

BELEUCHTUNGSSTEUERUNG RICHTIG PLANEN UND UMSETZEN

Ein Leitfaden für die Konzeption, Planung, Umsetzung
und Inbetriebsetzung von Beleuchtungssteuerungen.



Impressum

Redaktion und Gestaltung:

Martin Stalder
Ingenieurbüro für Energietechnik und Informatik
Engelgasse 22
8911 Rifferswil

René Naef
Naef Energie
Jupiterstrasse 26
8032 Zürich

Auftraggeber:

Der hier vorliegende Leitfaden wurde im Rahmen eines F+E Projektes des Bundesamtes für Energie (BfE) erstellt.

Weitere Informationen:

Weitere Informationen zum Thema Beleuchtungssteuerung und zum BfE Forschungsprojekt finden Sie unter:

www.beleuchtungssteuerung.ch

INHALTSVERZEICHNIS:

1.	Was will man mit einer Beleuchtungssteuerung erreichen?	4
2.	Wie funktioniert eine gängige Beleuchtungssteuerung	4
3.	Andere Beleuchtungssituationen, andere Steuerkonzepte, Planungsregeln für eine optimale Beleuchtungssteuerung.....	5
4.	Plazierung der Präsenzmelder	6
5.	Regeln für die Inbetriebsetzung	7
5.1	Einstellen des TAgelichtwertes	7
5.2	Kontrolle und Anpassung des Erfassungsbereichs.....	8
5.3	Kontrolle der Funktion.....	8
6.	Beispiele, Lösungen für verschiedene Beleuchtungssituationen	9
6.1	Präsenzmelder in Toiletten	9
6.2	Ausleuchten von Korridor zwischen Regalen	10
6.3	Arbeitsbereiche mit Durchgangsverkehr	11
6.4	Beleuchtung über „Compactus“ Archiv	12
6.5	Solar Funk-PIR für Nachrüstungen und den flexiblen Einsatz	13
7.	Glossar	14

1. Was will man mit einer Beleuchtungssteuerung erreichen?

Beleuchtungssteuerungen haben das Ziel die Betriebszeiten von Beleuchtungen zu optimieren. Dies erreichen sie, in dem sie dafür sorgen, dass die Beleuchtung automatisch ausgeschaltet wird, wenn im beleuchteten Bereich keine Personen mehr anwesend sind oder ausreichend Tageslicht vorhanden ist und somit Kunstlicht nicht mehr benötigt wird.

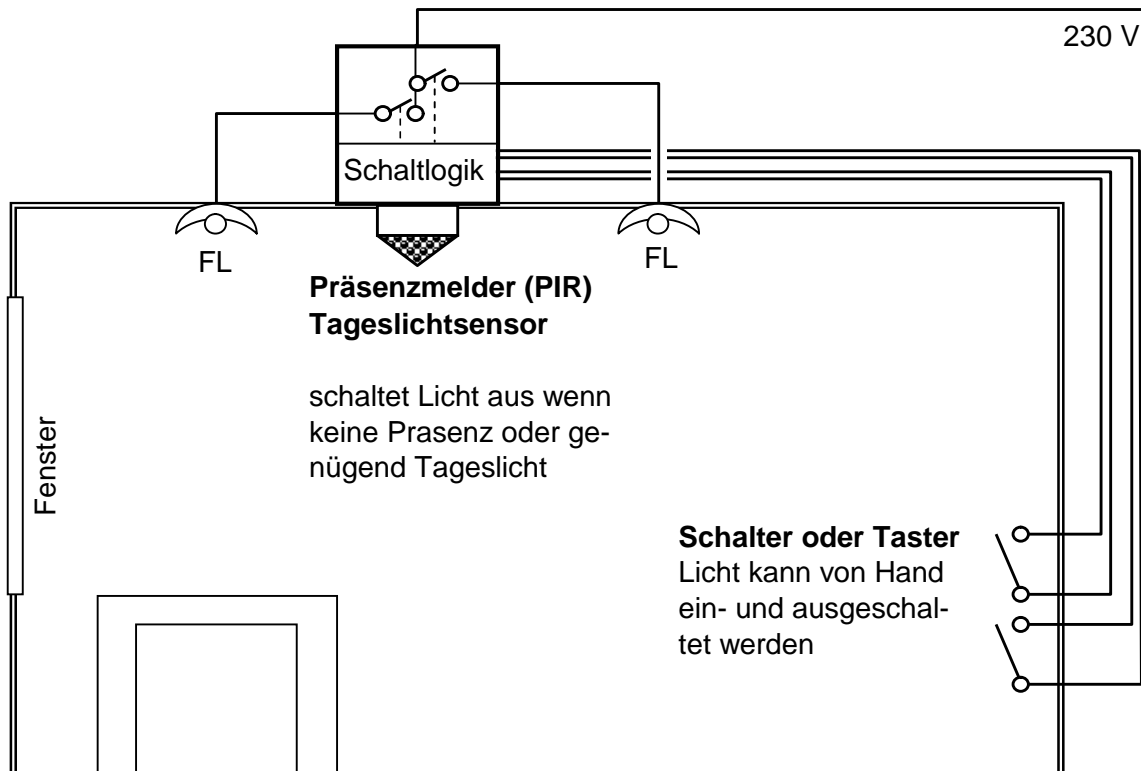
Der hier vorliegende Leitfadens vermittelt konkrete Informationen, wie Beleuchtungssteuerungen geplant und realisiert werden können, die dann effektiv einen optimalen Betrieb der Beleuchtung erlauben.

