

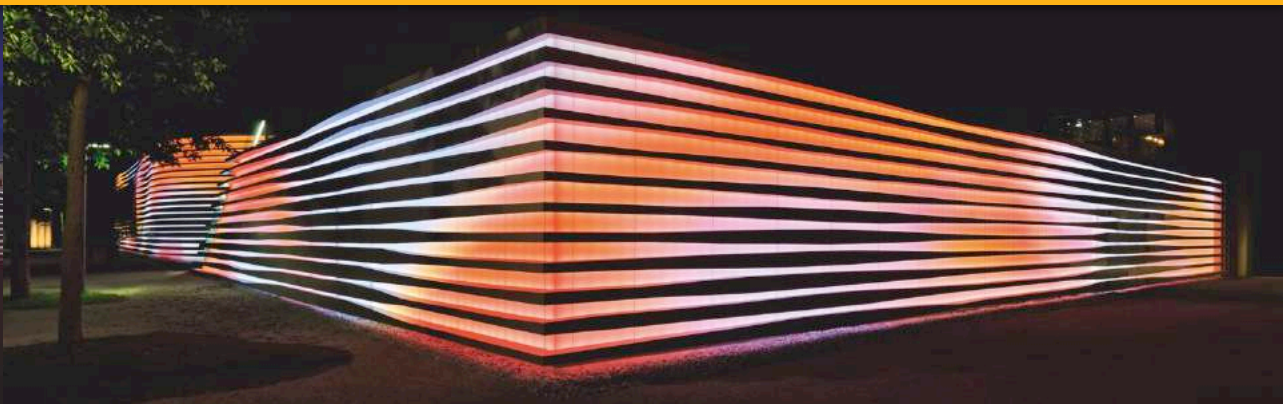
licht.de

A decorative graphic consisting of several overlapping horizontal bars. From top to bottom, there is a yellow bar, a white bar, a light blue bar, and a darker blue bar. The bars are offset to the right, creating a layered, stepped effect.

# Lichtmanagement



Das richtige Licht am richtigen Ort – zur richtigen Zeit, in der richtigen Intensität



Alle Bilder © licht.de

# Lichtmanagementsysteme

- ... **reduzieren Energiekosten** (Steuerung nach Bedarf, Anwesenheit, Tageszeit)
- ... **geben Sicherheit** (zentrale Steuerung und Fehlerrückmeldung)
- ... **schaffen Ambiente** (flexibel wählbare Lichtszenen)
- ... **unterstützen den Menschen** (Human Centric Lighting)
- ... **bieten Flexibilität und einfache Steuerung**, u. a. per Smartphone, PC



# Vorteile auf einen Blick

## Ergonomisch

- Sicherheit erhöhen
- Orientierung bieten
- Nutzung erleichtern
- Wohlbefinden steigern
- Komfort verbessern

## Psychologisch

- Aufmerksamkeit wecken
- Motivation stärken
- Stimmungen erzeugen
- Markenidentität schaffen

## Ökonomisch

- Energie sparen
- Kosten reduzieren
- Wartung minimieren
- Flexibilität erhöhen
- Umsatz steigern
- Gebäudewert stärken



# Nutzen für den Menschen



Lichtmanagement ist Voraussetzung für eine **biologisch wirksame Beleuchtung**

Eine Beleuchtung, die sich am Tageslicht orientiert,

- unterstützt den Schlaf-Wach-Rhythmus,
- trägt zu mehr Vitalität bei,
- fördert Wohlbefinden und Gesundheit,
- sorgt für mehr Leistungskraft.



**Biologisch wirksame Beleuchtung** mit wechselnden Helligkeiten und Lichtfarben:

aktivierend	mind. 5.300 K
entspannend	< 3.000 K

# Schlüsseltechnologie für effiziente Lösungen

- Tageslichtabhängige Steuerung spart bis zu **35 % Energie**
- Kombination mit Zeit- und Anwesenheitsdetektion spart bis zu
- Hohes Sparpotenzial bieten Verkehrsflächen und Bereiche mit viel Tageslicht.

**55 %**

**EnEV 2014**

= Mindestanforderungen an Beleuchtung

**Lichtmanagement ist Referenztechnologie!**

# Rechtliche Bestimmungen

## ErP-Richtlinie 2009/125

Ausführungsbestimmungen definieren europaweit Mindestanforderungen.

## Energieverbrauchskennzeichnung

Die EU-Verordnung 874/2012 regelt europaweit die Kennzeichnung nicht nur der Beleuchtung.

## EPBD

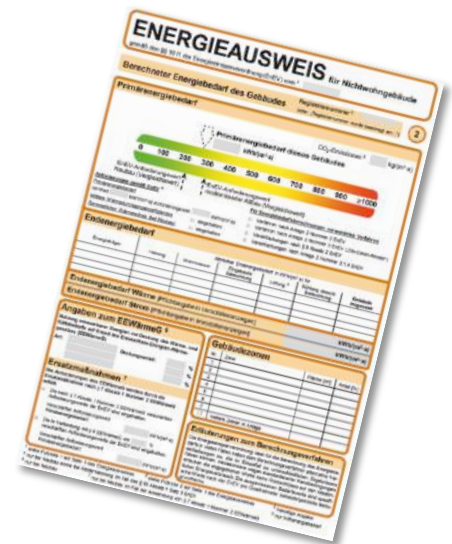
Europäische Gebäudeeffizienzrichtlinie

## Energiesparverordnung

EnEV 2014 regelt bundesweite Mindestanforderungen an Gebäudeenergieeffizienz.

## Bundes-Energieeffizienzgesetz (EEffG)

setzt das Ziel, bis zum Jahr 2020 die Energieeffizienz um 20 % zu verbessern.



