

## Application Note DK9221-0110-0016

### Building Automation

#### Keywords

Energie-Effizienz  
Helligkeitsregulierung  
Beleuchtung  
TwinCAT Library  
Building Automation  
Gebäudeautomatisierung  
tageslichtabhängige  
Lichtsteuerung  
Konstantlichtregelung  
Lichtsteuerstrategien  
Helligkeitsregulierung  
Universal-Dimmer  
KL2751  
KL2761

# Lichtsteuerszenarien zur Optimierung der Energieeffizienz mit Dimmerklemme und TwinCAT-Library

**Dieses Application Example beschreibt vier Szenarien zur Energieeinsparung bei Gebäuden, unter Verwendung der TwinCAT PLC Library Building Automation Basic und der Dimmerklemme KL2751 bzw. KL2761. Der busneutrale Universaldimmer in Form einer Busklemme erleichtert die Dezentralisierung innerhalb der Gebäudeautomation und erlaubt die Bedienung über Standard-Taster oder Control Panel.**

Die Busklemmen KL2751 bzw. KL2761 sind Universal-Dimmer mit linearisierter Kennlinie zur gleichmäßigen Helligkeitsregulierung von Beleuchtungselementen. An die 1-Kanal-Universal-Dimmerklemme können kapazitive, induktive und ohmsche Lasten angeschlossen werden. Da die Klemme beide Arten der Phasenschnitt-Steuerung beherrscht, kann sie je nach Leistungsbedarf der angeschlossenen Last (KL2751 – 300 VA, KL2761 – 600 VA) das entsprechende Ansteuerprofil auswählen. Weiterhin kann die Klemme durch Buskoppler in jede beliebige Steuerungsumgebung integriert werden, und ist somit ein netzwerkfähiger Universal-Dimmer, der nicht auf dem für professionelle Beleuchtung üblichen Protokoll-Standard DMX basiert.

## Vorteile der Dimmerklemme KL2751/KL2761

Die Busunabhängigkeit der Dimmerklemme bietet Vorteile bei vielen Aspekten:

- Einfache Dezentralisierung:

Häufig sind bereits Infrastrukturen vorhanden, auf welche man aufsetzen kann oder die problemlos erweitert werden können. Der Aufbau der Informationsschwerpunkte (ISP) kann nach Stern- oder Linientopologie erfolgen, daher muss die Dimmerklemme nicht zwangsläufig in näherer Umgebung der Zentralsteuerung platziert sein. Zum Beispiel kann auf einer Etage ein Beckhoff Embedded-PC (bspw. ein CXxxxx) mit mehreren Buskopplern BKxxxx die Etagensteuerung übernehmen; die Dimmerklemme ist an einen der Buskoppler angeschlossen. Eine dezentralisierte Steuerung reduziert die Materialkosten

## Application Note DK9221-0110-0016

### Building Automation

(Standard-Ethernet-Kabel bei Ethernet-Struktur) und erlaubt eine Verkabelung direkt zu den I/Os.

- Einfache Installation:

Im Gegensatz zu herkömmlichen Gebäudesystemen erfordert der Einsatz der Dimmerklemme keinen unterlagerten Subbus außerhalb des Klemmenstrangs. Zur Verdrahtung der Steuerungen kann mit einer Standard-Ethernet-Leitung gearbeitet werden, während von der Klemme aus eine Standard-Installationsleitung (NYM) verdrahtet wird.

- Bedienungsunabhängigkeit:

Es können sowohl konventionelle Taster (ohne Busanschluss) als auch Control Panel zur Bedienung verwendet werden. Der Anwender ist daher in der Auswahl der Bedienelemente nicht darauf angewiesen, dass sein System auch die ausgewählten Komponenten unterstützt. Weiterhin minimiert sich der Kosteneinsatz durch die Verwendung der Standard-Taster.

- Geringer Platzbedarf:

Im Gegensatz zur bisherigen Lösung mit einem Hutschienen-Dimmer und einer analogen Eingangsklemme, bietet die Dimmerklemme alle benötigten Funktionen in nur 12 mm Breite.

- Ethernetfähigkeit:

Entsprechend dem vorherrschenden Know-how und der Infrastruktur kann die Klemme über den entsprechenden Buskoppler in jede vorliegende Steuerungsumgebung integriert werden. So muss bei bestehender I/O-Infrastruktur mit EIB- oder LON-Komponenten kein Systemwechsel erfolgen.

