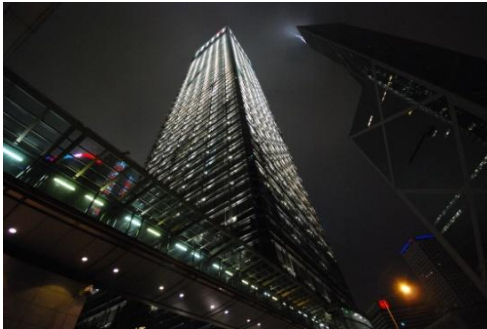


Energieeffizienz mit intelligenter Lichtsteuerung



Franz Reichenbach
Dipl. El. Ing. ETH
M. Züblin AG

**Intelligente Energiesparkonzepte senken die Beleuchtungskosten in Gebäuden um ein Vielfaches.
EVGs im Einsatz mit modernen T5 Lampen senken die Leistungsaufnahme auf 42%.
Mit tageslicht- und präsenzabhängiger Lichtsteuerung erreicht man eine Energieeinsparung von 82%.**

Nur so viel Licht wie nötig

Ein hohes Einsparpotenzial wird durch den Einsatz einer tageslicht- und präsenzabhängigen Beleuchtungsregelung erzielt: Das im Raum vorhandene Tageslicht wird bei Bedarf durch Kunstlicht aus Leuchten mit dimmbaren Elektronischen Vorschaltgeräten (EVG DIM) ergänzt.

In **Präsenzmeldern** integrierte **Lichtsensoren** erfassen dabei das vorhandene Beleuchtungsniveau aus Kunst- und Tageslicht. Die Leuchtengruppen werden in Abhängigkeit der Raumtiefe und des Tageslichtangebotes so angesteuert, dass ein vorgegebenes Beleuchtungsniveau von zum Beispiel 500 Lux eingehalten wird. Der Nutzer hat hierbei jederzeit die Möglichkeit, seine individuell gewünschte Beleuchtungsstärke durch Dimm-Taster selbst zu beeinflussen. Kunst- und Tageslicht ergänzen sich bei dieser Anwendung hervorragend.

Wird zusätzlich ein Präsenzsensoren verwendet, wird die Beleuchtung automatisch nur dann eingeschaltet, wenn sich Personen im Raum befinden. Dadurch erhöht sich das Einsparpotenzial nochmals deutlich (siehe Bild 1).

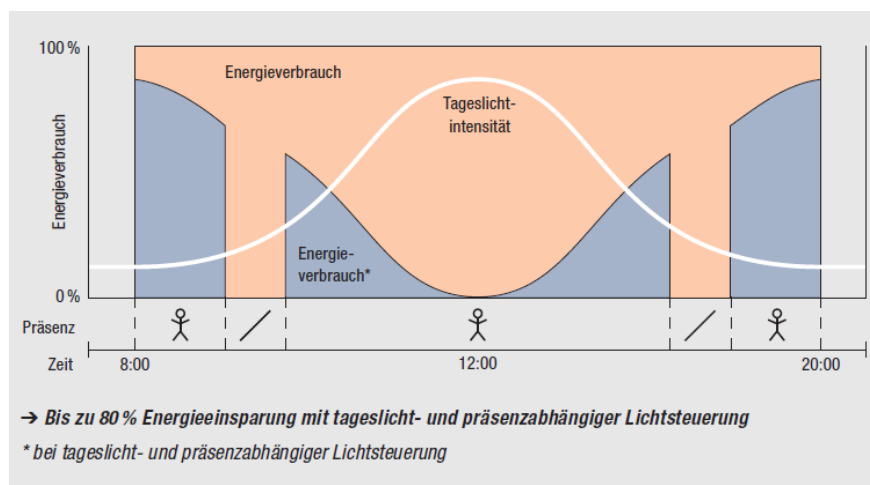


Bild 1: Energieeinsparung und erhöhter Lichtkomfort durch integrierte Anwesenheitserkennung mit tageslicht-/zeitabhängiger Regelung

Komponenten für tageslicht- und präsenzabhängiger Lichtsteuerung

Leuchtstofflampen T5

Funktionsprinzip

Leuchtstofflampen sind sogenannte Gasentladungslampen. Die Glasröhre ist mit einem Edelgas z.B. Argon oder Krypton und einer geringen Menge Quecksilber gefüllt. Die Glaswand ist mit einem Leuchtstoff beschichtet. An beiden Enden des Rohres befinden sich Elektroden aus Wolfram. Werden diese unter Spannung gesetzt, sendet der Quecksilberdampf durch die Entladung UV-Strahlen aus. Beim Auftreffen von UV-Strahlung emittiert der Leuchtstoff sichtbares Licht. Durch geeignete Leuchtstoffmischung kann die Farbe variiert und damit für verschiedene Applikationen konzipiert werden.

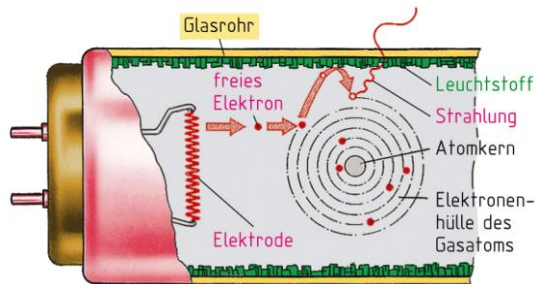


Bild 2: Strahlungserzeugung bei der Gasentladung in einer Leuchtstofflampe

Die heutzutage modernsten und sparsamsten Leuchtstoffröhren sind die **Lumilux T5 High Efficiency** von **OSRAM** mit einem Rohrdurchmesser von 16mm. Diese Lampen besitzen eine hohe **Lichtausbeute** von bis zu **104 lm/W** (Lumen/Watt bei 35°C). Sie sind auf den EVG-Betrieb ausgelegt und um 20% wirtschaftlicher als die älteren **T8**-Röhren mit 26mm Rohrdurchmesser.

Vorteile der T5- gegen T8-Technologie:

- Höhere Lebensdauer: liegt bei 16.000 – 30.000 Stunden statt 6.000 – 8.000 h bei den T8-Röhren.
- Die Lichtausbeute bei der T5-Röhre nach 24.000 h Betrieb beträgt noch 95%. Bei der T8-Röhre fällt diese nach bereits 4.000 h auf 80% herab.
- Daher kann man T5-Röhren bis zu 6 Jahre betreiben statt ein Jahr bei T8.
- Höhere Betriebstemperatur: T5-Röhren arbeiten bei 35°C optimal. T8-Röhren sind für 25°C optimiert und liefern bei höheren Temperaturen nur etwa 80% ihrer Helligkeit.

Elektronisches Vorschaltgerät EVG

Elektronische Vorschaltgeräte EVGs betreiben die Gasentladungslampe mit einer höheren Frequenz (typisch 45 KHz). Sie sind kleiner und leichter, haben geringere Verluste als konventionelle Vorschaltgeräte (KVG) und die Lampe erreicht an ihnen einen höheren Wirkungsgrad. Bild 3 zeigt das Gehäuse und die Elektronik eines modernen EVGs für T5-Röhren.

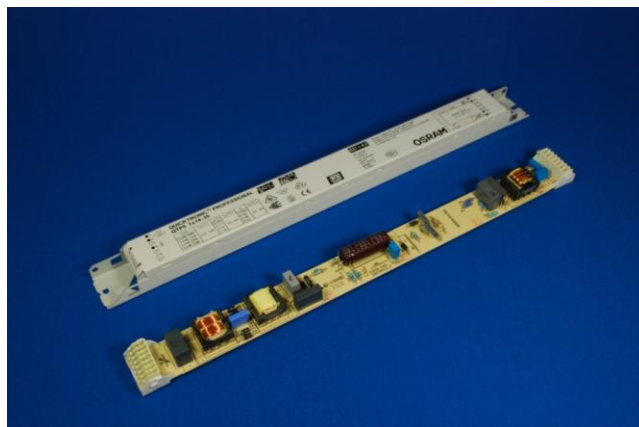


Bild 3: EVG Quicktronic Professional von OSRAM für T5 Röhren

Dieses EVG besitzt einen speziellen komplexen μ Controller-Baustein welcher zahlreiche Funktionen wie PFC (Leistungsfaktor-Korrektur), Kurzstart, *End-of-life* Anzeige und den *Restart* nach Auswechseln des Leuchtmittels automatisch ausführt.

Das EVG besitzt folgende technische Daten:

- Anschliessbare High Efficiency Lampen **T5**: HE 14, 21, 28, 35W
- Leistungsfaktor $\lambda = 0.93 \dots 0.97$
- Betriebsspannungsbereich AC/DC 198V ... 264V
- Stromaufnahme $I_N = 80\text{mA} \dots 180\text{mA}$

Vorteile von Elektronischen Vorschaltgeräten:

- Leichtere und kleinere Bauart.
- Höherer Wirkungsgrad
- Geringerer Stromverbrauch
- Bessere Lichtqualität durch Flackerfreiheit.
- Automatische Leistungsfaktor-Korrektur (PFC) erübrigt aufwendige Blindstromkompensation mit Kondensatoren.

Dimmbare EVGs

In der modernen **Lichtsteuerungstechnik** spielen **dimmbare elektronische Vorschaltgeräte** eine immer wichtigere Rolle. Bis zu 70% Energie können gegenüber konventionellen Lösungen eingespart werden.

Auf dem Markt gibt es zwei Typen von dimmbaren EVGs: Die **1...10 V Technik** und **DALI**.

Mit beiden Systemen lassen sich energieeffiziente Lichtsteuerungen aufbauen:

1...10 V Technik

Die bisherige weit verbreitete analoge Technik 1...10 V zeichnet sich aus durch einfache Handhabung und preisgünstige Realisierung von effizienten und komfortablen dimmbaren Beleuchtungsanlagen.

Eigenschaften der 1...10 V Schnittstelle:

- Die Ansteuerung erfolgt über ein Gleichspannungssignal von 10 V (maximale Helligkeit; Steuerleitung offen) bis 1 V (minimale Helligkeit; Steuerleitung kurzgeschlossen).
- Über diesen potenzialfreien Eingang können die dimmbaren EVGs einzeln oder in Gruppen angesteuert werden.
- EVGs an verschiedenen Phasen können so über dasselbe Steuergerät gedimmt werden.
- Alle Steuerleitungen einer EVG-Installation müssen mit richtiger Polarität (+/-) angeschlossen werden.
- Jedes dimmbare EVG lässt sich als normales nicht dimmbares EVG verwenden, wenn kein Steuergerät an die Signalleitung angeschlossen wird.
- Einfache Dimmschaltungen kann man mit einem an die Steuerleitung angeschlossen logarithmischen Potenziometer realisieren. Der notwendige Steuerstrom wird dabei vom EVG selbst erzeugt.
- Über die 1...10 V Schnittstelle werden die dimmbaren EVGs nur gedimmt; geschaltet wird immer über die Netzleitung.
- Es sind keine speziellen Kenntnisse für die Inbetriebnahme eines Systems notwendig.

Bild 4 zeigt den Zusammenhang zwischen Steuerspannung U in V und relativem Lichtstrom Φ in %. Im Bereich 3 V bis 10 V Steuerspannung besteht ein weitgehend linearer Zusammenhang zum relativen Lichtstrom.

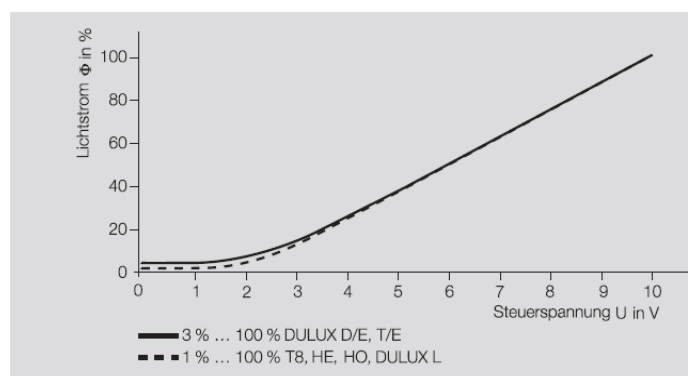


Bild 4: 1...10 V Kennlinie: Lichtstrom Φ in Funktion der Steuerspannung U

DALI (Digital Addressable Lighting)

Die moderne Beleuchtungstechnik benötigt ein flexibles wie auch einfaches System, das sich mit wenigen, kostengünstigen Komponenten, geringem Verdrahtungsaufwand und anwenderfreundlichem Bedienkonzept auf die raumbezogene Lichtsteuerung konzentriert.

Dazu ist von der lichttechnischen Industrie ein neuer digitaler Kommunikationsstandard für Lichtsysteme entwickelt worden:

DALI Digital Addressable Lighting Interface. DALI ist im Jahre 2004 als digitale Schnittstelle für Lichtsteuerungen am Markt eingeführt worden. DALI schliesst die Lücke zwischen der bisherigen 1...10 V Technik und komplexen Bussystemen wie KNX /EIB und LON.

DALI ermöglicht sowohl eine sehr einfache lokale Lösung, kann aber auch als Subsystem in ein Gebäudemanagement eingebunden werden, siehe Bild 5.

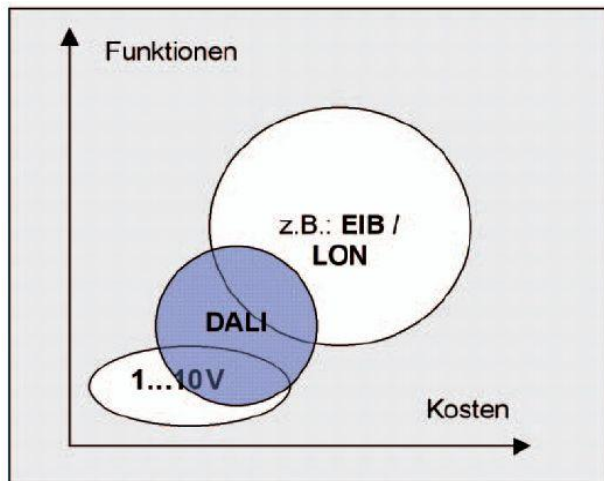


Bild 5: 1...10 V, DALI und KNX/EIB /LON im Überblick

DALI ist eine adressierbare digitale Schnittstelle für Lichtsteuerungen und besitzt folgende Eigenschaften:

- Die Busleitung ist eine polaritätsfreie Zweidrahtleitung. Eine Abschirmung des Kabels ist nicht erforderlich.
- Durch digitale Signale mit hohem Störabstand sind Störungen bei der Datenübertragung weitgehend ausgeschlossen.
- Bis zu 64 DALI Geräte (vornehmlich EVGs) können durch ein Steuergerät, das als Master funktioniert angesteuert werden.
- Durch die DALI-Kommunikation lassen sich alle Geräte gleichzeitig mit demselben Befehl ansteuern (Rundspruchadressierung = Broadcast).
- Bei Broadcast Adressierung verhalten sich alle DALI Geräte so, als würden sie gemeinsam über eine 1...10 V Schnittstelle angesteuert.
- Bis zu 16 Gruppen sind über den DALI Bus adressierbar.
- Adressierung einzelner oder in Gruppen zusammengefasster DALI EVGs.
- Szenenspeicher für bis zu 16 verschiedene Szenen mit individuellen Dimm-Optionen.
- Speichern des letzten verwendeten Dimmwertes als Startwert.
- Dimmkurve ist optisch linear (= logarithmisch) entsprechend der Augenempfindlichkeit.
- Individuelles Ansprechen der einzelnen DALI EVGs über den DALI Bus.
- Integrierter Netzspannungsschalter: Ausschalten des EVG über DALI Schnittstelle erübrigt ein zusätzliches Relais.
- Statusmeldungen von DALI Betriebsgeräten über Lampenfehler, Dimmstellung und Betriebsdauer der Leuchtmittel.
- Zur Realisation von DALI Beleuchtungssystemen sind spezifische Kenntnisse über die Programmierung der DALI DIM EVGs und der zusätzlich verwendeten DALI Geräte notwendig.

Präsenzmelder für dimmbare, tageslicht- und präsenzabhängige Lichtsteuerung

Durch den Einsatz von T5 Leuchtstofflampen, dimmbaren EVGs und tageslichtabhängigen Präsenzmeldern mit Dimm-Funktion kann bis zu 82% Energie eingespart werden.

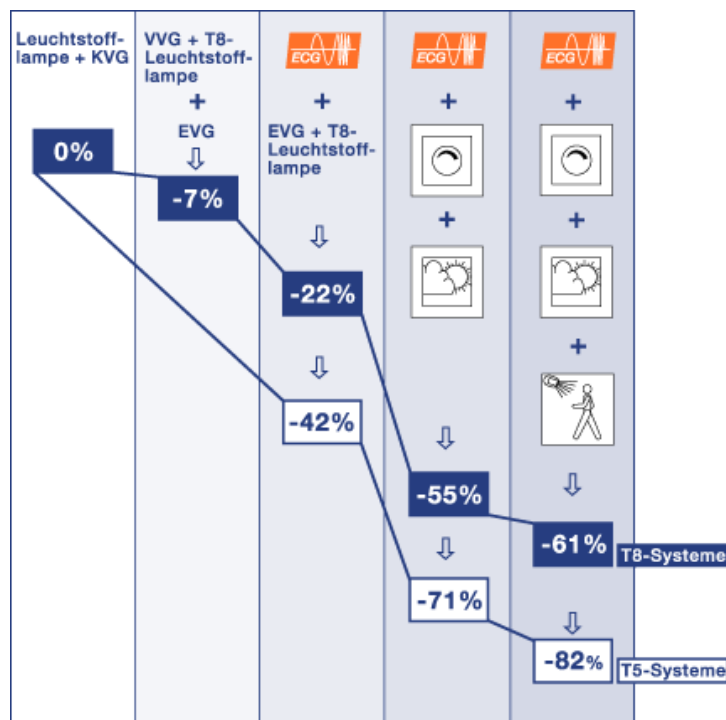


Bild 6: Energieeinsparung mit energieeffizienten Komponenten

Mit dem Präsenzmelder **Swiss Garde 360P Dimm** lassen sich auf einfache Weise energieeffiziente tageslichtabhängige Lichtsteuerungen realisieren. Das System besteht aus 3 Komponenten:

- **Mastergerät** mit 360° Erfassungsbereich für Deckenmontage mit 1...10 V Schnittstelle und Relaisausgang.
- **Slavegerät** zur Erweiterung des Erfassungsbereiches des Mastermelders.
- **Infrarot Handsender** zur Einstellung der Parameter und als Fernbedienung für erhöhten Lichtkomfort.

Das Mastergerät hält die Helligkeit im Raum auf konstantem Niveau. Bis zu 50 dimmbare EVGs können angeschlossen werden. Bei genügender Helligkeit wird das Licht über einen separaten Relaiskontakt ausgeschaltet.

Bis zu 10 Slavegeräte können an einen Master angeschlossen werden.

Ein herausragendes Merkmal dieses Melders ist das wählbare Restlicht (standby Licht) von 10%, 20% oder 30% nachdem das Licht automatisch ausgeschaltet worden ist. Die Dauer des Restlichtes ist ebenfalls über den Handsender einstellbar.



Bild 7: Präsenzmelder Swiss Garde SG360P Dimm, IR-Handsender

KNX Präsenzmelder mit Konstantlichtregelung für Lichtmanagementsysteme

Neben einfachen **autarken Präsenzmelder** mit 1..10 V Schnittstelle oder DALI Interface gibt es auch **vernetzte Systeme** für die automatische Lichtsteuerung bzw. Konstantlichtregelung, bei denen sich einzelne Geräte durch Kommunikation miteinander vernetzen lassen. Bei diesen Systemen liegt die *Intelligenz* entweder in einem zentralen Steuergerät (Master-Slave-Prinzip) oder verteilt in mehreren Geräten (Sensor-Aktor-Netzwerk).

Die **Gebäudesystemtechnik KNX** hat sich bei den vernetzten Systemen heutzutage als **Industrie-Standard** durchgesetzt. Sie verbindet einfache Installation, übersichtliche Systemstruktur, Modularität und Flexibilität vorteilhaft miteinander.

Eine ständig wachsende Produktpalette von für die Anwendungsbereiche Beleuchtung, Beschattung, Heizen, Lüften, Kühlen, Sicherheit und Energiemanagement aller namhaften Fabrikanten hat zum grossen Erfolg der Gebäudesystemtechnik seit der Markteinführung 1991 beigetragen. Ein weiterer Erfolgsfaktor ist die Zertifizierung der KNX Produkte welche sicherstellt, dass Geräte unterschiedlicher Hersteller in einer Anlage mit vorgegebener Aufgabenstellung gemischt eingesetzt werden können. Zur Konfiguration und Inbetriebnahme dient als einziges Software-Werkzeug die ETS (**Engineering Tool Software**).

KNX ist ein **Sensor-Aktor-Netzwerk** indem jedes Busgerät direkt mit jedem anderen (peer to peer) zur Erfüllung einer Automationsaufgabe kommunizieren kann.

KNX-Bus Systeme werden heutzutage mit IP-Routern direkt mit PC Ethernet-Netzwerken verknüpft. Damit sind modernste Lichtmanagementsysteme realisierbar welche sogar via Internet fernüberwacht werden können.

Für die Realisierung einer tageslicht- und präsenzabhängigen Lichtsteuerung werden folgende Funktionen benötigt:

- Präsenzerfassung
- Helligkeitsmessung
- Konstantlichtregelung
- Schnittstelle von KNX zu 1..10 V oder DALI

Mit dem **Swiss Garde 360P KNX/KLR** Präsenzmelder für Decken-Montage lässt sich eine solche Konstantlichtregelung leicht realisieren. Es wird lediglich ein zusätzlicher ein KNX /1..10 V- oder KNX/DALI-Aktor benötigt.



Bild 8: SG360P KNX/KLR Präsenzmelder für Konstantlichtregelung



Bild 9: Seitenansicht SG360P KNX/KLR Präsenzmelder mit KNX-Busklemme

Technische Daten SG360 Präsenz KNX/KLR

PIR-Sensoren:	4 Pyro-Detektoren einzeln oder in Gruppen aktivierbar
Erfassungsbereich:	360° Deckenmontage. Reichweite: 6m Ø maximal Präsenz; 16m Ø maximal gehend
Lichtsteuerkanal:	Ein/Aus, Dimmwert in % oder 8 dimmbare Szenen
HLK Steuerkanal:	Für Heizung Lüftung Klima, Alarm- oder Beschattungssysteme
Schwellwertschalter:	Schwellwertschalter für Ein- bzw. Aus-Telegramm; gemessener Helligkeitswert in Lux
Sperrobject:	Für die Aktivierung des Melders über den Bus mit 1 Bit
Kalibrierung Helligkeitswert:	Kalibrierung des Melders in Lux mit einem Referenzpunkt
Leistungsaufnahme:	0,5 W
Empfindlichkeit:	Einstellbar über ETS in 10 Stufen
Schaltkriterien:	Bewegung und Helligkeit
Montagehöhe:	2 bis 5m
Dimensionen Melder:	86x86x35mm