# Lichtmanagement planen

## Planungsfaktoren

- Architektur & Technik
- Individuelle Bedürfnisse der Nutzer
- Leistungsanforderungen
- Systemgröße
- Funktionsumfang
- Gesetzliche Vorschriften

## Fachgerechte ...

- Auswahl der Komponenten
- Installation
- Programmierung

**Tipp:** Ideal ist die Möglichkeit zur späteren Erweiterung, Um- oder Neuprogrammierung

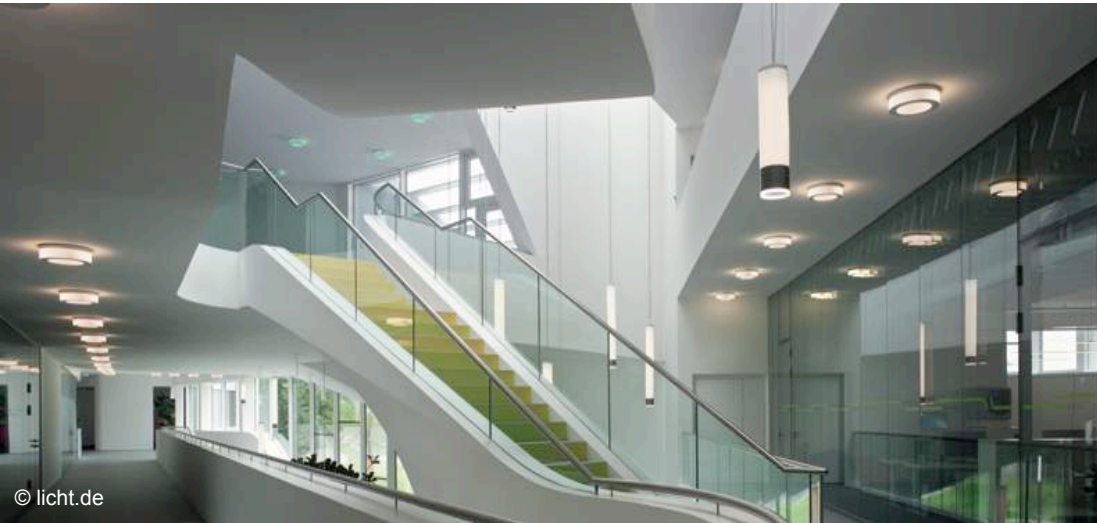




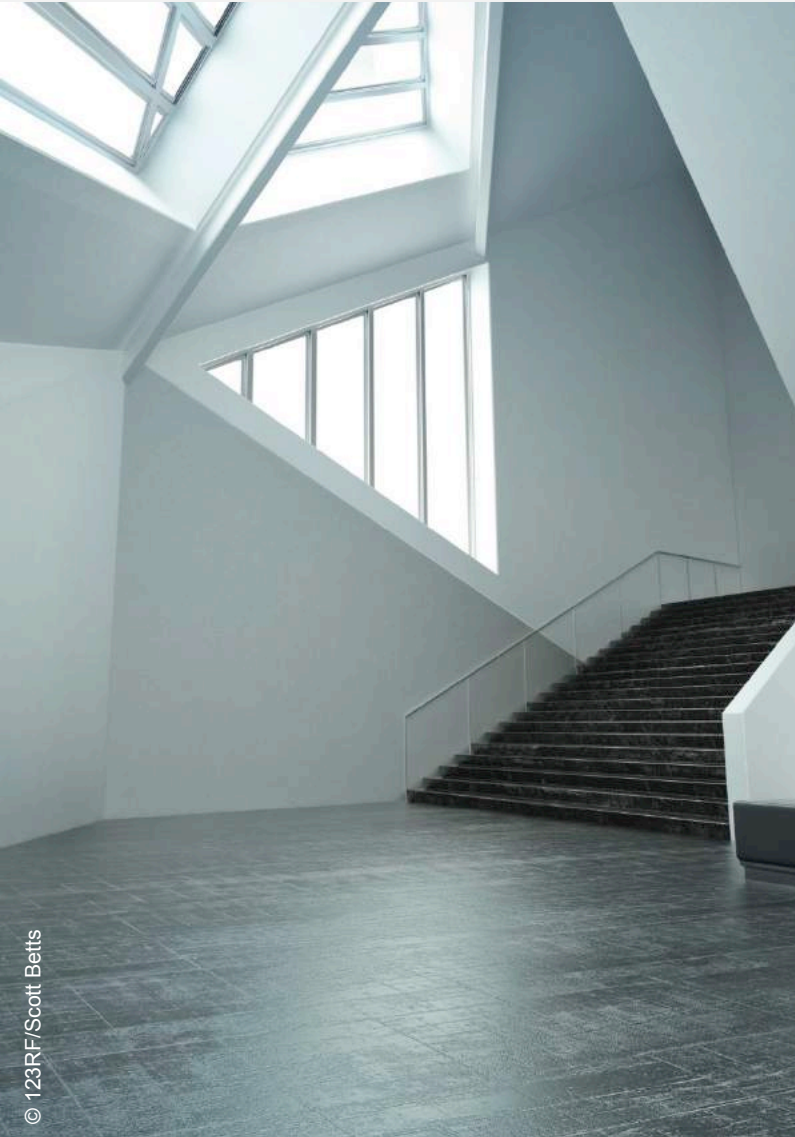
# Gebäudeebene

## 3 Einsatzbereiche werden unterschieden

- **Gebäude:** gewerkeübergreifendes Steuern und Regeln
- **Raum:** Leuchtengruppen zentral schalten und dimmen, Abruf von Lichtszenen
- **Arbeitsplatz:** Manuel schalten/dimmen



# Was wird gesteuert?



- **Leuchten** in Gruppen oder einzeln
- Lichtintensität/**Helligkeit**: Dimmen
- **Lichtfarben**/-spektren:  
Farbton, Sättigung, Mischung
- **Lichttrichtung**: Lichtverteilung
- **Fokus**: Ausstrahlungscharakteristik
- **Zeitliche Veränderung**:  
Geschwindigkeit von Wechseln
- Nutzung von **Tageslicht**:  
Sonnenschutz & Tageslichtlenkung