Für einen energetisch optimaler Betrieb einer Beleuchtung bedeutet dies:

**Die Beleuchtung ist ausgeschaltet,
wenn keine Präsenz oder genügend Tageslicht vorhanden ist**

2. Wie funktioniert eine gängige Beleuchtungssteuerung

Ein Präsenzmelder erfasst die Anwesenheit von Personen und ein Tageslichtsensor misst die Intensität des Tageslichts im erfassten Bereich. Diese beiden Signale werden an eine Schaltlogik weitergegeben, die dann die Beleuchtung automatisch ausschaltet, wenn das Präsenzsignal 0 oder der erforderliche Tageslichtpegel erreicht ist.



Figur 1: Funktionsprinzip einer Beleuchtungssteuerung mit Präsenzmelder und Tageslichtsensor

3. Andere Beleuchtungssituationen, andere Steuerkonzepte, Planungsregeln für eine optimale Beleuchtungssteuerung

Es kommt auf die jeweilige Beleuchtungssituation an, welches Steuerkonzept am sinnvollsten eingesetzt wird. Hierfür unterscheidet man grundsätzlich folgende Steuerkonzepte:

■ Halbautomat

Die Beleuchtung wird immer von Hand eingeschaltet und kann auch von Hand ausgeschaltet werden. Die Beleuchtungssteuerung schaltet die Beleuchtung in Abhängigkeit von Präsenz und/oder Tageslichtpegel automatisch aus.

■ Vollautomat

Die Beleuchtungssteuerung schaltet die Beleuchtung in Abhängigkeit von Präsenz und/oder Tageslicht vollautomatisch ein und aus.

Für die folgenden Beleuchtungssituationen empfehlen wir folgende Steuerkonzepte:

Arbeitsraum mit Tageslicht	Halbautomat mit Tageslichtsensor
Korridor mit Tageslicht	Halbautomat mit Tageslichtsensor Vollautomat mit Tageslichtsensor (bei viel Publikumsverkehr)
Arbeitsraum oder Korridor ohne Tageslicht	Vollautomat ohne Tageslichtsensor
WC gefangen	Vollautomat ohne Tageslichtsensor
WC mit Fenster	Vollautomat mit Tageslichtsensor
Gang zwischen Regalen (z.B. Bibliothek)	Vollautomat ohne Tageslichtsensor (Erfassungsbereich PIR sorgfältig abgrenzen)

Grundsätzlich gilt: In Räumen, wo Tageslicht vorhanden ist, sollte wenn möglich eine halbautomatische Steuerung eingesetzt werden. Da bei dieser Steuerung der Benutzer (mit)entscheiden kann, wann die Beleuchtung ein- oder ausgeschaltet wird, kann die Beleuchtung noch optimaler betrieben werden, da gerade bei Arbeiten am PC oft die Beleuchtung nicht eingeschaltet wird, auch wenn der Tageslichtpegel unterhalb dem nach Norm geforderten Wert liegt. Untersuchungen haben ergeben dass mit dem Halbautomaten ein weiteres Einsparpotential von 20 – 40% erschlossen werden kann.

