards in der Beleuchtung. Doch Hoffnung ist erlaubt. Weder die Aura des Innenraumes noch der individuelle Touch des Architekten oder der Architektin sind gefährdet. Komfort und Energieeffizienz lassen sich mit guter Innenarchitektur kombinieren. Auch dafür gibt es Belege, unter anderen auf den folgenden Seiten.

«Klare Signale an die Architekten» sendet Peter Ess vom Zürcher Bauamt auf Seite 18 und Heinrich Richner produziert dazu passende Leuchten (Seite 14). In der Mitte des Heftes findet der Leser, die Leserin zwei Beiträge zu Innovationen in der Beleuchtungstechnik (LED und Radarmelder). Schliesslich sind im Lichtkompendium die wichtigsten Lampen, Leuchten und Regelungen in geraffter Form dargestellt – zum Nachschlagen.

Faktor Licht erscheint jährlich als Print oder www.faktorlicht.ch

Inhalt

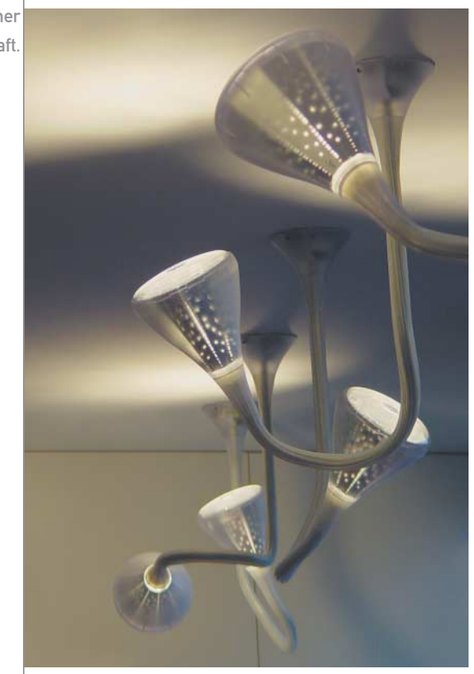
Bürohaus Fenster und Leuchten 4
Lichttransport Tageslicht aus der Tube 8
Schulhaus Denkmal aus den Fünfzigern 12
Heinrich Richner Vom Strich zum Punkt 14
Peter Ess Klare Signale für Architekten 18
25 Merkwürdigkeiten «Ich bete jeden Abend zu meiner Lampe» 22
Innovation 1: LED Lampenfieber 24
Innovation 2: Präsenzmelder Mit Radar sensibler regeln 28
Boulevard 30
Berechnungen Zwei Leader vor grossem Feld 34
Öffentliche Beleuchtung Licht und Stadt 36
Lichtkompendium Katalog der Lampen, Leuchten, Regelungen 38
Adressen, Impressum 47

Amt für Hochbauten der Stadt Zürich
Artemide THE HUMAN LIGHT
baltensweiler
energieschweiz
HTS
LICHT+RAUM
micasa Wohnen heisst leben.
SWISS LIGHTS weniger Strom – mehr Design
MINERGIE Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Ph. Oswald
RIBAG Licht
Relux
sia
Waldmann Lichttechnik
ZUMTOBEL STAFF DAS LICHT

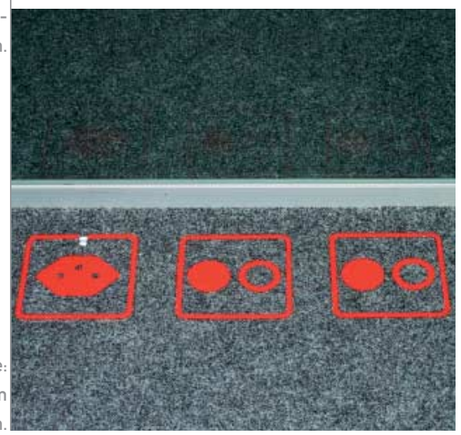
Fenster und Leuchten

Matthias Gasser

Die Stehleuchte Pipe steht an der Decke, hat prominente Designer und leuchtet in ein Bürohaus in St. Gallen.



Schwanenhälse in einer Bürolandschaft.



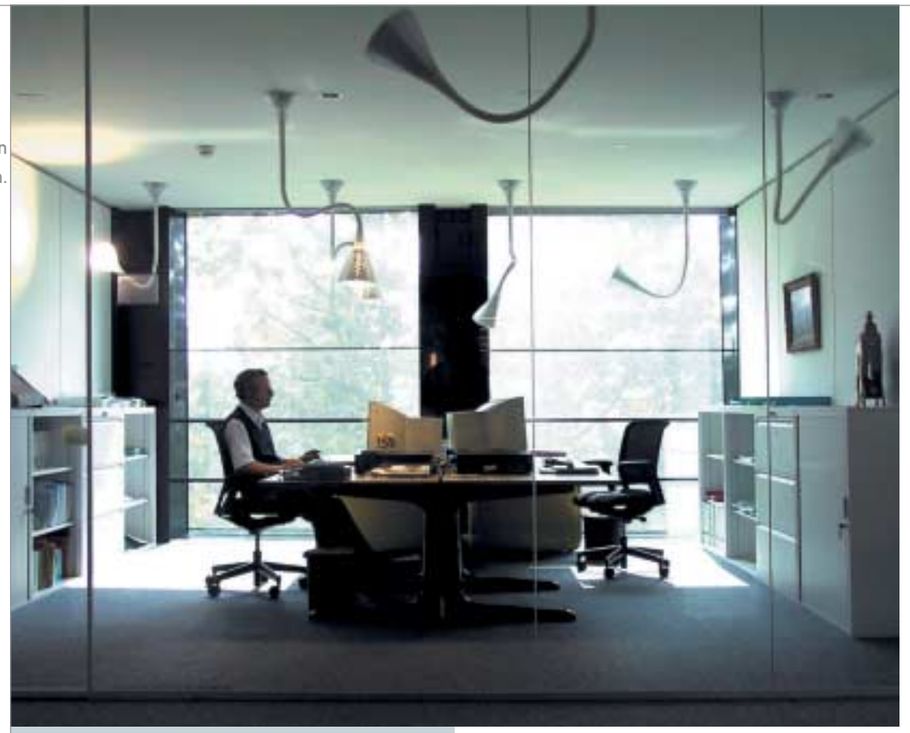
Im Boden integrierte Lichtschalter und Steckdosen.

1989 gewann das damals nur lokal bekannte Architekturbüro Herzog & de Meuron (HdM) den Wettbewerb für die Erweiterung des Hauptgebäudes der Helvetia Versicherung auf dem Girtannersberg in St. Gallen. Bis zur Realisierung dauerte es über zehn Jahre. Die Helvetia Versicherung fusionierte mit der Patria, und das Architekturbüro HdM avancierte zu einem weltbekannten Namen. Das Ziel, die Tätigkeiten der Versicherungsgruppe in St.Gallen zusammenzufassen, blieb gültig.

Das äussere – spektakuläre – Merkmal des Gebäudes bildet die Fassade, in der durch das abwechslungsreiche Abdrehen der einzelnen Fenster um eine der vier Kanten ein Patchwork-Effekt entsteht; sie war damals nicht Teil des Wettbewerbsbeitrages. Die Nachbarbauten wie auch die bepflanzte Umgebung lösen sich in einem Kaleidoskop von Einzelbildern in der Fassade auf.

Die Anforderung an die Ausgestaltung der Büroräume wurde von der Helvetia Patria definiert: Die Architektur muss die Firmenziele umsetzen. Die Kombination von Büroräumen und Kommunikationszonen wird als altbewährtes Prinzip neu interpretiert. Dem Einzelbüro wie dem Grossraumbüro wird eine Absage erteilt, die Innenraumgestaltung unterstützt die Teamarbeit. Die einzelnen Büroräume sind nur mit einer geschosshohen Glasscheibe von der Kommunikationszone getrennt. Der Schalldämmwert dieser Konstruktion ist naturgemäss tief. Doch zeigt sich in der Praxis, dass auch so vertrauliche Telefonate möglich sind. Das Gestaltungskonzept beschränkt sich auf wenige Farben: weisse Wände und Decken, grauer Nadelfilz über einem Doppelboden sowie schwarze Fensterprofile.

rechte Seite: Bürohaus auf dem Girtannersberg in St. Gallen.



Die Stehleuchten wachsen von oben in den Raum.

Kennzahlen

Gebäude	
Gesamtfläche (netto)	4374 m²
• davon Gruppenbüro (netto)	3067 m²
• Verkehr (netto, mit Tageslicht)	504 m²
• Lagerfläche, Technikfläche (netto)	803 m²
Gebäudevolumen (total)	19 000 m³
Arbeitsplätze	178
Beleuchtung	
Installierte Leistung	
• ganzes Gebäude	7,3 W/m²
• Büro	8,6 W/m²
Grenzwert SIA 380/4	45 MJ/m²a (12,5 kWh/m²a)
Zielwert SIA 380/4	22 MJ/m²a (6,1 kWh/m²a)
Anforderung Minergie	28 MJ/m²a (7,8 kWh/m²a)
Objektwert Helvetia Patria	28 MJ/m²a (7,8 kWh/m²a)
Minergieanforderung	erfüllt

Beleuchtungssteuerung: Tageslicht- und Präsenz-abhängige EIN-AUS-Schaltung. Generelle Abschaltung der Beleuchtung in den Büros nach einem Zeitprogramm (10 Uhr, 12 Uhr, 14 Uhr, 16 Uhr, 20 Uhr). Das Programm ist manuell einstellbar.

Visionäre Lösung für die Beleuchtung

Für die Architekten war an eine Installation mit Pendelleuchten nicht zu denken, weil diese eine zusätzliche horizontale Ebene im Raum definierten. Und Stehleuchten hätten den Rhythmus der Möblierung gestört, fand die Bauherrschaft. Nimmt man noch die Anforderung an die installierte Leistung der Beleuchtung hinzu, nämlich 8,5 W/m², bot sich keine einfache Ausgangslage. Die Lösung überrascht, auch wenn sie nicht völlig neu ist: Stehleuchten «stehen» an der Decke – jeweils drei pro Arbeitsplatz – und lassen sich individuell ausrichten. Das Design der «Pipe» stammt von HdM, für die Realisation richteten die Architekten einen Wettbewerb unter drei Leuchten-Profis aus. Der erfolgreiche Hersteller konnte 700 Leuchten nach St. Gallen liefern – zu einem Markt üblichen Preis. Denn die Entwicklungskosten können über eine wesentlich grössere Serie abgegolten werden. Ein flexibles Stahlrohr, welches mit einem transparenten Platinsilikon eingepackt ist, geht in einen kegelförmigen und verspiegelten Lichtschirm über, in dem eine 32-Watt-Kompaktleuchstofflampe brennt. In der Regel liefert eine Leuchte direktes Licht auf die Arbeitsfläche und garantiert damit eine hohe Leuchtdichte, eine zweite Leuchte strahlt zur Decke; dieses indirekte, stark gestreute Licht setzt den Raum in Szene. Eine weitere, dritte Lampe wirkt als Spot zu einem Bild an der Wand. Die kleinen Löcher im Aluminiumreflektor ergeben brillante Lichtpunkte. Sie machen die Leuchte sichtbar und als Design-Objekt attraktiv. Eine Gefahr dieser individuell einstellbaren Beleuchtung ist die Blendung; sie kann schlecht kontrolliert werden. Die Praxis zeigt aber, dass bei der Einrichtung des Arbeitsplatzes auf Nachbarn und Passanten Rücksicht genommen wird.

Die Pipe ist eine ergonomisch gute Leuchte, mit einem minimalen Energieverbrauch und überzeugendem Design. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass trotz der Neuentwicklung keine Mehrkosten entstehen.

Die Reaktionen der Angestellten auf das Leuchtendesign sind sehr unterschiedlich. Mit der Beleuchtung ist man generell zufrieden, die Gestalt weckt dagegen unterschiedliche Assoziationen. Die spezielle Form der Leuchte und das daraus resultierende Bild an der Decke führt zu einer Fülle von Namensgebungen. Die Verwendung von Silikon als Material für Türgriffe und Garderobenhaken löst dagegen vermehrt Berührungsängste aus.

Präsenz- und Tageslichtmelder

Bewegungs- und Rauchmelder sind für jeden bauenden Architekten eine Plage. Sie kleben – vermeintlich zufällig – an der Decke und machen oft die Gestaltung kaputt. Doch nötig sind die Dinger gleichwohl; was die Industrie für die technisch sensiblen Geräte anbietet ist, mit Verlaub, bescheiden. Eine oft zu markant gestaltete Abdeckung schützt das empfindliche Gerät. Warum ist kein System verfügbar, bei dem Sensoren und Abdeckung getrennt sind, so dass für die Melder eine Auswahl von Abdeckungen erhältlich ist? Eine Aufgabe für die Industrie! Herzog & de Meuron lösten das Problem auf ihre Weise: Der Melder ist in einer Aussparung der Betondecke eingelassen und der Sockel grün gestrichen. Nur die aparte Kunststoffpyramide streckt sich noch aus dem hellen Deckenverputz.

Beteiligte

Bauherrschaft: Helvetia Patria Versicherungen, St. Gallen
Architektur: Herzog & de Meuron, Basel
Elektroplanung: Bühler & Scherler AG, St. Gallen
Energiekonzeptplaner: Thomas Baumgartner & Partner, Dübendorf
Leuchten: Artemide Illuminazione, Lugano
Sensoren: HTS High Technology Systems, Effretikon

Autor

Mathias Gasser, dipl. Architekt ETH / SIA, Zürich,
matthias.gasser@eteam.ch

Minergie

Neben den Anforderungen an die Energiekennzahl Wärme von Bauten sind seit 2001 – für Dienstleistungs- und Industriebauten – auch Minergie-Anforderungen an die Beleuchtung definiert. Das Nachweisverfahren basiert auf der Norm SIA 380/4 (abrufbar unter www.380-4.ch). Neben den energetischen Anforderungen in Bezug auf installierte Leistung und Einsatz von Beleuchtungsregelungen sichern lichttechnische und ergonomische Grundsätze, wie sie unter anderem in der Euro-Norm prEN 12464 festgelegt sind (Beleuchtungsstärken, Blendschutz, Farbwiedergabe), die Lichtqualität und den Komfort am Arbeitsplatz.

In der Kommunikationszone.

Aufwändig integrierte Aufputzsensoren.

Lichttechnik aus der Schweiz am Berliner Potsdamer Platz.

Tageslicht aus der Tube

Von Margrit de Lainsecq

Berlin ist ein Zentrum der aktiven Tageslichtnutzung: In seinem Verwaltungsgebäude zeigt der Leuchtenhersteller Semperlux, wie man künftig Treppenhäuser beleuchten könnte. Ein zweites System ist im Deutschen Technikmuseum installiert: Hier pendelt Tageslicht durch eine mit Flüssigkeit gefüllte Röhre. Und auf dem Potsdamer Platz steht eine Lichtskulptur made in Switzerland, die Sonnenlicht in den U-Bahnhof unterhalb des Platzes fluten lässt.

Um ihre Erfindung ins richtige Licht zu rücken, haben Jürgen Kleinwächter und sein Team einen fensterlosen Schuppen mit Schiebetür gebaut. Darin stehen die Besucher im Dunkeln, bis ein von der Decke hängender Schlauch aufleuchtet und den Raum erhellt. Energie braucht es dazu keine. Oder präziser: Die von Kleinwächter gegründete BSR Solar Technologies GmbH im deutschen Lörrach holt sich diese vom Himmel. Die Forscher fangen mit einer grossen Sammellinse Sonnenstrahlung ein, konzentrieren sie, leiten sie in den Schlauch und erhalten am anderen Ende, in ihrem Demo-Schuppen, eine überraschend gute Lichtausbeute.

Solux – so der Name des Systems – beleuchtet bereits ein Foyer des Deutschen Technikmuseums in Berlin. Allerdings noch nicht zur vollen Zufriedenheit der Nutzer. «Wegen mangelhafter Software konnte die Anlage bisher nicht kontinuierlich betrieben werden», bedauert der verantwortliche Lichttechniker Roman Jakobiak. Auch der angestrebte Wirkungsgrad sei noch nicht erreicht. Vom Sonnenlicht, das auf der Linse auf dem Dach auftrifft, sollten – so das Ziel der Hersteller – 50 Prozent am anderen Ende eines 50 m langen Lichtleiters ankommen. «Heute erreicht unsere Anlage aber erst etwa 20 Prozent», schätzt Jakobiak. Noch dieses Jahr wird die Anlage deshalb umfassend revidiert.

Noch Verbesserungen nötig

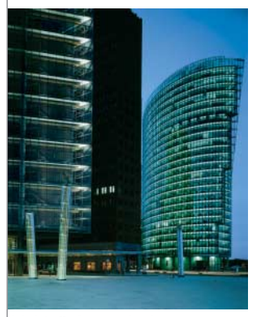
An der Optimierung des innovativen Tageslichtsystems wird sowohl in Lörrach wie auch an der Universität Augsburg gearbeitet. Armin Reller, der dort einen Lehrstuhl für Festkörperchemie innehat, ist zugleich der vom Bundesamt für Energie beauftragte Programmleiter Solarchemie im Rahmen von EnergieSchweiz. «Den Hohlleiter, durch den das Licht seinem Bestimmungsort zugeführt wird, haben wir inzwischen im Griff», betont Reller. Verwendet werde ein inerter Kunststoff mit einem tiefen Brechungsindex. Die Kunststoffröhre ist nicht dicker als ein Gartenschlauch und lässt sich wie ein solcher fast beliebig biegen (Tageslichtleiter sollen künftig ebenso problemlos installiert werden können wie elektrische Leitungen). Am flüssigen Chemikalienmix, der die flexible Kunststoffröhre füllt, arbeitet man laut Reller hingegen noch: «Die Flüssigkeit muss umweltverträglich und temperaturbeständig sein und ausserdem einen hohen Brechungsindex aufweisen, damit das Sonnenlicht mit möglichst geringen Verlusten durch den Hohlleiter pendelt.» Zudem dürfe sie keine Farbe absorbieren, denn nur wenn das gesamte Farbspektrum durch die Röhre fliesse, erhalte man am anderen Ende der Leitung das erwünschte weisse Licht. Dieses lässt sich anschliessend durch Farbfilter variieren oder durch Prismen in seine Spektralfarben aufsplitten, wenn das Sonnenlicht für Lichtspiele genutzt werden soll.

Anspruchsvolle Mechanik

Für die Lichternte verwenden die Entwicklungsteams in Lörrach und Augsburg Fresnel-Linsen aus Plexiglas mit einem Durchmesser von maximal 1 m, die sensorgesteuert dem Sonnenstand nachgeführt werden. Eine transparente Kuppel schützt das System vor Wind und Wetter. Um den Faktor 4000 bis 8000 konzentriert, werden die parallel auf der Linse auftreffenden Sonnenstrahlen dem Lichtleiter zugeführt. Da dies millimetergenau geschehen muss und in der Praxis mit extremen Temperaturschwankungen zu rechnen ist, werden an die Mechanik, die den grössten Teil der Systemkosten ausmacht, höchste Anforderungen gestellt. Der Lichtleiter ist mit einem Quarzglaspfropfen verschlossen; der flüssige Chemikalienmix kommt also nicht mit der Umwelt in Berührung und bewegt sich auch nicht – auf die Reise geschickt wird nur das Sonnenlicht.

Berlin, Potsdamer Platz

Ungewöhnlich am Solux-System ist der Flüssiglichtleiter, der kleine Durchmesser möglich macht und sich fast beliebig biegen lässt. Während dieses System noch verbesserungsbedürftig ist, sind Anlagen, bei denen Tageslicht durch luftgefüllte Hohlleiter pendelt, bereits ausgereift. Ein schönes Anschauungsbeispiel sind die drei Lichtsäulen auf dem Berliner Potsdamer Platz, entworfen vom Münchner Designer und Architekten Peter Schuck und realisiert durch das St. Galler Unternehmen Heliobus. Die drei 14 m, 16 m und 21 m hohen Lichtsäulen leiten tagsüber Sonnenlicht in den U-Bahnhof unterhalb des Platzes und mutieren nachts zur Leuchtskulptur. Kern jeder Säule ist ein Stahlrohr mit 0,7 m Durchmesser, durch welches das Tageslicht pendelt. Eingefangen wird es von Heliostaten, die zweiachsig gelagert sind und mittels Lichtsensoren der Sonne nachgeführt werden. Das Stahlrohr ist ummantelt durch ein Glasrohr mit 1 m Durchmesser. Durch den so geschaffenen, äusseren Ring flutet nachts das künstliche Licht, erzeugt durch acht Hochdruck-Halogendampflampen à 70 Watt pro Säule. Eine prismierte Folie der amerikanischen Firma 3M, mit der Stahl- und Glasrohr ausgekleidet sind, sorgt für eine Totalreflexion des künstlichen wie des natürlichen Lichts und damit für einen parallelen Lichtwurf. Bei Sonnenschein fällt Tageslicht mit einer Intensität von bis zu 50 000 Lux in die unterirdische Bahnhalle und malt dort drei strahlend helle Kreise auf den Boden. Passanten, die aufschauen, blinzeln durch die Lichtsäulen direkt in die Sonne.



Lichtsäulen zwischen Monumenten zeitgenössischer Architektur.

Tageslicht im Untergrund: U-Bahnhof unterhalb des Platzes (Bilder Heliobus).