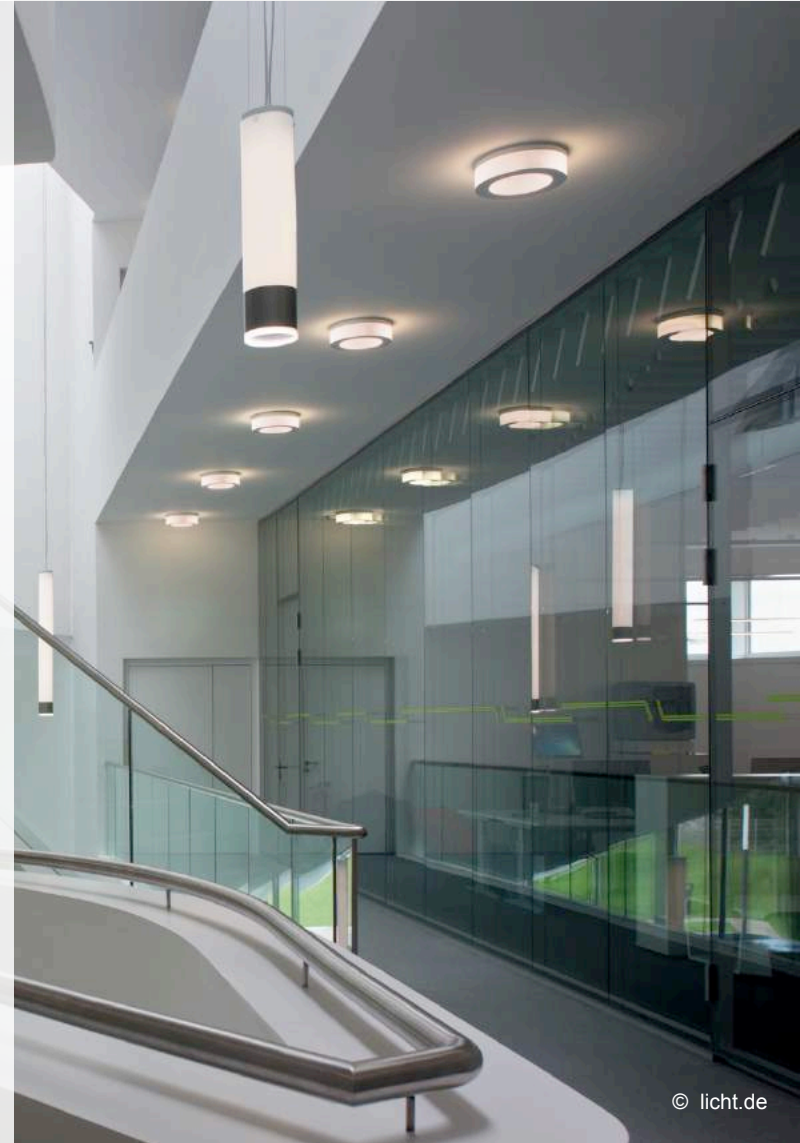
# Lichtmanagement in Büro und Industrie

## Bürogebäude

- Individuelle Beleuchtung am Arbeitsplatz
- Flexibles Licht für Konferenzen
- Präsenzsteuerung für Verkehrswege
- HCL und tageslichtabhängige Regelung fördern Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit

## Industrie

- Präsenzsteuerung für Lager, Verkehrswege und automatisierte Bereiche
- Flexible Beleuchtung für Handarbeitsplätze
- Tageszeitabhängige Steuerung für Kommissionierflächen



© licht.de

# Lichtmanagement in Innenräumen



## Shop & Museum

- Hohe Beleuchtungsstärken im Schaufenster
- Dynamische Markierung von Laufwegen
- Flexibles Licht für Präsentationsflächen
- Inszenierung von Waren und Exponaten



## Hotel & Gastronomie

- Einladende Beleuchtung in der Lobby
- Wohnliches Licht für Zimmer
- HCL für Wellness- und Aufenthaltsbereiche
- Flexibles Licht für Event und Konferenz

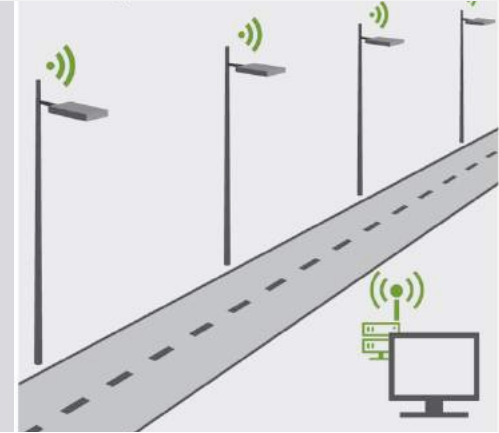
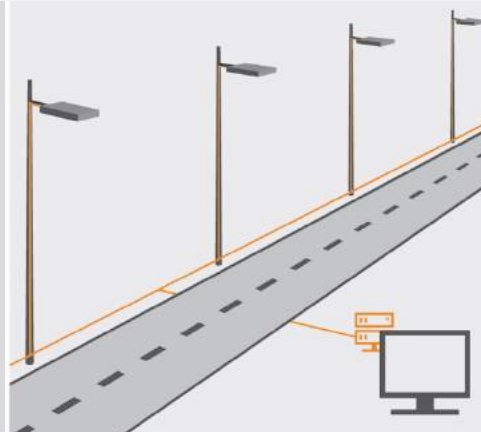
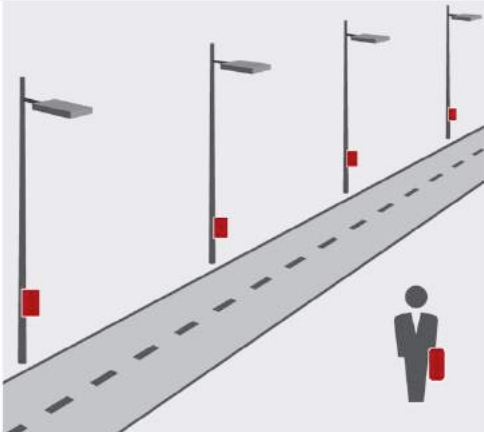


## Gesundheit & Pflege

- Präsenzgesteuerte Umgebungsbeleuchtung
- Entspannende Lichtszenen für Untersuchungen
- Biologisch wirksames Licht stärkt Schlaf-Wach-Rhythmus,
- fördert die Genesung und entlastet das Pflegepersonal.

Alle Bilder: © licht.de

# Lichtmanagement für Straßen, Wege, Plätze



© licht.de

## Autarke Lichtsteuerung

- wird an jeder Leuchte programmiert,
- nur vor Ort möglich,
- meldet keine Ausfälle.

## Powerline

- nutzt das vorhandene Stromnetz,
- meldet Lampenausfälle automatisch,
- wird zentral gesteuert.

## Funk

- überträgt das Steuersignal,
- Signalverstärker in Leuchten erweitern das Netz,
- Ausfälle werden gemeldet und die Steuerung erfolgt zentral.

➤ **Energieeffizienz** steht im Fokus, denn die Straßenbeleuchtung deckt große Flächen ab und weist lange Brenndauern auf.