### Energie-Einsparpotenziale bei der Beleuchtung

Der Einsatz einer Gebäudesteuerung steigert die Energie-Effizienz von Gebäuden im höchsten Grade. Dazu werden sämtliche Funktionen des Gebäudes mit einer zentralen Steuerung überwacht und geregelt. Die einzelnen Funktionen können als Ganzes oder auch einzeln automatisiert werden. Im Folgenden wird auf die Energie-Einsparpotenziale durch eine Beleuchtungssteuerung eingegangen, die mit einigen Systembausteinen aus dem Building-Automation-Programm und der Automatisierungssoftware TwinCAT realisiert werden können.

### TwinCAT PLC Library Building Automation Basic

Die TwinCAT PLC Library Building Automation Basic ist eine IEC 61131-3-Softwarebibliothek, die Funktionsbausteine zur Ausführung von Grundfunktionen im Bereich der Gebäudeautomatisierung zur Verfügung stellt. Mit dieser Bibliothek können die für den Bereich Gebäudeautomatisierung wichtigen Funktionen programmiert werden: Beleuchtungssteuerung, Treppenhausbeleuchtung, Lichtdimmer mit einem oder zwei Tastern, Maximumwächter zur Energieoptimierung, Jalousiesteuerung, Meldekontakt, Unterscheidung zwischen einfacher und doppelter sowie kurzer und langer Tastenbetätigung, Schwellwertschalter, Filter zur Glättung analoger Eingangssignale, Skalierungsfunktionen zur Konvertierung von Rohwerten in Messwerte sowie Funktionen zur Konvertierung von Temperaturen (Kelvin, Celsius, Reaumur, Fahrenheit).

Zur Automation von Gebäuden können verschiedene TwinCAT-PLC-Libraries verwendet werden; dieses Application Example umfasst den für die Beleuchtung relevanten Teil der TwinCAT PLC Library Building Automation Basic. Folgende vorgefertigte

## Application Note DK9221-0110-0016

### Building Automation

Funktionsbausteine werden in den folgenden vier Steuerungs-Szenarien für automatisierte Beleuchtung benutzt:

FB_Dimmer1Switch	Lichtdimmer über einen Taster
FB_Light	Lichtsteuerung
FB_LightControl	tageslichtabhängige Lichtsteuerung
FB_ConstantLightControlEco	Konstantlichtregelung
FB_Sequencer	Lichtsequenz-Baustein
FB_StairwellLight	Treppenhauslichtschaltung
FB_StairwellDimmer	Treppenhausdimmer
FB_WeeklyTimeSwitch	Wochenzeitschaltuhr
FB_VenetianBlind	Jalousiesteuerung

Tab. 1 Benötigte Funktionsbausteine der TwinCAT-PLC-Library Building Automation

### Beleuchtungssteuerung = Energie-Einsparung

Ohne den Einsatz einer Beleuchtungssteuerung wird die Beleuchtung in einem gewerblich genutzten Gebäude, z. B. einem Bürogebäude oder einer Schule, morgens eingeschaltet und abends abgeschaltet. Da den ganzen Tag über Kunstlicht genutzt wird, fallen hier 100 % der Energiekosten an. Folgende Beleuchtungsstrategien eröffnen umfangreiche Energie-Einsparungen bei Einsatz einer automatisierten Beleuchtung:

- A Zentrales Abschalten
- B Zeitabhängige Beleuchtung
- C Tageslichtabhängige Beleuchtung (tageslichtabhängige Lichtsteuerung /Konstantlichtregelung)
- D Präsenzorientierte Beleuchtung

## Application Note DK9221-0110-0016

### Building Automation

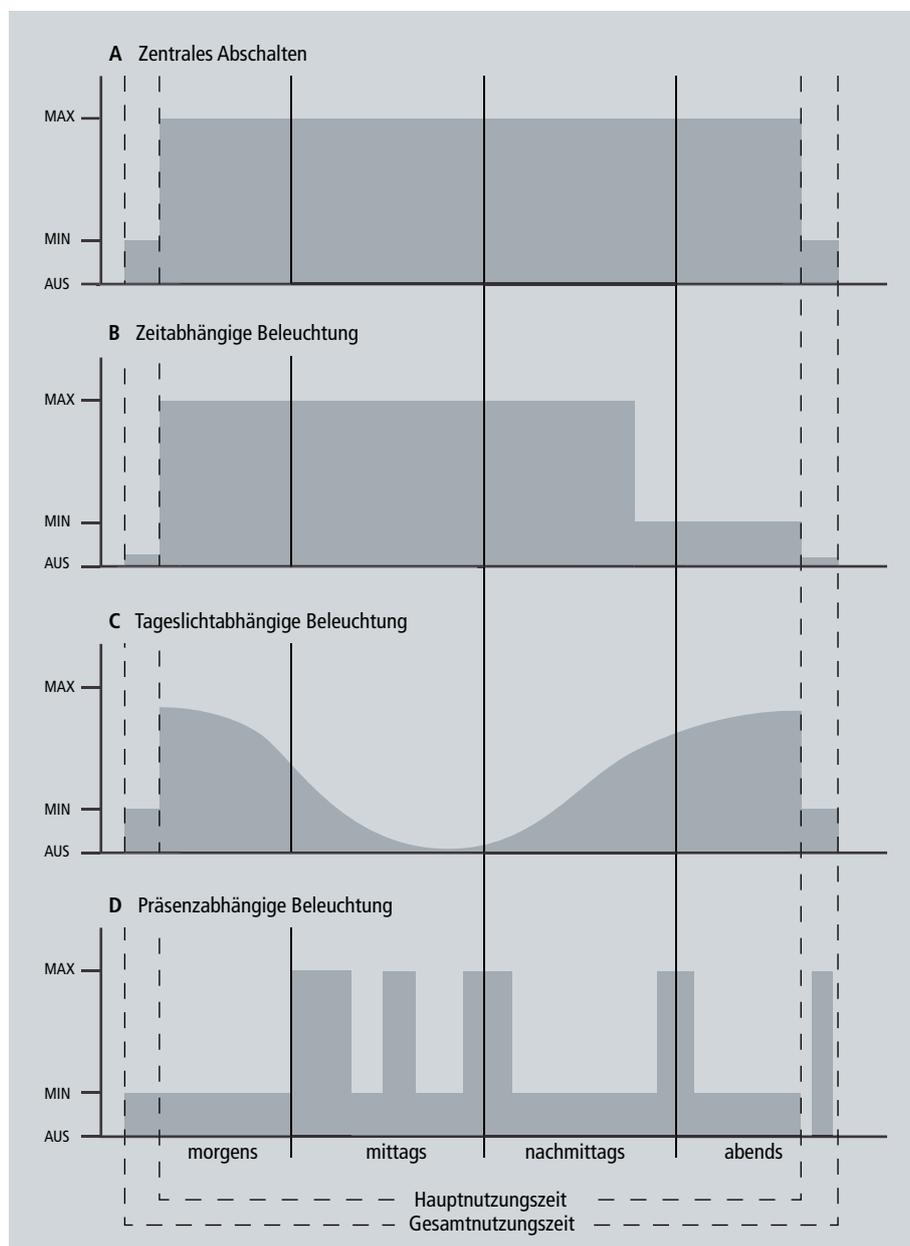


Abb. 1 Übersicht der Lichtsteuerstrategien zur Reduktion des Energieverbrauchs

Durch den Einsatz von geeigneten Lichtsteuerstrategien, eingebunden in eine integrale Gebäudeautomation, lassen sich signifikante Energie-Einsparungen erzielen, während Komfort und Wohlbefinden innerhalb des Gebäudes steigen. Durch Kombination von verschiedenen Strategien kann die Energie-Einsparung maximiert werden.

## Application Note DK9221-0110-0016

### Building Automation

#### A Zentrales Abschalten

Vor und nach der Hauptnutzungszeit des Gebäudes erfolgt ein zentrales Abschalten der Beleuchtung bzw. ein zentrales Dimmen auf Minimalbeleuchtung.

Funktionsbausteine: **FB\_Light**, **FB\_Dimmer1Switch**, **FB\_Sequencer**, **FB\_WeeklyTimeSwitch**

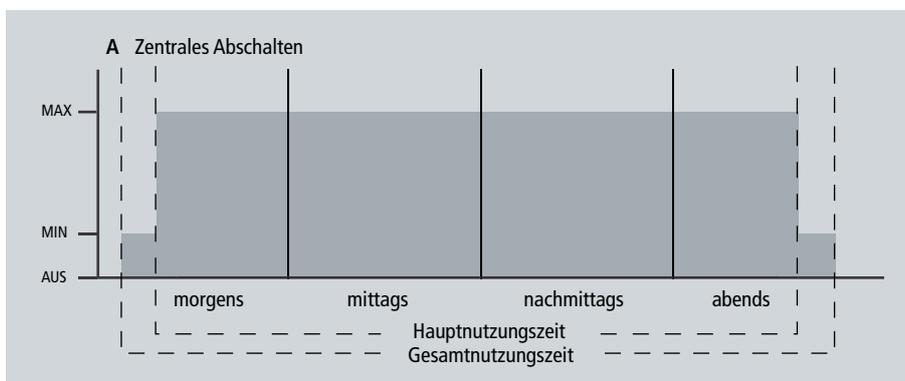


Abb. 2 Energie-Einsparung durch zentrales Abschalten

#### B Zeitabhängige Lichtsteuerung

Wird die Beleuchtung für einzelne Räume manuell geschaltet, wird das Ausschalten häufig vergessen, sobald die letzte Person den Raum verlassen hat. Hier liegt Einsparpotenzial durch eine zeitabhängige Lichtsteuerung, indem das Licht entweder

- relativ zu einem Ereignis oder
- absolut zur Uhrzeit bzw. zu einem Datum

geschaltet wird.

Ein sich **relativ zu einem Ereignis** orientierender Modus eignet sich typischerweise für Treppenhäuser und gering-frequentierte Räume: Über einen Taster wird eine vorher einprogrammierte Laufzeit aktiviert, nach deren Verstreichen das Licht abgeschaltet wird. Die Laufzeit kann an das Nutzungsprofil des Raumes angepasst werden. Für Komfort-orientierte Räume kann das Licht dezent gedimmt werden, um das baldige Ausschalten zu signalisieren, welches durch erneuten Tastendruck hinausgezögert werden kann.

Benötigte Funktionsbausteine: **FB\_StairwellLight**, **FB\_StairwellDimmer**, **FB\_Light**

## Application Note DK9221-0110-0016

### Building Automation

Ein **uhrzeitabhängiger Modus** schaltet die Beleuchtung zu einer vorbestimmten Zeit automatisch aus. Die Umschaltung kann auch hier durch eine Dimmphase angezeigt werden, sodass der Nutzer die Möglichkeit hat, durch einen Tastendruck das Ausschalten hinauszuzögern.

Benötigte Funktionsbausteine: **FB\_Light**, **FB\_Dimmer1Switch**, **FB\_WeeklyTimeSwitch**, **FB\_StairwellLight**, **FB\_StairwellDimmer**

Durch den Einsatz einer zeitabhängigen Lichtsteuerung können besonders in den Nebennutzungszeiten die Energiekosten gesenkt werden, vgl. Bereich B in Abb. 3.

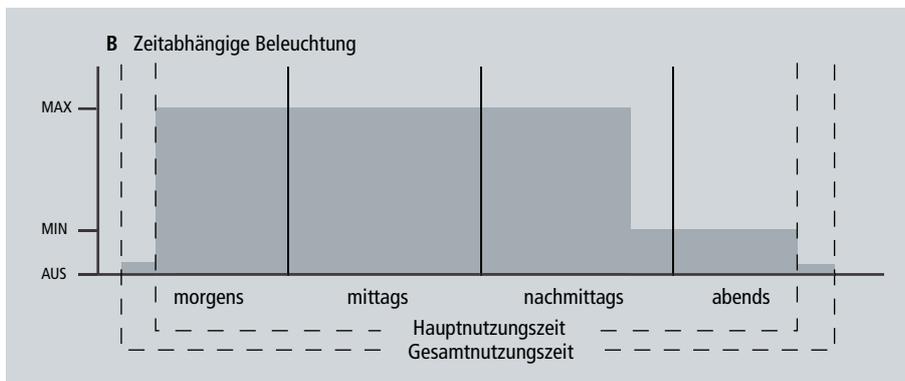


Abb. 3 Energie-Einsparung durch zentr. Abschalten und zeitabh. Beleuchtung

### C Tageslichtabhängige Beleuchtung

Um je nach Tageslichteinfall die Helligkeit des Raumes zu steuern, können zwei Konzepte angewendet werden:

- tageslichtabhängige Lichtsteuerung
- Konstantlichtregelung

Die **tageslichtabhängige Lichtsteuerung** nutzt einen Außenhelligkeitsfühler an der Außenseite des Gebäudes und beeinflusst die Raumhelligkeit nach eingestellten Werten. Bei Einsatz von Verschattung sollte neben der allgemeinen Abfrage (Verschattung aktiv) auch die Position abgefragt werden, um die Beleuchtungsstärke optimal anzupassen.

Benötigte Funktionsbausteine: **FB\_LightControl**, **FB\_VenetianBlind**

Die **Konstantlichtregelung** nutzt im Raum verteilte Helligkeitsfühler und hält die Lichtstärke auf einem vorgegebenen Wert konstant, indem nach Bedarf Kunstlichtquellen in reduzierter Lichtstärke zugeschaltet werden. Um das einfallende Tageslicht bei der Konstantlichtregelung bestmöglich auszunutzen, empfiehlt sich der Einsatz von steuerbaren Jalousien, die nicht nur Verdunkeln, sondern abgeblendetes Tageslicht in den Raum hineinlassen. Durch diese Maßnahme lassen sich die Energiekosten an den sonnenintensiven Tagen reduzieren, da durch die Blendwirkung auch ein Aufheizen des Raumes vermieden wird (reduzierter Betrieb der Kühlung).

## Application Note DK9221-0110-0016

### Building Automation

Benötigte Funktionsbausteine: **FB\_ConstantLightControlEco**, **FB\_WeeklyTimeSwitch**, **FB\_Dimmer1Switch**

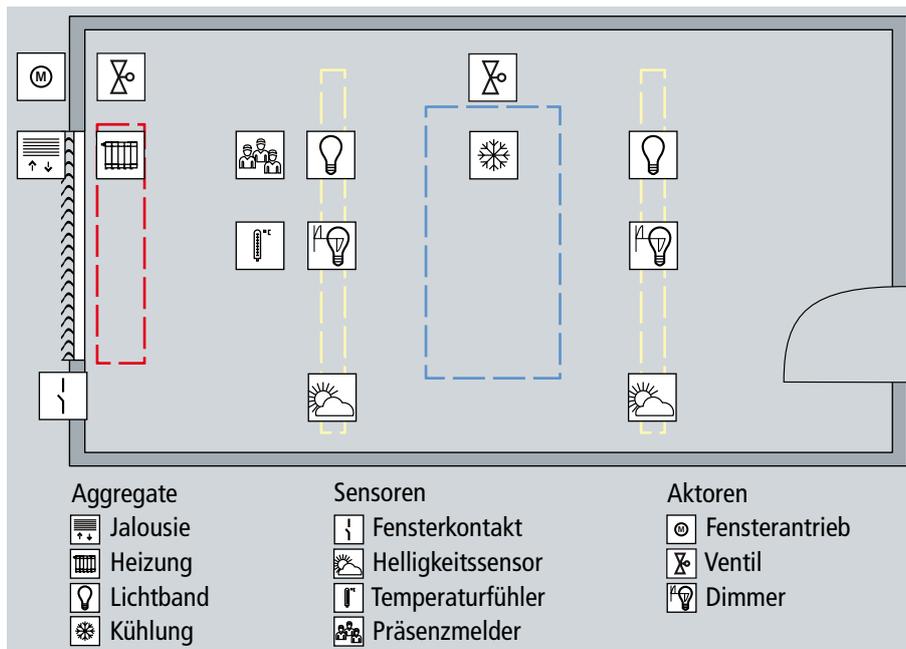


Abb. 4 Aggregate, Sensoren und Aktoren zur Regelung eines Büros

Wie in Abb. 4 dargestellt, erfordert diese Lichtsteuerstrategie das Zusammenspiel der im Raum befindlichen Aktoren und Sensoren zur Raumregelung. Das von der Fensterseite her einfallende Tageslicht sorgt – in Abhängigkeit von der Raumtiefe – für die standardisierte Beleuchtungsstärke auf Arbeitsflächen von 500 lx. Die Konstantlichtregelung dimmt die Lichtbänder, sodass das Kunstlicht den fehlenden Lichtanteil zum Erreichen der Zielbeleuchtungsstärke liefert. Jedes Lichtband hat optimalerweise einen eigenen Helligkeitssensor. So kann an lichtintensiven Tagen die direkt am Fenster liegende Zone 1 abgeschaltet werden, wenn die einfallende Lichtmenge ausreichend ist. Die weiter innen im Raum liegende Zone 2 wird je nach Lichteinfall gedimmt.

## Application Note DK9221-0110-0016

### Building Automation

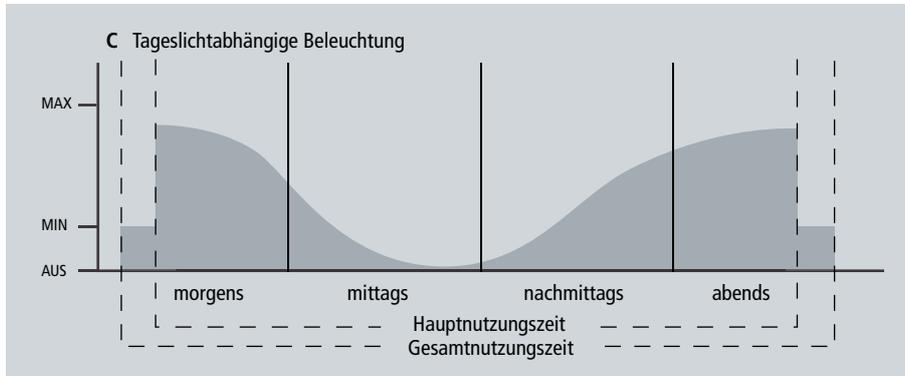


Abb. 5 Energie-Einsparung durch zentr. Abschalten, zeitabh. und tageslichtabh. Beleuchtung

## D Präsenz-orientierte Beleuchtung

Der Einsatz einer anwesenheitsabhängigen Tageslichtsteuerung zur Energiekostenreduzierung ist besonders für nicht ständig genutzte Räume, wie z. B. Flure oder Besprechungsräume, sinnvoll (Abb. 6). Werden Besprechungsräume im Laufe des Tages nur teilweise genutzt, schalten Präsenzmelder die Raumfunktionen automatisch vom Komfort- auf Bereitschafts- oder Energiesparbetrieb um. Außerhalb der Hauptnutzungszeiten reduziert eine präsenzabhängige Lichtsteuerung die Energiekosten für Flure erheblich. Darüber hinaus kann in der Hauptnutzungszeit ein Modus gewählt werden, der die Flurbeleuchtung auf eine einstellbare Minimalbeleuchtung zurückschaltet, wenn sich niemand im Flur aufhält. Neben der manuellen Steuerung kann auch eine zeitgesteuerte Umschaltung effektiv zur Reduzierung der Energiekosten beitragen. Der Präsenzmelder wird durch einen digitalen Eingang realisiert.

Benötigte Funktionsbausteine: **FB\_Light**, **FB\_WeeklyTimeSwitch**, **FB\_Dimmer1Switch**

Damit ergibt sich ein Optimum an Energie-Einsparung bei langer Leuchtmittellebensdauer. Arbeitet die Flurbeleuchtung präsenzabhängig, so liefert sie immer dann das richtige Licht, wenn es benötigt wird. Andererseits wird nicht mehr Energie verbraucht als notwendig. Bei Komfort-orientierten Räumen kann auf das Abschalten verzichtet werden und stattdessen ein Dimmen auf Minimalbeleuchtung gewählt werden. Auch für Außen- oder Wegebeleuchtung ist dieses Steuerprinzip anwendbar, um in Abhängigkeit von Helligkeit, Bewegung und Zeit immer eine rechtzeitige Beleuchtung zu schalten.

## Application Note DK9221-0110-0016

### Building Automation

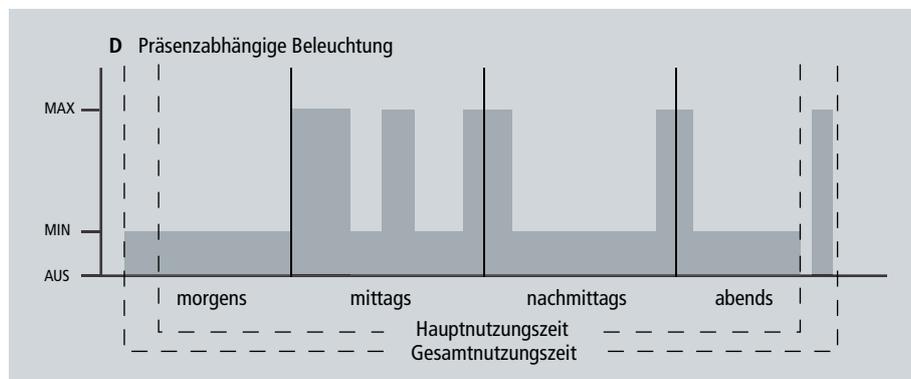


Abb. 6 Energie-Einsparung durch präsenzorientierte Beleuchtung

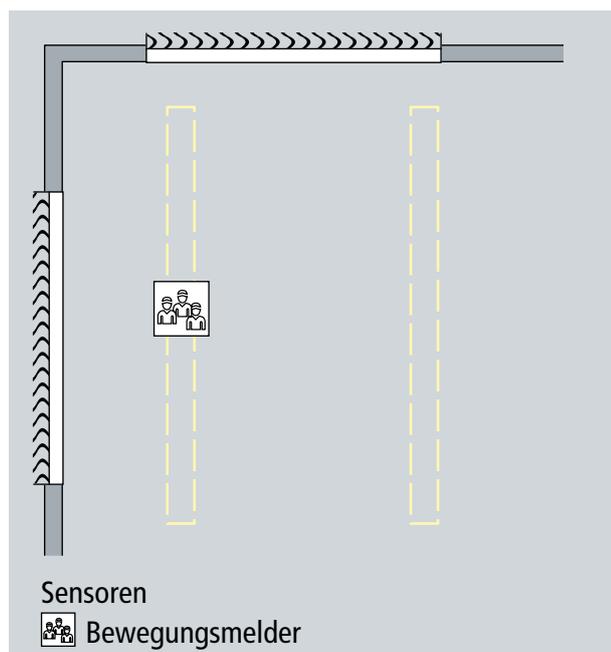


Abb. 7 Einsatz eines Bewegungsmelders bei der Kombination von präsenz- und tageslichtabhängiger Beleuchtung

### Bewegungsmelder

Präsenzmelder reagieren im Gegensatz zu Bewegungsmeldern auch bei starker Helligkeit, daher ist der Einsatz von kostengünstigen Bewegungsmeldern anstatt Präsenzmeldern nicht immer möglich. Bei der Kombination von tageslichtabhängiger und präsenzorientierter Beleuchtung kann ein Bewegungsmelder zur Reduktion der Energiekosten eingesetzt werden. Der Bewegungsmelder direkt unterhalb des Lichtbandes (Abb. 7) ist nur aktiv, wenn die eingestellte Helligkeitsstufe unterschritten ist. Wird dann eine Bewegung erfasst, kann das Lichtband entweder auf einen Festwert oder nach Vorgabe des Außenhelligkeitsfühlers gedimmt werden. Besonders bei gering-frequentierten Räumen mit großen Fensterflächen erzielt diese Kombination hohe Energie-Einsparungen durch das Abschalten/Dimmen der fensternahen

## Application Note DK9221-0110-0016

### Building Automation

Lichtzone.

- 1-Kanal-Universal-Dimmerklemme, 230 V AC, 300 VA (W) [www.beckhoff.de/KL2751](http://www.beckhoff.de/KL2751)
- 1-Kanal-Universal-Dimmerklemme, 230 V AC, 600 VA (W) [www.beckhoff.de/KL2761](http://www.beckhoff.de/KL2761)
- Optionale TwinCAT Software-Pakete Building Automation  
[www.beckhoff.de/german/twincat/plc\\_libraries\\_building\\_automation.htm](http://www.beckhoff.de/german/twincat/plc_libraries_building_automation.htm)
- Automatisierungsbaukasten für die Gebäudeautomation [www.beckhoff.de/building](http://www.beckhoff.de/building)

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben. Eine detaillierte Beschreibung unserer Produkte enthalten unsere Datenblätter und Dokumentationen, die darin enthaltenen produktspezifischen Warnhinweise sind unbedingt zu beachten. Die aktuelle Version der Datenblätter und Dokumentationen finden Sie auf unserer Homepage ([www.beckhoff.de](http://www.beckhoff.de)).

© Beckhoff Automation GmbH, Januar 2010

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.