Tageslicht im fensterlosen Treppenhaus

Nicht um ein Kunstwerk, sondern um ein Beleuchtungssystem mit aktiver Tageslichtnutzung handelt es sich dagegen bei «Arthelio», entwickelt im Rahmen eines EU-Projekts unter Federführung der Technischen Universität Berlin. Der Leuchtenhersteller Semperlux hat in seinem Berliner Verwaltungsgebäude eine Pilotanlage installiert. Spiegel auf dem Dach sammeln hier Sonnenlicht, Linsen bündeln es, und eine Mischeinheit verteilt es auf die zwei Hohllichtleiter im Treppenhaus. Diese weisen einen Durchmesser von 0,3 m auf, sind aus Plexiglas und mit derselben mikroprismierten Folie ausgekleidet wie die Lichtsäulen auf dem Potsdamer Platz. Paul W. Schmits von Semperlux bezeichnet das System als ausgereift und hofft, bald erste Anlagen für Kunden planen zu können. Dass noch keine definitiven Aufträge da sind, mag am Preis liegen. Schmits stellt klar: «Wirtschaftliche Anwendungen sind heute bei solchen Tageslichtsystemen noch nicht möglich – die Investitionskosten lassen sich nicht durch die gesparten Stromkosten amortisieren.» Pro Meter Hohllichtleiter sei mit rund 800 Franken zu rechnen; die Kosten für Heliostat und Umlenkanlagen seien dagegen anlagenspezifisch und – entsprechend ihrer Komplexität – relativ hoch. Hoffnung setzt Schmits in die besondere Qualität der Leuchte: «Obwohl das Licht bei unserer Pilotanlage wie andernorts Kunstlicht durch Röhren ins Treppenhaus geführt wird, nehmen es Mitarbeiter und Gäste als natürliches Licht wahr.» Kunstlicht wird in Abhängigkeit vom Tageslichtangebot in die Lichtleiter eingespeist. Dazu wird eine effiziente und langlebige Schwefellampe eingesetzt, die über ein Bussystem von einem Computer gesteuert wird. «Die Schwefellampe ist die einzige Hochleistungslampe, die bis auf 15 Prozent herunter dimmbar ist», begründet Schmits die Wahl. Im Vergleich zu einer reinen Kunstlichtbeleuchtung spart die aktive Tageslichtnutzung im Treppenhaus von Semperlux 40 Prozent Strom.

Zukunftsmusik: Leitsysteme für diffuses Licht

Auch wenn Tageslicht-Leitsysteme (noch) nicht wirtschaftlich sind: Solux-Erfinder Jürgen Kleinwächter ist überzeugt, dass diese Zukunft haben. Das natürliche Licht bekomme dem Menschen besser – auch dort, wo kein direkter Ausblick nach draussen möglich sei. Kleinwächters zweites Argument: «Selbst effiziente Kunstlichtsysteme wandeln nur etwa 20 Prozent der eingesetzten Elektrizität in Licht um, der Rest fällt als Abwärme an. Mit Solux hingegen können wir gezielt das sichtbare Licht zur Beleuchtung nutzen und den Wärmeanteil der Solarstrahlung für die Wassererwärmung oder andere Zwecke auskoppeln.» Ein Tageslichtsystem spare deshalb nicht nur Beleuchtungsenergie, sondern senke auch den Stromverbrauch von Klimaanlagen, weil weniger Abwärme anfalle. Auch Armin Reller sieht Chancen für Systeme wie Solux oder Arthelio, schränkt aber ein: «Tageslicht-Leitsysteme sind meistens Hybridsysteme, denn bei bewölktem Himmel muss Kunstlicht zugeschaltet werden können.» Das wäre nicht mehr der Fall, wenn es gelänge, auch diffuses Licht so stark zu konzentrieren, dass es für die Beleuchtung nutzbar würde. Oder wenn man das Himmelslicht gar – ähnlich wie dies einige Glühwürmchen-Arten tun – speichern und dann nachts leuchten lassen könnte. Soweit denkt der Tüftler Jürgen Kleinwächter bereits. Bei Heliobus in St. Gallen ist man nüchterner. Trotzdem gehört das Unternehmen zu den ersten, die ein System anbieten, das auch diffuses Licht nutzen kann: Ein mit Panzerglas bedeckter Spiegellichtschacht, der bei einem Einfamilienhaus-Neubau für rund 3000 Fr. zu haben ist und im Vergleich zu einem herkömmlichen Lichtschacht bis zu zwanzigmal mehr Tageslicht in Kellerräume lockt.

Das Buch zum Thema: Alexander Rosemann: Hohllichtleiter für Tageslichtnutzung. Pflaum Verlag, München 2002. ISBN 3-7905-0862-4

Innenraumgestaltung als Lerninhalt: Layout einer Schulzimmerwand.

Denkmal aus den Fünfzigern

Stefan Gasser

Neben dem Komfort und der Energieeffizienz sind denkmalpflegerische Aspekte bei der Beleuchtungsplanung von Belang. Ein Beispiel aus den Fifties.

Die «Aura» erfüllt den Minergie-Standard.

Das «Kügeliloo» ist ein typisches Schulhaus aus den 50er-Jahren. Die zwölf Schulzimmer des dreistöckigen Klassentraktes sind über Südost-Fenster beleuchtet. Im Nordwesten liegt die Korridorzone. In der klar strukturierten Fensterfront aus 75 gleichformatigen Fenstern sticht eindrucksvoll der Eingangsteil mit der zwei Meter grossen Uhr hervor. Die Zeiger der Uhr werden wie eh und je über die Rundsteuerung des Elektrizitätswerkes gestellt. Das Schulhaus steht unter Objektschutz, weder innen noch aussen waren Änderungen möglich. Trotzdem: durch den Einsatz von Wärmeschutzfenstern konnte der Heizenergiebedarf deutlich gesenkt werden. Der Sonnenstoren liegt innerhalb der Verglasung, zwischen den beiden Scheiben. Die Storen lassen sich individuell – durch die Lehrerinnen und Lehrer – oder zentral durch den Hauswart steuern. Diese Lösung kombiniert zwar die Wünsche von Architekt und Denkmalpflege mit den Anforderungen an einen wirkungsvollen Sonnenschutz, integrierte Lamellen sind aber sehr teuer und störungsanfällig.

Die Einrichtung der Klassenzimmer ist von schwarzem Linoleum, roten Schränken sowie weissen Wänden und Decken geprägt. Die Abfolge von Schränken, Türen, Wandtafel und Spültrog ist spannungsvoll inszeniert, die Gegenstände sind funktional und einfach gestaltet. Die bestehende Beleuchtung passt zwar gut zur Formensprache der Klassenzimmer, sie ist aber veraltet und genügt den heutigen Anforderungen an Komfort und Energieeffizienz in keiner Weise.

Die opalen Wannen mit einer installierten elektrischen Leistung von 20 W/m² sind nun ersetzt worden. Neu wurden pro Raum sechs Pendelleuchten eingesetzt, wobei die fensternahen Leuchten mit je vier Kompaktleuchtstofflampen zu 24 Watt bestückt sind und die wandnahen Leuchten mit 4-mal 36 Watt. Heute sind 11,5 W/m² installiert, also über 40% weniger als früher. Zusätzlich wird das Licht über Lichtsensoren gesteuert. Die kombinierten Tageslicht- und Präsenzmelder schalten das Licht mit einer Zeitverzögerung von zehn Minuten automatisch aus. Die Einschaltung erfolgt jeweils manuell, so kann zusätzlich Energie gegenüber automatischer Einschaltung eingespart werden.

Die Beleuchtungsqualität ist im Vergleich zur alten Installation deutlich besser:

- Höhere Beleuchtungsstärke (500 Lux)
- Kein Flackern beim Einschalten der Lampen (elektronische Vorschaltgeräte)
- Kein Flimmern in Betrieb (elektronische Vorschaltgeräte)
- Angenehme Raumausleuchtung
- Hoher Blendschutz durch direkt-indirektes Licht
- Verbesserte Farbwiedergabe durch bessere Lampen
- Weniger Strahlungswärme durch niedrigeren Energieverbrauch (rund 70%)

Kennzahlen Beleuchtung

Nettonutzfläche	3500 m²
Installierte Leistungen der Beleuchtung	
• Klassenzimmer	11,5 W/m²
• ganzes Gebäude	6,7 W/m²
Grenzwert Norm SIA 380/1	22 MJ/m² a (6 kWh/m² a)
Zielwert Norm SIA 380/1	9 MJ/m² a (2,5 kWh/m² a)
Minergieanforderung	12 MJ/m²a (3,3 kWh/m² a)
Schulhaus Kügeliloo	10 MJ/m²a (2,8 kWh/m² a)
Beleuchtungsregelung	tageslicht- und präsenz-abhängige Schaltung
Minergie-Anforderung	erfüllt

In den nordseitig gelegenen Korridoren wurde die Beleuchtung ebenfalls ersetzt. Bis anhin waren offene Glühlampen in drei Reihen installiert. Die Glühlampen wurden durch Downlights mit Kompaktleuchtstofflampen – 13 Watt respektive 18 Watt – ersetzt, wobei vier von neun Lampenstellen entfernt wurden. Die installierte Leistung sank um den Faktor 5 auf 2,5 W/m². Neu schalten Präsenzmelder das Licht ausserhalb der Schulpausen und am Abend automatisch ab, so dass statt des ursprünglichen Dauerbetriebes tagsüber nur noch wenige Betriebsstunden zu verzeichnen sind. Die Lampen werden nicht mehr alle sechs Monate ersetzt, wie bisher. Die neuen Leuchtkörper kommen das erste Mal in zehn Jahren zum Ersatz.

Beteiligte

Bauherrschaft: Stadt Zürich, vertreten durch das Amt für Hochbauten, Zürich
Architektur: Fosco Fosco-Oppenheim Vogt, Zürich
Elektroplanung: Mettler + Partner, Zürich
Leuchten: Regent Beleuchtungskörper AG, Basel
Sensoren: HTS High Technology Systems, Effretikon

Die Uhr als Wächterin des Pausenplatzes: Fassade Kügeliloo.

KÖPFE

Heinrich Richner in seiner Fabrik im aargauischen Muhen.

Vom Punkt zum Strich

Matthias Gasser

Vor sieben Jahren hat Heinrich Richner seine Vision in die Tat umgesetzt. Mit einer Fluoreszenzröhre und den damals neuen elektronischen Vorschaltgeräten baute er eine energieeffiziente Designer-Leuchte. Aus der leuchtenden Idee ist ein erfolgreiches Unternehmen entstanden.

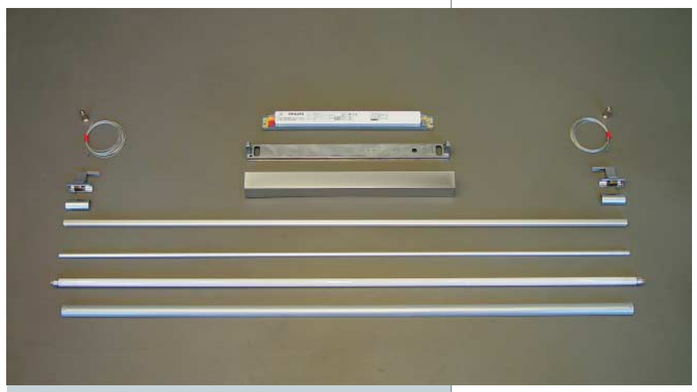
Fasziniert von der Ästhetik der Lichtbalken in Industriehallen und den (damals neuen) elektronischen Vorschaltgeräten machte er sich an die Arbeit. Wichtige Voraussetzungen brachte Richner mit: Er kannte die Branche und die Tücken der Lichttechnik. Seine Ausbildung als Typograph zeigt sich in den sorgfältig gestalteten Produkte-Katalogen. Die Grundprinzipien der Gestaltung seien die gleichen, meint der Unternehmer. Richners Ziel war eine Fluoreszenzleuchte, die ins Büro und in die Wohnung gleichermassen passt. Mit einem guten Produkt lässt sich eine Firma am Leben erhalten – so seine Vorstellung. «Am Anfang stand die Idee. Viele Bilder hatte ich vor mir. Die Fabrikbeleuchtung, der lange Strich hat mich inspiriert. Die Herausforderung lag darin, die Idee auf das Papier zu bringen und zu strukturieren.»

«Danach kommt die interessante Zeit. Man zeichnet Striche und baut Modelle. Anfangs sind die Vorstellungen rudimentär, sie werden allmählich konkret. Dann kommen Muster aus Holz und Styropor, dies ist eine wichtige Phase.» Mit den Modellen geht Richner zu Erwin Egli, einem befreundeten Designer. Es war wichtig, die Meinung von einem weiteren Fachmann einzuholen. «Vor allem bei den Reflektoren haben wir intensiv zusammen gearbeitet und den Systemgedanken verfolgt.» Der Entwicklungsprozess lief aber nicht nur auf der gestalterischen Ebene ab: «Ich bewerte folgende drei Punkte gleichwertig: Qualität, Design und Preis. Dies bedeutet noch mehr Denkarbeit. Man hat schnell ein Produkt, das schön ist. Aber es muss auch in der Handhabung stimmen, die Leuchte muss gutes Licht schaffen, sie muss robust und bezahlbar sein. Ich wusste bei der Konzeption, in welchem Marktsegment meine Leuchte positioniert ist: im oberen «Design-Sortiment». Der Vertriebskanal war klar. Was aber auch klar war: Es braucht viel Überzeugungsarbeit, das FL-Licht in die Wohnungen zu bringen. Nur wenige sagten: dieses Produkt ist toll, das brauchen wir. Die meisten Befragten fanden Gefallen an der Leuchte, wollten aber kein FL-Licht – wegen des schlechten Images. Viele lehnten es kategorisch ab.» «Das Produkt habe ich auch Architekten vorgestellt, für sie war das gelungene Design und der Systemgedanke eine willkommene Überraschung, denn viele waren sich gewohnt, mit FL-Licht zu arbeiten. Die Architekten übten dann Druck auf die Händler aus. So wurde das Produkt innert Kürze salonfähig und interessant für den Fachhandel; plötzlich war eine Nachfrage da, nachher war es ein Schneeballeffekt.» Die Firma trägt ebenso die Handschrift Richners wie die

Lichtstäbe: keine Maschinen und keine Spezialanfertigungen. 200 Firmen liefern 1600 Einzelteile für die verschiedenen Leuchten. Die Teile reichen von einfachen Standardprodukten der Beleuchtungsindustrie bis zu komplexen Aluminiumprofilen und Kunststoffteilen. Ribag beschränkt sich auf Marketing, Verkauf, Administration, Logistik und Endmontage. Dadurch entfallen teure Maschinen, die bei kleinen Serien nicht rentieren. «Bei der Produkteentwicklung mussten wir diese Voraussetzungen schaffen: Gutes Design, gute Qualität, guter Service und ein guter Preis, und das heisst marktgerecht. Also musste in das Produkt viel investiert werden.» Aber kann ein edles Designprodukt aus Kunststoff sein? «Kunststoff ist akzeptiert, Sie finden Kunststoff an allen Orten, im Haushalt, im Auto, auf Schritt und Tritt, auch an Leuchten. Dass der Kunststoff billig daherkommt, das darf nicht sein. Man muss ihn veredeln und Formen geben, damit er gut aussieht und eine gewisse Wertigkeit hat.»

Ist es wirklich nicht falsch, Kunststoffteile zu verchromen und dadurch Metall vorzugeben? «Es gibt Design-Päpste, die eine puristische Linie verfolgen und alles andere als unzulässig betrachten. Wir lassen denen ihren Glauben. Ich denke, der Markt entscheidet.» Zu jedem Lampentyp der Ribag gibt es einen Produktbeschrieb, in dem sich auch ein Bild des jeweiligen Designers findet. Richner hält sich hier zurück. «Ganz bewusst habe ich mich herausgehalten. Ich möchte nicht meine Person in den Vordergrund stellen. Das Marktsegment, in dem ich verkaufe – im gehobenen Fachhandel – ist Designer-gläubig. Vor allem in den 70er- und 60er-Jahren kamen ganz bedeutende Leuchtendesigner aus Italien. Dies sind Namen, die haben einen hohen Stellenwert.» Eine wichtige Frage bleibt, wie Richner das Risiko eingeschätzt hat , damals: «Ich habe viel gelernt von schlechten Erfahrungen, Fehler kann man kaum mehr korrigieren. Deshalb: Es gibt nichts Schöneres, als neu zu starten. Eigentlich habe ich den Erfolg unterschätzt, ich rechnete damit, dass es gut kommt, aber nicht in diesem Mass. Man rechnet und rechnet, bevor man durchstartet. Gott sei Dank war das Ergebnis besser, wir hatten eine fulminante Entwicklung». Birgt ein rasches Wachstum nicht auch Risiken? «Für den Start hatte ich mein eigenes Kapital. Jeder Franken musste präzis investiert werden. Fremdes Geld sollte nicht der Wachstumsförderung dienen – das ist zu gefährlich. In kleinen und mittleren Betrieben sollte man dies vermeiden.»

Der verantwortungsvolle Umgang mit Energie ist Richner ein Anliegen. Auch wenn er seine Leuchte auf keinen Fall auf eine Stromsparleuchte reduzieren will: «Wir müssen Käufern und Planern zeigen, dass Energieeffizienz kein Verlust an Komfort bedeutet. Beim Stromsparen muss man auch zurückschauen: In alten Fabrikgebäuden, wo den ganzen Tag das Licht brannte, hat man selbstverständlich Fluoreszenzröhren eingesetzt. Ein günstiges Produkt in der Installation, beim Lampenwechsel und im Elektrizitätsverbrauch. Auf der anderen Seite gab es auch eine Modeerscheinung: überall Spots,

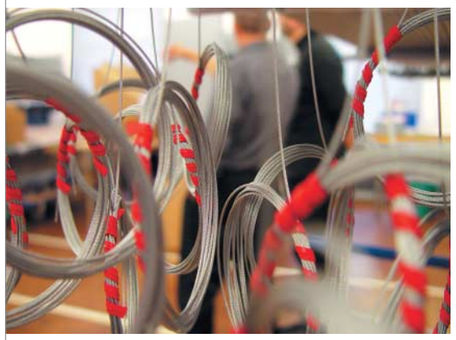


Die Spina – der Renner von Ribag – besteht aus 13 Bauteilen.

Die Swatch-Idee im Beleuchtungsmarkt

«Spina», einer der Verkaufsschlager der Firma Ribag, ist aus 13 Teilen zusammengesetzt (wenn man das Vorschaltgerät als einen Teil sieht). Das vereinfacht die Organisation der Vorfabrikation und die Endmontage. In der Uhrenindustrie lässt sich eine ähnliche Entwicklung verfolgen. «Lean» ist Ribag auch im Sortiment: Die Firma verkauft lediglich zehn Produkte, wobei einige dieser Leuchten in Varianten erhältlich sind, zum Beispiel als Wand- und Stehleuchte.

Im Lager
der Halbfabrikate



Fluoreszenzleuchten – seit 135 Jahren

1867 konstruierte Antoine-Henri Becquerel eine primitive Fluoreszenzlampe; es sollte aber bis 1933 dauern, bis die erste brauchbare Leuchtstoffröhre auf den Markt kam. Sie verdrängte das Glühlicht aus Industriehallen und Büroräumen. Erst die Leistungselektronik ermöglichte um 1990 den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) und damit flimmerfreies Licht. Neue Beschichtungen von Röhren brachten auch «wohnungstaugliche» Lichtfarben. Erst danach wurde die «Neonröhre» Teil von Designer-Lampen.

Spots für die Akzent- und für die Allgemein-Beleuchtung. Darunter sind die Klimaanlagen buchstäblich zusammengebrochen. Gott sei Dank ist diese Welle vorbei, auch wenn da und dort noch solche Konzepte realisiert werden.» Eignen sich Beleuchtungen, um Energiesparmöglichkeiten aufzuzeigen? «Sicher, sehr gut. Mit einer guten Lichtplanung spart man nicht nur Elektrizität, man schafft gleichzeitig eine gute Lichtsituation. Naturgemäss geben FL-Leuchten nicht das gleiche Licht wie Halogenlampen. Deshalb: es muss im Kopf klick machen. Früher haben Spots jede Ecke angestrahlt. Es gab helle Punkte an den Wänden, daneben war es dunkel.»

Wie muss in Zukunft die Lichtplanung aussehen? «Es gibt zu wenig Lichtplaner. Und was noch verheerender ist: Lichtplaner kommen kaum in frühen Planungsphasen zum Zug. Dies gilt für öffentliche Bauten, für Bauten von Grossfirmen und kleinen Unternehmen gleichermassen wie für den Wohnbereich. Gute Lichtplaner könnten hier viel herausholen. Oft wird mit der Lichtplanung erst begonnen, wenn der Rohbau fertig ist. Dann sind dem Lichtplaner die Hände gebunden und es sind keine optimalen Resultate mehr möglich.» Auf jeden Fall sieht Richner die Lichtplanung nicht als rein technische Aufgabe: «Der Lichtplaner muss gestalterisch tätig sein. Den technischen Teil macht der Ingenieur. Der Lichtplaner sollte die Rahmenbedingungen der Bauherrschaft oder der Architekten umsetzen. Der Lichtplaner ist ein Lichtgestalter.» Und warum kann nicht der Architekt die Lichtgestaltung übernehmen? «Ohne Spezialisten sind sehr gute Lösungen eher unwahrscheinlich. Anbetracht des Stellenwertes der Beleuchtung müsste dies eine Selbstverständlichkeit sein. Hier besteht Nachholbedarf, einerseits bei Bauherrschaften und Architekten, andererseits bei Lichtplanern.»

Werden neue Leuchtmittel einen Auslöser für neue Produkte der Ribag sein? «Sicher. Ich denke, die Leuchtmittel verändern sich rasend schnell. In den letzten zehn Jahren sind sehr viele neue Produkte auf den Markt gekommen. Die Leuchtmittel sind vor allem effizienter und kleiner. Und sie haben eine höhere Lebensdauer, was für grosse Gebäude ein entscheidender Faktor ist und sie haben eine bessere Lichtqualität. Hier wird in Zukunft sicher noch einiges geschehen, darin ist sich die Branche einig.»

Und zur Entwicklung der Firma? «Wir wollen eine kleine Firma bleiben mit einer hohen Effizienz: Design, Qualität, Preis.»

Die Fragen stellte Matthias Gasser.

KÖPFE

Klare Signale an die Architekten

Gestalterische Qualität und Nachhaltigkeit lassen sich kombinieren, meint Peter Ess, Direktor des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich. Sein Amt bestellt Bauleistungen für 300 Millionen Franken pro Jahr; Architekten haben jedenfalls für Signale von Ess ein ausgeprägtes Sensorium.

Faktor Licht: Sie haben vor Jahresfrist die «Meilenschritte zum umwelt- und energiegerechten Bauen» lanciert. Gleichzeitig wollen Sie als Bauherrschaft hochwertige Architektur realisieren. Gibt es Reibungsflächen?

Peter Ess: Funktionalität, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit stehen in keinem Widerspruch zu hohen architektonischen und städtebaulichen Qualitäten. Dieser Grundsatz gilt nicht nur für unsere Bauten als Ganzes, sondern auch für die Beleuchtung. Entscheidend ist, dass die Bauherrschaft ihre Anforderungen klar kommuniziert, wie das mit den «Meilenschritten zum umwelt- und energiegerechten Bauen» erfolgt ist. Unsere Anforderungen stützen sich dabei bevorzugt auf Minergie oder andere Standards, welche in der Branche bereits bekannt sind. Dies erleichtert deren Durchsetzung im Planungsprozess. Selbstverständlich entstehen im Planungsprozess auch Reibungsflächen. Gerade in denkmalgeschützten und publikumsträchtigen Objekten führen die hohen gestalterischen Ansprüche an das Objekt und die Beleuchtung oft zu grundlegenden Diskussionen, aus denen heraus dann die tragfähigen Lösungen herausgearbeitet werden.

Für die Heilpädagogische Schule an der Gotthelfstrasse haben Sie die Auszeichnung Gutes Bauen der Stadt Zürich und gleichzeitig den Minergiepreis erhalten. Lässt sich diese glückliche Kombination verallgemeinern?

Selbstverständlich sind wir äusserst erfreut, dass wir für die Heilpädagogische Schule eine Auszeichnung sowohl für gute Gestaltung als auch für Energieeffizienz erhalten haben. Diese Kombination ist meines Wissens bisher einmalig. Wir betrachten das allerdings nicht in erster Linie als «Glück», sondern als Resultat unseres Engagements. Mit diesem Bau haben wir die von uns angestrebten Ziele erstmals maximal erreicht. Wir engagieren uns dafür, dass eine derartige Synthese auch bei weiteren Objekten gelingt. Die gegenwärtigen Trends zu viel Licht und dunkler Farbgestaltung laufen natürlich der Energieeffizienz von Beleuchtungen zuwider. Gerade die Heilpädagogische Schule an der Gotthelfstrasse zeigt jedoch, dass gute Architektur auch mit heller Farbgestaltung gelingen kann.

Trotz vielen Auszeichnungen sind Gebrauchsfähigkeit und Energieeffizienz nicht in allen Entwürfen und Bauten erkennbar. Müssen Sie den Architekten vermehrt auf die Finger klopfen?

Wir geben den Architekten immer wieder klare Signale, dass die Energieeffizienz und die Gebrauchstauglichkeit für die Stadt Zürich als öffentliche Bauträgerschaft Anliegen sind, denen die gleiche Bedeutung zukommt wie guter Gestaltung. Für wirklich gute Architektinnen und Architekten ist das auch kein Widerspruch, sondern eine Herausforderung. Wir haben aber auch verschiedentlich Wettbewerbsentwürfe, welche die Jury zwar bezüglich Benutzerwert und Gestaltung überzeugten, aber den Nachhaltigkeitsanforderungen nicht entsprachen, nochmals zur Überarbeitung an die Verfasser zurückgewiesen. Und ein Beispiel für die Beleuchtung: Bei einem Verwaltungsbau mussten wir darauf pochen, dass der Einsatz von Stehleuchten eine helle Deckengestaltung bedingt und mit dem Architekten ein entsprechendes Ziel betreffend Reflexionsgrad vereinbaren.

Wir haben auch verschiedene Massnahmen getroffen, um die Voraussetzungen für energieeffiziente und gebrauchstaugliche Beleuchtungen zu verbessern. Der Nachweis des Elektrizitätsbedarfes der Beleuchtung gehört bei uns zu den Grundleistungen eines Fachplaners. Mit einem Coaching durch einen externen Spezialisten versuchen wir, Elektroplaner für energieeffiziente Beleuchtungen zu sensibilisieren. Zudem haben letztes Jahr hundert externe Planer und interne Projektleiter an Ausbildungskursen zur Sia-Norm 380/4 teilgenommen.

Für das Verwaltungszentrum Werd sucht die Stadt Zürich bessere Leuchten. Gibt es nicht schon genug Produkte?

Tatsächlich werden auf dem Markt bereits viele Produkte angeboten, welche jedoch unseren hohen ergonomischen und energetischen Anforderungen nicht genügen. Insbesondere kann der Minergie-Standard nicht erreicht werden. Deshalb haben wir in Kooperation mit dem ewz, dem Elektritzitätswerk der Stadt Zürich, und den interessierten Lieferanten ein Pilot- und Demonstrationsprojekt initiiert. Mit den über 1000 Stehleuchten, welche von der Stadt beschafft werden sollen, können wir einen Anreiz zur Entwicklung energieeffizienter Produkte schaffen. Dies ist ein gutes Beispiel für die Rolle, welche das Amt für Hochbauten als «Multiplikator nachhaltiger Lösungen» bei Pilot- und Demonstrationsprojekten in Zukunft vermehrt wahrnehmen will.

Die technischen Aspekte einer Beleuchtung – Lichtverteilung, Wirkungsgrad, Blendung, usw. – lassen sich messen. Wie bewerten Sie die gestalterische Qualität?

Auch für gestalterische Qualität gibt es Kriterien wie z. B.: Sind die konstruktiven Lösungen materialgerecht, einfach und schlüssig? Ist die Form eigenständig und ausgewogen? Ist sie geeignet in verschiedenen Kontexten – z. B. historische oder moderne Räume – zu bestehen?

Gestaltfragen sind nicht einfach nur «Geschmackssache», sie sind auch eine Frage des Stils. Für diese Beurteilungen setzen wir auf breiter abgestützte Entscheidungsgremien, welche sich im Diskurs eine Meinung bilden und dann auch entscheiden. Im Übrigen geht es nebst Gestaltqualität zumeist auch noch um Geld, das als Entscheidungskriterium nicht ausser Acht gelassen werden darf.

Wie gross schätzen Sie das Potenzial, das sich aus besseren Beleuchtungen schöpfen lässt? Und was heisst das für die Stadt Zürich?

Da ist zuerst das energetische Potenzial anzusprechen. Die Umsetzung der Energieziele für Beleuchtungen führt aus unserer Erfahrung zu einer Reduktion des Elektrizitätsverbrauchs Beleuchtung von 10 % bis 30 %. Bei der Anwendung der Empfehlung Sia 380/4 stossen wir jedoch in vielen Fällen auch auf Probleme mit der Gebrauchstauglichkeit. Ob die Beleuchtungen wirklich allen Anforderungen der Bauherrschaft entsprechen, zeigt sich – insbesondere was die Steuerung betrifft – erst im Betrieb. Durch die Evaluation in den ersten zwei Betriebsjahren, welche gegenwärtig in mehreren realisierten Bauten läuft, werden wertvolle Praxiserfahrungen für künftige Projekte gewonnen.

Die Fragen stellte Othmar Humm.

Peter Ess

Der Interviewpartner ist Direktor des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich. Das Amt betreut 4000 stadteigene Bauten.

Meilenschritte zum energiegerechten Bauen:

Die folgenden Vorgaben des Hochbaudepartementes bilden den Schwerpunkte für die nächsten zehn Jahre:

- **Minergie Neubau**

Neubauten erreichen den Minergie-Standard. Ausnahmen in Spezialfällen sind zu begründen.

- **Minergie Sanierungen**

Bei Instandsetzungen wird wenn möglich der Minergie-Standard umgesetzt. (Ausnahmen sind zu begründen.) Flächenanteil Minergie-Objekte 2005: 25 %, 2010: 90 %

- **Minergie Beleuchtung**

Neubauten und Instandsetzungen nach Minergie erfüllen den Minergie-Standard Beleuchtung. Alle übrigen Objekte liegen 25% unter dem Grenzwert der Empfehlung 380/4.

- **Erneuerbare Energien und Pilotprojekte**

Bei allen Objekten ist der Einsatz erneuerbarer Energien zu prüfen. Für relevante Technologien werden Pilot- und Demonstrationsanlagen erstellt.

Minergie-Stehleuchten für das Verwaltungszentrum Werd

Der energetische Bonus einer arbeitsplatzbezogenen Beleuchtung wird durch die hohen Standby-Verluste wieder verspielt. Die Studien mit den aktuellen Bürolayouts im Verwaltungszentrum Werd haben gezeigt, dass der Minergie-Standard für Beleuchtung mit vorhandenen Produkten nicht zu erreichen ist. Deshalb sucht das Amt für Hochbauten (Beschaffungspotenzial) in Kooperation mit dem ewz-Stromsparfonds (finanziert Organisation und messtechnische Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen) und interessierten Lieferanten (Entwicklungsaufwand) nach neuen Lösungen. Dieses Vorgehen ist bei den Industriepartnern auf grosses Interesse gestossen. Das Amt für Hochbauten ist zuversichtlich, dass zum Zeitpunkt der Beschaffung der Stehleuchten für das Verwaltungszentrum Werd und für weitere städtische Bauten Ende 2003 mehrere Leuchten zur Verfügung stehen werden, welche die gestellten Anforderungen erfüllen. Bei der Beschaffung für die Stadt Zürich werden zusätzlich die wirtschaftlichen und gestalterischen Kriterien berücksichtigt.

«Ich bete jeden Abend zu meiner Lampe»

gesammelt von Othmar Humm

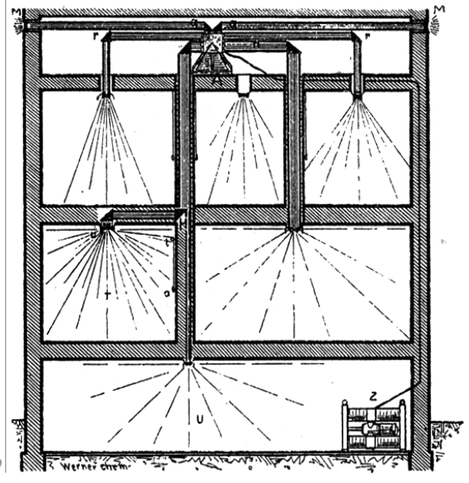
Was hat Karl Marx mit der Glühlampe zu tun? Und 24 andere Merkwürdigkeiten.

1675 behauptet Isaac Newton, die Lichtstrahlung bestehe aus kleinen (materiellen) Teilchen, die von der Quelle ausgeschleudert werden.

1690 variiert Christiaan Huygens die Newton'sche Irrlehre, indem er Licht als Welle in einem schwingenden elastischen Medium, dem Äther, deutet.

1783, vermutlich im Winter, notiert Johann Wolfgang von Goethe: «Wüsste nicht, was sie Bessres erfinden könnten, als wenn die Lichter ohne Putzen brennten.»

1799/1800 kommt die Gasbeleuchtung auf, zuerst in London, danach in Paris. «Funktioniert wie die Wasserversorgung», wirbt die Gasgesellschaft.



1879

1819 kommentiert Jules Janin die Gasbeleuchtung mit den Worten: «Sie ersetzt die Sonne.» Fünf Jahre später, 1824, prophezeit der deutsche Dichter Ludwig Börne: «Das Gaslicht ist zu rein für das menschliche Auge, und unsere Enkel werden erblinden.»

1867 übereignet Karl Marx seinen niederländischen Cousins August und Benjamin Philips ein Exemplar des «Kapitals». Die beiden Cousins gründen 24 Jahre später, 1891, in Eindhoven die Philips Gloeilampenfabrieken.

1879 stellt Thomas Alva Edison eine Kohlefadenlampe her, 1881 brennt die Lampe auf der Pariser Weltausstellung, was in London die Gas-Aktien sinken lässt.

1879 stellen die «Civil-Ingenieure» Molera und Cebrain aus San Francisco im «The Engineer of the Pacific» ein Beleuchtungssystem vor, bei dem Licht von einer zentralen Lampe über «Röhrenleitungen, Prismen und Linsen» an bis zu zehn Räume verteilt wird. Die Erfindung komme dem «heutigen Zeitbedürfnis nach mehr Licht entgegen», allerdings bildete die Geräuschübertragung durch offene Röhren «eine üble Zugabe», kommentieren die Zeitungen.

1854 konstruiert der Gerätehersteller Heinrich Göbel in Amerika die ersten Glühbirnen. Sie brennen 400 Stunden. Eine dieser Lampen installiert Göbel auf dem Dach seines Hauses, worauf die Nachbarn die Polizei rufen. Diese verbietet dem Erfinder den «Unfug».

1893 stellt ein amerikanisches Gericht fest, dass Heinrich Göbel – und nicht Thomas Alva Edison – der Erfinder der «Kohlefadenlampe» – und damit der Glühlampe – ist. Kurz darauf stirbt Göbel.

1901 zündet der Feuerwehrchef von Livermore in Kalifornien die «älteste Glühlampe der Welt» an. Die handgeblasene Lampe mit einer Leistung von 4 Watt brennt seit gut 101 Jahren ohne Unterbruch und ist heute eine Touristenattraktion.

1910, im Januar, gelingt dem französischen Chemiker Georges Claude, durch elektrische Entladungen in Edelgasen Licht zu erzeugen. Wegen der spektakulären Resultate setzt Claude vorzugsweise Neon ein, deshalb die Bezeichnung «Neonröhre». (Heute kommen andere Gase zum Einsatz.) Mit Edelgas gefüllte Röhren lassen sich beliebig formen; deshalb haben bald nach Claudes Entdeckung Leuchtstoffröhren die Glühlampen in den Lichtreklamen verdrängt.

1910 brennt in Gelnhausen die Glühlampenfabrik Khotinsky ab. Schon bald setzt an der Brandstätte ein «Platinrausch» ein, weil jahrelang für die Herstellung der Lampen dieses Edelmetall verwendet wurde.

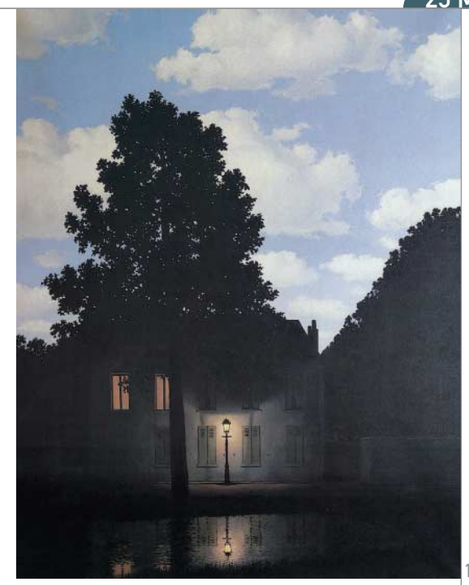
1914 schreibt Filipo Tommaso Marinetti in sein «Manifesti del futurismo»: «Ich bete jeden Abend zu meiner Glühbirne, denn in ihr haust eine ungeheure Geschwindigkeit.»

1920 eröffnet Lenin ein Kraftwerk in Kaschino, Russland, mit den Worten: «Wir müssen es jetzt dahinbringen, dass jedes Kraftwerk wirklich zu einem Stützpunkt der Aufklärung wird». Mit dem ersten Strom setzt Lenin eine Glühlampe in Betrieb.

1931, am 31. Oktober, wird Edison beerdigt. Auf Vorschlag des US-Präsidenten Hoover schalten Millionen Amerikaner um 22 Uhr das Licht aus.

1935 schreibt Ernst Bloch: «Die Glühbirne hat die Anfechtungen des Nachtgrauens weit gründlicher geheilt als etwa Voltaire, denn sie hat das Grauen aus den Schlupfwinkeln der äusseren Dunkelheit selbst vertrieben und nicht nur aus der des Kopfes.»

1938 beantragt Konrad Adenauer Gebrauchsmusterschutz für eine «Einrichtung zur Ausbesserung von Geweben». Bei der leuchtenden Stopfhilfe zum Strümpfestopfen handelt es sich im Prinzip um eine brennende Glühbirne. Das Reichspatentamt verweigert den Schutz mit dem Verweis auf eine ähnliche Erfindung aus dem Jahre 1920.



1954

1954 malt René Margritte «l'Empire des Lumières». In diesem 146 cm auf 114 cm grossen Meisterwerk öffnet sich über einer nächtlichen Landschaft ein tagheller Himmel. «Mich interessiert der Tag und die Nacht, ohne eine Präferenz für das eine oder das andere zu haben», schreibt Margritte zu seiner Kunstschöpfung.

1962 kommt die erste alltagstaugliche LED-Lampe auf den Markt.

1965 antwortet Bob Dylan auf die Frage «What is your main message?»: «Think for yourself and always carry a light bulb.»

1980 behauptet auf einer Konkursbuch-Party in Tübingen die Philosophin Gerburg Treusch-Dieter: «Die Glühbirne ist – erkennbar an ihrer Uterus-Form – eindeutig weiblich.»

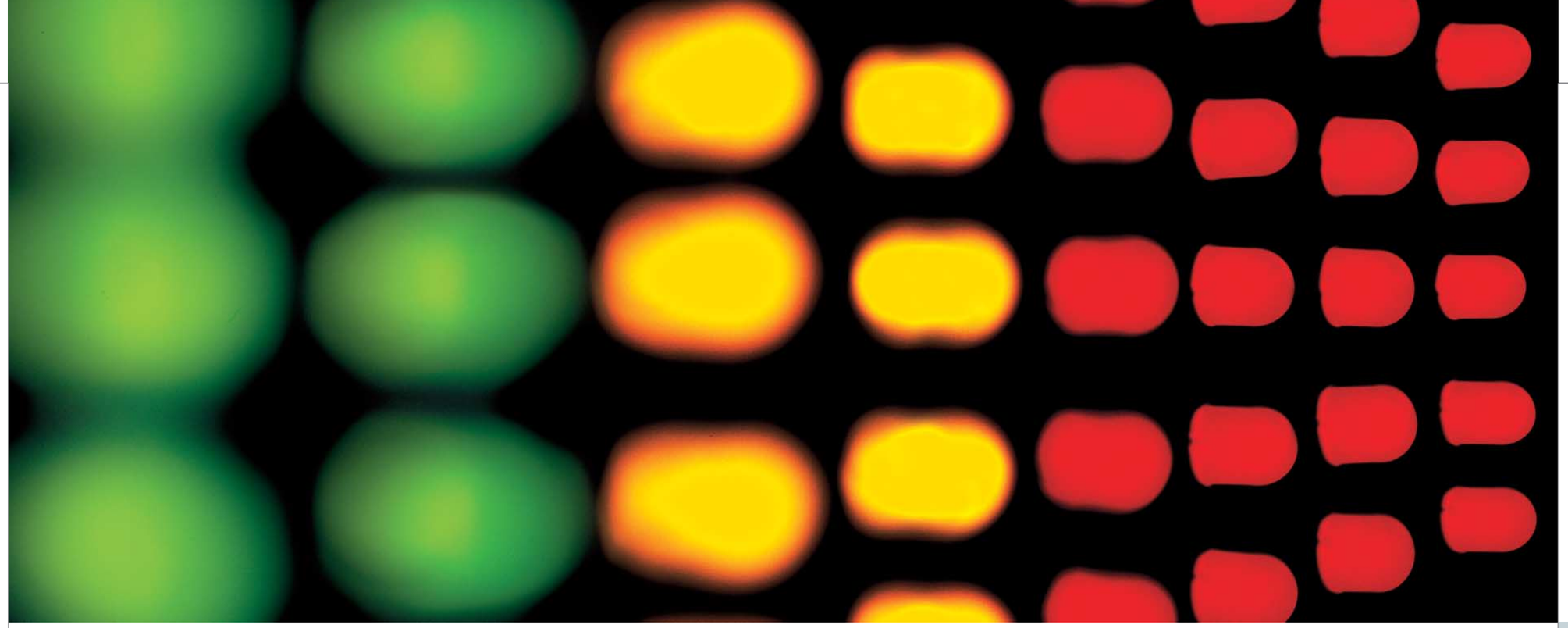
1981 stellt Tungsram Budapest die «Langlebensdauerglühlampe» Resista auf der Hannover-Messe vor. Sie brennt aufgrund einer modifizierten Wendelgeometrie 2500 statt der üblichen 1000 Stunden. Ein Osram-Direktor meint dazu: «Ihr wollt euch wohl alle arbeitslos machen.»

1985 schreibt Stefan Aust in seinem Buch «Der Baader-Meinhof-Komplex», dass Volker Speitel zu Protokoll gab, in den Hohlräumen der anwaltlichen Akten seien Lampen in die Haftanstalt gelangt.

2002, am 1. Juni, tritt in Tschechien ein Gesetz in Kraft, das die Lichtverschmutzung unter Strafe stellt. Verboten ist insbesondere, den nächtlichen Himmel – etwa durch Streulicht – unnötig aufzuhellen.

Filipo Tommaso Marinetti (1914)

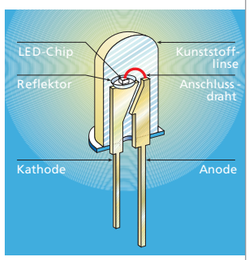
INNOVATION



Daniel Cathomen
Thomas Spillmann

Lampenfieber

LED – die neue Lichtquelle: lange Lebensdauer, stark steigende Lichtausbeute, Effekte mit guter Energieeffizienz möglich, zuverlässiger Betrieb.



Die winzige drei bis fünf Millimeter hohe LED – hier die Prinzipskizze der Bauform «bedrahtet» – besteht aus dem Halbleiterchip, den kaum sichtbaren Anschlussdrähten und dem Kunststoffgehäuse. (Grafik: FGL)

LED-Lampen (Licht-emittierende Dioden) – über 20 Jahre als Status- und Signalanzeige eingesetzt – eignen sich auch für Beleuchtungszwecke. Die robuste Halbleiter-basierte Lichtquelle wird inzwischen als Orientierungslicht (z. B. Wegeleitsysteme, Stufenbeleuchtung) und für die dekorative Beleuchtung (z. B. Fassaden- und Shopbeleuchtung) genutzt. Vereinzelt beleuchten LED auch schon Büros und Hotelzimmer.

Mit ihrer geringen Grösse eröffnen LED neue Möglichkeiten im Leuchten-Design. Die Steuerung des Abstrahlwinkels kann sehr effizient mit kleinen Optiken erfolgen. IR- und UV-Strahlung sind im Emissionsspektrum nicht vorhanden, so dass LED auch unter kritischen Randbedingungen, zum Beispiel bei farbempfindlichen Exponaten in Museen, eingesetzt werden können. LED eignen sich gleichermassen für den Innen- und Aussenbereich.

Funktionsprinzip

Bei den bisher bekannten Leuchtmitteln entsteht sichtbares Licht als Nebenprodukt bei der Erwärmung von Metallwendeln oder durch Umwandlung des in einer Gasentladung erzeugten ultravioletten Strahlungsanteils. Im Gegensatz zu diesen Verfahren wird bei LED ein Festkörperkristall elektrisch zum Leuchten angeregt.

Das Emissionsspektrum dieses Lichts ist schmalbandig. Die dominante Wellenlänge ist abhängig von den zur Herstellung des Halbleiterkristalls verwendeten Materialien. Weisse LED haben Farbtemperaturen im Bereich von etwa 4000 bis 7000 Kelvin. Der Farbwiedergabeindex R_a liegt bei rund 70. Bessere Farbwiedergabe und niedrigere Farbtemperaturen werden erreicht, wenn zwei verschiedene Lumineszenzfarbstoffe verwendet werden, die rot-orange und gelb-grüne Strahlung emittieren.

Im Betrieb wird die LED von einem definierten Gleichstrom durchflossen, den – wie auch bei der Leuchtstofflampe – ein Betriebsgerät liefert.

Bauformen

LED werden in verschiedenen bedrahteten und auf Oberflächen montierbaren Ausführungen hergestellt. In jeder Bauform wird der Halbleiterkristall auf einen Metallstreifen (Leadframe/Leiterplatte) aufgebracht, der den elektrischen Kontakt und die Ableitung der Wärme übernimmt. Nach dem Aufbringen wird die Kombination aus Leiterplatte und Halbleiterkristall mit Epoxydharz vergossen und damit vor Umwelteinflüssen geschützt. Gleichzeitig entsteht eine optische Linse als primäre Optik, die den Öffnungswinkel des Lichtstrahls bestimmt.

Noch geringe Lichtausbeute

LED werden heute mit einer Lichtausbeute von bis zu 20 Lumen pro Watt in der Farbe Weiss hergestellt. Bei roten LED sind bis zu 50 lm/W erreichbar. In naher Zukunft sind LED mit Leistungen im Bereich von 100 lm/W lieferbar. Damit bieten LED heute Lichtausbeuten, die mit denen von Halogen-Glühlampen vergleichbar sind. Da LED ihr Licht direkt auf die zu beleuchtende Fläche abstrahlen und klassische Lichtquellen in den meisten Fällen einen zusätzlichen Reflektor benötigen, der die Lichtausbeute dieser Systeme drastisch reduziert, ist die tatsächliche Lichtausbeute der LED weitaus höher, als die Daten vermuten lassen. Die LED-Industrie verdoppelt die Ausbeute dieser Lichtquelle etwa alle zwei Jahre – weitere erhebliche Leistungssteigerungen sind also zu erwarten.

Lange Lebensdauer

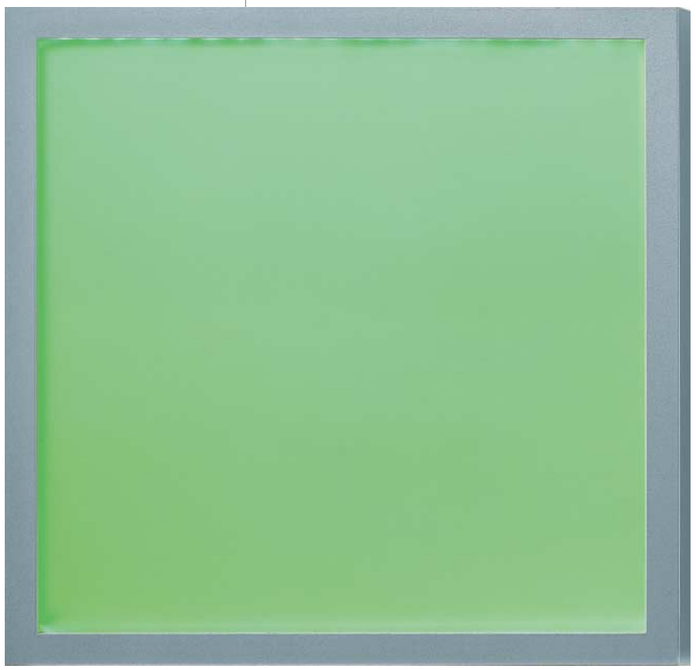
Neben der Effizienz der Lichterzeugung, bezogen auf die jeweilige beleuchtungstechnische Anwendung, ist die lange Lebensdauer ein weiterer wesentlicher Faktor für die Wirtschaftlichkeit von Leuchtdioden. Die LED-Lebensdauer verlängert wesentlich den Wartungszyklus der mit dieser Lichtquelle bestückten Leuchte. Ausserdem erreichen LED-Module meist die Lebensdauer der Leuchte. Daher kann in vielen Anwendungen von einer wartungsfreien Beleuchtung ausgegangen werden.

Der maximal zulässige Durchlassstrom wird vom LED-Hersteller im Datenblatt als maximal zulässiger Strom in Durchlassrichtung der LED angegeben. Dieser Strom definiert die Belastbarkeitsgrenzen der LED. In der Praxis wird im Allgemeinen auf einen Betrieb im Grenzbereich verzichtet, weil die Lebensdauer der LED sehr stark vom tatsächlich eingestellten Betriebsstrom abhängt.

Die Lebensdauer wird massgeblich vom Lichtstromrückgang bestimmt, der wiederum von der Temperaturbelastung der lichterzeugenden Schicht abhängt. Die Lebensdauer einer LED ist dann erreicht, wenn der Lichtstrom bei der Hälfte des Ausgangswertes liegt. Die Leuchtenhersteller können die LED-Lebensdauer durch die Anpassung der Leuchtenkonstruktion an die zu erwartende Umgebungstemperatur sowohl positiv als auch negativ beeinflussen. Werbeunterlagen propagieren gern pauschal eine Lebensdauer von 100 000 Stunden für alle LED-Typen ohne Nennung der Betriebs- und Umgebungsbedingungen. Diese allgemeine Aussage allerdings ist

Kaltes Licht

Das Besondere an den Minilämpchen: Sie erzeugen «kaltes Licht». Bei einer herkömmlichen Glühbirne bringt Strom ein Stück Draht zum Glühen; die meiste Energie verpufft deshalb als Wärme. Die LED-Lampen funktionieren anders: Eine niedrige Spannung in einem Halbleiter regt Elektronen zum Aussenden von Licht an. Das Material, das die Dioden umgibt, wird nicht heiss. An LED-Lampen verbrennt sich also niemand die Finger. Noch ein Vorteil: LED-Leuchten halten viel länger als Glühbirnen. In einem Computer mag die Festplatte oder der Ventilator nach einigen Jahren den Geist aufgeben – die Leuchtdioden funktionieren meistens immer noch. Die Hersteller von LED-Lampen versprechen bis zu elf Jahre Betriebsdauer; selbst wenn es nur zehn sein sollten, hat man im Vergleich zum permanenten Wechseln von Glühbirnen schon einiges gewonnen.



Licht als Objekt der Betrachtung: LED-Kachel

LED: Vorteile im Vergleich zu anderen Lampen

• Geringe Grösse der Lichtquelle	→ effiziente Steuerung des Lichtstrahls mit kleinen Optiken, sehr flexibles Leuchtendesign
• Lange Lebensdauer	→ geringer Wartungsbedarf
• Niedrige Ausfallraten	→ zuverlässiger Betrieb
• Geringe Abnahme der Lichtleistung	→ hohe Lichtleistung während der Lebensdauer
• Keine IR-Strahlung im Spektrum	→ keine Wärme auf den beleuchteten Objekten
• Keine UV-Strahlung im Spektrum	→ keine Farbveränderungen beim angestrahlten Objekt
• Sofortiger (Neu-)Start	→ sicherer und komfortabler Betrieb, auch Blinken möglich
• Alle Farben möglich	→ Filterung kann entfallen
• Dimmbarkeit (0 bis 100 %)	→ flexible Einstellung auf unterschiedliche Anforderungen
• Betrieb an Schutzkleinspannung möglich	→ ungefährliche Betriebsspannungen
• Hohe Stossfestigkeit	→ problemloser Einsatz
• Kein Flackern	→ keine Augenermüdung
• Kein Stroboskopeffekt	→ in allen Arbeitsbereichen einsetzbar
• Kein Betriebsgeräusch	→ in jeder Umgebung einsetzbar

nicht ausreichend, denn die auf dem Markt angebotenen LED werden in Abhängigkeit von der LED-Farbe in unterschiedlichen Technologien hergestellt. Generell ist davon auszugehen, dass LED in den Farben Rot, Orange und Gelb weitaus weniger altern als grüne und blaue und damit auch weisse LED. Folglich ist hinsichtlich der Lebensdauer zwischen den Farben zu differenzieren. Seriöse Anbieter sollten in Zukunft in der Lage sein, die jeweilige Lebensdauer für die von ihnen angebotenen LED in Abhängigkeit vom Durchlassstrom und einer definierten Temperatur anzugeben.

Richtwerte zur Lebensdauer roter, gelber und orangefarbener LED:

• Typischer Betrieb in Fahrzeugen: 7000 Stunden

• Betrieb bei normaler Umgebungstemperatur mit 80 % des maximal zulässigen Stroms: 10 000 Stunden

• Betrieb bei normaler Umgebungstemperatur mit 50 % des maximal zulässigen Stroms: 100 000 Stunden.

Weisse LED:

• Betrieb mit halbem Strom gegenüber Referenzwert: doppelte Lebensdauer.

• Betrieb mit einer um 30 Kelvin geringeren Umgebungstemperatur gegenüber dem Referenzwert: doppelte Lebensdauer.

Es ist abzusehen, dass die LED-Industrie die Lebensdauer für weisse und blaue LED im Jahre 2003 auf rund 50000 Stunden anheben kann.

Leuchtendes LED-Schilf an der Expo.02

Den kreativen Spielraum, den LED eröffnet, nutzten auch die Architekten des Champs des Roseaux auf der Expo.02-Arteplage in Neuchâtel. Dem Ufer entlang breitete sich ein wogendes Feld aus 3090 beleuchteten, künstlichen Schilfrohren aus. Deren Licht aktivierte sich in der Dämmerung von selbst.

Ein harmonisches Zusammenspiel zwischen LED-Technologie, Solartechnik und elektronischer Steuerung erlaubte diese Lösung. Die Details für den Techniker: Die grünen Schilfrohre aus Kunststoff sind jeweils mit einer weissen High-Efficient-LED ausgestattet. Zwei kleine Solarzellen versorgen während des Tages einen 3,6-V-140-mAh-NiMh-Akkumulator, der die Energie für die Nachtstunden speichert. Eine Mikroprozessorsteuerung regelt die Einschalt-, Blink- und Dauerbetriebsfunktionen. Die für das Ein- und Ausschalten notwendigen Informationen über die Lichtstärke liefern die Solarzellen. Die Technik jedes einzelnen Schilfrohres arbeitet dabei wartungsfrei in sich abgeschlossen, lediglich die Programmierung der Zeitschaltfunktionen ist abgestimmt.

Riders Palace Laax: LED-Lichtspiele

Ein attraktives Anwendungsbeispiel für die vielfältigen Perspektiven der LED-Beleuchtung ist das vor Jahresfrist eröffnete Hotel Riders Palace in Laax. Mit diesem Haus wurde für eine junge, technikbegeisterte und erlebnisorientierte Klientel eine massgeschneiderte Unterkunft gestaltet, die neue Wege in der technischen Ausstattung und im Design beschreitet. Internet- und Multimediaausstattung fehlen in den Räumlichkeiten ebenso wenig wie ein spannendes, abwechslungsreiches Lichtszenario. Letzteres wird massgeblich von LED-Lichtlösungen mitbestimmt, die sich perfekt in das Ambiente einfügen.

Bereits bei der Auffahrt zum Hotel werden die Gäste von blauen Lichtstreifen aus LED-Schienen empfangen und erhalten damit eine erste Orientierung. Dynamische Farblichtspiele bietet dann die Bar, die mit einem integrierten Band aus LED-Leuchten mit RGB-Technik stimmungs- und effektvoll beleuchtet wird. RGB steht für «Red, Green, Blue», für das elektronisch gesteuerte Zusammenspiel von roten, grünen und blauen LED-Elementen. Je nach Tageszeit und Nutzung können spezifische Lichtszenarien abgerufen werden. In den Suiten lässt sich mit einer Lichtnische über dem Bett, beleuchtet mit LED-Leuchten in RGB-Ausführung, mit Farben Stimmung schaffen. Die Wirkung wird noch unterstützt von in den Boden eingebauten LED-Leuchten in Fensternähe. Dekorative Farb-Licht-Effekte wie in einem Raumschiff erzeugt eine weitere LED-RGB-Lösung in Form eines Lichtrohres im Durchgang von Lobby Ost zur Lobby West. (www.riderspalace.ch).

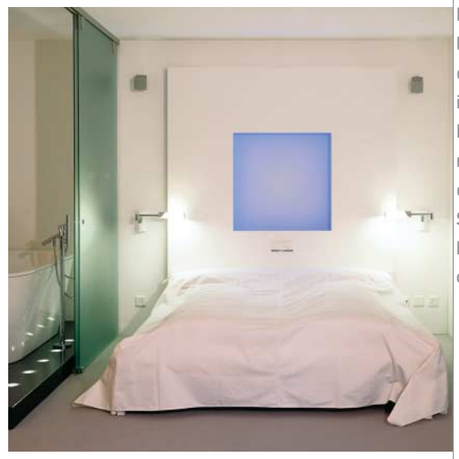
Autoren

• Daniel Cathomen, Zumtobel Staff AG, 8050 Zürich (Beispiele)

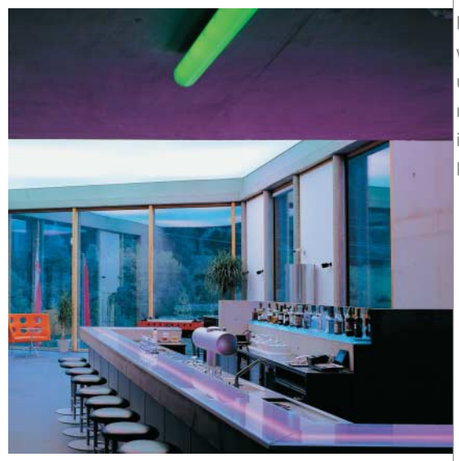
• Thomas Spillmann, c/o Fördergemeinschaft Gutes Licht (FGL), 60596 Frankfurt am Main

Fachbegriffe

«Begriffe für LED» hat die Technische Arbeitsgruppe «LED-Beleuchtung» im Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) zusammengefasst. Bestellung: FGL, Postfach 70 12 61, 60591 Frankfurt am Main, Fax 069/6302-317, E-Mail: licht@zvei.org.



Repräsentativ für die Einsatzmöglichkeiten von LED-Systemen ist das Hightech-Hotel Riders Palace in Laax.
In den Suiten wirkt eine Lichtnische über dem Bett, beleuchtet durch ein farbvariables LED-System, als Stimmungsmacher – beruhigend mit coolen Blautönen oder stimulierend mit sattem Rot.



Die Lichtdecke in der Hotelbar wechselt fliessend mit blauen und roten Tönungen ihr Erscheinungsbild. Den Akzent setzt ein in die Bartheke integriertes LED-Band.

LED im Schilf der Expo.02.

Mit Radar sensibler regeln

Othmar Humm

Sensoren, die mit Radarwellen Räume überwachen, eignen sich für Präsenz abhängige und Konstantlicht-Regelungen. Zur Funktionsweise dieser Melder, zu ihren Vor- und Nachteilen nebst einem Beispiel.

Infrarot-Präsenzmelder sind weit verbreitet, obwohl ihnen einige Nachteile anhaften. Für viele Architekten sind die Dinger zu gross, machen sich optisch «wichtig». Nutzer bemängeln, dass Wärmestrahlung – zum Beispiel von der Sonne – zur «Präsenzmeldung» oft genügt; gegenüber langsamen Bewegungen ist der Melder eher zurückhaltend. Sensibler reagiert der Mikrowellensensor, der aufgrund seiner Technik auch wesentlich kleiner ist.

Sensible Lichtquelle: Die Leuchte und der eingebaute Sensor.

Zur Technik

Wie die höherfrequente Infrarot-Variante besteht der Mikrowellen-Melder aus einem Sender, einem Empfänger und einer Elektronik. Der Sender emittiert in rascher Folge – jede halbe Sekunde – ein Signal im unteren Gigahertz-Bereich. Was zurückkommt über den Empfänger, vergleicht die Elektronik mit dem vorhergehenden Feedback. Abweichungen meldet der Sensor der Regelung. Der Einsatz von Zentimeterwellen gibt dem Melder den Namen: Radar- oder Mikrowellenmelder (Radar steht für Radio detection and ranging). Auf Wärme – also auf elektromagnetische Wellen im Infrarot-Bereich – reagiert der Sensor nicht. Umgekehrt hält er einen konzentriert lesenden und damit bewegungsarmen Mitarbeiter nicht für «abwesend». Der grösste Vorteil des Sensors liegt aber weniger in der unterschiedlichen Betriebsfrequenz als vielmehr im überwachten Bereich. Dieser lässt mehr Freiraum in der Positionierung des Melders. Die Person braucht keineswegs unter dem Sensor zu sitzen; der Melder kann wahlweise an der Decke, an der Wand oder an der Unterseite einer Leuchte montiert sein.

Kugel von 7 m Durchmesser

In der üblichen Voreinstellung überwacht der Sensor einer Stehleuchte einen kegelförmigen Bereich mit einem Durchmesser von 7 m. Der Überwachungsbereich lässt sich an die Möblierung oder Zonierung anpassen. Dadurch lösen passierende Personen kein Signal aus. Einstellbar sind auch die Schwellenwerte für das Ein- und Ausschalten der Leuchte. Typisch ist die Abschaltung des Kunstlichtes, wenn dessen Anteil unter 10 % der Nennbeleuchtungsstärke fällt, und eine Wiedereinschaltung bei 20 % des Nennwertes. An der Leuchte ist zudem das Lichtniveau einstellbar, um den unterschiedlichen Sehanforderungen zu entsprechen. Mit 60 Jahren braucht man deutlich mehr Licht als jüngere Kollegen.

Die Leuchte ist auch mit einem EIB-Knoten erhältlich; in diesem Fall lässt sie sich über einen Bus vernetzen. Der Hauptgrund für die Vernetzung liegt in der Mehrfachnutzung von Signalen der Präsenzmelder, so genannte Statusabfragen. Sonnen- und Blendstoren, Heizung und Lüftung – und selbstverständlich die Beleuchtung – reagieren so auf Signale des Melders.

Zum Thema EMV

Die Konstrukteure des Hersteller werden häufig nach der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) befragt. Nach Herstellerangaben liegt die Strahlendosis um den Faktor 1000 unter der eines Handys. Gesundheitliche Beeinträchtigungen von Personen wären demnach auszuschliessen. Ein Thema ist die gegenseitige Beeinflussung von mehreren Geräten in enger Nachbarschaft gleichwohl, beispielsweise ein Fernsehgerät und ein Mikrowellensensor.

Beispiel Gretag

220 Leuchten mit diesen Präsenzmeldern sind im Büro- und Schulungszentrum von SAP in Regensdorf bei Zürich installiert. Kein Zufall, denn das Gebäude mit einer Nutzfläche von 33 000 m² entspricht dem Minergie-Standard, auch die Beleuchtung. Vorgegeben hat das Ziel der Mitbesitzer der Bauherrschaft (der Gretag AG), Hans-Rudolf Zulliger. Als Präsident der Eidgenössischen Energieforschungskommission ist Zulliger über die Trends beim energiegerechten Bauen sehr gut informiert. Über die Stromeinsparungen sind noch keine «harten» Zahlen verfügbar. Aus der Literatur sind aber Einsparpotenziale [1] bekannt. Danach beträgt der tatsächliche Verbrauch der Leuchten in einer optimalen Situation lediglich 18 %. (100 % entspricht dem Stromverbrauch der ungeregelten Beleuchtung.) Durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten lassen sich 30 % an Elektrizität sparen, durch Tageslicht abhängige Regelung sind es weitere 40 % und durch Präsenzmeldung 12 %. Vier Fünftel des Stromes braucht es gar nicht, und der Komfort ist aufgrund der Konstantlichtregelung und der geringeren Wärmelasten erst noch höher. Weniger Strom braucht es auch in der Klimazentrale, denn je de kW weniger in der Beleuchtung spart weitere zwei kW in der Klimatisierung der Räume.

Minergie durch und durch: Das Gretag-Gebäude in Regensdorf.

Tobias Durband zur Beleuchtung im Gretag/SAP-Gebäude

«Konstantlichtregelung ist schon aufgrund des Nutzerkomforts ein Thema für Architekten – die Betriebskosteneinsparung ist eine hochwillkommene Nebenwirkung. Mit der Beleuchtungslösung im Gretag/SAP-Center liessen sich die zentralen Bedingungen Gestaltung, Komfort und Kosten elegant erfüllen.»
Tobias Durband, TED Architekten

Beteiligte

Totalunternehmer: Allreal Generalunternehmung AG, 8050 Zürich, www.allreal.ch
Architekten: TED, Tobias und Eva Durband, 8050 Zürich, www.ted.ch
Hersteller des Sensors: Waldmann Lichttechnik, 4024 Küttigen, www.waldmann.com

[1] «Deutsche Bauzeitung» Nr. 3/2002: Licht. Produkte und Messehinweise zur Light + Building, Seite 115.

GreenLight

Verbesserung der Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen – und damit eine Reduktion des CO_2-Ausstosses: das sind die Ziele des europäischen Programms GreenLight. Initiiert wurde GreenLight von der EU-Kommission im Jahre 2000. Ende 2002 startete GreenLight Schweiz. Betreut wird das Programm von der Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz (S.A.F.E.). Angesprochen sind vor allem Fachfirmen der Beleuchtungsbranche und andere Organisationen mit gleichen oder ähnlichen Zielen.

Beleuchtungsanlagen verschwenden häufig viel Energie, weil weder bei der Planung, bei der Installation noch im Betrieb auf Effizienz geachtet wird. Aus Unkenntnis oder aufgrund der Übergewichtung von Investitionskosten – statt der tatsächlichen Gesamtkosten – bleiben wirtschaftlich interessante Potenziale ungenutzt. Die Folge sind Beleuchtungsanlagen, die hinsichtlich Komfort und Energieverbrauch nicht genügen. Typische Beispiele sind Anlagen ohne Regelung und ineffiziente Lampen. GreenLight will Investoren und Planer informieren und zum Handeln motivieren. ch-greenlight.ch

Goldener Stecker

Die beste Leuchte des Wettbewerbes 01: Stehleuchte Drom Tilt von Stockwerk 3.

Bereits zweimal wurden im Rahmen des Wettbewerbes «Goldener Stecker» die besten Leuchten prämiert. Neben dem Design der Leuchten waren Gebrauchstauglichkeit, Lichtqualität, Preis-Leistungs-Verhältnis und Energieeffizienz die Kriterien. An 13 Ausstellungen, darunter an der Expo.02, wurden die prämierten Objekte gezeigt. Die Städte Zürich und Basel sowie der Kanton Thurgau unterstützten den Kauf von prämierten Leuchten mit insgesamt einer halben Million Franken. Der «Goldene Stecker» findet 2003 zum dritten Mal statt. Die Jurierung im Herbst wird Leuchten aus drei Produktegruppen bewerten:

- Leuchten für gehobene Ansprüche
- Kostengünstige Leuchten
- Lichträume des Objektbereiches.

Infos unter www.goldenerstecker.ch

Energycodes – auch für Beleuchtungen

Das Vorschaltgerät ist im Gewinde integriert.

Im Auftrag der Schweizerischen Normen-Vereinigung setzt der SIA Baustandards, vornehmlich in Form von Normen und Ordnungen. Verantwortlich für Normen der Haustechnik und der Energieanwendung ist die SIA-Kommission Haustechnik und Energie (KHE).

Das SIA-Normenwerk zur Haustechnik und Energieanwendung soll im Rahmen des Projektes Swiss Energycodes mit 20 Teilprojekten überarbeitet werden. Allen diesen Projekten sind fünf Ziele gemeinsam: Der SIA will das Haustechnik- und Energienormenwerk fortschreiben, ergänzen und harmonisieren, dessen Anwendung erleichtern und wesentliche Inhalte vermitteln. Energycodes wird von EnergieSchweiz unterstützt.

Ein zentrales Projekt von Energycodes bildet die Revision der SIA-Norm 380/4 (Elektrische Energie im Hochbau). Schwerpunkte dieser Norm bilden die Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfes von Hochbauten für die verschiedenen Verbrauchergruppen. Ein zentraler Bestandteil der Norm bildet die Beleuchtung. Ein Berechnungs- und Nachweisverfahren zur Beurteilung von Beleuchtungsanlagen, das in den letzten Jahren entwickelt wurde, wird neu in die SIA 380/4 integriert werden. Die Schweizerische Lichtgesellschaft (SLG) unterstützt dieses Teilprojekt. Parallel zur Überarbeitung der Norm – deren Inkraftsetzung auf Ende 2003 geplant ist – soll das neue Rechenmodell in die Software zur Beleuchtungsberechnung Relux one integriert werden. Ziel ist es, dass künftig Planung und Nachweis der Energieeffizienz von Beleuchtungen in einem Schritt erfolgen. Voraussichtlich ist SIA 380/4 bereits im Release 3.1 von Mai 2003 im Relux-Programm integriert.

Swisslights

Die Firma Microlight mit Sitz im schweizerischen Wangen brachte im Herbst 2002 neue Stromsparlampen auf den Markt, die mit ihrer Länge von nur gerade 9,2 cm sogar kürzer sind als herkömmliche Glühlampen mit 10,5 cm (10-Watt-Lampe entspricht 50-Watt-Glühbirne). Das für Energiesparlampen notwendige elektronische Vorschaltgerät ist bei dieser Innovation im Gewindeschaft integriert. Bislang sass das Vorschaltgerät oberhalb des Gewindes, was zu 14 cm langen Lampen führt.

Microlight bietet drei Bauformen mit Leistungen zwischen 6 Watt und 15 Watt an:

- Globe-Lampen: Look wie herkömmliche Glühlampen
- Halfspot: Gerichtetes Licht mit grosser Helligkeit
- Spots mit integriertem Reflektor

Die Lichtfarben umfassen drei verschiedene Weisstöne und die vier Grundfarben Rot, Grün, Blau und Gelb. Die Lebensdauer gibt Microlight mit 8000 Stunden an – was rund 8-mal länger im Vergleich zu üblichen Glühlampen ist. Wie bei allen Sparlampen rechnen sich die Mehrkosten in jedem Fall: Der stolze Stückpreis von 23.50 Franken wird durch die Reduktion der Betriebskosten von 72 Franken während der Lebensdauer mehr als wettgemacht. Erhältlich war das Produkt Ende 2002 erst in der VCS-Boutique, Telefon: 062 956 56 56. Die Grossverteiler prüfen die Aufnahme in ihr Sortiment.

Sparlampentest

Die Schweizerische Agentur für Energieeffizienz, SAFE, hat in Zusammenarbeit mit EnergieSchweiz, ewz, dem Amt für Umwelt und Energie der Stadt Basel sowie dem WWF Schweiz im Sommer 2002 einen Sparlampentest gestartet. Ziel der Untersuchung ist die Überprüfung der Produktedeklaration, insbesondere:

- aufgenommene elektrische Leistung in Watt
- abgegebener Lichtstrom in Lumen
- Lebensdauer in Stunden

Auffallend ist der riesige Preisunterschied zwischen Produkten mit gleichen technischen Angaben: Eine Glühlampe von OSRAM (11 Watt, 600 Lumen, 12 000 Stunden Lebensdauer) kostet rund 19 Franken, während das Möbelhaus IKEA eine Lampe mit fast identischen Angaben (Lebensdauer «nur» 10 000 Stunden) für 4.90 Franken anbietet. Versprechen Billiglampen eine Qualität, die sie nicht aufweisen? Eine ähnliche Untersuchung der deutschen Stiftung Warentest lässt vermuten, dass Billiganbieter schummeln: Insbesondere bezüglich Lebensdauer und Schaltfestigkeit von Sparlampen entsprechen in Deutschland nicht den Angaben.

Nanotechnologie

Ein Team um André Chatelain forscht an der ETH Lausanne an einer Alternative zur herkömmlichen Fluoreszenz-Leuchte, die geringe Mengen Quecksilber enthält. Da dieses Schwermetall ab 2008 EU-weit in diversen elektronischen Bauteilen verboten wird, sieht das ETH-Team mittelfristig gute Marktchancen für seine Entwicklung. Es handelt sich dabei um eine lichtintensive Fluoreszenz-Leuchte auf der Basis von Kohlenstoff-Feldemittern. Das Prinzip: In der 40 cm langen Teströhre wird die innere Phosphorschicht des Glaskörpers ständig mit Elektronen beschossen (äquivalent zur Fernseh-Bildtechnik). Dies bedeutet, dass eine transparente und elektrisch leitende Schicht zusätzlich zur Phorphorschicht angebracht werden muss, um die elektrische Ladung der Elektronen abzuführen. Emittiert werden die Elektronen von einer kalten, zylindrischen Kathode, die aus einem dünnen, elektrisch leitfähigen Draht besteht, auf dem Kohlenstoff-Nanoröhrchen appliziert sind. Dies im Unterschied zur Fernseh-Bildtechnik: Dort werden die Elektronen von einem heissen Glühdraht emittiert. Bei der ETH-Entwicklung dagegen werden die Elektronen durch das Anlegen eines elektrischen Feldes – die Spannung zwischen Draht und Phosphorschicht – aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen erzeugt. Die bisher erst als Prototyp existierende Fluoreszenzleuchte aus Lausanne wird von einem tragbaren Hochspannungsnetzteil mit 20 Watt Leistung versorgt. Das Licht erstrahlt intensiv und ohne Verzögerung, bleibt homogen und kann kontinuierlich gedimmt werden.

Mehr Information bei André Chatelain, Institut de Physique des Nanostructures, Faculté des Sciences de Base, EPFL, Lausanne. E-mail: andre.chatelain@epfl.ch

Glühlampen auf neuer Frequenz

Wer eine brennende Glühlampe aus der Fassung schrauben will, riskiert verbrannte Finger. Denn der grösste Teil der elektrischen Energie, die der Glühdraht (Filament) aus Wolframdraht verbraucht, wird als Wärme freigesetzt. Ein Glühdraht aus photonischem Wolframkristall soll das jetzt ändern und die Leitungsfähigkeit klassischer Glühlampen auf das Zwölffache steigern. Der neuen Technik, die von einer amerikanischen Forschergruppe an der Universität von Iowa und Wissenschaftlern der staatlichen Sandia National Laboratories entwickelt wurde, liegt eine alte Erkenntnis zugrunde: Die Hitze, die vom Glaskörper ausgeht, besteht aus infraroter Strahlung. Denn die vom Volksmund ihrer Form wegen mit der Birne gleichgesetzte Lichtquelle nutzt durchschnittlich nur fünf Prozent der elektrischen Energie zur Lichterzeugung. Deshalb gehörte die Zukunft des elektrischen Lichts nach Meinung von Fachleuten den Gasentladungslampen und Leuchtdioden. Der neue Glühdraht aus photonischem Wolframkristall könnte jetzt dem alten Prinzip der Glühlampe neue Aktualität bescheren. Denn an der Technik, elektrische Energie durch einen relativ schlecht leitenden Körper zu schicken, der daraufhin im Vakuum zu glühen beginnt, ändert sich auch bei den neuen Lampen nichts. Allerdings vermag die Kristallstruktur im neuen Filament einen Grossteil der für die Beleuchtung nutzlosen Infrarotstrahlen in den Frequenzbereich sichtbaren Lichts zu modulieren. Mehr als 60 Prozent der elektrischen Energie sollen von dieser neuen Glühlampengeneration in Licht umgesetzt werden, sagen die amerikanischen Forscher um Shawn Lin und Jim Fleming. Quelle: FAZ

Zwei Leader vor grossem Feld

Daniel Tschudy

Ursprünglich waren die Berechnungstools als Wirkungsgradverfahren konzipiert, denen eine Tabellenkalkulation zugrunde lag (siehe Kasten). Heute vollbringen Softwaretools in der Lichtindustrie «wahre Wunder». Die Programme sind längst über das Stadium des reinen Beleuchtungsstärkenachweises hinausgewachsen. Um den heutigen Anforderungen gerecht zu werden, müssen Beleuchtungsstärken über Mehrfach-Reflexionen gerechnet werden können. Die Darstellung der Resultate umfasst horizontale wie vertikale Beleuchtungsstärkeverteilungen sowie Leuchtdichten aufgrund von Reflexionsgraden der eingesetzten Materialien. Die Leuchtdichte vermittelt den Helligkeitseindruck und gibt gleichzeitig Aufschluss über Kontrast- und Blendwirkungen. In diesen Programmen ist bis jetzt jedoch nur die Berechnung der diffusen Reflexion möglich, keine gerichtete Reflexion. Damit lassen sich weder Spiegel- noch andere Lichtlenkungen über gerichtete Reflexion rechnen.

Tools – fast gratis

Drei Merkmale gehören zum weiten Markt der Berechnungsprogramme:

• Die Tools sind aus dem sogenannten Wirkungsgradverfahren entstanden, bei dem die (elektrische) Anschlussleistung der Beleuchtung dem Verhältnis von geforderter Beleuchtungsstärke (in Lux) und den Wirkungsgraden der Lampe, der Leuchte und des Raumes entspricht. (Die Formeln und Tabellen waren in den Katalogen der Hersteller enthalten.)

• Die zahlreichen Programme basieren auf dem gleichen Verfahren, verwenden aber Daten von Produkten der jeweiligen Hersteller. Diese geben ihre Programme gratis ab.

• Heute sind viele Tools Hersteller-unabhängig und beziehen die Parameter «Tageslicht», «Oberflächen» und «Materialien» ein. Finanziert werden diese Programme gleichwohl von den Herstellern der Lampen und Leuchten. Der Nutzer zahlt lediglich eine Schutzgebühr.

Die Tendenz geht jedoch klar zur gerichteten Reflexion über physikalisch validierte Ober- bzw. Reflexionsflächen. Zudem wird die Darstellung der Räume, bis anhin fast ein «Abfallprodukt» der Beleuchtungsplanung, nun immer wichtiger. Damit muss das Bild aber auch immer mehr der Realität entsprechen, um eine Visualisierung zu legitimieren. Eigenartigerweise entwickelt sich die Visualisierung keineswegs in Richtung Fotorealismus, sondern eher «künstlich erzeugter Realität».

Wir sprechen einerseits über Berechnungsprogramme, die uns zuverlässig Zahlenwerte liefern und die uns helfen, Richtlinien und Normen einzuhalten. Andererseits sprechen wir über Darstellungsformen, die bis anhin den Visualisierungstools vorbehalten waren. Allen voran dem Radiance, welches ein rein wissenschaftliches Werkzeug ist und damit einen Spielraum aufweist, den kaum ein anderes Programm ermöglicht. Mit Radiance können Materialien und Oberflächen ohne reales Vorbild visualisiert werden. Trotzdem ist Radiance in seinen Möglichkeiten innerhalb der Visualisierung das am besten validierte Programm. Vor allem die Bilder sind fantastisch. Als schwierig erweist sich bei diesem Programm, lichttechnische Werte zu generieren.

Unter den rund 70 angebotenen Berechnungsprogrammen liefern sich zwei Produkte ein Kopf-an-Kopf-Rennen. Nach dem heutigen Stand schneidet das Beleuchtungsberechnungstool «Relux» am besten ab; im Unterschied zum Dialux lässt das Relux auch Tageslichtberechnungen zu. Neuerdings lässt sich Relux mit Radiance kombinieren, was eine validierte Berechnung in Verbindung mit einer validierten Visualisierung ermöglicht. Interessante Features im Dialux sind der Projektmanager wie auch die 3D-Darstellung der Lichtverteilungskurven von eingesetzten Leuchten.

Die erwähnte Kombination eröffnet neue Möglichkeiten, setzt aber auch neue Anforderungen an die Benutzer und auch an die Hardware. Die Computer können nie schnell genug sein. Das äussert sich allerdings lediglich bei der Bildbearbeitung und bei aufwändigen technischen Berechnungen. So lassen sich neben vertikaler und horizontaler Beleuchtungsstärke eben auch zylindrische und halbzylindrische Beleuchtungsstärken rechnen. Zudem ist die Blendgüte (UGR) der Leuchten im Programm weitgehend berücksichtigt, ohne die Ironie dieses neuen Blendbeurteilungsverfahrens zu hinterfragen. Auch die neue europäische Norm, welche bald in Kraft treten soll, ist bereits eingearbeitet (prEN 12464).

Relux und Dialux haben sich klar von der Masse der Berechnungsprogramme abgehoben und weiterentwickelt. Nach anfänglichen Vorsprüngen von Dialux gegenüber Relux muss heute in Anbetracht der genannten Vorteile und Kriterien klar Relux der Vorzug gewährt werden. Die Entwicklung solcher Programme geht schnell voran, sodass sich Nachteile schnell in Vorteile verwandeln können.

Es ist nicht zu verhehlen, dass diese Programme heute einen Status erreicht haben, der einem 1:1-Modell mitunter gleichkommt, wenn nicht sogar ersetzt. Viele spezielle Lichtsituationen lassen sich im virtuellen Modell erproben und führen so zu neuen Lösungen. Diese Möglichkeiten waren noch vor kurzem vor allem im Lichtbereich nicht möglich. Mit Spannung erwarten wir neue Versionen.

Autor

Daniel Tschudy, dipl. Architekt ETH, Lighting Consultant, E-Mail: daniel.tschudy@amstein-walthert.ch

Visualisierungen: Amstein + Waltert AG.

Software: Die Website on-light.de listet 80 Programme zur Berechnung und Visualisierung von Beleuchtungen auf.

InfoPlus

on-light.de

Relux.biz

Dialux.de

Visualisierungen mit Relux Vision (oben und Mitte) und Dialux (unten).

Reto Keller
Christian Vogt

Licht und Stadt

Öffentliche Beleuchtungen sind ein Thema – auch in der Öffentlichkeit. Wie Beispiele zeigen, sind wesentlich mehr Faktoren zu berücksichtigen als bestehende Normen und Planungsvorgaben.

Wer heute eine öffentliche Beleuchtung plant, greift auf Normen zur Beleuchtung von Strassen, Fusswegen, Plätzen und Tunnels zurück. Diese Leitwerke haben ihren Fokus auf der Verkehrsfläche. Ihr Ziel ist es, eine gleichmässige Ausleuchtung des Belags zu erreichen. Damit erhöht sich die Sicherheit der Nutzer. Leitsätze über Lichtreklamen beschränken sich auf den Einfluss auf den Strassenverkehr.

Einflussfaktoren

Wer heute urbane Räume zur nächtlichen Stunde erlebt, stellt rasch fest, dass die verschiedenen Einflüsse, welche die Qualität einer Beleuchtungsanlage festlegen, weit vielfältiger sind als das blosse Aufhellen von Verkehrsflächen. Es ist offenbar der Zeitgeist, der nach einem Umfeld verlangt, das rund um die Uhr funktioniert.

Gewiss ist das Bedürfnis nach Sicherheit immer noch der wichtigste Punkt in der Planung. Erwiesenermassen ist das Unfallrisiko und die Kriminalitätsrate in der Nacht höher als am Tag. Dies war nicht immer so: Als die Stadt Winterthur im 19. Jahrhundert die erste öffentliche Beleuchtung – damals noch mit Gas – installierte, musste diese wenig später auf Druck der Bevölkerung wieder abgeschaltet werden. Man glaubte, die nächtliche Helligkeit ziehe alsbald vielerlei Gesindel an.

Raiffeisenbank, Zürich (Fotos: Vogt & Partner).

Ein gezielter Einsatz verschiedener Beleuchtungen für unterschiedlich zu interpretierende Verkehrswege erleichtert die Orientierung im städtischen Raum. Dies ist nicht nur für Ortsfremde äusserst zweckdienlich, es hilft auch, den bisweilen auch in der Nacht stockenden Verkehrsfluss zu leiten. So können zum Beispiel Transitwege und Ausfallstrassen durch spezifische Lichtfarben kenntlich gemacht werden. Mit Licht inszenierte wichtige Gebäude oder Monumente, so genannte «Landmarks», tragen zudem zur Orientierung im städtischen Raum bei. Wichtige Anlaufstellen wie Stadtzentrum und Theater, Oper und Museen sind Fixpunkte im urbanen Kontext.

Diese Landmarks sind auch ein leistungsfähiges Mittel zur Stadtvermarktung. Strassenbeleuchtung und Lichtreklamen allein genügen in der Regel nicht, um dem Wesen einer Stadt gewahr zu werden. Wir sehen in den meisten Orten nur Lichtpunkte, leuchtende Werbeschilder und Strassen. Das Bild einer Stadt machen jedoch vertikale Flächen, die Fassaden der Häuser aus. Während am Tag die Sonne alle Gebäude in ein neutrales Licht taucht, ist die künstliche Beleuchtung ein gutes Mittel, um Akzente zu setzen. Damit wird die Geschichte des Ortes erlebbar und die Lebensqualität des urbanen Raumes betont. In grösseren Metropolen, für die das «Nachtleben» ein wichtiger Wirtschaftszweig ist, kann das Licht sogar einen eigenen Unterhaltungswert erlangen. Diesbezüglich lässt sich die private Lichtreklame nicht mehr von der öffentlichen Beleuchtung trennen. In den Zentren von New York, Tokio oder Las Vegas stellen die Lichtreklamen mithin den grössten Teil der Strassenbeleuchtung.

Städtische Beleuchtungsanlagen sind grundsätzlich grosse Stromverbraucher. Deshalb ist die Wahl geeigneter Lichtquellen ein wichtiges Planungskriterium. Wie das Beispiel der schwedischen Stadt Malmö zeigt, kann dadurch trotz Erhöhung der Anzahl Lichtpunkte (Beleuchtungskörper) der Energieverbrauch gesenkt werden.

Bei der Auswahl der Lichtquellen darf auch die Wartung nicht ausser Acht gelassen werden. Meistens haben die lokalen Stromlieferanten das Monopol für Unterhaltsarbeiten an der öffentlichen Beleuchtung und bestimmen damit weitgehend, welche Leuchten und Lampen zum Einsatz kommen, so dass die Instandhaltung – aber nicht zwingend der Stromverbrauch – minimiert werden kann. Leider ist dies eine einseitige Betrachtung und verhindert eine differenzierte Gestaltung des nächtlichen Stadtraums. Die Stadt Berlin ist in diesem Punkt einen Schritt weiter gegangen: Sie hat diesen Markt geöffnet und die Wartungsarbeiten der gesamten Stadtbeleuchtung an eine private Unternehmung vergeben.

Zürich by night.

Lichtverschmutzung

Seit einiger Zeit wird auf eine ganz andere Problematik hingewiesen: Ein nicht unerheblicher Teil des Lichts wird anstatt auf Böden oder Fassaden in den Himmel abgestrahlt. Jeder, der schon einmal bei Nacht einen Landeanflug über einer Stadt erlebt hat, kennt die – aus Sicht der Flugpassagiere faszinierende – Landschaft aus Lichtpunkten. Der überwiegende Teil davon ist Licht, das aus Beleuchtungskörpern zenital entweicht – dorthin wo es niemand braucht.

Die Luft über Siedlungsgebieten enthält stets Wasserdampf und Schmutzpartikel. Beide streuen das abgestrahlte Licht, so dass der Nachthimmel eine eigene Helligkeit erhält. Diese überlagert sich dem schwachen Glimmen der Sterne. Viele Himmelskörper gehen im «Lichtsmog» buchstäblich unter. Die Lösung des Problems liegt nicht in einer pauschalen Reduzierung der Lichtmenge im Aussenraum. Interessant ist vielmehr die Optimierung von Beleuchtungskörpern. Wird mit Hilfe von ausgereifter Lichttechnik das ansonsten entweichende Licht dorthin gelenkt, wo es benötigt wird, steigt der Wirkungsgrad der Leuchten und der Energieverbrauch sinkt. Zudem nimmt die Qualität der Beleuchtung zu, Blendungen werden vermieden und die visuelle Wahrnehmung verbessert sich.

Planungsvorgehen

Um den vielfältigen Ansprüchen gerecht zu werden, die an die Beleuchtung einer Stadt gestellt werden, ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise unumgänglich. Hierfür kann ein Plan Lumiere eine wesentliche Rolle spielen. Dieser ist zu verstehen als Rahmenwerk, der alle Elemente einer Lichtgestaltung als Ganzes enthält.

Vorab muss die Stadt als Ganzes betrachtet werden. Es ist beispielsweise von Interesse, ob die Stadt als Panorama wahrgenommen wird und dieses homogen sein soll oder nur einzelne Wahrzeichen wichtig sind. Die Geschichte der Stadt, die Architektur, besondere Plätze – alles ist wichtig, um ein Thema für die Beleuchtung der Stadt zu finden. Soll die Stadt als moderne, aufstrebende Metropole dargestellt werden oder ist es ein beschaulicher Ort mit viel mittelalterlichem Charme? Da die meisten Städte komplex sind, entstehen in so einem Pflichtenheft auch Gegensätze.

In einem zweiten Schritt sollten die einzelnen Stadtteile untersucht werden, etwa das historische Zentrum, Geschäftsquartiere, öffentliche Parks oder Wohngebiete. Hochhäuser, Vegetation oder eine bestimmte Weitsicht sind wesentliche Charakteristiken, die in einer Beleuchtung thematisiert und damit Merkmale eines Viertels unterstrichen werden können.

Schliesslich sind einzelne Objekte bezüglich Funktion und Beleuchtung zu definieren und Lichtfarben, Farbwiedergabe und die Beleuchtungsrichtung zu bestimmen. Ebenfalls zu berücksichtigen ist die jahreszeitliche Veränderung der Objekte: Verlieren die Bäume im Winter ihr Laub? Werden die öffentlichen Brunnen im Winter wegen Eisgefahr abgestellt?

Aufgrund dieser Vorgehensweise kann nun ein umfassendes Projekt erstellt werden: Beleuchtungsstärken, Leuchtdichten und deren Differenzierungen werden festgelegt. Es zeigt sich immer wieder, dass tendenziell zu viel Licht eingesetzt wird. Im Zusammenhang der Lichtfarben, der Lebensdauer und der geforderten Leistung können jetzt die Lichtquellen definiert werden. Im Hinblick auf jahreszeitliche Veränderungen und die Schwankungen der Frequentierung innerhalb der Nacht, sollte die Anlage in Schaltgruppen aufgeteilt – und diesen ein Regelungsregime zugewiesen werden.

Normen und Richtlinien reichen nicht aus, um für alle Beteiligten einer Stadt – ihre Bewohner und Besucher, die öffentliche Hand und die Privatwirtschaft – gutes, Gewinn bringendes Licht zu gestalten.

Einige Städte zeigen, dass dies durchaus möglich ist. Das macht sie interessant.

www.darksky.ch

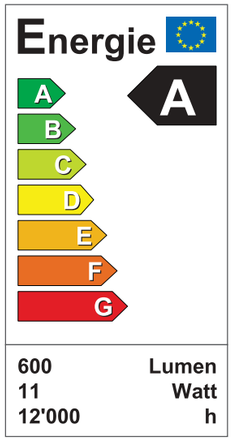
Autoren

Reto Keller,
Christian Vogt
Vogt & Partner
8400 Winterthur
mail@lichtgestaltung.ch

Stefan Gasser

Lichtkompendium

Katalog der Lampen, Leuchten und Regelungen. Ausserdem: Begriffe, Energieetikette, SIA 380/4, Minergie-Standard



Grün, gelb, rot. Die EU-Energieetikette gehört auf jede Lampe.

Energieetikette für Lampen

Haushaltlampen mit einer Leistung über 4 Watt und einem Lichtstrom von höchstens 6500 Lumen sind gemäss EU-Recht mit einer Energieetikette näher zu beschreiben.

• Unter dem Begriff «Haushaltlampen» werden ausdrücklich auch Lampen verstanden, die ausserhalb des Haushaltes, also im Dienstleistungs- und Industriesektor eingesetzt werden, sofern sie unterhalb der Lichtstromgrenze von 6500 Lumen liegen – das entspricht etwa 100 Watt bei Entladungslampen und 400 Watt bei Glühlampen. Ausgenommen von der Etikettierungspflicht sind also lediglich Lampen mit sehr hoher Lichtleistung sowie Spotlampen. Insgesamt fallen von den rund 50 Millionen Lampen, die jährlich in der Schweiz verkauft werden, über 90 % unter die Etikettenpflicht.

• Seit dem 1. Januar 2001 gilt die Etikettierungspflicht auch in der Schweiz.

• Die Etikette teilt die Lampen in sieben Klassen der Energieeffizienz ein, von A bis G, wobei A für die besten und G für die schlechtesten Produkte steht. Neben der Klassierung sind auf dem Etikett die elektrische Leistung in Watt, der Lichtstrom in Lumen und die Lebensdauer in Stunden vermerkt.

Planung mit SIA 380/4

Völlig unbestritten ist der hohe Stellenwert einer guten Beleuchtung. Wesentliche Kriterien sind:

• Genügende Beleuchtungsstärke
• Keine Blendung
• Gute Farbwiedergabe
• Keine extremen Helligkeitsunterschiede

Eine gut geplante Beleuchtung ist nicht gleichzusetzen mit einer möglichst hellen – und damit energiefressenden – Beleuchtung. In einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise ist eine komfortable Beleuchtung immer auch energieeffizient, denn hohe Anschlussleistungen führen zu grossen unerwünschten Wärmemengen. Noch allzu häufig werden Beleuchtungen von Elektrikern nach der Methode «Pi mal Handgelenk» oder von Architekten mit der Vorstellung «alles ist technisch machbar» realisiert.

Seit 1995 ist die Empfehlung 380/4 Elektrische Energie im Hochbau des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (SIA) in Kraft. Die Empfehlung richtet sich insbesondere an Planer von haustechnischen Anlagen in Dienstleistungs- und Industriebauten.

SIA 380/4 bietet eine Struktur zur Erfassung des Elektrizitätsbedarfes zur Verfügung und liefert Kennwerte von effizienten Beleuchtungsanlagen. Seit zwei Jahren steht nun auch unter der Bezeichnung Anwendungsmethodik SIA 380/4 ein Berechnungsverfahren zur Verfügung, das sich universell für die meisten Dienstleistungs- und Industriebetriebe anwenden lässt und schnell eine Prognose des Elektrizitätsverbrauches liefert. Der automatisch erzeugte Nachweis zeigt die energetischen Schwächen der Beleuchtung auf und berechnet durch Vergleich mit Grenz- und Zielwerten das Optimierungspotenzial. Das Tool kann kostenlos über das Internet bezogen werden. Internetadresse: http//:www.380-4.ch

Begriffe

	Typischer Anwendungsbereich	
Beleuchtungsstärke (E)	50 bis 1000 Lux	Menge des Lichtstroms, die auf eine Fläche auftritt. Mass zur Bewertung von Sehaufgaben (z. B. auf Arbeitsflächen). In der Euro-Norm EN 12464 sind die Werte für 300 Raumtypen definiert.
Beleuchtungswirkungsgrad	20 % bis 80 %	Anteil des von einer Lampe abgegebenen Lichtstromes, der effektiv im Raum genutzt werden kann. Produkt aus →Raumwirkungsgrad und →Leuchtenwirkungsgrad
Bewertungsebene	0 bis 100 cm	Die Fläche, auf welcher die massgebende Beleuchtungsstärke gemessen wird, z. B. auf Tischhöhe: 85 cm
Blendungsbegrenzung		Unterscheidung zwischen Direktblendung (z. B. einer Lampe) und Reflexblendung (z. B. eines Bildschirmes). Es gibt Anforderungen an die Begrenzung für die direkte Blendung und die Reflexblendung, z. B. eines Bildschirmes (EN 12464).
Farbwiedergabeindex Ra	30% bis 100% bzw. Kategorien 1a, 1b, 2a, 2b, 3, 4	Güte der Farbwiedergabe von Lampen. Beste Farbwiedergabe haben Glüh- und Halogenglühlampen, Ra =100 % = 1a. Die meisten modernen Lampen weisen ein Ra von über 80 % auf (Kategorie 1a oder 1b)
Leuchtdichte	z.B. 1000 cd/m² (max. Spiegelung der Leuchte im Bildschirm)	Die Leuchtdichte ist die einzige lichttechnische Grundeigenschaft, die vom Auge wahrgenommen wird. Sie bestimmt den Helligkeitseindruck in Abhängigkeit der Beleuchtungsstärke und der Reflexionsgrade der Oberflächen.

Minergiestandard für Beleuchtungen

Die Methodik zu SIA 380/4 ermöglicht auch die Planung einer Beleuchtung nach dem Minergiestandard. Dieser richtet sich grundsätzlich nach dem Zielwert von SIA 380/4. Weil Minergie neben höchster Energieeffizienz aber auch wirtschaftliche Lösungen fordert, liegt die Minergieanforderung zwischen Grenzwert und Zielwert.

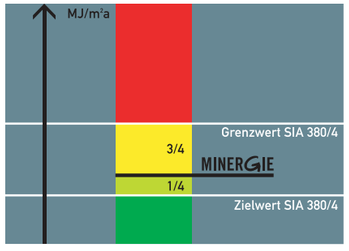
Definition: Die Anforderung an die Minergie-Beleuchtung ist erfüllt, wenn deren Elektrizitätsbedarf um höchstens 25% der Differenz zwischen Grenz- und Zielwert über dem Zielwert liegt. Der Minergiestandard gilt für Dienstleistungen-, Industrie- und Gewerbebauten.

Merkmale einer Minergie-Beleuchtung:

• Helle Raumgestaltung
• Leuchtmittel der EU-Effizienzklasse A
• Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten
• Optimale Leuchtenreflektoren mit hohem Anteil an direktem Licht
• Tageslichtsteuerung (in Räumen mit Tageslicht)
• Präsenzmelder (in Räumen ohne Tageslicht)

Um den Minergiestandard zu erfüllen, müssen nicht zwingend in allen Räumen beste Leuchten und Lichtsteuerungen eingesetzt werden. Die Abweichung vom Zielwert SIA 380/4 ermöglicht den Verzicht auf Lichtsteuerungen in Räumen wie kleine Lager, Direktionsbüros, Empfangshallen usw. Der Nachweis erfolgt mit der Anwendungsmethodik SIA 380/4, die unter www. 380-4.ch vom Internet bezogen werden kann.

Minergie und SIA 380/4 grenzen die Möglichkeiten in der Gestaltung einer Beleuchtung geringfügig ein. Lösungen, bei denen Leuchten in Fugen oder hinter Abdeckungen montiert sind, oder Anlagen mit vielen verschiedenen Lichtquellen sind innerhalb dieser Standards nicht möglich. Leuchten mit Glüh- oder Halogenglühlampen erreichen die Anforderungen generell nicht. Lichtspielereien in der erwähnten Art lassen sich realisieren, sofern sie auf einen Teil der Gebäudefläche begrenzt sind und die übrigen Beleuchtungsanlagen energieoptimal ausgeführt sind. Dank dem Kompensationsmechanismus von SIA 380/4 und Minergiestandard können ineffiziente Anlageteile kompensiert werden.



Begriffe

	Typischer Anwendungsbereich	
Lichtausbeute (Lampenwirkungsgrad)	10 bis 100 Lumen /Watt	Der Wirkungsgrad einer Lampe wird in Lumen pro Watt elektrischer Leistung angegeben. Der Wert beinhaltet das vom menschlichen Auge effektiv gesehene Farbspektrum; der Mensch sieht grün am besten, rot und blau weniger gut.
Lichtfarbe	2700 bis 6000 Kelvin	Angegeben als Farbtemperatur in Kelvin • Warmweiss: unter 3300 Kelvin • Neutralweiss: 3300 bis 5000 Kelvin • Tageslichtweiss: über 5000 Kelvin Bei Leuchtstofflampen gibt es gleiche Bauformen mit jeweils verschiedenen Lichtfarben.
Lichtpunkthöhe	1 bis 5 Meter	Abstand zwischen der Bewertungsebene (z. B. Tischplatte) und dem Lichtpunkt (Lampe). Die Lichtpunkthöhe dient der Berechnung des Raumindexes.
Lichtstärke	500 bis 15 000 Candela (Niedervolt-Halogenglühlampen)	Beschreibt die Menge des Lichts, die in eine bestimmte Richtung abgegeben wird. Sie wird massgebend von lichtlenkenden Elementen wie. z. B. Reflektoren bestimmt. Die Darstellung erfolgt durch die Lichtverteilkurve (LVK). Bei Spotlampen wird in der Regel statt des Lichtstromes (Lumen) die max. Lichtstärke (Candela) angegeben.
Lichtstrom	100 bis 10 000 Lumen	Von einer Lichtquelle (Lampe) in alle Richtungen abgegebene Lichtmenge.
Lichtverteilungskurve (LVK)	100 bis 500 cd/1000 lm	Zeigt die räumliche Verteilung des von der Leuchte abgegebenen Lichtstromes in Candela und normiert auf einen Lampenlichtstrom von 1000 Lumen.
Raumindex k	0,5 bis 5,0	Beschreibt die Raumgeometrie in Funktion von Länge (a), Breite (b) und Lichtpunkthöhe (l): k = a•b/[l•(a+b)] • Normaler Raum: 6 mal 6 mal 3 m → k = 1.5 • Grosser Raum: 12 mal 12 mal 3 m → k = 3 Lichtpunkthöhe = 1 m Mit steigendem Raumindex nimmt der Beleuchtungswirkungsgrad zu.
Reflexionsgrad	bis 100%	Anteil des Lichtstromes, der von einer Raum begrenzenden Fläche nicht absorbiert, d.h. reflektiert wird. Typischer Raum: • weisse Decke: 70 % • helle Wände mit Mobiliar: 50 % • grauer Boden mit Teppich: 20 % Dunkler Raum: • Sichtbeton-Decke: 30 % • rote Wände mit schwarzen Möbeln: 30 % • Granitboden: 20 % Der Reflexionsgrad ist von der Helligkeit und der Oberflächenbeschaffenheit eines Materials abhängig.
Leuchtenbetriebswirkungsgrad	50% bis 90%	Verhältnis zwischen dem von der Lampe abgegebenen Lichtstrom und dem von der Leuchte abgestrahlten Anteil. Der von der Leuchte absorbierte Anteil gilt als Verlust. Sehr guter Wert: 90 %; guter Wert: über 70 %; schlechter Wert: unter 50 %; sehr schlechter Wert: unter 30 %
Raumwirkungsgrad		Quantifiziert die Raumqualität hinsichtlich einer Beleuchtung. Kann als Quotient aus Beleuchtungswirkungsgrad und Leuchtenbetriebswirkungsgrad errechnet werden. Da sich der Raumwirkungsgrad auf einen Referenzraum bezieht, kann er über 100% betragen.

	Kleinstes Produkt	Typisches Produkt	Grösstes Produkt
Leistung	15 Watt	75 Watt	300 Watt
Lichtstrom	90 Lumen	940 Lumen	5000 Lumen
Lichtausbeute	6 Lumen pro Watt	12,5 Lumen pro Watt	16,6 Lumen pro Watt
Betriebsdauer	1000 Stunden	1000 Stunden	1000 Stunden
Jahreskosten	66 Franken	18 Franken	15 Franken
Effizienzklasse	F	F	E

Bedingungen Jahreskosten: 1000 Betriebsstunden, Stromkosten: 20 Rp./kWh, Anschaffungspreis, normiert auf 1000 Lumen

Vorteile
- Sehr gute Farbwiedergabe (Ra = 100 %)
- Seit 100 Jahren standardisiertes Edison-Gewinde
- Günstiger Anschaffungspreis

Nachteile
- Grosse Wärmeabgabe (95 % des zugeführten Stromes)
- Kurze Lebenserwartung (1000 Stunden)
- Tiefe Energieeffizienz

Glühlampe Standard 1

Die Glühlampe ist die älteste elektrische Lampe auf dem Markt, das erste kommerzielle Produkt wurde bereits 1879 von Thomas Alva Edison präsentiert. Mit jährlich 35 Millionen verkauften Exemplaren in der Schweiz hat die Glühlampe noch immer ein Anteil von knapp 70 %.

Bauformen
- Kolben, Kerzen, Tropfen, Spots, Spezialformen
- Schraubgewinde: E14, E27, E40, Bajonett B22
- Glaskörper: klar oder mattiert

	Linienlampe	Globe 120 mm	Spiegelkopf Gold
Leistung	60 Watt	60 Watt	60 Watt
Lichtstrom	365 Lumen	490 Lumen	500 Lumen
Lichtausbeute	6 Lumen pro Watt	8 Lumen pro Watt	8 Lumen pro Watt
Betriebsdauer	1000 Stunden	1000 Stunden	1000 Stunden
Jahreskosten	73 Franken	41 Franken	42 Franken
Effizienzklasse	G	G	F

Bedingungen Jahreskosten: 1000 Betriebsstunden, Stromkosten: 20 Rp./kWh, Anschaffungspreis, normiert auf 1000 Lumen

Vorteile
- Kleine Blendung
- Mit sehr einfacher und günstiger Leuchte zu betreiben

Nachteile
- sehr grosse Wärmeabgabe
- Kurze Lebenserwartung (1000 Stunden)
- Sehr tiefe Energieeffizienz
- Verwechslung von Linienlampen mit den 10-mal effizienteren Leuchtstoffröhren

Linien- und Kugellampen 2

Von der Glühlampe existieren diverse spezielle Formen, die es lohnt, separat zu erwähnen, weil sie sehr ineffizient sind und einfach durch effizientere Lampen ersetzt werden können. Dazu gehören insbesondere die stabförmigen Glühlampen (Bezeichnungen: Soffitte, Linestra, Linienlampe), aber auch die Globe- und Spiegelkopflampen.

Bauformen
- Linie, Kugel, Spiegelkopf
- Schraubgewinde oder Spezialsockel
- Glaskörper: klar oder mattiert

	Niedervolt Halogen steckbar	Hochvolt Halogen Gewinde E27	Hochvolt Halogen steckbar
Leistung	35 Watt	100 Watt	300 Watt
Lichtstrom	600 Lumen	1600 Lumen	5000 Lumen
Lichtausbeute	17 Lumen pro Watt	16 Lumen pro Watt	16,6 Lumen pro Watt
Betriebsdauer	2000 Stunden	2000 Stunden	2000 Stunden
Jahreskosten	20 Franken	15 Franken	13 Franken
Effizienzklasse	C	D	E

Bedingungen Jahreskosten: 1000 Betriebsstunden, Stromkosten: 20 Rp./kWh, Anteil Anschaffungspreis, inkl. Kostenanteil Trafo, normiert auf 1000 Lumen.

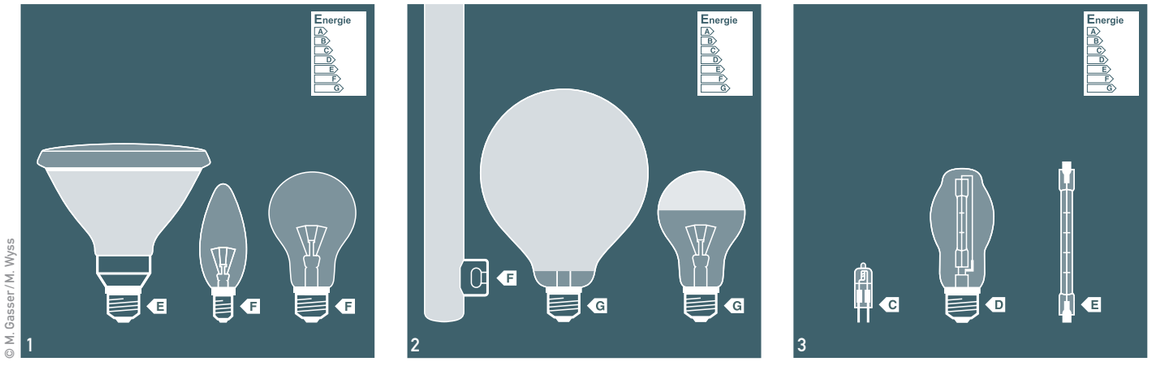
Vorteile
- Sehr gute Farbwiedergabe (Ra = 100 %)
- Punktförmiges Licht als Einsatz bei Spotlampen
- Für gezielte Beleuchtung von Objekten gute Effizienz

Nachteile
- starke Hitzeentwicklung
- Kurze Lebenserwartung (2000 Stunden)
- Tiefe Energieeffizienz

Halogenglühlampen Standard 3

Die Halogenglühlampe ist die technologische Weiterentwicklung der Glühlampe. Durch Füllung des Glaskolbens mit einem Halogengas kann dieser miniaturisiert werden. Die Halogenglühlampe erlebte in den 70er-Jahren einen wahren Boom, der – trotz Erfindung zahlreicher neuer Leuchtmittel – bis heute anhält. Der Verkaufsanteil in der Schweiz beträgt rund 10%.

Bauformen
- Niedervolt- (12 Volt) und Hochvolttypen (230 Volt)
- Niedervolttypen: Transformator notwendig
- Auch Spottypen mit integriertem Reflektor erhältlich
- Sockeltypen: Gewinde E14 und E27, 1-seitig / 2-seitig steckbar



© M. Gasser / M. Wyss

Halogenglühlampen IRC 4

Die bessere Halogenglühlampe ist seit rund zwei Jahren auf dem Markt. Das Kürzel IRC steht für Infra-red-coating (Infrarot-Beschichtung). Diese bewirkt eine Wärmerückgewinnung im Kolben, was eine Erhöhung der Lichtausbeute um 30 % zur Folge hat.

Bauformen
- Niedervolt- (12 Volt) und Hochvolttypen (230 Volt)
- Niedervolttypen: Transformator notwendig
- Auch Spottypen mit integriertem Reflektor erhältlich

	Niedervolt Halogen steckbar	Niedervolt Halogen Spot	Hochvolt Halogen steckbar
Leistung	35 Watt	35 Watt	250 Watt
Lichtstrom	760 Lumen	760 Lumen	5500 Lumen
Lichtausbeute	22 Lumen pro Watt	22 Lumen pro Watt	22 Lumen pro Watt
Betriebsdauer	4000 Stunden	4000 Stunden	4000 Stunden
Jahreskosten	16 Franken	19 Franken	10 Franken
Effizienzklasse	B	B	C

Bedingungen Jahreskosten: 1000 Betriebsstunden, Stromkosten: 20 Rp./kWh, Anteil Anschaffungspreis, inkl. Kostenanteil Trafo, normiert auf 1000 Lumen.

Vorteile
- Vorteile wie Halogenglühlampe, zusätzlich:
- Gute Lebenserwartung (4000 Stunden)
- Beste Energieeffizienz unter den Temperaturstrahlern

Nachteile
- Hohe Wärmeentwicklung trotz IRC
- Als Grundbeleuchtung nicht geeignet
- Relativ kleines Sortiment

Sparlampen 5

Viele halten die Sparlampe für ein Leuchtmittel mit den geringsten Betriebskosten. Dass die Sparlampe aber eigentlich nach demselben Prinzip wie die Leuchtstoffröhre (im Volksmund: Neonröhre) funktioniert und dabei mit 60 Lumen pro Watt noch deutlich hinter den besten Lampen (über 100 Lumen pro Watt) zurückliegt, ist wenig bekannt. Dennoch erfreut sich kein anderes Energiesparprodukt ähnlich hoher Bekanntheit.

Bauformen
- Leistungen zwischen 4 und 23 Watt (entspricht Glühlampen 20 bis 100 Watt)
- Herkömmliche Stiftformen und Glühlampenlook
- Langlebige (Höchstpreis: ca. 30 Franken) und Standardtypen (Tiefstpreis: 4 Franken)
- Sockeltypen: Gewinde E14 und E27

	Sparlampe Longlife	Sparlampe Standard	Sparlampe Glühlampenlook
Leistung	15 Watt	15 Watt	15 Watt
Lichtstrom	900 Lumen	900 Lumen	800 Lumen
Lichtausbeute	60 Lumen pro Watt	60 Lumen pro Watt	53 Lumen pro Watt
Betriebsdauer	12 000 Stunden	6000 Stunden	6000 Stunden
Jahreskosten	5 Franken	6 Franken	9 Franken
Effizienzklasse	A	A	B

Bedingungen Jahreskosten: 1000 Betriebsstunden, Stromkosten: 20 Rp./kWh, Anteil am Anschaffungspreis, normiert auf 1000 Lumen.

Vorteile
- Hohe Energieeffizienz
- Lange Lebenserwartung (6000 bis 12 000 Stunden)
- Dank integriertem Vorschaltgerät in (fast) jeder herkömmlichen Leuchte verwendbar

Nachteile
- Grössere Masse als vergleichbare Glühlampen
- Muss als Sondermüll entsorgt werden
- Grosse Qualitäts- und Preisunterschiede

Kompakt-Leuchtstofflampen 6

Die Kompaktleuchtstofflampe ist – wie der Name andeutet – eine Leuchtstofflampe in kompaktem Format. Durch mehrfache Faltung der Leuchtstoffröhre kann die Leuchtdichte erhöht werden und die Lampe in kleineren Leuchtkörpern verwendet werden. Typische Anwendung finden die Kompakten in Downlights, Stehleuchten, Wandleuchten und – gekoppelt mit einem Vorschaltgerät – bei den Sparlampen oder Energiesparlampen.

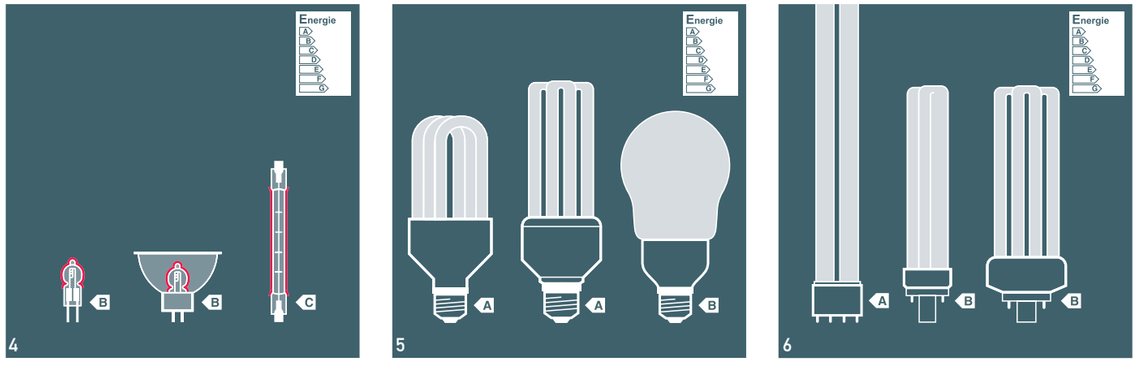
Bauformen
- Leistungen zwischen 5 Watt und 55 Watt (entspricht Glühlampen 25 Watt bis 250 Watt)
- 1-, 2-, 3fach gefaltete Typen, Längen von 90 mm bis 530 mm
- Mit speziellem Vorschaltgerät dimmbar
- Typen für KVG, EVG und dimmbare EVG sind nicht vertauschbar

	1fach gefaltet	2fach gefaltet	3fach gefaltet
Leistung	55 Watt	26 Watt	42 Watt
Lichtstrom	4800 Lumen	1800 Lumen	3200 Lumen
Lichtausbeute	87 Lumen pro Watt	69 Lumen pro Watt	76 Lumen pro Watt
Betriebsdauer	12 000 Stunden	12 000 Stunden	12 000 Stunden
Jahreskosten	4 Franken	6 Franken	5 Franken
Effizienzklasse	A	B	B

Bedingungen Jahreskosten: 1000 Betriebsstunden, Stromkosten = 20 Rp./kWh, Anteil Anschaffungspreis, inkl. Kostenanteil elektronisches Vorschaltgerät (EVG), normiert auf 1000 Lumen.

Vorteile
- Hohe Energieeffizienz
- Mit elektronischem Vorschaltgerät sehr lange Lebenserwartungen (über 12 000 Stunden)
- Verschiedene Lichtfarben

Nachteile
- Je mehr Faltungen, desto geringer die Effizienz
- Betrieb mit zusätzlichem Vorschaltgerät nötig
- Muss als Sondermüll entsorgt werden



	16-mm-Röhre	26-mm-Röhre	Ringlampe
Leistung	28 Watt	36 Watt	40 Watt
Lichtstrom	2900 Lumen	3350 Lumen	3200 Lumen
Lichtausbeute	104 Lumen pro Watt	93 Lumen pro Watt	80 Lumen pro Watt
Betriebsdauer	12 000 Stunden	12 000 Stunden	12 000 Stunden
Jahreskosten	4 Franken	4 Franken	5 Franken
Effizienzklasse	A	A	B

Bedingungen Jahreskosten: 1000 Betriebsstunden, Stromkosten: 20 Rp./kWh, Anteil Anschaffungspreis, inkl. Kostenanteil EVG, auf 1000 Lumen normiert.

Vorteile
- Hohe Energieeffizienz (bis über 100 Lumen pro Watt)
- Mit elektronischem Vorschaltgerät sehr lange Lebenserwartungen (über 12 000 Stunden)
- Verschiedene Lichtfarben, viele Bauformen

Nachteile
- Grosser Dschungel von Produkten unterschiedlicher Qualität
- Betrieb mit zusätzlichem Vorschaltgerät nötig
- Muss als Sondermüll entsorgt werden

Leuchtstoffröhren 7

Die Leuchtstoffröhre wurde bereits 1939 an der Weltausstellung in New York das erste Mal vorgestellt. Neben der guten Lichtausbeute (ca. 5-mal höher als herkömmliche Glühlampen) war aber die Lichtqualität über Jahrzehnte unbefriedigend. Erst die Leistungselektronik und neue Erkenntnisse in der Werkstofftechnik brachte die Qualität der «Neonröhren» der 90er-Jahre auf ein Niveau, das auch höchste Ansprüche an Lichtqualität garantiert.

Bauformen
- Leistungen zwischen 6 und 80 Watt
- Verschiedene Durchmesser: 7 mm, 16 mm, 26 mm, 38 mm
- Rohrlängen von 20 bis 150 cm
- Mit spez. Vorschaltgerät dimmbar bis auf 1% des Lichtstromes
- Lampen in U- und Ringform
- Verschiedene Lichtfarben: 2700, 3000, 4000, 6000 Kelvin

	26 mm De Luxe	Kompakt De Luxe	16 mm De Luxe
Leistung	36 Watt	36 Watt	8 Watt
Lichtstrom	2300 Lumen	1900 Lumen	300 Lumen
Lichtausbeute	64 Lumen pro Watt	53 Lumen pro Watt	38 Lumen pro Watt
Betriebsdauer	12 000 Stunden	12 000 Stunden	12 000 Stunden
Jahreskosten	5 Franken	7 Franken	23 Franken
Effizienzklasse	B	B	B

Bedingungen Jahreskosten: 1000 Betriebsstunden, Stromkosten: 20 Rp./kWh, Anteil Anschaffungspreis, inkl. Kostenanteil EVG, auf 1000 Lumen normiert.

Vorteile
- Beste Farbwiedergabe: Ra über 90%
- Gutes Preisleistungsverhältnis
- Übrige Vorteile wie normale Leuchtstoffröhren

Nachteile
- Kleines Angebot
- Reduktion des Lichtstromes um rund 30%
- Übrige Nachteile wie Leuchtstoffröhren

Leuchtstofflampen De Luxe 8

Die Leuchtstoffröhre basiert auf dem Prinzip der Farbumwandlung des Lichtes an der Oberfläche der Röhre. Dort wird das ursprünglich ultraviolette Licht durch Beschichtung des Glaskörpers in sichtbares Licht transformiert. Durch die grosse Entwicklung in der Werkstofftechnik sind heute Beschichtungen möglich, die dem Fluoreszenzlicht praktisch ein vollständiges Farbspektrum und damit höchste Farbwiedergabe bringen. In den Katalogen findet man die De Luxe Lampen unter der Rubrik «900-Serie».

Bauformen
- Leuchtstoffröhren mit 26 mm Durchmesser: 18, 36, 58 Watt
- Leuchtstoffröhren mit 16 mm Durchmesser: 6, 8, 13 Watt
- Kompaktlampen: 18, 24, 36, 40, 55 Watt
- Mit speziellem Vorschaltgerät dimmbar bis auf 1% Lichtstrom
- Verschiedene Lichtfarben: 930, 940, 950 (entsprechen 3000, 4000 und 5000 Kelvin)

	Halogen-Metalldampflampe, steckbar	Halogen-Metalldampflampe, Gewinde E40	Natriumdampflampe Gewinde E40
Leistung	35 Watt	250 Watt	600 Watt
Lichtstrom	3300 Lumen	20 000 Lumen	90 000 Lumen
Lichtausbeute	94 Lumen pro Watt	80 Lumen pro Watt	150 Lumen pro Watt
Betriebsdauer	6000 Stunden	6000 Stunden	ohne Angabe
Jahreskosten	13 Franken	5 Franken	kein Vergleich möglich
Effizienzklasse	A	ohne Kategorie	ohne Kategorie

Bedingungen Jahreskosten: 1000 Betriebsstunden, Stromkosten: 20 Rp./kWh, Anteil Anschaffungspreis, inkl. Kostenanteil Vorschaltgerät: normiert auf 1000 Lumen.

Vorteile
- Hohe Energieeffizienz (bis 90 Lumen pro Watt)
- Sehr gute Farbwiedergabe
- Punktförmiges Licht, ähnlich den Halogenglühlampen

Nachteile
- Für einige Anwendungen zu hohe minimale Lichtleistung (ab 3300 Lumen)
- Teure Anschaffungskosten
- Nicht dimmbar

Halogen-Metalldampflampen 9

Neben den Leuchtstofflampen, die den grössten Teil des Marktes im industriellen Sektor ausmachen, bieten für bestimmte Anwendungen Entladungslampen eine energieeffiziente Alternative. Insbesondere als Aktzentbeleuchtung im Verkaufsbereich wird die weniger heiss strahlende Halogenmetalldampflampe vielerorts statt der Halogenglühlampen eingesetzt.

Bauformen
- Leistungen ab 35 Watt (entspricht Halogenglühlampe 150 Watt)
- Maximale Leistungen bis 320 000 Lumen oder 3,5 kW (Stadionbeleuchtung)
- Verschiedene Sockel, 1-seitig und 2-seitig, Edison-Gewinde (E27 und E40)
- Betrieb nur mit speziellen Zündgeräten
- Weitere Produkte mit ähnlicher Technik: Natriumdampflampen (oranges Licht), Quecksilberdampflampen.

Anbauleuchte «Opale Wanne» 10

Wannenleuchten sind die Urgesteine der FL-Beleuchtung. Sie wurden in fast allen Anwendungsbereichen der 50er-, 60er- und 70er-Jahren eingesetzt. Heute finden sie in Form von leuchtenden Wänden ein architektonisches Revival.

Bauformen
- Decken- oder Wandmontage
- Längliche, quadratische und runde Formen
- 1 bis 4 Röhren pro Leuchte oder kompakte Leuchtstofflampen
- Materialien mit verschiedenen Lichtdurchlässigkeiten
- Abdeckungen mit prismatischer Struktur haben eine höhere Effizienz

Erfüllt weder den Grenzwert von SIA 380/4 noch die Anforderung von Minergie.

Raumindex	k = 1,5		k = 3,0	
Reflexionsgrade	hell	dunkel	hell	dunkel
Beleuchtungswirkungsgrad	38%	28%	49%	37%
Spezifische Leistung (500 Lux)	21 W/m²	28 W/m²	16 W/m²	22 W/m²
Grenzwert SIA 380/4	15 W/m²		12,5 W/m²	
Zielwert SIA 380/4	11 W/m²		9 W/m²	
Minergie, je nach Art der Regelung	9 bis 13,5 W/m²		7,5 bis 11,5 W/m²	

Berechnung mit dem üblichen Planungsfaktor von 1,25

Vorteile
- Gute Blendbegrenzung
- Gute Raumausleuchtung
- Einfache Bauweise

Nachteile
- Sehr schlechte Lichtausbeute (z. T. unter 50%)
- Dominante Erscheinung und monotoner Raumeindruck
- Wannen als Fliegen- und Schmutzfänger

Pendelleuchte direkt/indirekt 11

Pendelleuchten finden eine grosse Verbreitung im Bürobereich und können quasi als Weiterentwicklung der herkömmlichen an oder in der Decke montierten Rasterleuchten betrachtet werden.

Bauformen
- Aufhängung mit Seilen oder Stangen (Abpendelung typisch 50 cm)
- Länglich (60 cm bis 150 cm) oder Schienensystem
- 1 bis 3 Röhren pro Leuchte
- Reflektor verspiegelt, Aluminium mattiert oder weiss
- Diverse Rasterabdeckungen (Lamellen verspiegelt, Aluminium mattiert oder weiss)

Dieser Leuchtentyp erfüllt – bei optimaler Planung – die Anforderung von Minergie.

Raumindex	k = 1,5		k = 3,0	
Reflexionsgrade	hell	dunkel	hell	dunkel
Beleuchtungswirkungsgrad	67%	46%	77%	52%
Spezifische Leistung (500 Lux)	11,0 W/m²	16 W/m²	9,5 W/m²	14,5 W/m²
Grenzwert SIA 380/4	15 W/m²		12,5 W/m²	
Zielwert SIA 380/4	11 W/m²		9 W/m²	
Minergie, je nach Art der Regelung	9 bis 13,5 W/m²		7,5 bis 11,5 W/m²	

Berechnung mit dem üblichen Planungsfaktor von 1,25

Vorteile
- Hoher Leuchtenwirkungsgrad (bis 90%)
- Gute Raumausleuchtung (kein Höhleneffekt)
- Breites Sortiment

Nachteile
- Raumfüller (schwebende Leuchtenebene)
- Aufwändige Installation und Verdrahtung
- Staubbefall von oben (Effizienzverminderung)

Anbauleuchte «Mildes Licht» 12

Mildes Licht steht für eine moderne Art von Leuchten. Sie sind meist an der Decke montiert und lenken das Licht durch speziell geformte grossflächige Reflektoren in die ganze Breite des Raumes. Sie bilden die lichttechnische Weiterentwicklung der opalen Wannen.

Bauformen
- Einbau-, Aufbau und Pendelleuchten
- Längliche oder quadratische Bauformen
- Meist 1 bis 2 Röhren pro Leuchte
- Reflektoren Aluminium mattiert oder weiss
- Abdeckung der Lampen mit Lamellen oder Lochblechen

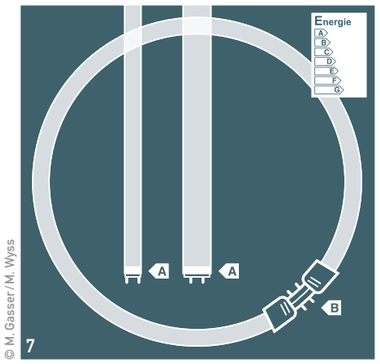
Dieser Leuchtentyp erfüllt – bei optimaler Planung – die Anforderung von Minergie.

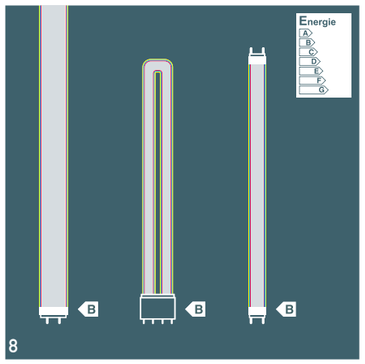
Raumindex	k = 1,5		k = 3,0	
Reflexionsgrade	hell	dunkel	hell	dunkel
Beleuchtungswirkungsgrad	50%	38%	60%	47%
Spezifische Leistung (500 Lux)	13,5 W/m²	18 W/m²	11 W/m²	14,5 W/m²
Grenzwert SIA 380/4	15 W/m²		12,5 W/m²	
Zielwert SIA 380/4	11 W/m²		9 W/m²	
Minergie, je nach Art der Regelung	9 bis 13,5 W/m²		7,5 bis 11,5 W/m²	

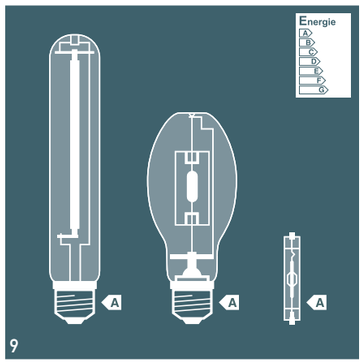
Berechnung mit dem üblichen Planungsfaktor von 1,25

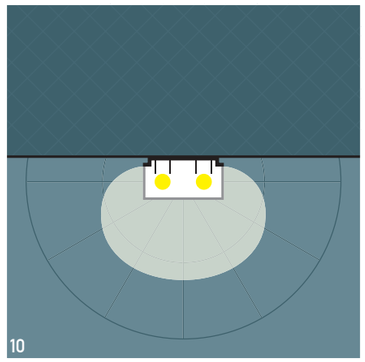
Vorteile
- Gute Blendungseigenschaften
- Gute Raumausleuchtung (kein Höhleneffekt)
- Je nach Typ recht gute Lichtausbeute

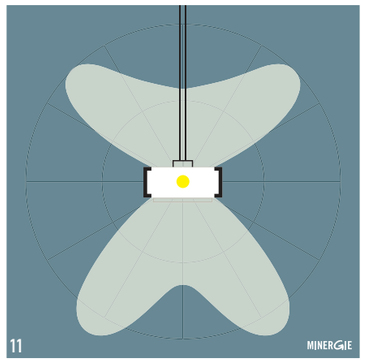
Nachteile
- Spezielle Formgebung führt z. T. zu dominanter Erscheinung
- Anspruchsvolle Leuchtenkonstruktion, wenig geeignet für Spezialanfertigungen
- Je nach Typ weniger gute Lichtausbeute

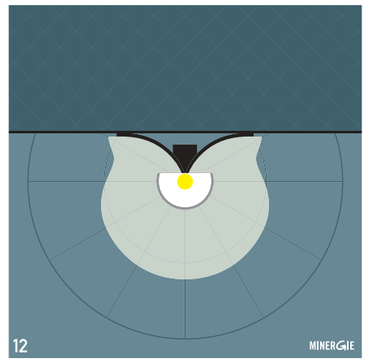












© M. Gasser / M. Wyss

Raumindex	k = 1,5		k = 3,0	
Reflexionsgrade	hell	dunkel	hell	dunkel
Beleuchtungswirkungsgrad	72 %	65 %	79 %	72 %
Spezifische Leistung (500 Lux)	11,0 W/m²	12 W/m²	10 W/m²	11 W/m²
Grenzwert SIA 380/4	15 W/m²		12,5 W/m²	
Zielwert SIA 380/4	11 W/m²		9 W/m²	
Minergie, je nach Art der Regelung	9 bis 13,5 W/m²		7,5 bis 11,5 W/m²	

Berechnung mit dem üblichen Planungsfaktor von 1,25

Vorteile
- Sehr hoher Raumwirkungsgrad (90 bis 100 %)
- Gute Blendschutzmöglichkeiten durch Rasterabdeckung
- Gute Effizienz auch in dunklen Räumen

Nachteile
- Auf den Arbeitsbereich gerichtetes Licht, dunkle Decke (Höhlenwirkung)
- Die Leuchten werden kaum wahrgenommen (das Abschalten wird deshalb oft vergessen).
- Blendgefahr bei einfacher oder fehlender Rasterabdeckung

Einbauleuchte «Spiegelraster» 13

Spiegelrasterleuchten sind dank ihrer Scheinwerferwirkung sehr effizient und sozusagen die Antwort auf die ineffizienten opalen Wannen der 60er-Jahre.

Bauformen
- Anbau- oder Einbauleuchten
- Länglich oder quadratisch (60 cm bis 150 cm)
- 1 bis 3 Röhren pro Leuchte
- Reflektor verspiegelt, Aluminium mattiert oder weiss
- Diverse Rasterabdeckungen (Lamellen verspiegelt, Aluminium mattiert oder weiss)

Dieser Leuchtentyp erfüllt – bei optimaler Planung – die Anforderung von Minergie.

Raumindex	k = 1,5		k = 3,0	
Reflexionsgrade	hell	dunkel	hell	dunkel
Beleuchtungswirkungsgrad	26 %	22 %	31 %	27 %
Spezifische Leistung (500 Lux)	26 W/m²	30 W/m²	22 W/m²	25 W/m²
Grenzwert SIA 380/4	15 W/m²		12,5 W/m²	
Zielwert SIA 380/4	11 W/m²		9 W/m²	
Minergie, je nach Art der Regelung	9 bis 13,5 W/m²		7,5 bis 11,5 W/m²	

Berechnung mit dem üblichen Planungsfaktor von 1,25

Vorteile
- Leuchtende Rechtecke als Mittel der Gestaltung
- Guter Blendschutz

Nachteile
- Sehr schlechte Lichtausbeute
- Dunkle Decke (Höhlenwirkung)
- Grosse Hitzeentwicklung durch die hohe – notwendige – installierte Leistung
- Teuer in Installation und Unterhalt (hohe Stückzahlen von Lampen)

Einbauleuchte «Opale Abdeckung» 14

Bei der eingebauten Variante der opalen Wanne handelt es sich um eine Einrichtung zur Lichtvernichtung. Bis zu 80% des von der eingesetzten Lampe ausgestrahlten Lichtes bleibt ungenutzt.

Bauformen
- Decken- oder Wandmontage
- Längliche, quadratische und runde Formen
- 1 bis 4 Röhren pro Leuchte oder kompakte Leuchtstofflampen
- Materialien mit verschiedenen Lichtdurchlässigkeiten
- Abdeckungen mit prismatischer Struktur haben eine höhere Effizienz

Erfüllt weder den Grenzwert von SIA 380/4 noch die Anforderung von Minergie.

Raumindex	k = 1,5		k = 3,0	
Reflexionsgrade	hell	dunkel	hell	dunkel
Beleuchtungswirkungsgrad	70%	64%	75%	69%
Spezifische Leistung (100 Lux)	3,6 W/m²	3,9 W/m²	3,3 W/m²	3,6 W/m²
Grenzwert SIA 380/4	4,5 W/m²		4,0 W/m²	
Zielwert SIA 380/4	3,5 W/m²		3,0 W/m²	
Minergie, je nach Art der Regelung	3 bis 4 W/m²		2,5 bis 3,5 W/m²	

Berechnung mit dem üblichen Planungsfaktor von 1,25

Vorteile
- Sehr hoher Raumwirkungsgrad (90% bis 100%)
- Gute Effizienz auch in dunklen Räumen
- Grosses Sortiment

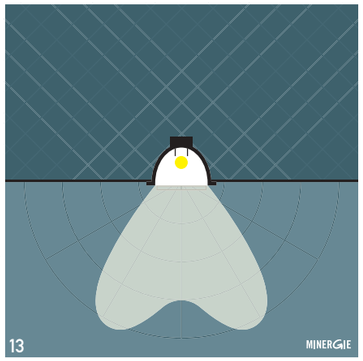
Nachteile
- Auf den Boden gerichtetes Licht, dunkle Decke (Höhlenwirkung)
- Die Leuchten werden kaum wahrgenommen (dadurch wird das Abschalten oft vergessen).
- Blendgefahr bei breitstrahlende Downlight ohne Blendschutz

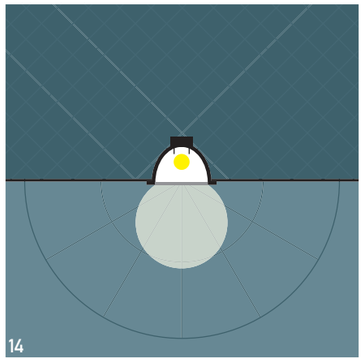
Downlight offen 15

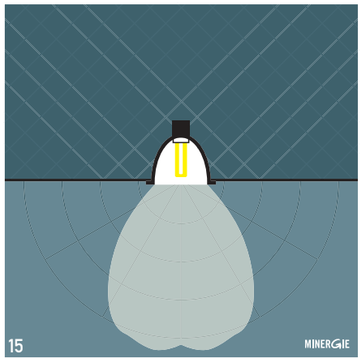
Die Downlights sind das Pendant zu den Spiegelrasterleuchten für Verkehrsbereiche. Dank des stark gerichteten Lichtes ist ihre Energieeffizienz kaum von der Helligkeit des Raumes abhängig.

Bauformen
- Anbau- und Einbauleuchten
- Verschiedene Lampentypen: Kompaktleuchtstofflampen, Entladungslampen, Glühlampen, Halogenglühlampen
- Abstrahlwinkel von 10 Grad bis 90 Grad, Lichtströme von 500 Lumen bis 15 000 Lumen
- Auch mit Abdeckungen zur Blendbegrenzung erhältlich

Dieser Leuchtentyp erfüllt – bei optimaler Planung – die Anforderung von Minergie.







© M. Gasser / M. Wyss

Stehleuchte indirekt 16

Stehleuchten sind in der Schweiz – im Gegensatz zum benachbarten Ausland – sehr beliebt. Ihre Stärke liegt vor allem in der sehr flexiblen Handhabung in Bezug auf die Raumeinrichtung.

Bauformen
- Standardtypen mit 4-mal 55 Watt Kompaktleuchtstofflampen, Varianten 4-mal 36 Watt
- Erhältlich mit integrierter Lichtregulierung (Präsenz und Tageslicht)
- In der Schweiz grosses Sortiment

Erfüllt die Anforderungen von Minergie nicht; Grenzwert SIA 380/4 bei optimaler Planung.

Raumindex	k = 1,5		k = 3,0	
Reflexionsgrade	hell	dunkel	hell	dunkel
Beleuchtungswirkungsgrad	37 %	14 %	45 %	18 %
Spezifische Leistung (500 Lux)	15 W/m²	44 W/m²	12,5 W/m²	35 W/m²
Grenzwert SIA 380/4	15 W/m²		12,5 W/m²	
Zielwert SIA 380/4	11 W/m²		9 W/m²	
Minergie, je nach Art der Regelung	9 bis 13,5 W/m²		7,5 bis 11,5 W/m²	

Berechnung mit dem üblichen Planungsfaktor von 1,25

Vorteile
- Flexible Einsatzmöglichkeiten im modernen Büro
- Guter Blendschutz aufgrund des wegfallenden Direktlichtes
- Keine festen Installationen

Nachteile
- Gosse Leuchtdichteunterschiede an der Decke (Lichtflecken)
- Die Leuchte als zusätzliches Möbelstück im Raum, Kabel am Boden
- Geringe Energieeffizienz

Stehleuchte direkt/indirekt 17

Herkömmliche Stehleuchten strahlen ihr Licht zum grössten Teil zur Decke ab (überwiegend indirektes Licht). Bei der direkt-indirekten Variante der Stehleuchte ist die Energieeffizienz deutlich besser, die konstruktiven Anforderungen in bezug auf den Blendschutz sind aber anspruchsvoller.

Bauformen
- Meist mit Kompaktlampen 2-mal 55 Watt
- Abdeckung des Direktlichtes mit Lochblech oder Lamellen
- Erhältlich mit integrierter Lichtregulierung (Präsenz und Tageslicht)

Dieser Leuchtentyp erfüllt – bei optimaler Planung – die Anforderung von Minergie.

Raumindex	k = 1,5		k = 3,0	
Reflexionsgrade	hell	dunkel	hell	dunkel
Beleuchtungswirkungsgrad	54%	35%	60%	36%
Spezifische Leistung (500 Lux)	11,5 W/m²	18 W/m²	10,5 W/m²	17 W/m²
Grenzwert SIA 380/4	15 W/m²		12,5 W/m²	
Zielwert SIA 380/4	11 W/m²		9 W/m²	
Minergie, je nach Art der Regelung	9 bis 13,5 W/m²		7,5 bis 11,5 W/m²	

Berechnung mit dem üblichen Planungsfaktor von 1,25

Vorteile
- Flexible Einsatzmöglichkeiten im modernen Büro
- Tiefe spezifische Leistung dank arbeitsplatzorientierter Positionierung und Direktlicht
- Keine festen Installationen

Nachteile
- Zurzeit wenig Auswahl
- Die Leuchte als zusätzliches Möbelstück im Raum, Kabel am Boden
- Blendgefahr bei einfacher Rasterabdeckung

Wandleuchte indirekt 18

Die Wandleuchte ist die indirekte Alternative zu den Downlights in Verkehrszonen. Wegen des indirekten Lichtes ist das Blendproblem gelöst, dafür muss je nach Helligkeit der Wand bis zum 5-fachen an elektrischer Leistung installiert werden.

Bauformen
- Verschiedene Lampentypen: Kompaktleuchtstofflampen, Entladungslampen, Halogenglühlampen
- Indirekt oder direkt/indirekt strahlende Typen

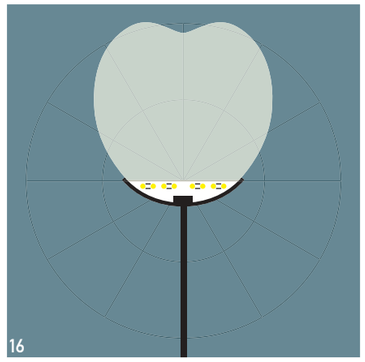
Erfüllt die Anforderung von Minergie nicht.
Grenzwert SIA 380/4 bei optimaler Planung.

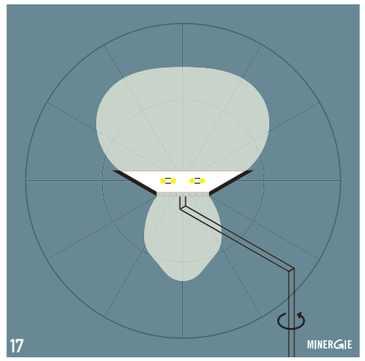
Raumindex	k = 1,5	
Reflexionsgrade	hell	dunkel
Beleuchtungswirkungsgrad	38 %	15 %
Spezifische Leistung (500 Lux)	4,5 W/m²	16 W/m²
Grenzwert SIA 380/4	4,5 W/m²	
Zielwert SIA 380/4	3,5 W/m²	
Minergie, je nach Art der Regelung	3 bis 4 W/m²	

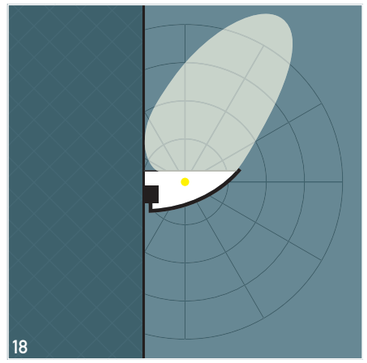
Berechnung mit dem üblichen Planungsfaktor von 1,25

Vorteile
- Keine Blendproblematik
- Gute räumliche Wirkung, auch von hohen Räumen

Nachteile
- Lichtflecken an der Decke (grosse Unterschiede der Leuchtdichte)
- In dunklen Räumen sehr schlechte Energieeffizienz







Nutzungen	System	Einsparpotenzial
Treppenhaus, Lager, WC	Minuterie	ab 20%
Verkaufsfläche	Tages- und Wochenzeitschaltuhr	0 bis 10%
Schulzimmer	«General-Aus» nach jeder Schulstunde, manuelle Einschaltung	ca. 20%
Gruppenbüros	«General-Aus» zu bestimmten Tageszeiten: z.B. 10 Uhr, 12 Uhr, 15 Uhr, 17 Uhr, 20 Uhr, manuelle Einschaltung	ca. 20%

Vorteile
- Meist zuverlässige Funktionsweise
- Günstig in Anschaffung und Betrieb
- Deutliche Verbesserung der Energieeffizienz in Kombination mit Konstantlichtregelungen durch Eliminierung des Standby-Verbrauches

Nachteile
- Ungenaue Adaptierung an das effektive Benutzerverhalten
- Lichtschock bei Schaltungen (von 0 auf 100% bzw. 100% auf 0)
- Komfortablere Anwendungen mit Benutzereingriff brauchen zusätzliche Steuerleitungen

Schaltuhren und Minuterien 19

Seit Jahrzehnten werden Beleuchtungen in bestimmten Zonen (z. B. Treppenhäusern, Verkaufsflächen) mittels Zeitschaltuhren ein- und ausgeschaltet oder durch Minuterien nach einer definierten Zeit (z. B. 10 Minuten) wieder abgestellt. In einigen Anwendungen resultiert aus dieser konventionellen Lichtsteuerung eine beträchtliche Energieeinsparung.

Bauformen
- Schaltuhren mit und ohne Benutzereingriff
- Wochentags- respektive Jahreszeitenprogramme
- Minuterien mit variablen Ausschaltverzögerungen
- Kombinierte Systeme (Ein-Aus- und Verzögerungsschaltung in einem)
- Integration in Gebäudeleitsystem

Fenster- zu Bodenfläche	Verkehrsflächen		Arbeitsräume	
	nur Bewegung	Bewegung Tageslicht	nur Präsenz	Präsenz und Tageslicht
30%	20% bis 60%	40% bis 80%	20% bis 30%	40% bis 50%
20%	20% bis 60%	30% bis 70%	20% bis 30%	30% bis 40%
10%	20% bis 60%	25% bis 65%	20% bis 30%	25% bis 35%

1. Zahl: Rege Benutzung der Räume durch Personen (Annahme gemäss SIA 380/4)
2. Zahl: Seltene Nutzung der Verkehrsflächen durch Personen und manuelle statt automatische Einschaltung in Arbeitszonen

Vorteile
- Je nach Nutzung sehr hohe Energieeinsparung
- Gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis
- Individuelle, der Nutzung angepasste Lichtregelung (im Gegensatz zu Schaltuhren)

Nachteile
- Lichtschock bei Schaltungen (von 0 auf 100% bzw. 100% auf 0)
- Bei einigen Produkten zu geringe Sensitivität in Räumen mit stiller Arbeit (Einzelbüro, Schulzimmer)
- Akzeptanzprobleme Teilweise

Präsenz- und Bewegungsmelder 20

Präsenzmelder erfassen die Anwesenheit von Personen und lösen Schaltbefehle für die Beleuchtung aus. Mit einer Verzögerung von z. B. 10 Minuten wird die Beleuchtung abgeschaltet, sofern keine Präsenzmeldung vorliegt. Die meisten Geräte funktionieren nach dem Passiv-Infrarot-Prinzip (PIR).

Bauformen
- Präsenzmelder zur Erfassung kleiner Bewegungen oder Bewegungsmelder zur Erfassung in Verkehrszonen
- Dedektierung der Abwärme (PIR) oder der Bewegung mittels Radiowellen (Typ Waldmann)
- PIR in Pyramidenform (Typ HTS), Kugelsegment (Typ Regent und andere), schwenkbare Sensoren
- Decken und Wandsensoren, integriert in Leuchten, montiert an der Aussenfassade
- Regelungen mit/ohne Tageslicht abhängiger Zusatzschaltung

Fenster- zu Bodenfläche	Tageslichtregelung		Tageslicht und Präsenz	
	mit Standby	ohne Standby	mit Standby	ohne Standby
30%	20% bis 35%	40% bis 50%	35% bis 45%	50% bis 60%
20%	10% bis 25%	15% bis 30%	25% bis 35%	35% bis 45%
10%	5% bis 20%	10% bis 25%	20% bis 35%	25% bis 40%

1. Zahl: durchschnittliche Tageslichtverhältnisse: städtisches Umfeld, Annahme SIA 380/4
2. Zahl: optimale Tageslichtverhältnisse: helle Räume, kein Fenstersturz, freie Sicht

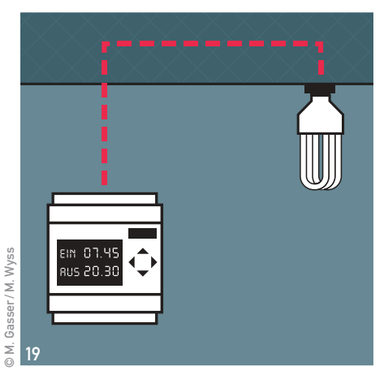
Vorteile
- Je nach Verhältnissen sehr hohe Energieeinsparung
- Kein Lichtschock, kontinuierliche Anpassung des Kunstlichtstromes an die Aussenhelligkeit
- Programmierung von diversen Lichtstimmungen

Nachteile
- Anspruchsvolle Planung und Installation
- Teuer in der Anschaffung
- Standby-Verluste durch dimmbare Vorschaltgeräte und Regelungsgeräte (Abhilfe durch zusätzliche Relaisschaltung)

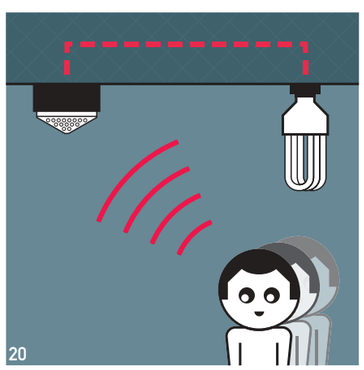
Konstantlichtregelung 21

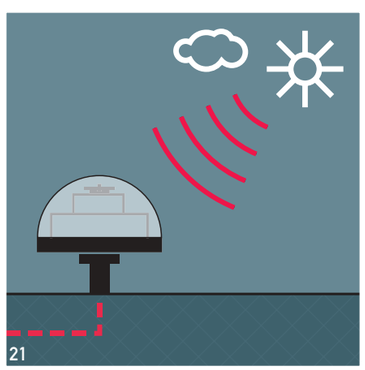
Der Rolls Royce unter den Regelungen ist die Konstantlichtregelung. Dabei wird das künstliche Licht stufenlos dem Tageslicht beigemischt, so dass auf der Arbeitsfläche stets die gleiche Beleuchtungsstärke herrscht. Neben hohen Energieeinsparungen bietet diese Lichtregelung vor allem eine deutliche Komfortsteigerung gegenüber der einfacheren Ein/Aus-Steuerung.

Bauformen
- Sensoren im Innenraum, an der Fassade oder auf dem Dach (Typ Luxmate)
- Einzelraumregelung oder integriert in ein Gebäudeleitsystem
- Kombination mit Präsenzmeldern
- Kombination mit Storensteuerung
- Integration in Leuchten (Steh- oder Deckenleuchten)



19


20


21

© M. Gasser/M. Wyss

Impressum

Herausgeber
Schweizerische Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E.
www.energieeffizienz.ch
AZ Fachverlage AG, www.az-verlag.ch

Redaktion und Rechte
Stefan Gasser (gasser@faktorlicht.ch)
Othmar Humm (humm@faktorlicht.ch)

Autoren
Daniel Cathomen, Matthias Gasser, Stefan Gasser, Othmar Humm, Reto Keller, Margrit de Lainsecq, Thomas Spillmann, Daniel Tschudy, Christian Vogt

Seitenherstellung
Damian Müller

Titelseite
Martina Wyss

Grafiken und Fotos
Amstein + Walthert, Fördergemeinschaft Gutes Licht, Matthias Gasser, Stefan Gasser, Heliobus, Regent Beleuchtungskörper, Reto Schlatter, Vogt & Partner, Waldmann Lichttechnik, Martina Wyss, Zumtobel Staff

Hauptsponsor
EnergieSchweiz, www.energie-schweiz.ch

Partner
Amt für Hochbauten der Stadt Zürich, Artemide Illuminazione, Baltensweiler, Bundesamt für Energie (EnergieSchweiz), HTS, Licht und Raum, Microlight, Migros/Micasa, Ph. Oswald, Relux, Ribag, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA), Verein MINERGIE, Waldmann Lichttechnik, Zumtobel Staff

Verlag, Druck
AZ Fachverlage AG, Neumattstrasse 1, 5001 Aarau, www.az-verlag.ch

Auflage
40 000 Exemplare

Versand
Mitglieder des Schweizerischen Ingenieur und Architekten-Vereins (SIA), Beilage zu den Fachzeitschriften Gebäudetechnik, Elektrotechnik und Hochparterre

Bezug
Geschäftsstelle MINERGIE, Telefon 031 350 40 60, Fax 031 350 40 51, info@minergie.ch, www.minergie.ch

Einzelpreis
10 Franken, grössere Menge auf Anfrage

Copyright
Nutzung von Texten und Abbildungen sowie Teile davon für Nachdruck oder Web-Produkte nur mit schriftlicher Genehmigung der Redaktion.

Adressen
Planer, Berater und Hersteller:
Schweizerische Lichtgesellschaft, www.slg.ch