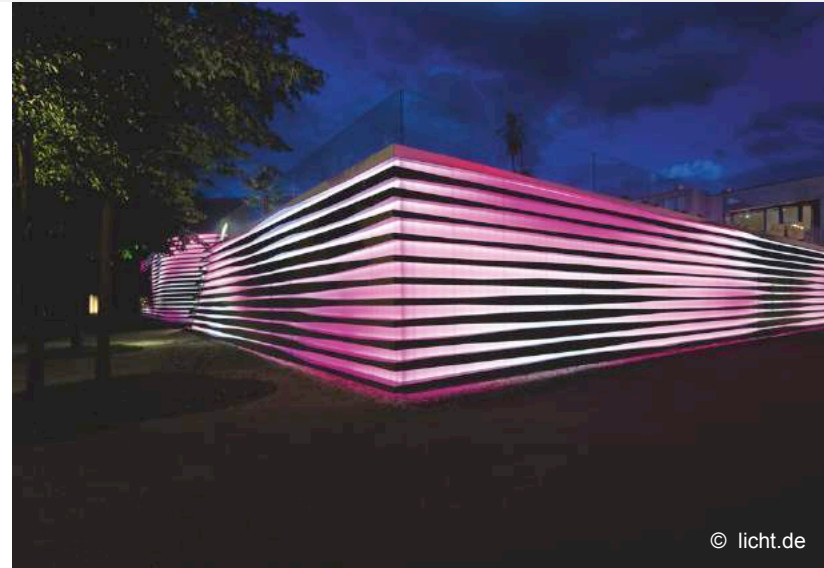
# Lichtmanagement in der Architekturbeleuchtung

## Fassadenbeleuchtung

- betont die Architektur bei Nacht,
- prägt Image und Stadtbild,
- flexibles Konzept spart Energie.

## Gestaltungselemente

- Schalten von Leuchten/-gruppen (*DALI*)
- Statisches Dimmen (*Phasenanschnitt/-abschnitt*)
- Dynamisches Steuern, Pulsieren, Dimmen (*DMX/Ethernet*)
- Video-Content durch Pixelsystem (*Ethernet*)

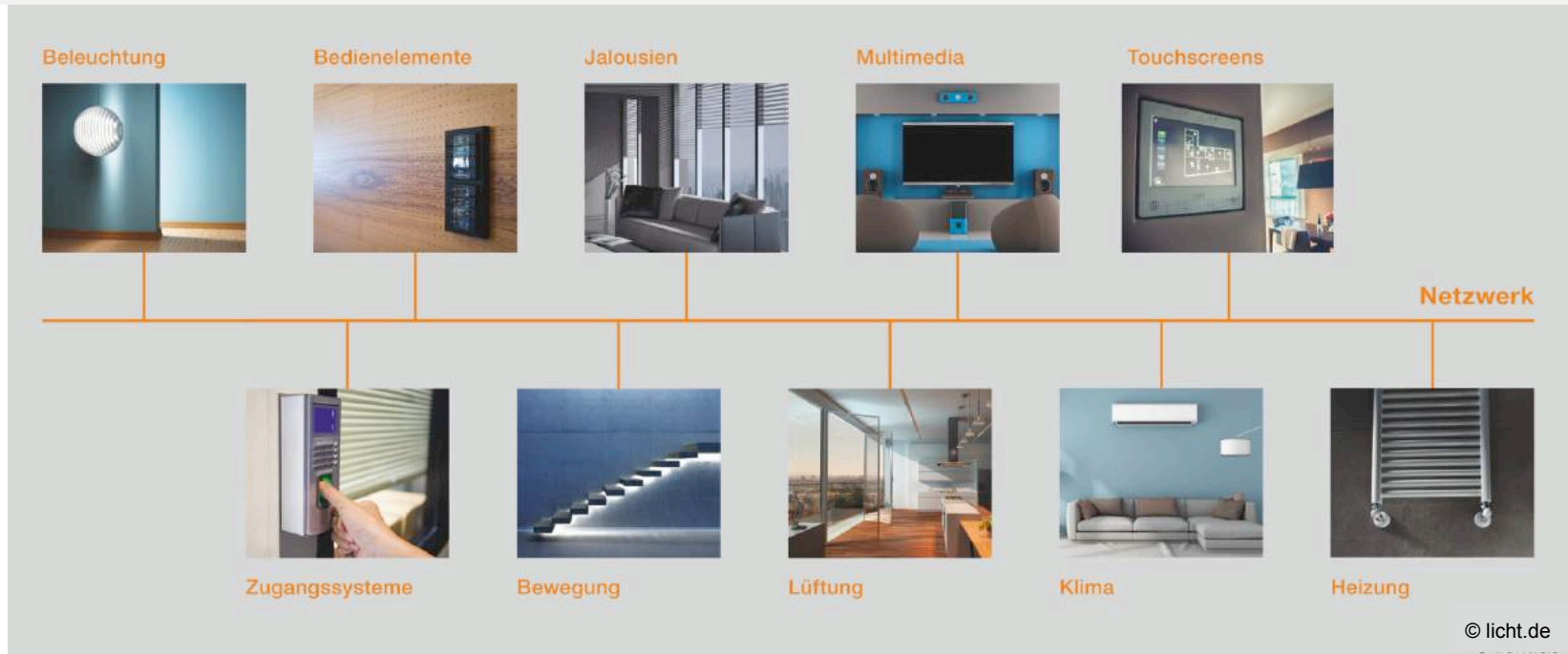


© licht.de

## Tipps

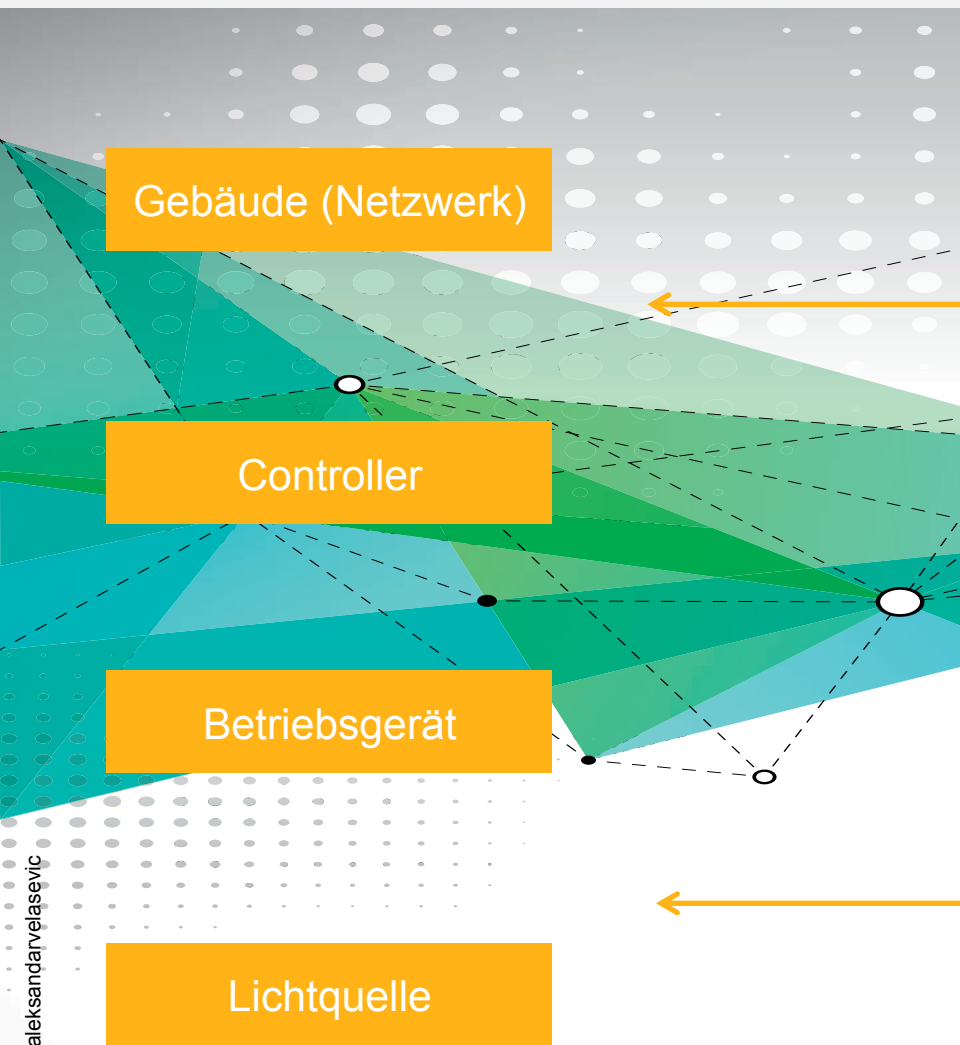
- Mehrkanalleuchten bieten ein erweitertes Farbspektrum
- Gelbliches Licht für warme Materialien wie Holz
- Bläuliches Licht für kühle Materialien wie Beton
- Funksysteme bei Nachrüstung

# Das Nervensystem: Schnittstellen



- Gebäude/Räume werden „smart“, wenn Kontroll- und Regelsysteme zusammenarbeiten. Komponenten (z. B. Sensoren) übernehmen mehrere Funktionen.
- Je mehr Gewerke am Netzwerk, desto komplexer die Architektur – umso wichtiger ist eine **saubere Schnittstellendefinition**.

# Offene Netzwerke



## Komplexe Systeme zur Steuerung

- BUS: EIB/KNX ...
- Andere Netzwerke und Schnittstellen: OPC/OLE, BAC Net, SMI, UPnP, Ethernet/Internet (IP-Adresse), Telekommunikation

## Wichtigste Techniken zum Steuern

- Schalter & Dimmer
- Touch & Dim
- 1...10 V
- DALI
- DMX
- Zig Bee ...

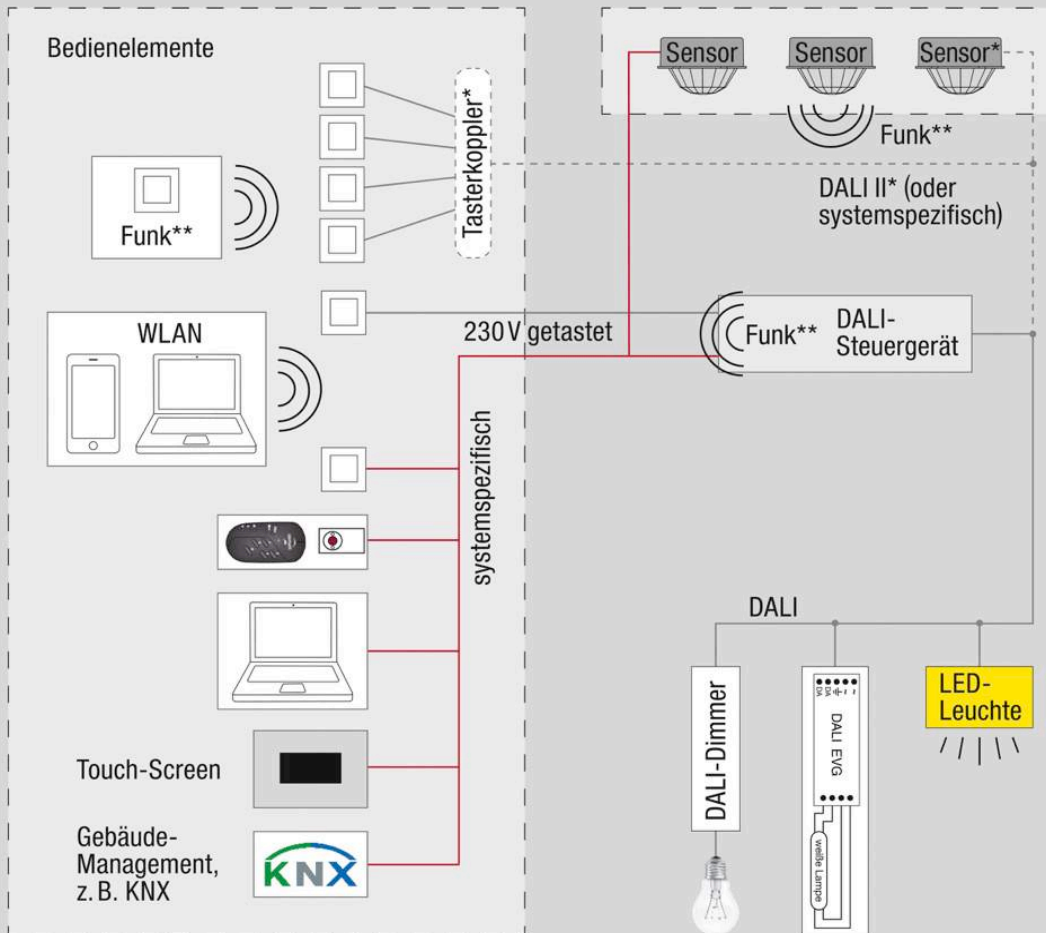


# Übersicht der Anbindungsmöglichkeiten

	Möglichkeiten	Prinzip	Bedienung	Umstellung Gruppenzuordnung
Schalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schalten der Versorgung</li> </ul>	Netzschalter, Relais, Schütz	Lokal	Umverdrahtung
Phasen-Dimmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>AN/AUS</li> <li>Stufenlos dimmen nur für bestimmte Lichtquellen</li> </ul>	Einfach, ohne Zusatzverdrahtung		
Touch & Dim	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nur für Einzelleuchten</li> </ul>	Taster am gleichen Potenzial, „Stand-by“		
1...10V	<ul style="list-style-type: none"> <li>AN/AUS über Netzschalter</li> <li>Stufenlos dimmen für alle dimmbaren Lichtquellen</li> </ul>	2-Draht-Leitung, analog, „Stand-by“		
DALI	<ul style="list-style-type: none"> <li>AN/AUS über Netzschalter</li> <li>Stufenlos dimmen für alle dimmbaren Lichtquellen, Farbsteuerung, Lichtszenen</li> <li>Kombinierbar mit Zeitsteuerung</li> </ul>	2-Draht-Leitung, digital, „Stand-by“	Lokal & zentral	Programmierung
DMX	<ul style="list-style-type: none"> <li>AN/AUS über Netzschalter</li> <li>Stufenlos dimmen für alle dimmbaren Lichtquellen, Farbsteuerung, Lichtszenen, schneller Wechsel</li> <li>Kombinierbar mit Zeitsteuerung</li> </ul>	Multiplex, digitales Steuerprotokoll (aus der Bühnenbeleuchtung), „Stand-by“		
ZigBee	<ul style="list-style-type: none"> <li>AN/AUS</li> <li>Stufenlos dimmen für alle dimmbaren Lichtquellen, Farbsteuerung, Lichtszenen</li> <li>Kombinierbar mit Zeitsteuerung</li> </ul>	Drahtlos, „Stand-by“		
EnOcean				
Bluetooth				
WLAN				
Netzwerkschnittstellen			Drahtgebunden	

# Beispiel einer DALI-Steuerung

DALI-Steuergerät mit möglichen Systemkomponenten



Anschluss möglicher Systemkomponenten an ein DALI-Steuergerät:

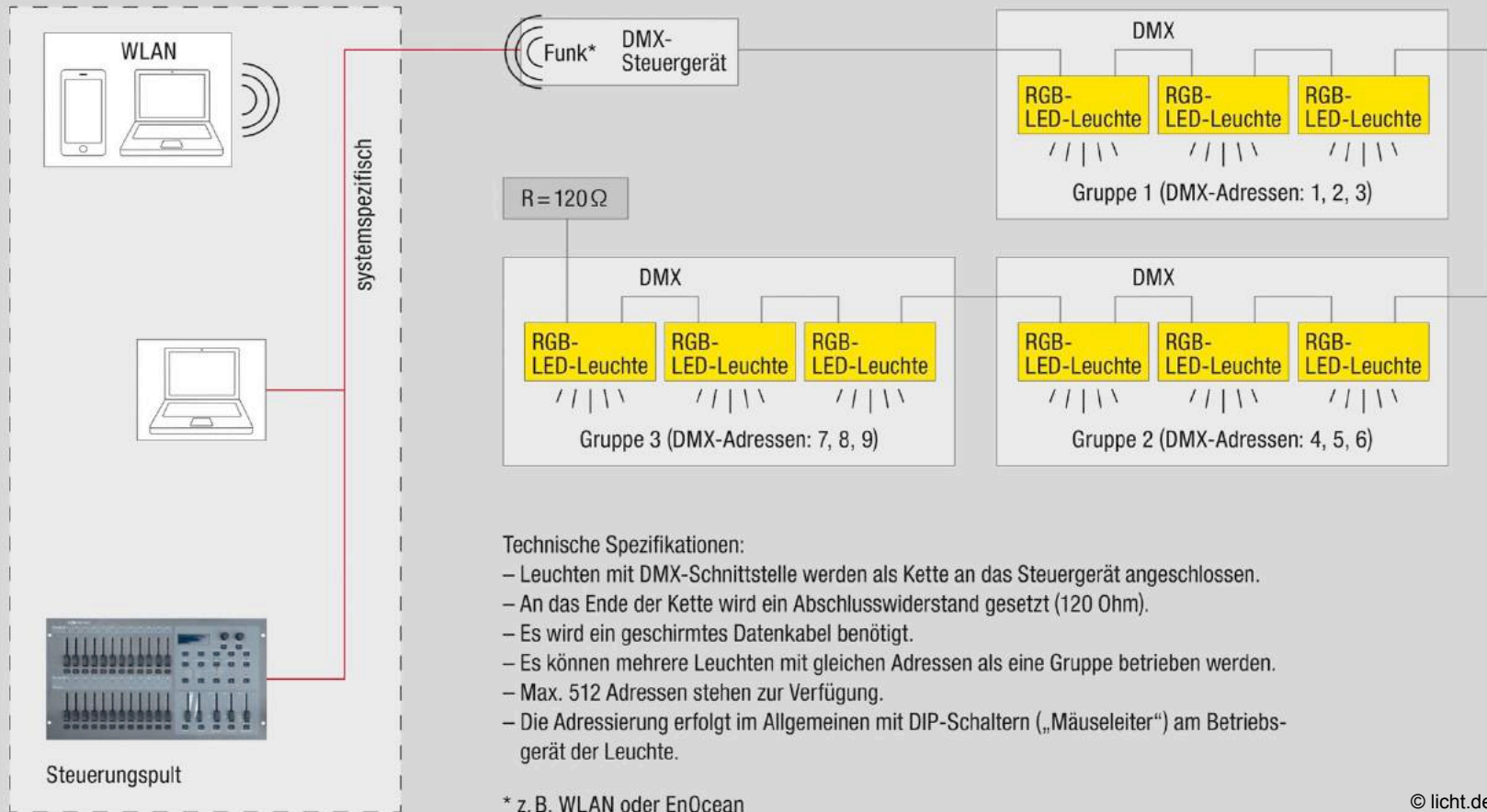
- Anschluss der Leuchten an DALI-Leitung (keine SELV, i. d. R. in gemeinsamer Mantelleitung mit der Netzversorgung).
- Alle dem DALI-Standard entsprechenden Leuchten (bzw. Betriebsgeräte) sind betreibbar.
- Sensoren:
  - Anschluss an DALI-Leitung oder an eine separate Sensorleitung.
  - Ob und welche Sensoren erkannt werden hängt vom Steuergerät ab.
- Bedienelemente (optional, marktüblich):
  - Tasterkoppler an DALI-Leitung.
  - Taster an 230V, Netzphase.
  - Alle weiteren an separaten Anschlussleitungen.
  - Welche Bedienelemente anschließbar sind und erkannt werden, hängt vom Steuergerät ab.
- Bedienelemente, Sensoren und deren Schnittstellen sind nicht im DALI-Standard enthalten (außer zukünftig DALI II).

\* DALI-Komponenten (gemäß DALI II Standard)

\*\* z. B. WLAN, Zigbee oder EnOcean

# DMX-Steuerung

## Beispiel einer DMX-Steuerung



© licht.de

Einsatzgebiete: vorwiegend in der Bühnen- und Architekturbeleuchtung

# Sensoren

## 1 Bewegungserfassung

Bewegungssensoren reagieren auf Geh- und Fahrbewegungen.

## 2 Präsenzerfassung

Präsenzsensoren reagieren auf kleinste Bewegungen, sind zugleich auch Bewegungsmelder.

## 3 Tageslichtsensoren

messen die Menge des einfallenden Tageslichts, man unterscheidet:

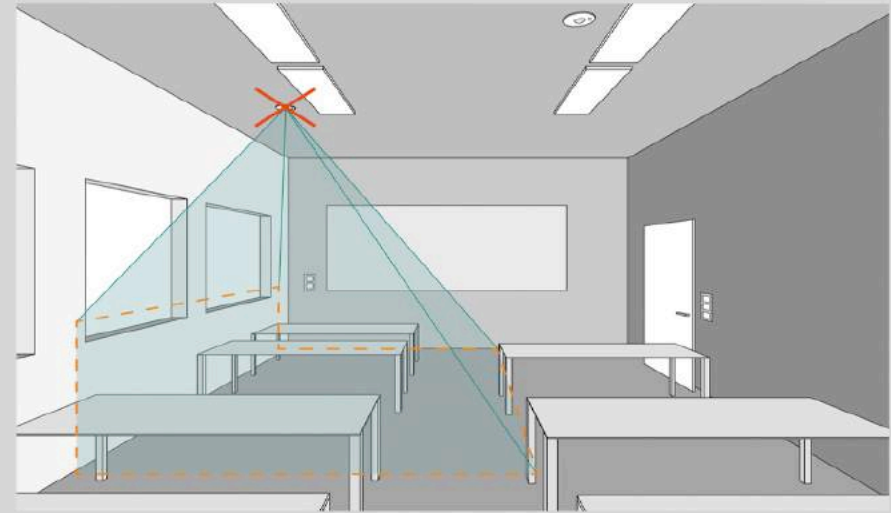
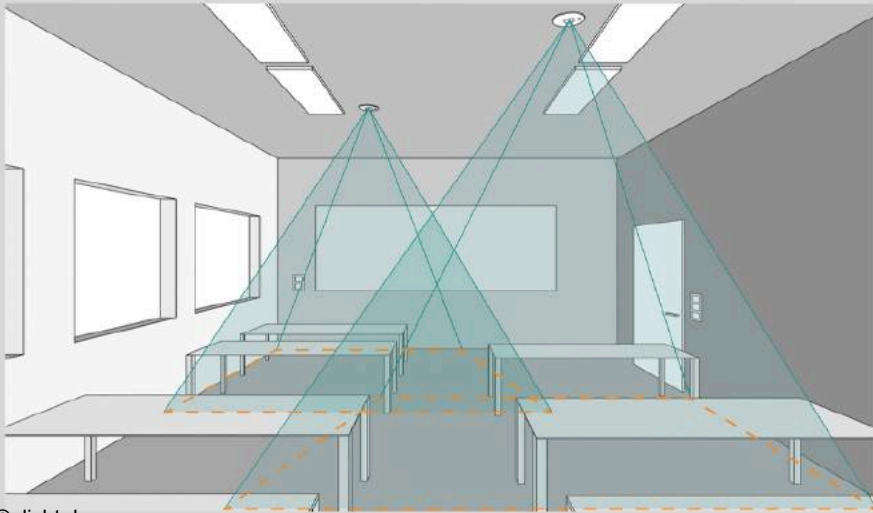
- innenliegende Look-Down-Sensoren
- innenliegende Look-Out-Sensoren
- außenliegende Tageslichtmessköpfe



## Multisensoren

ermöglichen die Kombination von Anwesenheits-, Bewegungserfassung und tageslichtabhängiger Beleuchtungsregelung.

# Lichterfassung



Richtig montierte Sensoren erfassen nur die Nutzfläche.

Die Bereiche überschneiden sich nicht.

Falsch montierter Sensor erfasst Wand- und Fensterflächen.

- Ergebnis: Falsche Messwerte und Beleuchtungsstärken im Raum!

# Bewegungsmelder-Technologien

Sensor-Technik	Anwendungsbereiche	Vorteile	Nachteile
PIR	<b>Innenraum</b> Büroflächen, Flure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Installation,</li> <li>• Einfache Inbetriebnahme,</li> <li>• Kostengünstig</li> <li>• Häufig in Verbindung mit Tageslichtsensoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planungsaufwand für Positionierung,</li> <li>• Störungsanfällig bei bewegter Luft ( z. B. Lüfter)</li> <li>• Verdeckte Körper können schlechter erfasst werden</li> </ul>
Hochfrequenz	<b>Innenraum</b> Flure, Tiefgaragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Installation</li> <li>• Einfache Inbetriebnahme</li> <li>• Kostengünstig</li> <li>• Kann in Leuchten/Wänden verschwinden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausrichtung i. d. R. sehr kompliziert</li> <li>• Störungsanfällig bei unkorrekter Ausrichtung</li> </ul>
Akustik	<b>Innenraum</b> Verwinkelte Räume z. B. WC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großer Erfassungsbereich</li> <li>• Einfache, Installation</li> <li>• Einfache Inbetriebnahme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Störungsanfällig gegen Fremdgeräusche</li> <li>• Abgrenzung zu anderen Räumen schwierig</li> </ul>
Optik (OCR-Chip)	<b>Spezialanwendungen</b> Erfassung, Raumbegrenzungsflächen, Personenzahl	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimale Erfassung durch digitale Verarbeitung</li> <li>• Nahezu fehlerfreie Detektion</li> <li>• Einfache Installation</li> <li>• Weitere Lichteigenschaften erfassbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher Inbetriebnahmeaufwand (Software)</li> </ul>

# Lichtquellen & Betriebsgeräte

## Qualität ist entscheidender Faktor

- Hohe Effizienz
- Schaltfestigkeit, Farbstabilität
- Lange Lebensdauer
- Dimm- und Steuerbarkeit
- Ggf. flimmerfrei,  $R_a \geq 90$ , geräuscharme Lichterzeugung



## EVG werden immer intelligenter

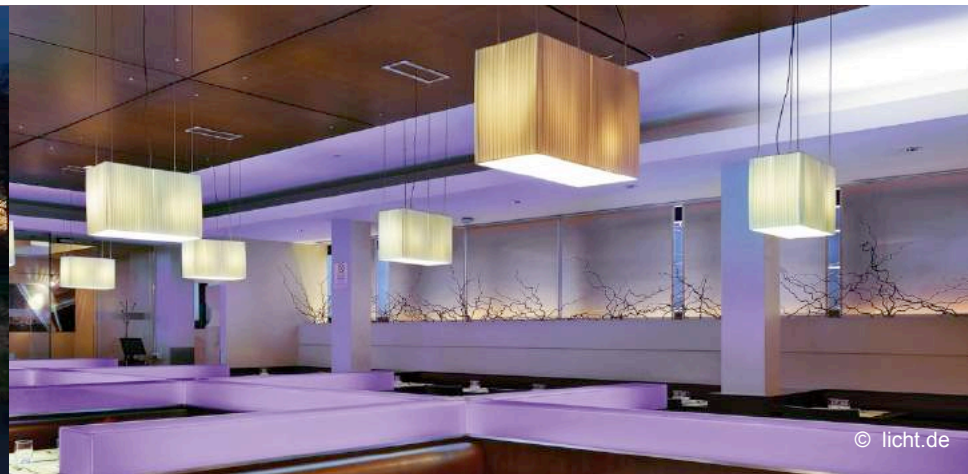
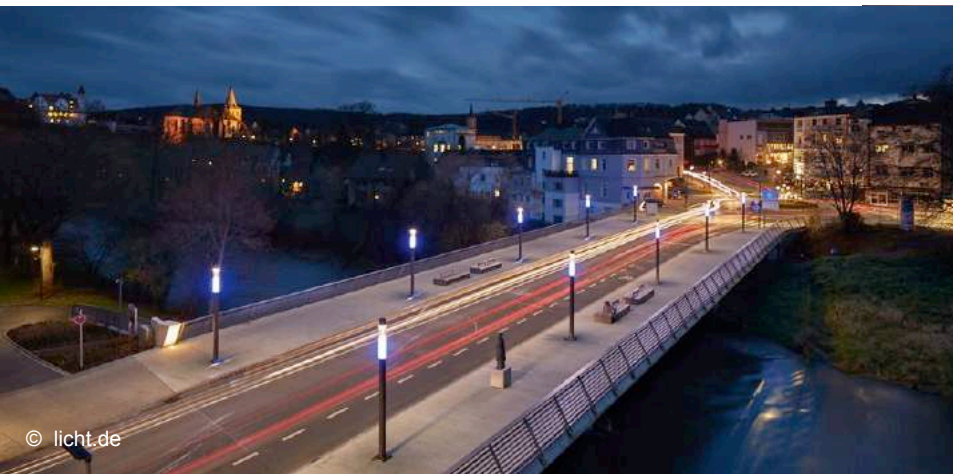
Insbesondere LED-Systeme erhalten neue Funktionen, die der Hersteller über Kabel, Schnittstelle, Sensorschnittstelle oder auch NFC (Funk) konfiguriert, z. B.:

- Einstellung einer Schnittstelle
- CLO (Constant Light Output)
- Verhalten bei Netzwiederkehr
- Verhalten bei Notstromversorgung
- Verhalten bei Übertemperatur
- Timerfunktion z. B. Dynadimmer
- Signal Lebensdauerende
- Start-/Abschaltfunktion (Fading/Amp Dim) etc.

# Monitoring und Wartung

## Faktoren der Kostenoptimierung

- Bessere System-Performance durch **Monitoring**:  
Überwachen und Steuern der Leuchten via Fernzugriff
- Erhalt und Erweiterung der **Funktionalität**  
(Austausch, Reinigung, Kalibrieren, Anpassungen, neue Lichtszenen)
- **Wartungsverträge** empfehlen sich v. a. bei komplexen Anlagen





# Clevere Investition, hohe Wirtschaftlichkeit

## Kosten setzen sich zusammen aus

- Anschaffung und Installation
  - ggf. Zinsen
  - Wartung und Instandhaltung
  - Energiekosten
- = *Total Costs of Ownership (TCO)*  
*im Betrachtungszeitraum*

- Der **Betrachtungszeitraum** entspricht max. der Nutzungsdauer.
- Die reine Betrachtung der Amortisierungszeit greift zu kurz.



© licht.de

Lichtmanagement ist wirtschaftlich, wenn Investitions- und Kapitalkosten durch Einsparungen bei Betriebskosten für Wartung und Energie kompensiert werden.

# Zertifizierungssysteme



© licht.de

## Zertifikate bestätigen Nachhaltigkeit

- 19 % der Gebäude sind Green Buildings (Stand 2014)
- Lichtmanagement erhöht die Aussicht auf eine erfolgreiche Zertifizierung

## Wichtige Label:



**BREEAM**<sup>®</sup> **MINER****GIE**

# Weitere Informationen



## Weitere Informationen zum Thema finden Sie

- im Heft licht.wissen 12 „Lichtmanagement“ (52 Seiten)
- Das Heft kann bestellt werden bei licht.de: **licht.de@zvei.org**
- Diese und andere Ausgaben der Schriftenreihe licht.wissen gibt es auch als kostenlosen Download unter **www.licht.de**

Normen zum Thema Licht und Beleuchtung:  
Beuth-Verlag, **www.beuth.de**

licht.de



### **Herausgeber**

licht.de  
Fördergemeinschaft Gutes Licht  
– eine Brancheninitiative des ZVEI e. V. –  
Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main  
licht.de@zvei.org  
www.licht.de

### **© licht.de**

Jegliche Bearbeitung, Verwertung, Vervielfältigung, Ausstellung und Verbreitung des Werkes sowie einzelner Teile daraus (insbesondere Bilder und Grafiken) bedarf der vorherigen Zustimmung von licht.de als Urheber. Ausgenommen sind einzelne Kopien für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch.