

# DOSSIER

## LICHT- MANAGEMENT



2. Ausgabe, April 2015

ETAP 

EXCELLENT LIGHTING, SAVING ENERGY

## VORWORT

Seit der Mensch das Feuer entdeckt hat und nicht mehr vom Tageslicht abhängig war, um seine Umgebung zu beleuchten, hat er versucht, das Licht zu kontrollieren und zu regeln, um es an seine Bedürfnisse anzupassen. Das Entzünden einer Flamme kann als früheste Form des Lichtmanagements betrachtet werden.

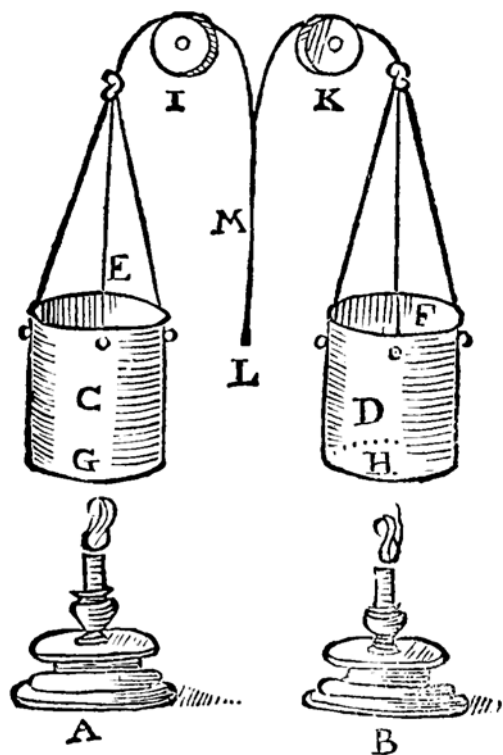
Eine fortschrittlichere Manipulation des Lichts ist das Dimmen. Im 17. Jahrhundert erfand der italienische Architekt Nicola Sabbatini eine mechanische Vorrichtung zum Abdunkeln brennender Kerzen mit Hilfe von Metallzylindern. Sabbatinis Abdunkelvorrichtung war - ebenso wie die meisten frühen Formen der Lichtregelung - für Einsätze im Theater bestimmt.

Der eigentliche Durchbruch beim Lichtmanagement kam zuerst mit der Erfindung des elektrischen Lichts und später mit der Einführung von Dimmern: Anfangs als magnetische Dimmer, danach elektronische und noch viel später Kommunikationsprotokolle wie DMX und DALI.

Eine moderne, professionelle Beleuchtung ist ohne Lichtmanagement undenkbar. Eine tageslichtabhängige Steuerung, Bewegungsmeldung, Zeitsteuerung und andere Techniken senken die Verbrauchskosten und sorgen jederzeit für die gewünschte Beleuchtung.

Ein maßgeschneidertes Konzept liefert das richtige Systemdesign, zugeschnitten auf die Bedürfnisse der Benutzer. Mit einer Computersteuerung und einer angepassten Software sind die Möglichkeiten nahezu unendlich.

ETAP hat die Erfahrung und das technische Know-how, um in jedem Beleuchtungsprojekt das richtige Lichtmanagement zu realisieren. Hier erfahren Sie, wie wir dabei vorgehen.



Der Dimmer von Nicola Sabbatini (Quelle: Dan Redler Stage Lighting Museum)

1. Ausgabe, August 2013

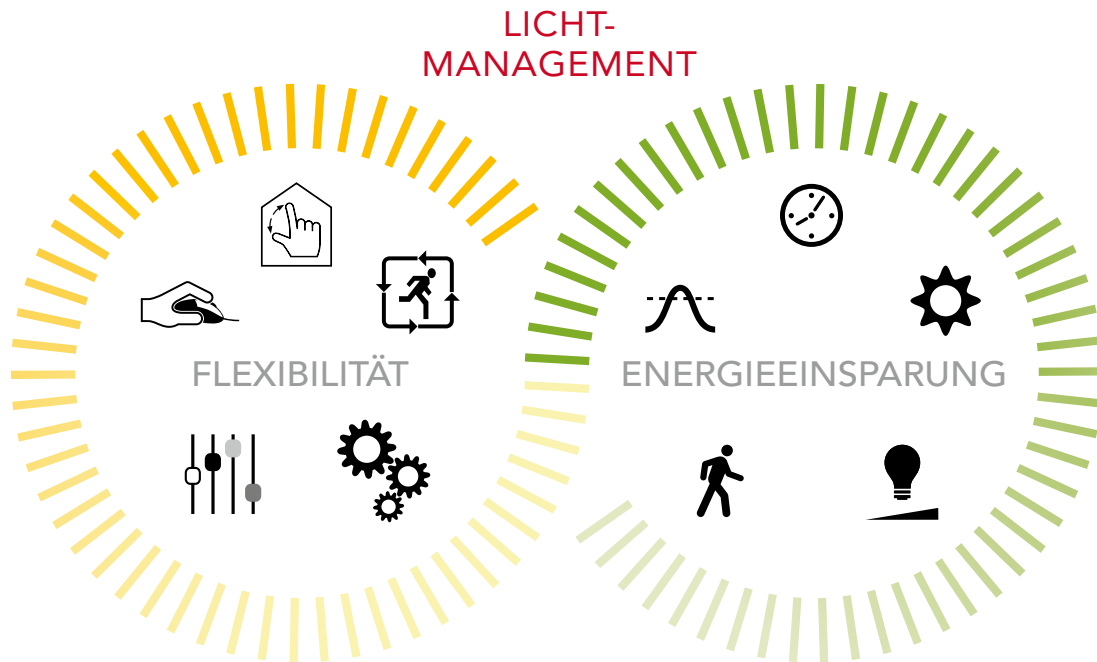
© 2013, ETAP NV

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	2
<b>1. Lichtmanagement allgemein</b>	5
<b>2. Flexibilität</b>	6
Weiterentwicklung mit dem Gebäude	8
Individuelle Lichtregelung	8
Szenarioeinstellungen	9
Integration mit anderen Technologien	9
Verwaltung der Sicherheitsbeleuchtung	10
<b>3. Energieeinsparung</b>	12
Intelligente Zeitsteuerung	14
Tageslichtabhängige Regelung	14
Anpassung an die Tätigkeit	15
Anwesenheitserkennung	16
Begrenzung der Spitzenlast	16
<b>4. Maßnahmenplan</b>	18
Planung	18
Realisierung	19
Wartung und Verwaltung	19
<b>5. Referenzprojekte</b>	20
<b>Glossar</b>	23
<b>Quellenangaben</b>	23



# 1. Lichtmanagement allgemein



Ein gutes Lichtregelsystem stellt einen Mehrwert für das Gebäude und die Beleuchtungsanlage dar. Drei Prinzipien sind dabei wichtig: Flexibilität, Energieeinsparung und Anwenderfreundlichkeit.

**Flexibilität:** Die Tatsache, dass die Beleuchtungsstärke in einem Gebäude durch Lichtsteuerung ohne die Notwendigkeit umfangreicher Arbeiten angepasst werden kann, ist in Zeiten rasend schneller technologischer und gesellschaftlicher Veränderungen ein großer Vorteil.

**Energieeinsparung** ist ein häufiges Argument für den Einsatz einer Lichtregelung. Und das Einsparpotential ist tatsächlich sehr groß.

Um eine maximale Flexibilität und Energieeinsparung zu erzielen, muss ein Lichtregelsystem **leicht zu verwenden und zu verwalten** sein. Ein Gebäudeverwalter muss die Einstellungen einfach per PC,

über das interne Netzwerk oder das Internet anpassen können. Die physische Anwesenheit im Gebäude ist somit nicht erforderlich. Dem Benutzer steht eine Software mit einer leicht bedienbaren Benutzerschnittstelle zur Verfügung, über die er die Beleuchtungsstärke anpassen oder voreingestellte Szenarien abrufen kann. Die Bedienung erfolgt über PC, Tablet oder Smartphone.

Beim Entwurf eines Lichtregelsystems wendet ETAP zehn Strategien an, über die wir in diesem Dossier informieren. Wir zeigen außerdem die große Vielfalt von Möglichkeiten, die Lichtsteuerung bietet, von Komponenten für Einzelleuchten bis hin zu computergesteuerten Verwaltungssystemen. Schließlich gelangen wir zu einem Plan, ein Lichtregelsystem nach den Bedürfnissen des Kunden zu installieren; von der Planung über die Umsetzung, bis zur Wartung und Verwaltung des Systems.

## Die zehn Strategien von ETAP

### FLEXIBILITÄT



Weiterentwicklung mit dem Gebäude



Individuelle Lichtregelung



Szenarioeinstellungen



Integration mit anderen Technologien



Verwaltung der Sicherheitsbeleuchtung

### ENERGIEEINSPARUNG



Intelligente Zeitsteuerung



Tageslichtabhängige Regelung



Anpassung an die Tätigkeit



Anwesenheitserkennung



Begrenzung der Spitzenlast

## 2. Flexibilität

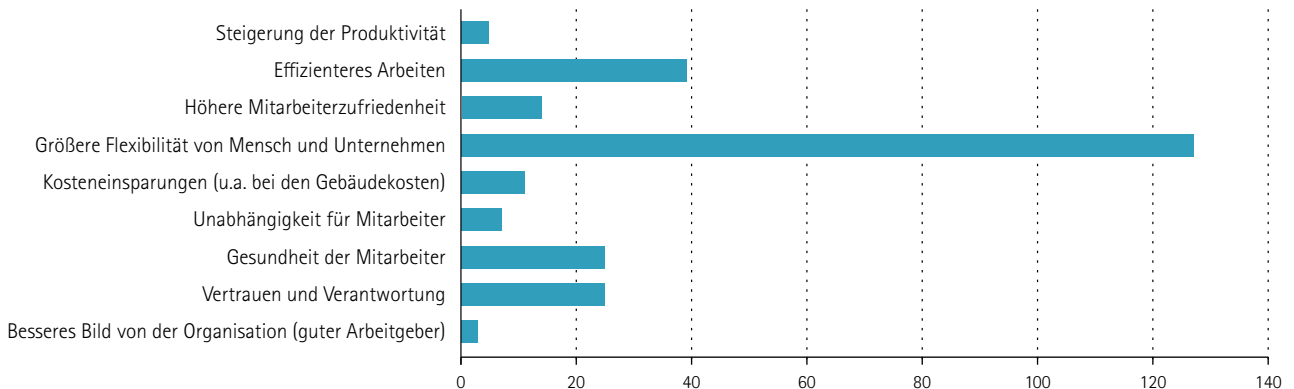


Technologie verändert sich eher exponentiell und nicht linear. Die Lebensdauer neuer Technologien wird (in fast allen Industriezweigen) immer kürzer. Diese Entwicklung verläuft parallel zu einer zunehmenden Digitalisierung der Gesellschaft und wird von ihr auch vorangetrieben. Wir arbeiten online, kaufen online ein, pflegen unsere sozialen Kontakte online, usw.

### DIE NEUE ART ZU ARBEITEN

Ultraschnelle technologische Entwicklungen, kombiniert mit einer zunehmenden Computerisierung, verändern unsere Arbeitsweise von Grund auf und damit auch den Ort, an dem wir arbeiten. Ein Bürogebäude oder eine Fertigungshalle sind nicht mehr statisch. Die Funktionen eines Gebäudes müssen an neue Erkenntnisse, neue Technologien, neue Fertigungsverfahren und neue Arbeitsweisen

Welche der folgenden Aspekte sind für Sie im Hinblick auf eine "neue Arbeitsweise" am wichtigsten?



Quelle: ErgoDirect International (2012)



angepasst werden können. Die Zeiten persönlicher Büros oder individueller Arbeitsplätze sind vorbei. Organisationen und Unternehmen geben zunehmend das Konzept fester Arbeitsplätze auf und stellen eine Reihe von Büros zur Verfügung, die von unterschiedlichen Mitarbeitern genutzt werden können ("Hotelling" oder "Hotdesking"). Flexibilität ist bei diesem Konzept das Zauberwort. Bei einer Umfrage im Jahr 2012 gab von 435 Berufstätigen die Hälfte "größere Flexibilität von Mensch und Unternehmen" als wichtigste Aspekte einer neuen Arbeitsweise an (siehe Diagramm auf S.6).

### LICHT, WANN UND WO ES BENÖTIGT WIRD

In diesem gesellschaftlichen und technologischen Kontext wird die Beleuchtung ebenso immer flexibler. Eine Dauerbeleuchtung im Büro von 9 bis 17 Uhr ergibt keinen Sinn und ist sogar kontraproduktiv. Die richtige Menge Licht genau dort, wo und wann sie benötigt wird, das ist die zentrale Aussage. Und sollte sich der räumliche Bedarf ändern, muss sich auch die Beleuchtung leicht und schnell ohne großen Aufwand anpassen lassen. Der Einsatz eines Lichtregelsystems ist dann nicht mehr nebensächlich, sondern wird zu einer Notwendigkeit.

Flexibilität bezieht sich nicht nur auf eine Tageszeit. Eine bestimmte Fläche innerhalb einer Organisation oder Firma kann - je nach Nutzung - mehrere Funktionen haben. Ein Beispiel hierfür wäre ein Raum, in dem morgens ein Meeting, am Nachmittag eine Präsentation und am Abend eine Kundenveranstaltung stattfindet. Da diese unterschiedlichen Funktionen jeweils eine andere Beleuchtung erfordern, kann Lichtmanagement hier die Lösung sein. Durch vorprogrammierte Szenarien lässt sich die richtige Beleuchtung für den jeweiligen Zweck (per Knopfdruck) problemlos einstellen.

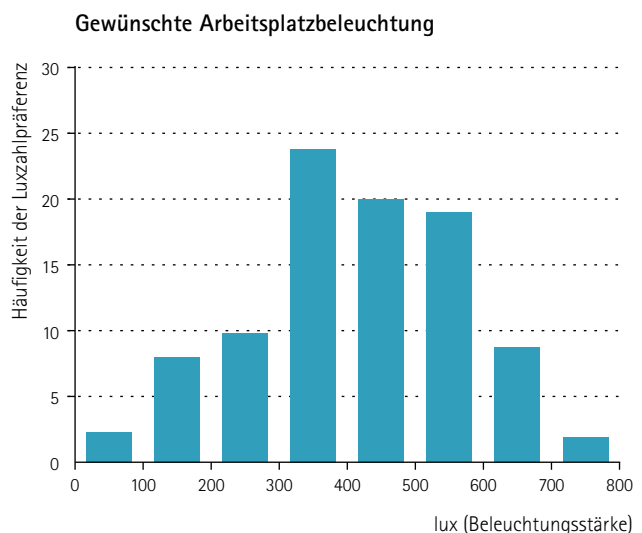
### MEHR KOMFORT

Flexibilität bedeutet auch mehr persönliche Kontrolle. Mit Hilfe des Lichtmanagements kann jeder Mitarbeiter das Beleuchtungsniveau an die eigenen Vorlieben anpassen. Das Alter gehört in dieser Hinsicht zu den entscheidenden Faktoren.

Alter	Erforderliche Beleuchtung zum Lesen eines Buchs (in lux)
< 25	250
25-65	500
> 65	1000

Quelle: IES, The Lighting Handbook

Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass eine variable Beleuchtung tagsüber mehr Komfort bietet und indirekt auch die Produktivität des Personals erhöht. Die Sorge, dass sich die meisten Mitarbeiter für eine zu hohe Beleuchtungsstärke entscheiden, wird durch die Praxis widerlegt. In einer kanadischen Studie konnte das Personal seine Vorlieben in Bezug auf die Bürobeleuchtung äußern. Die Mehrheit entschied sich für Werte zwischen 350 und 550 lux, ein Bereich, der vollkommen im Einklang mit der gültigen europäischen Norm EN 12464-1 ist (siehe Diagramm).



Quelle: National Research Council Canada (2009)

Zu guter Letzt fügt sich das Lichtmanagement auch in den wachsenden Trend der "Gebäudeautomation" ein. Das Lichtmanagement kann in ein umfangreiches Gebäude-Managementsystem integriert werden und dadurch zu maximaler Flexibilität der betrieblichen Gebäudefunktionen beitragen.

## 2. Flexibilität

ETAP wendet fünf Strategien in Bezug auf die Flexibilität an. Gemeinsam mit dem Kunden legen wir fest, welche Strategien am besten geeignet sind, um die gewünschte Flexibilität zu erzielen.



### Weiterentwicklung mit dem Gebäude

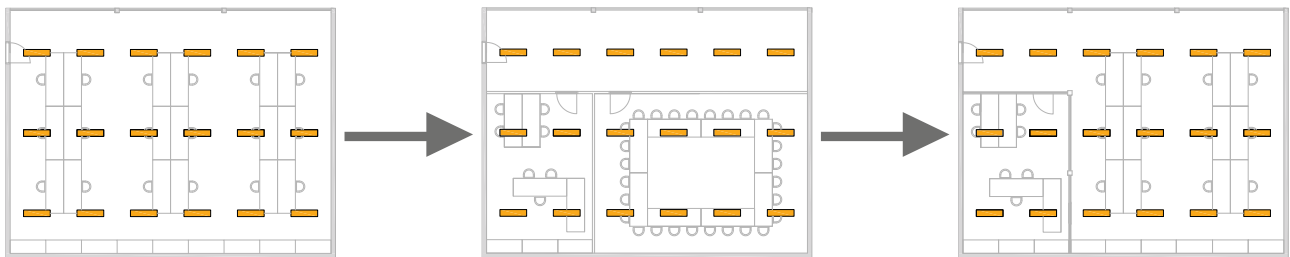
Die Funktionen eines Gebäudes oder Arbeitsplatzes sind keine statischen Gegebenheiten. Dank des Lichtmanagements kann sich die Beleuchtung bei einer veränderten Bedarfssituation im Laufe der Zeit weiterentwickeln.

Bei einem Gebäude, oder einem Teil davon, kann sich der Verwendungszweck ändern. Lichtmanagementsysteme sind flexibel und können sich diesen Änderungen anpassen, ohne dass dazu Leuchten nachgerüstet oder abgebaut, oder Kabel durch Wände verlegt werden müssen.

Eine einfache Möglichkeit besteht darin, das Licht im gesamten Gebäude dimmbar zu machen. Wenn ein Raum dann eine Funktion erhält, die eine höhere oder geringere Beleuchtungsstärke erfordert, reicht es aus, lediglich das Dimmniveau anzupassen.

Anspruchsvollere Lichtregelsysteme teilen ein Gebäude oder einen Raum in Bereiche ein, in denen die Beleuchtung über einen Computer gesteuert werden kann.

Softwaregesteuerte und individuell adressierbare Leuchten bieten die größte Flexibilität. Hierbei kann die Beleuchtungsstärke jeder Leuchte einzeln eingestellt werden.



Im Laufe der Zeit kann sich die Aufteilung einer Betriebsfläche ändern. Durch das Lichtmanagement kann sich die Beleuchtung ohne kostspielige Anpassungen weiterentwickeln.

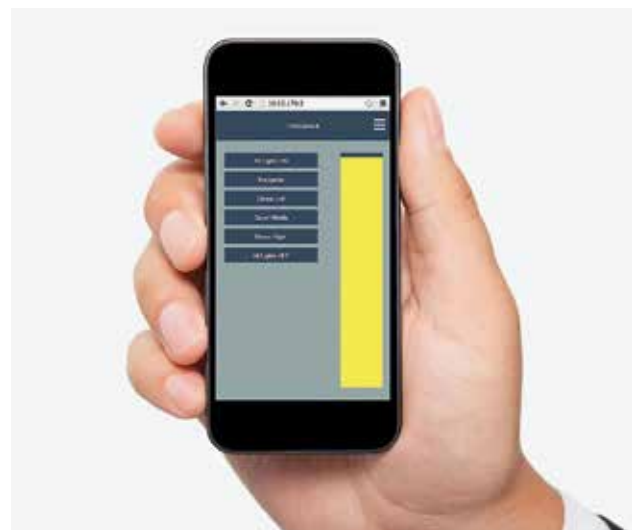


### Individuelle Lichtregelung

Wenn für die Benutzer am Arbeitsplatz eine Möglichkeit zum Einstellen der Beleuchtung geschaffen wird, können sie diese an die eigenen Bedürfnisse anpassen.

Lichtmanagementsysteme mit individueller Einstellmöglichkeit bieten Mitarbeitern die Möglichkeit, die Beleuchtung per Tastendruck über eine Computerschnittstelle, oder per Fernbedienung einzustellen.

Eine eigene Möglichkeit zur Beleuchtungsregelung erhöht zwar in erster Linie die Flexibilität, steigert aber auch die Zufriedenheit der Mitarbeiter. Wer über die Möglichkeit verfügt, die Beleuchtung an die eigenen Vorlieben anpassen zu können, nimmt dies als einen Pluspunkt auf. Das wirkt sich Studien zufolge in einer durchschnittlichen Energieeinsparung von 10 % aus (Quelle: Pike Research).







## Szenarioeinstellungen

Eine Lichtregelung bietet die Möglichkeit, Szenarien zu definieren, die eine Beleuchtungsanpassung an die verschiedenen Funktionen der einzelnen Räume ermöglichen.

Lichtmanagementsysteme bieten die Flexibilität, die Beleuchtung an die Funktion einer bestimmten Nutzungsfläche anzupassen. Für jede dieser Funktion können Sie Szenarien definieren, die die Art der Beleuchtung und die Beleuchtungsstärke festlegen. Diese Szenarien lassen sich dann per Knopfdruck aktivieren.

Solche Szenarien können auch architektonisch eingesetzt werden, um im Gebäude verschiedene Stimmungen auszustrahlen. Diese Art der Szenariendefinition findet häufig Anwendung, z. B. in Hörsälen, Empfangshallen, Restaurants, Hotel-Lobbies, usw.

Auch in der Außenbeleuchtung kann die Szenario-Einstellung für architektonische oder für Werbezwecke eingesetzt werden.

## Integration mit anderen Technologien

Lichtmanagementsysteme mit Schnittstellen der gängigen Standards aus der Beleuchtungswelt erhöhen die Flexibilität und die Auswahlmöglichkeiten. Sie müssen darüber hinaus in der Lage sein, sich in ein Gebäude-Managementsystem integrieren zu lassen.

Lichtüberwachungssysteme müssen "zukunftsicher" sein, damit sie mit dem technologischen Fortschritt mithalten können. Aus diesem Grunde verfügen gute Lichtmanagementsysteme über Schnittstellen zu marktüblichen Standards wie z. B. DALI. Auf diese Weise können sie auch mit Komponenten (Sensoren, Meldern, usw.) anderer Hersteller zusammenarbeiten. Das ist für die Flexibilität des Lichtmanagements von Vorteil und führt zu Kostensenkungen. Diese "Offenheit" verhindert jedoch nicht, dass das System seinen eigenen Standard in Bezug auf das Lichtmanagement umsetzt, um Nachteile weniger effizienter Systeme aufzufangen. Ein offenes System bedeutet bei ETAP eine optimale Kombination aus eigenen Protokollen und Marktstandards.

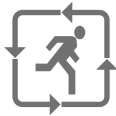
Letzteres gilt auch bei der Integration in ein umfangreiches Gebäude-Managementsystem. Es muss möglich sein, das Lichtmanagement an bestehende Protokolle für das Gebäude-Management zu koppeln. Präsenzmelder steuern dann nicht nur die Beleuchtung, sondern sie können auch die Heizung, Lüftung und Klimatisierung regeln, eine Alarmfunktion auslösen, usw. Die Integration in ein umfangreiches Gebäude-Managementsystem steigert die Flexi-

lität noch mehr und fördert das Energieeinsparungspotenzial des Lichtmanagements.



*Excellum2, das Lichtmanagementsystem von ETAP, kann mit anderen Systemen kommunizieren, beispielweise mit der Klimaanlage oder der Heizung.*

## 2. Flexibilität



### Verwaltung der Sicherheitsbeleuchtung

Auch die Verwaltung der Sicherheitsbeleuchtung kann in ein Lichtregelsystem integriert werden. Hierdurch kann eine beträchtliche Zeitersparnis erzielt werden, besonders wenn es sich um eine große Anlage handelt.

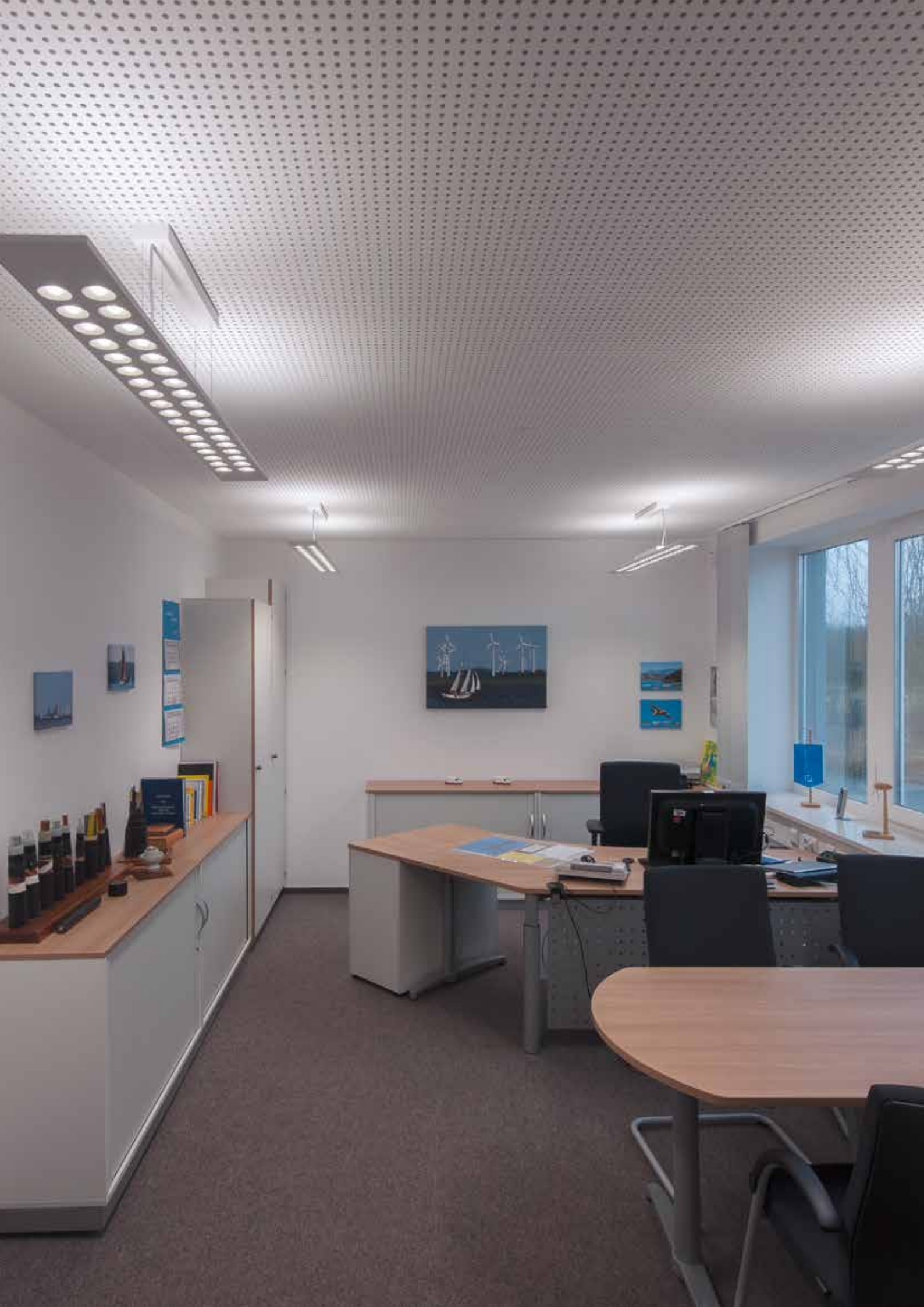
Auf die Sicherheitsbeleuchtung muss man sich immer verlassen können. Darum ist die ordentliche Überwachung von lebenswichtiger Bedeutung – und häufig auch gesetzlich vorgeschrieben. Ein Lichtregelsystem kann diese Aufgabe deutlich vereinfachen. Der Gebäudeverwalter kann jederzeit den Status der Leuchten kontrollieren. Er muss dafür nicht im Gebäude anwesend sein: Die Software gibt eine Warnung aus, sobald ein Sicherheitsproblem besteht.

Auch die aktive Verwaltung der Sicherheitsbeleuchtung ist mithilfe des Lichtregelsystems möglich. So können die vorgeschriebenen Funktions- und Betriebsdauerests geplant und angepasst werden.

Schließlich zeichnet das System auch alle Kontrollen in einem Logbuch auf, wie von der EU-Norm EN50172 gefordert. Aber daneben ist ein solches Logbuch auch ein praktisches Instrument, um die aktuellsten und vollständigsten Informationen über die Sicherheitsbeleuchtungsanlage vorliegen zu haben.



*Eine korrekte Überwachung der Sicherheitsbeleuchtung in einem Gebäude ist von lebenswichtiger Bedeutung. Ein Verwaltungssystem kann hierbei viel Zeit sparen helfen.*



# 3. Energieeinsparung



Im modernen Management ist die Energieeffizienz ein selbstverständlicher Schwerpunkt. Das hat mit den Kosten zu tun, aber auch mit der zunehmenden gesellschaftlichen Verantwortung und strengeren Umweltauflagen.

## BEWUSSTSEIN

Energieeinsparungen werden immer mehr als essentiell angesehen. Niemand mit gesundem Menschenverstand zweifelt daran, dass das Klima durch den vermehrten Energieverbrauch negativ beeinflusst wird. Die pessimistischsten Untersuchungen prognostizieren bei unverändertem Energieverbrauch einen Temperaturanstieg von bis zu 6,4 Grad. Eine Beschränkung des Temperaturanstiegs auf 2 Grad, was als absolutes Limit betrachtet wird, erfordert eine Verringerung der Treibhausgase um 75 %.

## VORSCHRIFTEN

Energieeinsparungen werden auch durch strengere Vorschriften gefördert. Die EU-Richtlinie 2002/91/EU legt Mindeststandards für die Energieeffizienz von Neubauten und größeren Sanierungsprojekten fest. Darüber hinaus gibt es internationale Normen wie etwa die EN15232 und die zunehmende Bedeutung von Klassifizierungen wie BREEAM und LEED, die die Nachhaltigkeit eines Gebäudes messen.

## KOSTENENTWICKLUNG

Ein dritter wichtiger Faktor ist die Kostenentwicklung. Zwar spielen Kostensenkungen in der Weltwirtschaft eine immer wichtigere Rolle, jedoch steigen die Preise für Energie und damit auch die Strompreise (siehe Diagramm auf der nächsten Seite). Selbstverständlich kosten Lichtmanagementsysteme auch Geld, aber die Amortisationszeit kann, abhängig von der genauen Anwendung, überraschend kurz sein.

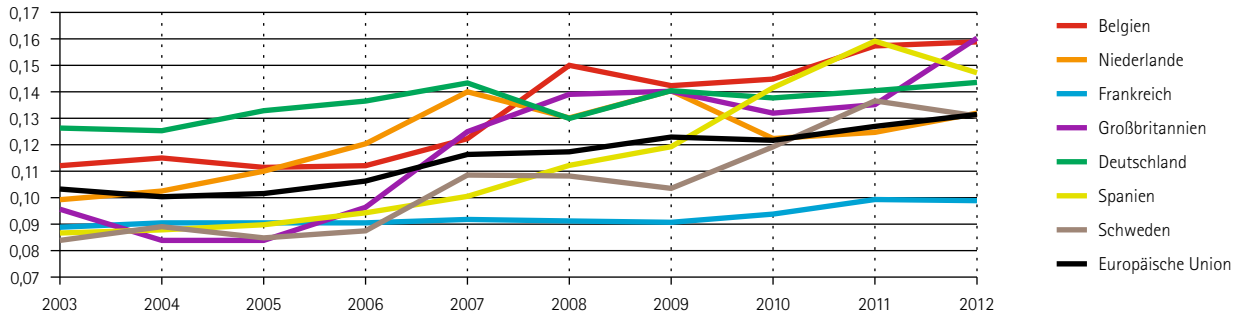
## ERHEBLICHES EINSPARUNGSPOTENZIAL

Es ist unvermeidbar, dass die Bedeutung der Energieeinsparung im Allgemeinen und Einsparungen bei der Beleuchtung im Besonderen zunehmen. Weltweit nimmt die Beleuchtung einen Anteil von 17,5 % am Energieverbrauch ein. Je nach Art des Gebäudes und/oder des Tätigkeitsfeldes kann der Energieverbrauch der Beleuchtung in einem Unternehmen weit mehr als 50 % ausmachen. Das Einsparungspotenzial ist deshalb erheblich.

Heizung und Lüftung werden größtenteils durch eine kalendarische Steuerung geregelt. Die Mitarbeiter wären auch überrascht, wenn die Temperatur in ihrem Büro jeden Tag von Hand eingestellt werden müsste. Bei der Beleuchtung ist dies aber der Regelfall und nicht die Ausnahme. Allerdings kann eine ausgefeilte Lichtregelung aber jede Menge Energie einsparen. Der internationalen Energiebehörde zufolge



## Energiepreise in Europa

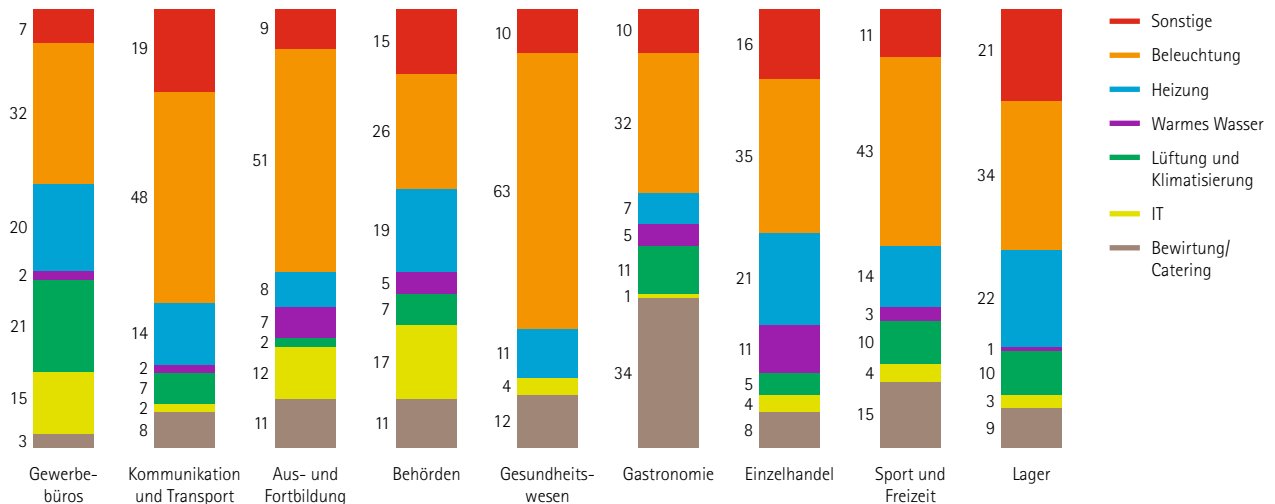


Quelle: Eurostat

ge kann eine Kombination aus Bewegungserkennung und tageslichtabhängiger Regelung eine Ersparnis von 50 % bewirken. Durch Lichtmanagementsysteme ergeben sich Einsparungen von bis zu 35 % bei Neubauten und bis zu 50 % bei Sanierungen (Quelle: New Buildings Institute). Die IES wertete die Daten von 88 Referenzprojekten

aus und erzielte ähnliche Resultate (siehe Diagramm am Ende der Seite). Diese Prozentangaben können natürlich abweichen. Das Einsparungspotenzial durch ein Lichtmanagement ist immens, aber es hängt stark von der Art des Gebäudes, der Branche und natürlich von den Benutzern ab.

## Energieverbrauch pro Gebäudetyp



Quelle: Pike Research Report 1Q 2011: Intelligent Lighting Controls for Commercial Buildings

## RETURN ON INVESTMENT

Kalkuliert man außerdem den zusätzlichen Nutzen der Energieeffizienz eines Gebäudes ein, sind die Einsparungen noch beträchtlicher. Die amerikanische Immobiliengruppe CoStar nennt als Beispiel für eine Investition in die Energieeffizienz in Höhe von 300.000 Dollar eine Amortisationsdauer der Kosten von 3 Jahren (jährliche Ersparnis von 100.000 Dollar). Die Investition sorgt darüber hinaus für einen Wertzuwachs von einer bis eineinhalb Millionen Dollar: Eine Steigerung des Return on Investment von 333 auf 500 %!

Strategie	Einsparung
Bewegungsabhängige Lichtsteuerung	24 %
Tageslichtabhängige Lichtsteuerung	28 %
Individuelle Lichtsteuerung	31 %
Integrierte Steuerung	36 %
Kombination mehrerer Strategien	38 %

Quelle: IES

# 3. Energieeinsparung

ETAP nutzt fünf Strategien für eine maximale Energieeinsparung. Eine Kombination verschiedener Strategien optimiert das Ersparpotenzial des Lichtmanagements.



## Intelligente Zeitsteuerung

Eine Zeitsteuerung schaltet oder dimmt das Licht in einem Gebäude oder Raum auf Basis kalendarischer Zeitpläne.

Eine intelligente Zeitsteuerung ist besonders dort von Nutzen, wo feste Zeitpläne etabliert sind, z. B. in Schulen oder Büros mit festen Arbeitszeiten, Treppenhäusern, Empfangsbereichen, usw. Zu Beginn des Arbeitstages wird das Licht eingeschaltet und am Ende des Tages wieder ausgeschaltet (in manchen Fällen auch gedimmt). Empfohlen

wird natürlich auch eine Möglichkeit zur individuellen Einstellung (per Knopfdruck).

In dieser Beziehung bietet eine Zeitsteuerung neben der Energieeinsparung noch weitere Vorteile. Das Lyceum Het Vlier, eine Schule im niederländischen Deventer, schaltet die Beleuchtung an Silvester explizit ein, um Vandalen abzuschrecken. In diesem Fall trägt eine intelligente Zeitsteuerung dazu bei, das Sicherheitsgefühl zu steigern.



## Tageslichtabhängige Steuerung

Tageslichtsensoren regeln die Beleuchtungsstärke automatisch, unter Berücksichtigung des einfallenden Tageslichts.

Bei der Leuchteninstallation wird der gesamte Lichtstrom auf der Basis der benötigten Beleuchtungsstärke berechnet (z. B. 500 lux in einer Büroumgebung). Die Einflussnahme durch das Tageslicht wird dabei außer Acht gelassen. Wenn Tageslicht einfällt, wird die Arbeitsfläche zu stark beleuchtet, es sei denn, das künstliche Licht wird dann gedimmt. Eine tageslichtabhängige Steuerung setzt Tageslichtsensoren ein, die die Reflexion der Leuchtdichte auf der Arbeitsfläche messen. Ist der Sensor auf 500 lux eingestellt, dimmt er den Lichtstrom der Lampe, sobald die Beleuchtungsstärke - bedingt durch das einstrahlende Tageslicht - überschritten wird.

Die tageslichtabhängige Lichtsteuerung kann auf Leuchtenebene (ein Sensor pro Leuchte) sowie pro Leuchtengruppe eingesetzt und natürlich auch mit anderen Lichtmanagementsystemen kombiniert werden. Weiterer Vorteil: Die tageslichtabhängige Steuerung spart am meisten im Sommer, wenn die Wärmebelastung am größten ist.



*Lichtsensor ELS (ETAP Lichtregelsystem), rechts ist der Sensor und links die stufenlose Einstellung des Dimmwertes.*

Eine gute tageslichtabhängige Regelung sorgt für ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Komfort und Ersparnis. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, die erhöhte Leuchtdichte nur teilweise zu kompensieren, um einen unnatürlichen Kontrast zwischen dem Innen- und Außenbereich zu vermeiden.



*Tageslichtabhängige Regelung passt den Leuchtenlichtstrom auf Basis des einfallenden Tageslichts an.*



## Anpassung an die Tätigkeit

Energieverschwendung durch übermäßige Beleuchtung wird dadurch verhindert, dass Standard-Beleuchtungswerte je nach Aufgabe oder Einsatzbereich eingestellt werden.

In einem Großraumbüro ist eine größere Beleuchtung in einem oder mehreren Arbeitsbereichen unter Umständen notwendig (z. B. dort, wo technische Zeichner arbeiten), während man an anderen Stellen mit weniger Beleuchtung auskommt (beispielsweise dort, wo eine leitende Tätigkeit ausgeübt wird).

Bei Lichtmanagementsystemen in Gebäuden lassen sich die Beleuchtungsstärken leicht ändern, wenn die in dem Büro bzw. in den Bürobereichen verrichteten Arbeiten anders aufgeteilt werden, ohne dass dazu Leuchten ausgetauscht, ausgebaut oder nachgerüstet werden müssen.

### Beleuchtung am Arbeitsplatz in Übereinstimmung mit der Norm EN 12464-1

3 Büros

Ref.-Nr.	Raumart, Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$
3.1	Ausführen, Kopieren, usw.	300
3.2	Schreiben, Tippen, Lesen, Datenverarbeitung am Computer	500
3.3	Technisches Zeichnen	750
3.4	CAD-Arbeitsplätze	500
3.5	Konferenz- und Besprechungsräume	500
3.6	Empfangstresen	300
3.7	Archive	200

2.5 Chemische, Kunststoff- und Kautschukindustrie

Ref.-Nr.	Raumart, Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$
2.5.1	Fernbediente Prozessinstallationen	300
2.5.2	Prozessinstallationen mit begrenztem manuellen Eingriff	500
2.5.3	Dauerhaft besetzte Arbeitsstationen in Prozessinstallationen	750
2.5.4	Präzisionsmessbereiche, Labors	500
2.5.5	Pharmazeutische Produktion	500
2.5.6	Reifenherstellung	300
2.5.7	Farbprüfung	200

# 3. Energieeinsparung



## Anwesenheitserkennung

Präsenzmelder schalten die Beleuchtung automatisch ab, wenn niemand im Raum anwesend ist. Wird der Erfassungsbereich der Sensoren betreten, schalten sie die Beleuchtung ein.

Bei der bewegungsabhängigen Lichtsteuerung werden Sensoren eingesetzt, die die Bewegung in der Nähe einer Leuchte, einer Leuchtengruppe oder eines bestimmten Bereichs erkennen. Sobald eine Bewegung erkannt wird, wird das Licht eingeschaltet. Wird aber keine Bewegung mehr erkannt, schaltet sich die Beleuchtung aus oder die Lampen werden (nach Ablauf einer zuvor definierten Zeitspanne) gedimmt. Auch eine Kombination beider (zuerst dimmen und danach abschalten) ist möglich.

Bei größeren Büros oder Großraumbüros sollte auch an das Komfortgefühl der Benutzer gedacht werden, da ein häufiges Umschalten oder Dimmen Arbeitsunterbrechungen bewirken kann. Hierzu werden jeder Zone Bewegungsmelder zugeteilt, oder Sensoren der Einzelleuchten mit einander verbunden.

Bei der Wahl der Sensoren sollte auf einen ausreichend großen Erfassungsbereich und eine hohe Empfindlichkeit geachtet werden, damit auch kleinste Bewegungen erfasst werden (z. B. das Tippen an einem Computer). Andererseits ist es ratsam, bestimmte Sektionen

im Erfassungsbereich abzuschirmen, um beispielsweise zu verhindern, dass das Licht in einem Büro eingeschaltet wird, wenn jemand an einer offen stehenden Tür vorbei geht.



Kardó 90 mit EMD Bewegungsmeldern.

## Begrenzung der Spitzenlast

Durch die Möglichkeit, ein Gebäude kontinuierlich zu überwachen und die Leuchten in Spitzenzeiten zusätzlich zu dimmen, können Belastungsspitzen vermieden werden.

Vom Energieversorger werden häufig Strafen auferlegt, wenn ein vereinbarter Höchstverbrauch überschritten wird. Auch das Gebäude-Management kann eine Begrenzung von Lastspitzen notwendig machen, um auf diese Weise eine Überlastung zu verhindern. Lichtmanagementsysteme können Überlastungen (und damit auch Strafen) durch Dimmen der Leuchten verhindern, wenn der Verbrauch allmählich seinen Spitzenwert erreicht. Je mehr sich der Verbrauch dem Maximalwert nähert, desto mehr können die Leuchten gedimmt werden.

Aufgrund der Komplexität lässt sich eine Lastspitzenlimitierung praktisch nur durch ein zentrales Lichtmanagement realisieren. Der Hersteller des Lichtregelsystems muss dann mit dem Kunden gemeinsam festlegen, welche Zonen in dem Gebäude zum Dimmen geeignet sind. Bereiche, in denen Personen arbeiten, eignen sich beispielsweise weniger als Flure oder Aufenthaltsräume. Selbstverständlich darf die Sicherheit dadurch auf keinen Fall gefährdet werden.

Da der Energieverbrauch in einem Gebäude von erheblich mehr Faktoren, als nur von der Beleuchtung abhängig ist, kann durch das Lichtmanagement nicht ausgeschlossen werden, dass der Maximalverbrauch überschritten wird. Es kann die Situation aber erheblich entschärfen, indem es Spitzenwerte im Verbrauch absenkt.





# 4. Maßnahmenplan

Die zehn Strategien sind ein hervorragender Leitfaden für die Implementierung eines Lichtmanagementsystems in einem Projekt. Der Anbieter hat die Aufgabe, sowohl den Kunden, als auch den Installationsbetrieb und den Benutzer des Systems bei allen Schritten des Projektes zu unterstützen: Bei der Planung, der Umsetzung und Wartung und Verwaltung.



## A. Planung

### BEDARFSANALYSE

Die Installation des Lichtmanagementsystems beginnt mit einer gründlichen Bedarfsanalyse. Ausgangspunkt sind Gespräche mit dem Kunden, des Studium der Pläne und die Beurteilung des Gebäudes.

**ETAP** EXCELLENT LIGHTING. SAVING ENERGY

**New Project Checklist**

1. Drawings (as built AutoCAD format preferred, hard copies acceptable)	Required	Preferred
Reflected Ceiling Plan (complete with light fixture locations)	X	
Furniture Plan		X
Area Usage if not contained in reflected ceiling plan (indicating area uses i.e. washrooms, office, boardroom etc)	X	
Electrical Plan		X

2. Energy Data	Required	Preferred
Supplier		X
Electrical rates or copies of utility bills (include distribution, transmission, transformer allowance, debt retirement and surcharges)	X	

Der Hersteller vergleicht die verschiedenen Flexibilitäts- und Energieeinsparungs-Strategien sowohl mit den Gebäudeeigenschaften als auch mit den Kundenanforderungen. In einem Gebäude mit vielen Außenfenstern macht die tageslichtabhängige Regelung beispielsweise einen Hauptbestandteil des Lichtmanagementsystems aus. Möchte eine Firma ihren Mitarbeitern eine möglichst große

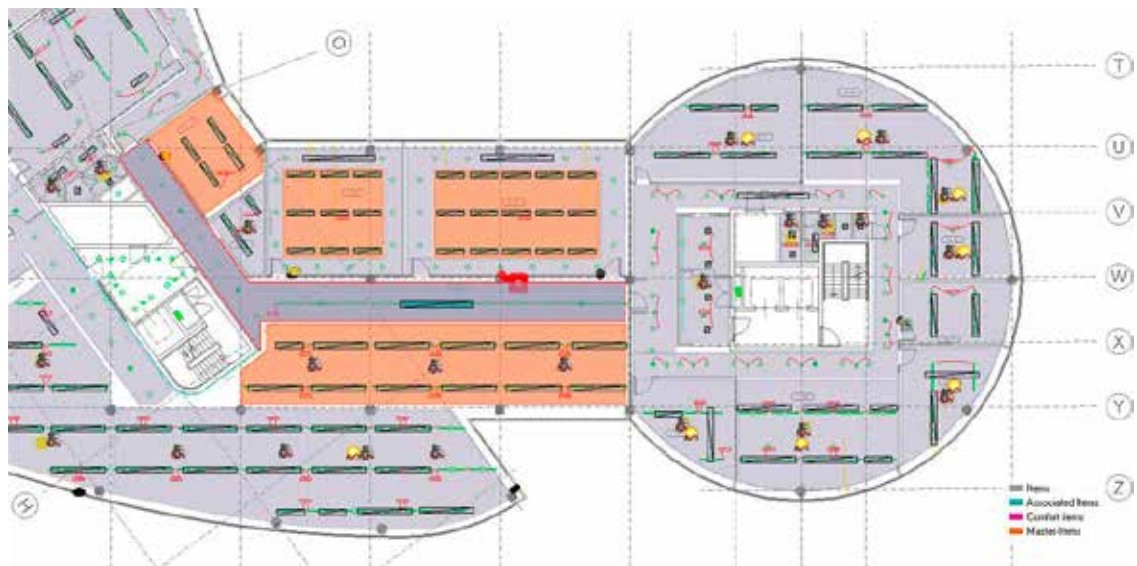
Wahlfreiheit lassen, entscheidet sie sich wahrscheinlich für eine individuelle Einstellmöglichkeit. Ist das Personal in einem Unternehmen mit den neuen flexibilisierten Arbeitsweisen (z.B. Hotdesking) vertraut, stehen eher Strategien im Mittelpunkt, die die Flexibilität steigern. Besonders wichtig ist, dass der Anbieter den Kunden professionell berät und gleich zu Beginn des Projekts die verschiedenen Lichtmanagement-Optionen mit ihm bespricht. Nur auf diese Weise kann das Resultat die Erwartungen nicht nur erfüllen sondern wahrscheinlich auch übertreffen.

### KONZEPT

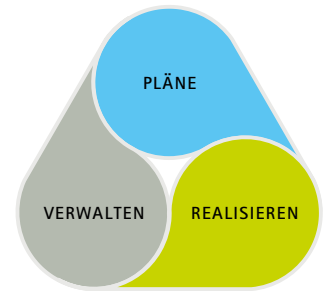
Ausgehend von der Bedarfsuntersuchung wird in einer Konzeptstudie das Lichtmanagement in den einzelnen Bereichen des Gebäudes definiert. Wo genau wird eine tageslichtabhängige Regelung eingesetzt? Wo soll die Steuerung kalenderbasiert arbeiten? In welchen Räumen sollen Szenarioeinstellungen verwendet werden, usw. Diese Studie dient als Ausgangsbasis für die Budgetkalkulation und für die weitere Detailplanung.

### DETAILPLANUNG

Das Konzept wird weiter in einen detaillierten Vorschlag verfeinert. Dieser enthält einen umfassenden Plan mit den exakten Positionen der Leuchten, Sensoren und der übrigen Komponenten. Ferner erhält der Kunde eine technische Übersicht über das System, eine Beschreibung zum Grundgedanken hinter dem Lichtmanagementsystem und zu den verwendeten Strategien sowie Ersatzteillisten mit den genauen Stückzahlen und Bezeichnungen der Materialien und einen umfangreichen Kostenvoranschlag.



Ein umfassender Plan enthält die exakten Positionen der Leuchten und aller Komponenten des Lichtmanagementsystems.



## B. Realisierung

### AUSFÜHRUNG

Die Unterstützung durch den Anbieter des Lichtmanagementsystems ist ebenfalls während der Installation erforderlich. Der Installateur muss gründlich eingewiesen und ggf. geschult werden. In den meisten Fällen empfiehlt es sich ferner, vor der Inbetriebnahme die notwendigen Tests durchzuführen, um eventuelle Fehler oder Störungen rechtzeitig zu entdecken und zu beseitigen.

Nach Arbeitsausführung legt der Installationsbetrieb die exakten Pläne und ein ausführliches Datenblatt vor, da er eventuell von den ursprünglichen Plänen und der Stückliste abgewichen ist.

### INBETRIEBNAHME

Je nach Größe und Komplexität des Projekts begleitet der Anbieter auch die Inbetriebnahme des Lichtmanagementsystems. Bestimmte Einstellungen sind nicht vorkonfiguriert und müssen vor Ort festgelegt werden.



Inbetriebnahme des Lichtmanagementsystems.



## C. Wartung und Verwaltung

### SCHULUNG

Der Hersteller macht den Facility Manager, den Hausmeister oder die Techniker, die für die Beleuchtung verantwortlich sind, mit der Bedienung des Lichtmanagementsystems vertraut. Falls der Kunde es wünscht, kann der Hausmeister geschult werden, selbst Anpassungen im Lichtregelsystem zu machen. Häufig beschränkt sich dies auf einfache Anweisungen für die Ausführung der dringlichsten Aufgaben, wie z. B. das Ein- und Ausschalten des Lichtmanagementsystems.

### WARTUNG

Die Mitarbeiter des Gebäude- oder Facilitymanagements verfügen nicht immer über die technischen Kenntnisse oder die Zeit, um das Lichtmanagementsystem zu verwalten und zu pflegen. In solchen Fällen schafft ein Wartungsvertrag Abhilfe. Der Kunde kann sich dann darauf verlassen, dass eine direkte Hilfe bei einer Störung oder einem Ausfall zur Verfügung steht, damit die optimale Funktion des Systems aufrecht erhalten bleibt.

Ein umfangreicher Wartungsvertrag kann außerdem ein regelmäßiges Audit des Lichtmanagementsystems, sowie die Auswertung und Ausweisung des Anlagenbetriebs und der erzielten Einsparungen beinhalten.

# 5. Referenzprojekte

ETAP hat seine Lichtmanagement-Strategien bereits in vielen hundert Projekten angewendet. Eine Liste mit einer kleinen Auswahl finden Sie hier und auf den folgenden Seiten.

## Firmenzentrale Carrefour in Paris

### WAS?

480 Thalia® RT2-Leuchten mit ELS (Lichtsensor) und MDD (bewegungsabhängige Dimmer). Diese Systeme vermindern den Energieverbrauch abhängig von der Menge an Tageslicht (ELS) und der An- oder Abwesenheit Personen (MDD).

### DAS ERGEBNIS?

30 % Ersparnis (jährlicher Verbrauch 40.950 kWh statt 58.500 kWh).



## Mechelner Versteigerung in Sint-Katelijne-Waver

### WAS?

Excellum Lichtmanagement auf einer Fläche von 30.000 m<sup>2</sup> mit 218 Bewegungsmeldern und 8 Tageslichtsensoren.

### DAS ERGEBNIS?

71 % Ersparnis: 35 % durch aufgabengerechtes Einstellen, 28 % durch die Bewegungsmelder, 4 % durch individuelle Einstellung und 4 % durch Tageslichtregelung.



## Schleswig-Holstein Netz AG in Niebüll

### WAS?

Zur maximalen Energieeinsparung entschied sich die Schleswig-Holstein Netz AG, eine Tochter der E.ON Hanse AG, für R7 LED-Leuchten mit EasyDim, die die Beleuchtungsstärke abhängig vom Tageslichteinfall oder der Bewegungserkennung regeln.

### DAS ERGEBNIS?

Die Kombination aus Lichtmanagement und energieeffizienten LED-Leuchten bewirkt eine jährliche Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von ca. 1 Tonne.





## Ernst & Young Zentrale in Diegem

### WAS?

Excellum Lichtmanagement auf Gebäudeebene in einem fünfstöckigen Bürogebäude. Integration von 700 Bewegungsmeldern und 60 ELS Tageslichtsensoren. Jede Leuchte ist einzeln ansteuerbar.

### DAS ERGEBNIS?

36 % Ersparnis beim Energieverbrauch für die Beleuchtung.



## Jean Lévy Mediathek in Lille

### WAS?

130 R4 Leuchten mit ELS (Lichtsensor) zur maximalen Ausnutzung des einfallenden Tageslichts. Eine tageslichtabhängige Steuerung war hier die richtige Wahl, da sich auf beiden Seiten der Räume große Fenster befinden.

### DAS ERGEBNIS?

30 % Ersparnis (jährlicher Verbrauch 10.221 kWh statt 14.602 kWh).



## Odyzee-Schule in Goes

### WAS?

Die erste energieneutrale Schule in den Niederlanden hat ihre Beleuchtung mit Excellum, dem Lichtmanagementsystem von ETAP, verbunden. Der Gebäudemanager misst der Berichtsfunktion eine große Bedeutung bei. "Das System weist aus, wie viel Energie exakt wo eingespart wird. Das spornt sehr an."

### DAS ERGEBNIS?

Eine Ersparnis von 63 %: 47 % durch die Bewegungsmelder, 7 % durch die aufgabengerechte Einstellung, 5 % durch die individuelle Einstellung und 4 % durch die tageslichtabhängige Regelung.

# 5. Referenzprojekte

## Hausmann Berri Parkhaus in Paris

### WAS?

Neue Beleuchtung für das Hausmann Berri Parkhaus in Paris. Bewegungsmelder kombiniert mit DALI sorgen für eine abgestufte Verringerung der Beleuchtungsstärke, wenn keine Fahrzeuge oder Fußgänger das Parkhaus betreten oder verlassen. Nach 2 Minuten ohne Bewegung wird die Beleuchtung um 50 % verringert, nach weiteren 2 Minuten schaltet die Beleuchtung auf Standby um (20 % Leistungsverbrauch).

### DAS ERGEBNIS?

61 % Energieersparnis ohne Einbußen beim Komfort der Parkhauskunden.



## Lyceum Het Vlier in Deventer

### WAS?

Das Lyceum Het Vlier hat seine Beleuchtung 2011 modernisiert. Die Beleuchtung auf dem gesamten Gelände wird von ETAPs Gebäude-Managementsystem Excellum gesteuert, was für eine jährliche Einsparung von bis zu 70 % sorgt. Nach einer gewissen Zeit musste die Beleuchtung in einem der Klassenräume aufgrund der Sehschwäche eines Lehrers wieder hochgeregelt werden. Statt eines zeitraubenden Austauschs von Leuchten konnte die Beleuchtung aus der Ferne durch eine Konfigurationsanpassung umgestellt werden.

### DAS ERGEBNIS?

Dank dieser Lösung musste der Seminarraum nicht vorübergehend geschlossen werden, um die Umbauarbeiten auszuführen, und es musste kein Installateur vor Ort kommen.



## GLOSSAR

Bacnet	Building Automation and Control Network. Ein offener Standard im Bereich der Gebäude-Managementssysteme, der von einem Konsortium aus Endverbrauchern und Herstellern von Gebäude-Managementssystemen erarbeitet wurde.
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method. Eine internationale Qualitätsmarke zur Messung der Nachhaltigkeit eines Gebäudes.
DALI	Digital Addressable Light Interface. Ein Industriestandard zur Regelung von Leuchten über ein Netzwerk.
EasyDim	Ein lokales Licht-Managementssystem, das die Lichtmenge abhängig vom einfallenden Tageslicht und menschlicher Aktivitäten automatisch reguliert.
ELS	ETAP Lichtregelsystem. Ein Sensor mit passender Steuerung, der die Lichtmenge unter einer Leuchte misst. Abhängig von der jeweiligen Gesamtlichtmenge dimmt der Sensor die Leuchte: Fällt mehr Tageslicht ein, erzeugt die Leuchte weniger künstliches Licht und verbraucht weniger Energie.
EMD	ETAP Multisensor für DALI. Der EMD Multisensor von ETAP kombiniert die Funktionen eines Bewegungsmelders, Tageslichtsensors und Infrarot-Empfängers in einem Gerät. EMD Sensoren können Leuchten einschalten, ausschalten und auch dimmen.
EN 12464-1	Europäische Norm für Beleuchtung am Arbeitsplatz.
EN 15232	Europäische Norm für Gebäude-Management.
Excellum2	Integriertes System für Lichtmanagement auf Gebäudeniveau. Verwendet mehrere Strategien um die Energieeinsparung und Flexibilität zu maximieren.
IES	Illuminating Engineering Society.
KNX	Ein internationaler offener Standard für die Gebäudeautomation.
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design. Ein internationales System zur Klassifizierung der Nachhaltigkeit eines Gebäudes.
LON	Netzwerkprotokoll für das Gebäude-Management, das von Echelon entwickelt wurde.
MDS	Bewegungsabhängige Lichtschaltung. Sensor mit passender Steuerung zum Abschalten von Lampe und Vorschaltgerät, wenn sich niemand in unmittelbarer Umgebung aufhält.

## QUELLENANGABEN

- Pike Research, Intelligent lighting controls for commercial buildings, Ausgabe 1/2011
- Georg Hoffmann, Veronika Guflera et al., Effects of variable lighting intensities and colour temperatures on sulphatoxymelatonin and subjective mood in an experimental office workplace
- W.J.M. van Bommel and G.J. van den Beld, engineers, et al., Industriële verlichting en productiviteit
- Alison Williams, Barbara Atkinson et al., Lighting controls in commercial buildings
- IES, The Lighting Handbook

DEUTSCHLAND ■ ETAP Beleuchtung, NL der ETAP NV ■ Maybachstraße 31 ■ 51381 Leverkusen  
Tel. +49 (0)2171/7075-5 ■ Fax +49 (0)2171/7075-75 ■ [info.de@etaplighting.com](mailto:info.de@etaplighting.com)

GROSSHERZOGTUM LUXEMBURG ■ ETAP NV ■ Antwerpsesteenweg 130 ■ 2390 Malle ■ Belgien  
Tel. +32 (0)3 310 02 11 ■ Fax +32 (0)3 311 61 42 ■ [info.be@etaplighting.com](mailto:info.be@etaplighting.com)

[www.etaplighting.com](http://www.etaplighting.com)