4. Platzierung der Präsenzmelder

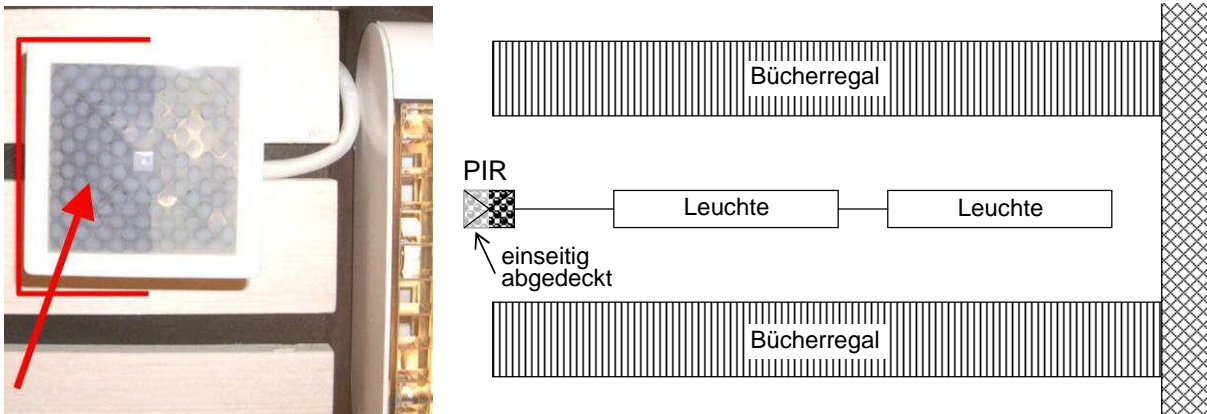
Damit eine Beleuchtungssteuerung gut funktioniert muss der Platzierung des Präsenzmelders besondere Beachtung geschenkt werden. Folgende Punkte sind zu beachten:

■ Erfassungsbereich PIR

Der PIR ist so zu platzieren, dass dessen Erfassungsbereich auf die Art und Weise der Raumbenutzung abgestimmt ist. Unbedingt mit den Benutzern abklären, wo im Raum sich Personen lange aufhalten. Oft wird bei der Platzierung des PIR nicht berücksichtigt, dass der PIR auch Personen Erfassen muss, die z.B. in einer anderen Raumecke eine Besprechung abhalten.

■ Abgrenzung des Erfassungsbereichs

Werden verschiedene Beleuchtungszonen unabhängig voneinander mit Präsenzmeldern gesteuert, ist darauf zu achten, dass der PIR die Präsenz nur im jeweils ausgeleuchteten Bereich erfasst. Kann dies nicht mit einer geeigneten Platzierung des PIR gewährleistet werden, so ist dessen Erfassungsbereich durch Abkleben der nicht benötigten Erfassungssegmente einzuschränken. Dies ist besonders wichtig, wenn eine **vollautomatische Steuerung** eingesetzt wird, da sonst die Beleuchtung unnötig eingeschaltet wird, wenn sich Personen in benachbarten Zonen aufhalten.

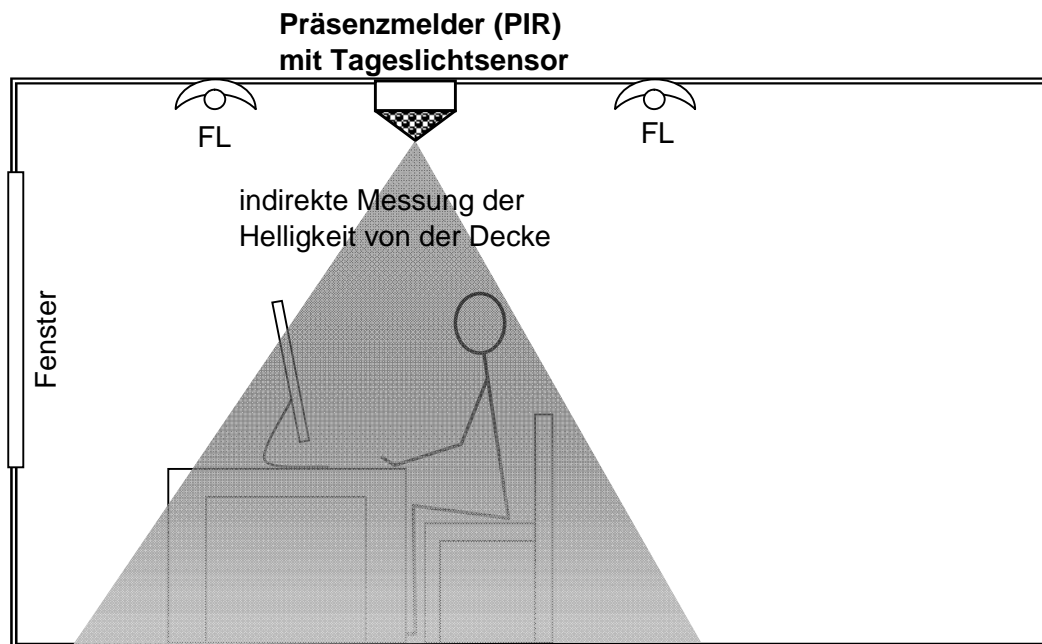


Figur 2: Beispiel; Beleuchtung Korridor zwischen Bücherregalen. Der Präsenzmelder (PIR) ist links mit einer Folie abgedeckt. Damit erfasst der PIR erst Personen wenn sie sich im Korridor zwischen den Bücherregalen befinden. Aussen an den Bücherregalen vorbeigehende Personen haben somit keinen Einfluss auf die Beleuchtungssteuerung.

5. Regeln für die Inbetriebsetzung

5.1 EINSTELLEN DES TAGESLICHTWERTES

Der Sollwert für das Tageslicht soll so eingestellt werden, dass das Licht automatisch ausschaltet, wenn durch Tageslicht, das durch die Fenster einfällt die Arbeitsplätze genügend ausgeleuchtet sind. Dabei ist zu beachten, dass die Präsenzmelder die Ausleuchtung des Arbeitsplatzes nur indirekt messen (siehe Bild unten). Das heisst, der gemessene Tageslichtwert ist je nach Helligkeit der reflektierenden Oberflächen (Arbeitsflächen, Bodenbeläge usw.) bei gleicher Ausleuchtung am Arbeitsplatz unterschiedlich.



Figur 3: Ein im Präsenzmelder eingebauter Tageslichtsensor misst die Helligkeit am Arbeitsplatz indirekt. Deshalb ist es wichtig, dass der Sollwert individuell auf die Situation eingestellt wird.

Dies bedeutet, der richtige Sollwert kann nur durch ausprobieren eingestellt werden. Hierfür geht man am besten folgendermassen vor:

- Präsenzmelder auf "Testfunktion" stellen.
- Luxmeter an Arbeitsplatz platzieren.
- Mit Beschattungseinrichtung (z.B. Lamellenstoren) so lange verdunkeln, bis der Präsenzmelder (PIR) angibt (z.B. durch blinken einer Leuchtdiode), dass der Sollwert erreicht ist.
- Helligkeit an Luxmeter ablesen.
- Sollwert an PIR allenfalls korrigieren.
- Wenn Einstellung noch nicht richtig, Prozedere mit korrigiertem Einstellwert wiederholen.

Wenn der derselbe Präsenzmelder 2 Beleuchtungszonen (z.B. Fenster- und Innenzone) Schaltet, müssen entsprechend 2 Sollwerte für das Tageslicht eingestellt werden.

Die sorgfältige Einstellung des Sollwertes ist bei **Vollautomaten** besonders wichtig, da sonst die Beleuchtung oft unnötig einschaltet (z.B. in Korridoren mit Fenstern).

5.2 KONTROLLE UND ANPASSUNG DES ERFASSUNGSBEREICHS

Insbesondere bei **vollautomatischen** Beleuchtungssteuerungen ist darauf zu achten, dass sich überschneidende Erfassungsbereiche von Präsenzmeldern durch Abdecken der Optik abgegrenzt und eingeschränkt werden.

Um die Wirkung der Abdeckung zu testen können die meisten Präsenzmelder in einen Testmodus gebracht werden. Dabei leuchtet dann eine Leuchtdiode auf, wenn eine Präsenz/Bewegung registriert wird.

Damit lässt sich z.B. überprüfen, ob der abgedeckte Präsenzmelder von Arbeitsbereichen noch reagiert, wenn Personen durch angrenzende Verkehrsflächen gehen.

5.3 KONTROLLE DER FUNKTION

Die Überprüfung der Funktion bei der Inbetriebnahme der Steuerung ist nur eine Momentaufnahme. Um sicher zu sein, dass die Steuerung auch langfristig möglichst optimal funktioniert, braucht es eine zusätzliche Funktionskontrolle während des "normalen" Betriebs.

Mit folgenden Methoden kann dies mit wenig Aufwand getan werden:

■ Zeitrafferaufnahme

Verschiedene Digitalkameras (z.B. Nikon P50) erlauben die Aufnahme von Bilderserien in einem gewissen Zeitabstand (z.B. alle 5 Minuten). Auf diese Weise ist es möglich über einen längeren Zeitraum (z.B. eine Woche) die Funktionsweise einer Beleuchtungssteuerung zu kontrollieren. Hierfür kann die Kamera im entsprechenden Büro aufgestellt werden oder man macht die Aufnahmen von einem Nachbargebäude aus und kann so mehrere Beleuchtungsanlagen gleichzeitig überprüfen. Wichtig ist, dass beim Durchführen der Aufnahmen der Personenschutz gewährleistet ist. Allenfalls muss hierfür durch eine Mattscheibe die Qualität des Bildes künstlich verschlechtert werden.

■ Benutzerumfrage

Führen Sie bei den Benutzern eine Umfrage über das Funktionieren der Beleuchtungssteuerung durch. Durch gezielte Fragen kann in der Regel einfach herausgefunden werden, ob die Steuerung zuverlässig funktioniert und die Tageslichtsollwerte für das Ausschalten der Beleuchtung richtig eingestellt sind.

6. Beispiele, Lösungen für verschiedene Beleuchtungssituationen

Nachfolgend werden Lösungen von Beleuchtungssteuerungen für verschiedene Beleuchtungssituationen aufgezeigt.

6.1 PRÄSENZMELDER IN TOILETTEN

Situation:

Toilettenanlage mit 2 Toiletten, die durch nicht bis an die Decke gehende Zwischenwände getrennt sind.

Lösung:

Durch Platzierung des Präsenzmelders in der Kreuzung der Trennwände können mit einem Präsenzmelder alle Bereiche der Toilettenanlage erfasst werden. ► Günstige und einfache Installation.

Die Beleuchtungssteuerung ist **vollautomatisch**, da kein Tageslicht vorhanden ist.



Figur 4: Optimale Lösung: ein Präsenzmelder (PIR) erfasst 2 Kabinen und Vorraum mit Lavabo und Pissoir

6.2 AUSLEUCHTEN VON KORRIDOR ZWISCHEN REGALEN

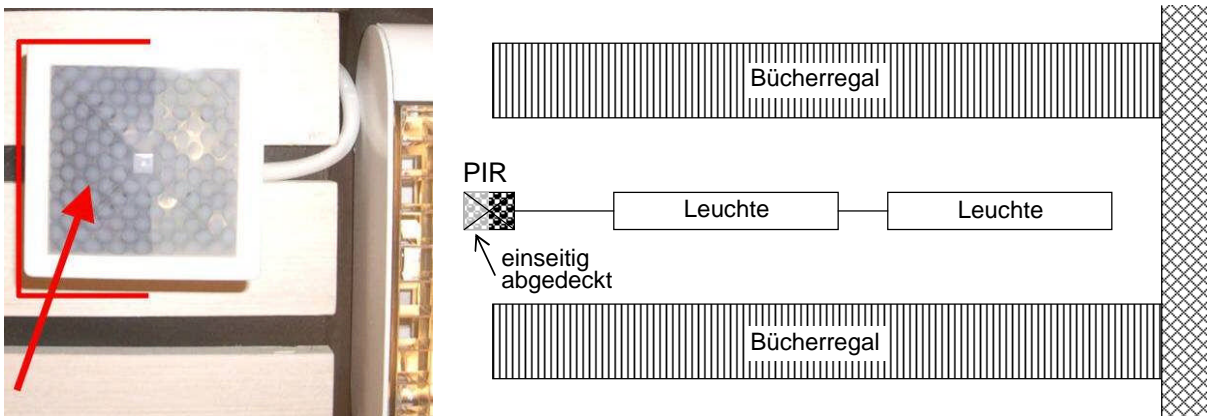
Situation:

In einer Bibliothek sollen die Korridore zwischen den Bücherregalen nur dann ausgeleuchtet werden, wenn sich darin Personen aufhalten. Das Licht soll jedoch nicht angehen, wenn Personen vor den Bücherregalen vorbeigehen. Die Bücherregale sind nur von einer Seite zugänglich.

Lösung:

Montage eines Präsenzmelders (PIR) am Anfang des Ganges zwischen den Bücherregalen. Damit das Licht nur dann eingeschaltet wird, wenn jemand in den Gang zwischen den Bücherregalen tritt, wird die vordere Hälfte der Optik des PIR abgeklebt und somit deaktiviert (siehe unteres Bild).

Die Beleuchtungsteuerung ist **vollautomatisch**, da es zu aufwändig wäre bei jedem Korridor einen Lichtschalter zu installieren.



Figur 5: Beispiel; Beleuchtung Korridor zwischen Bücherregalen. Der Präsenzmelder (PIR) ist links mit einer Folie abgedeckt. Damit erfasst der PIR erst Personen wenn sie sich im Korridor zwischen den Bücherregalen befinden. Aussen an den Bücherregalen vorbeigehende Personen haben somit keinen Einfluss auf die Beleuchtungssteuerung.

6.3 ARBEITSBEREICHE MIT DURCHGANGSVERKEHR

Situation:

Arbeitsnischen und Korridor sollen vollautomatisch über Präsenzmelder (PIR) ein- und ausgeschaltet werden. Das Licht soll jedoch in den Arbeitsnischen nicht eingeschaltet werden, wenn sich Personen lediglich im Korridor aufhalten.

Lösung:

PIR in den Arbeitsnischen mit Folie oder Klebeband so abdecken, dass sie nicht mehr auf Personen, die sich im Korridor aufhalten reagieren.

Anmerkung:

Idealer wäre die Beleuchtung in den Arbeitsnischen mit Halbautomaten zu steuern. Im vorliegenden Beispiel wurde aus Installationstechnischen Gründen die Lösung mit Vollautomaten gewählt. Aus heutiger Sicht könne mit einem Funk-PIR und Funk-schaltern eine halbautomatische Lösung mit wenig Aufwand realisiert werden.



Figur 6: PIR in den Arbeitsnischen (links im Bild) wurden mit Klebeband so abgedeckt, dass sie auf Personen, die sich im Korridor aufhalten nicht mehr reagieren. Im Korridor wird das Licht über separate PIR (rechts im Bild) geschaltet.

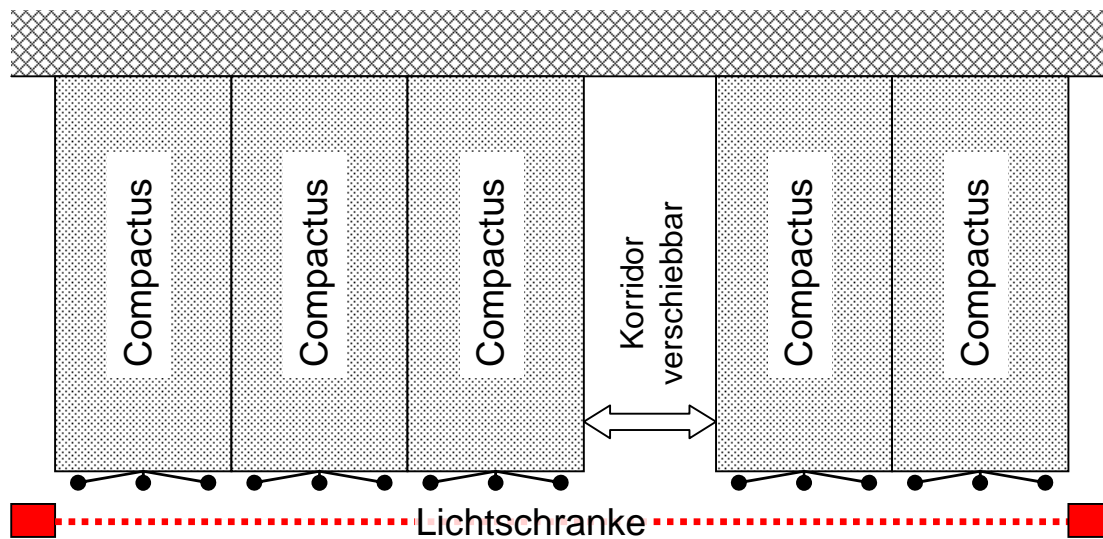
6.4 BELEUCHTUNG ÜBER „COMPACTUS“ ARCHIV

Situation:

Die Beleuchtung über einem „Compactus“ Archiv soll nur dann eingeschaltet werden, wenn sich jemand im Archiv aufhält.

Lösung:

Da sich die Regale des Archivs, um Platz zu sparen, über Rollen verschieben lassen gibt es keinen eindeutigen Bereich in dem sich die Personen aufhalten. Ein PIR ist deshalb für die Steuerung der Beleuchtung ungeeignet. Die Steuerung wurde mit einer Lichtschranke gelöst. Betritt jemand die Compactus Anlage, so betätigt er die Lichtschranke. Damit wird dann die Beleuchtung für eine bestimmte Zeit (z.B. 10 Minuten) eingeschaltet.



Figur 7: Beim Betreten des Korridors wird die Lichtschranke betätigt und die Beleuchtung über dem Compactus Archiv für eine bestimmte Zeit (z.B. 10 Minuten) eingeschaltet.

6.5 SOLAR FUNK-PIR FÜR NACHRÜSTUNGEN UND DEN FLEXIBLEN EINSATZ

Situation 1:

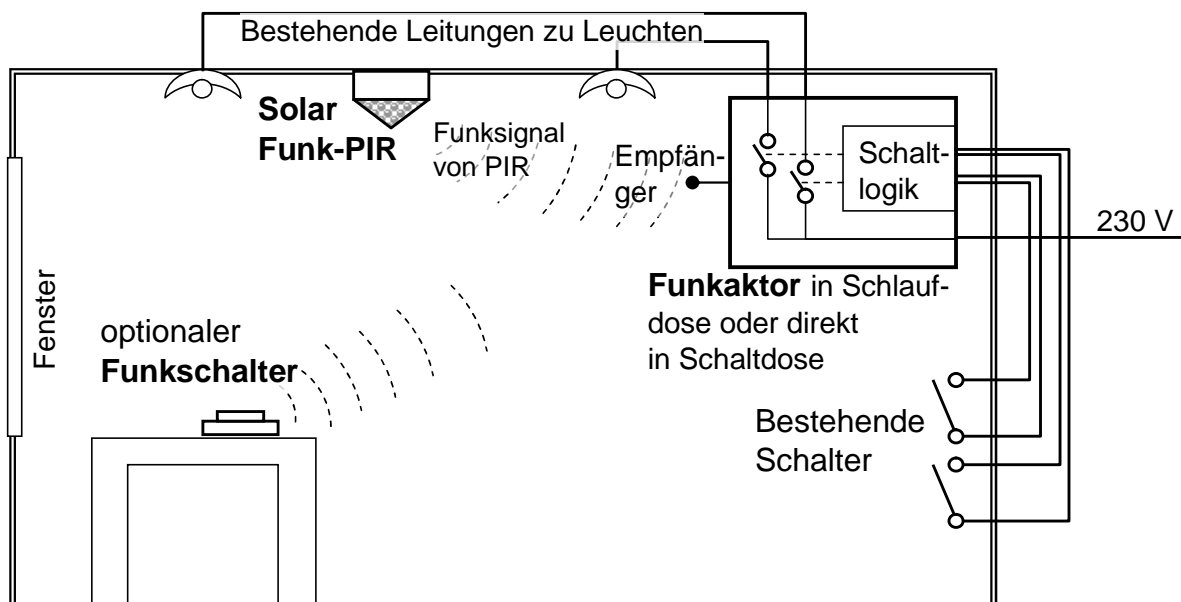
Eine bestehende Beleuchtung soll mit einer Beleuchtungssteuerung nachgerüstet werden. Der Installationsaufwand soll möglichst gering sein. Für den PIR dürfen keine Leitungen an der Decke verlegt werden.

Situation 2:

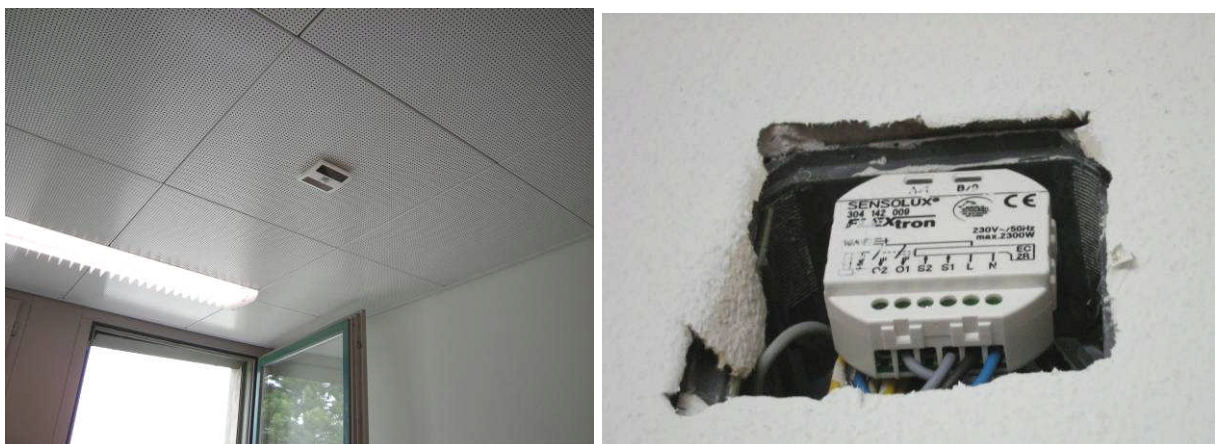
Ein grösseres Büro soll mit einer Beleuchtungssteuerung ausgerüstet werden. Die Aufteilung der Arbeitsplätze ist bei der Erstellung der Elektroinstallation noch nicht festgelegt. Die Position des Präsenzmelders muss nachträglich einfach verändert werden können.

Lösung:

Solar Funk-PIR einsetzen. Dieser Präsenzmelder kann ohne Elektroinstallationen an die Decke montiert werden. Der PIR versorgt sich über eine Fozelle selber mit der nötigen Energie. Der dazugehörige Funkaktor ist so gestaltet, dass er in die bestehende Schaltung integriert werden kann und in der bestehenden Schaltdose oder in einer Schlaufdose untergebracht werden kann. Erfordert eine Umnutzung eine andere Positionierung des PIR, kann dieser mit wenig Aufwand versetzt werden.



Figur 8: Funktionsprinzip des Solar Funk-PIR



Figur 9: Links Einfache Montage Funk-PIR and Decke. Rechts: Platzierung des Funkaktors oberhalb des Schalters in der unterputz Schlaufdose

7. Glossar

Halbautomat - Vollautomat

Halbautomat

Die Beleuchtung wird immer von Hand eingeschaltet und kann auch von Hand ausgeschaltet werden. Die Beleuchtungssteuerung schaltet die Beleuchtung automatisch aus, wenn keine Präsenz mehr registriert wird oder wenn der Tageslichtpegel genügend hoch ist.

Mit einer halbautomatischen Beleuchtungssteuerung wird in der Regel eine höhere Energieeinsparung erzielt, da der Benutzer entscheidet, wann das Licht eingeschaltet wird.

Halbautomaten sollten wenn möglich überall dort eingesetzt werden, wo Tageslicht vorhanden ist.

Vollautomat

Die Beleuchtungssteuerung schaltet die Beleuchtung in Abhängigkeit von Präsenz und Tageslicht vollautomatisch ein und aus. Estrahler wie z.B. einen Heizkörper unterscheiden.

Vollautomaten kommen zu Einsatz, wenn kein oder ungenügend Tageslicht vorhanden ist oder in Zonen mit viel Publikumsverkehr (z.B. Korridore). Wird der Vollautomat in Zonen mit genügend Tageslicht eingesetzt, ist die sorgfältige Einjustierung des Tageslicht-Sollwerts entscheidend für den Einspareffekt.

PIR

PIR steht für **P**assive **I**nfrared (passiv Infrarot) und ist die Technologie, mit der der Präsenzmelder die Anwesenheit von Personen erfasst. Dabei wird die Wärmestrahlung, die von jeder lebenden Person ausgeht mit einem Infrarotsensor erfasst. Eine spezielle Optik über dem Sensor sorgt dafür, dass kleinste Bewegungen ein Signal auf dem Sensor erzeugen. Dadurch kann der Sensor zwischen einem lebenden Objekt oder einem anderen Wärmestrahler wie z.B. einen Heizkörper unterscheiden.

Präsenzmelder - Bewegungsmelder

Die Technologie ist bei Präsenz- und Bewegungsmeldern die selbe. Der Unterschied besteht darin, dass der Präsenzmelder durch die spezielle Optik feinere Bewegungen, wie sie zum Beispiel bei Schreibtischarbeiten vorkommen, erfassen kann.

Tageslichtmessung

Echte Tageslichtmessung

Die echte Tageslichtmessung basiert auf einer spektralen Filterung, üblicherweise im nahen Infrarotbereich. Da FL-Lampen, Energiesparlampen und LED in diesem Spektralbereich praktisch keine Abstrahlung haben wird bei der Lichtmessung das Kunstlicht unterdrückt und effektiv nur das die Fenster einfallende Tageslicht gemessen. Diese Art der Lichtmessung ist nicht für Glüh- oder Halogenlampen geeignet, da diese Lampentypen eine hohe Abstrahlung im Infrarotbereich haben.

Mischlichtmessung

Die Mischlichtmessung misst die Summe aus Kunst- und Tageslicht im sichtbaren Spektralbereich. Durch Analyse der Schaltvorgänge ermittelt die Messelektronik selbständig die Kunstlichtstärke und berechnet daraus die vorhandene Tageslicht. Für die Platzierung der Messeinrichtung bestehen starke Einschränkungen. Direktes Kunstlicht auf den Messsensor muss vermieden werden. Ebenfalls beeinflussen manuell geschaltete Arbeitsplatzleuchten die Messung. Die Mischlichtmessung ist für alle Lampentypen geeignet.

Notizen:

