Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 88 (1997)

Heft: 23

Artikel: Rationeller Energieeinsatz dank Präsenzmeldern

Autor: Gujer, Hansueli / Lecher, Thomas

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902268

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Automatisierung sowie neue Technologien der Sensortechnik und Mikroelektronik erschliessen ein beträchtliches Potential von Energieeinsparungen beim Betrieb von Gebäuden. Im vorliegenden Beitrag wird eines der benützten Hilfsmittel vorgestellt, der Passiv-Infrarot-Präsenzmelder. Er erkennt die Anwesenheit von Gebäudebenutzern und stellt ihnen die im Raum benötigten Energien zeitgerecht zur Verfügung. Die Vorteile einer Beleuchtungssteuerung mit Präsenzmeldern werden am Beispiel der Höheren Wirtschafts- und Verwaltungsschule (HWV) Winterthur näher beschrieben.

Rationeller Energieeinsatz dank Präsenzmeldern

■ Hansueli Gujer und Thomas Lecher

Energiesparen ist mehr als nur ein abgedroschenes Schlagwort, denn die Energiequellen sind nicht unerschöpflich und jede Art von entwerteter Energie stellt eine zusätzliche Belastung für die heute schon anderweitig überbelastete Umwelt dar. Viel Verschwendung wertvoller Energien geschieht nicht aus bösem Willen, sondern durch menschliche Nachlässigkeit und Gleichgültigkeit. Vielfach lässt sich dies durch den Einbau von Automatismen vermeiden, so auch in der Gebäudetechnik.

Der Schlüssel zum Energiesparen liegt in der Zielsetzung, Nutzenergien nur am richtigen Ort, zum gewünschten Zeitpunkt und im benötigten Umfang zur Verfügung zu stellen. Nutzniesser der eingesetzten Energie ist letztlich der Mensch. Seine Anwesenheit bestimmt den Bedarf. Die Aktivitäten der Menschen sind mit Bewegung verbunden. Fühler, welche Bewegungen zu registrieren vermögen, werden herangezogen, um das Angebot an Energie zu steuern.

Bewegungsmelder werden schon seit vielen Jahren zum Ein- und Ausschalten von Licht eingesetzt. Mit wachsendem

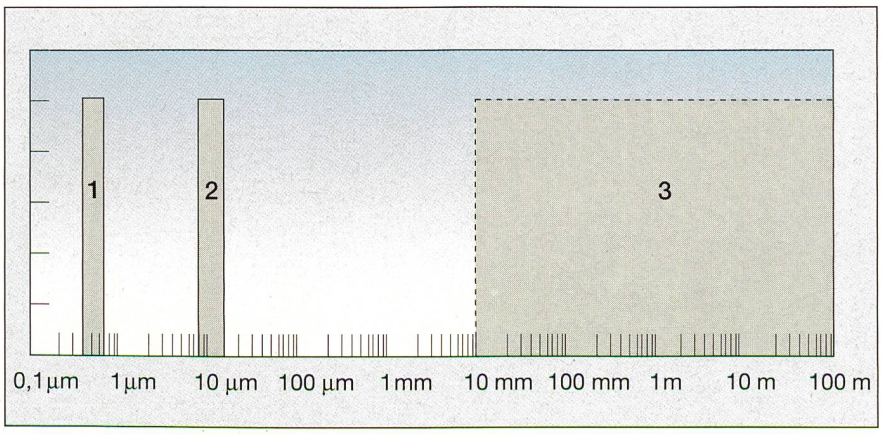


Bild 1 Spektrum der elektromagnetischen Wellen
Hervorgehoben sind die Bereiche des sichtbaren Lichtes (1), des thermischen Infrarots, in dem die PIR-Melder arbeiten (2), und der Radiowellen (3).

Adresse der Autoren
Hansueli Gujer und Thomas Lecher
HTS High Technology Systems AG
Stationsstrasse 31, 8306 Brüttisellen

Umweltbewusstsein erhöhten sich jedoch die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Melder. Neue und anspruchsvollere Anwendungen verlangen immer grössere Empfindlichkeit, neue Funktionen und anspruchsvollere Steuerungsmöglichkeiten. Aus diesem Grunde wurden die Bewegungsmelder fortlaufend verbessert und verfeinert – bis hin zum heutigen Präsenzmelder.

Passiv-Infrarot(PIR)-Technologie

Bewegungsmelder, welche in der Gebäudetechnik eingesetzt werden, basieren meistens auf der sogenannten Passiv-Infrarot(PIR)-Technologie. Sie reagieren auf Infrarotstrahlung, die wie das sichtbare Licht oder wie Radiowellen zu den elektromagnetischen Wellen gehört. Das Spektrum des Infrarots grenzt unmittelbar an das noch sichtbare Rot (Bild 1); die Infrarotstrahlen haben Wellenlängen von 0,7 µm und darüber.

Passiv-Infrarot-Bewegungsmelder nutzen die Tatsache, dass jeder Gegenstand mit einer Oberflächentemperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes (d.h. oberhalb von –273 °C) Infrarotstrahlung abstrahlt. Je höher die Oberflächentemperatur des Gegenstandes ist, um so intensiver ist die Infrarotstrahlung und um so kürzer ihre mittlere Wellenlänge. Bereits ein kalter Grill strahlt Infrarot aus, und zwar im Wellenlängenbereich zwischen etwa 7 und 14 µm. Eine warme Herdplatte strahlt bei kürzeren Wellenlängen mit Werten zwischen 1 und 6 µm. Noch heissere Objekte wie ein glühender Eisenstab, ein Feuer oder die Sonne strahlen noch kurzwelliger. Damit verschiebt sich ihre Wärmestrahlung in den Bereich des sichtbaren Lichts – sie wird vom menschlichen Auge als rotes, gelbes oder weisses Licht wahrgenommen.

Infrarot-Bewegungsmelder reagieren vorwiegend auf thermisches Infrarot, das heisst auf Wärmestrahlung von Objekten bei Zimmertemperatur. Die Detektoren tragen das Attribut «passiv», weil sie Gegenstände auch bei vollkommener Dunkelheit sehen, ohne sie aktiv beleuchten zu müssen. Von den Sensoren selbst geht also keine Strahlung aus.

Das thermische Infrarot ist für das menschliche Auge nicht sichtbar. Dagegen haben beispielsweise Schlangen im Infrarotbereich ein gutes Sehvermögen und können Mäuse auch im Dunkeln feststellen. Ebenso orientieren sich gewisse Insekten in der Nacht an der thermischen Infrarotstrahlung. Will hingegen der Mensch ein «Wärmebild» sehen, muss er sich eines technischen Hilfsmittels bedienen: Infrarot-empfindliche Kameras – sogenannte Wärmebildkameras – liefern Temperaturbilder der Umgebung, die zum Beispiel bei Untersuchungen der Wärmedämmung von Gebäudehüllen oder der Funktion eines Kühlkreislaufes in einem Explosionsmotor Verwendung finden.

Anders als die hier beschriebenen Bewegungsmelder arbeiten viele andere Geräte mit Aktiv-Infrarot. Fernsteuerungen der Fernsehapparate oder ferngesteuerte Autoschlösser beispielsweise benützen für die Informationsübertragung meist Aktiv-Infrarotstrahlung mit einer Wellenlänge um 0,9 µm. Dabei strahlt ein Sender in der Fernsteuerung das unsichtbare Infrarotlicht aus, und geeignete, aufmodulierte Codierungen und Impulse lösen im Empfänger die gewünschten Funktionen aus.

Das Funktionsprinzip des PIR-Bewegungsmelders

Da der menschliche Körper dauernd Infrarot-Wärmestrahlung abgibt, kann seine Bewegung in idealer Weise von einem PIR-Bewegungsmelder erfasst werden. Den Kern eines PIR-Bewegungsmelders bilden Sensoren aus einem pyroelektrischen, kristallinen Material, welche Infrarot-Wärmestrahlung in ein elektrisches Signal umsetzen. Die zu detektierenden Wärmestrahlen werden von der Oberfläche des Sensors absorbiert, die sich dabei entsprechend der Strahlungsintensität aufwärmt. Diese thermischen Effekte sind sehr klein; die Sensoren sind aber in der Lage, Wärmeunterschiede von einigen zehntausendstel Grad auszuwerten und zeitliche Veränderungen, welche aufgrund der Bewegung der strahlenden Objekte zustande kommen, zu erkennen (Bild 2).

Wie bereits erwähnt, werden die hier beschriebenen PIR-Bewegungsmelder mit dem Adjektiv «passiv» versehen, um damit zum Ausdruck zu bringen, dass diese gleich wie eine Kamera nur passiv in die Welt der Infrarotstrahlen blicken. Vom PIR-Bewegungsmelder als Erfassungssystem gehen also keinerlei Strahlen aus.

Präsenzmelder ist nicht gleich Bewegungsmelder!

Vor gut drei Jahrzehnten wurden die ersten PIR-Bewegungsmelder erfolgreich in Sicherheitssystemen eingesetzt, um Gebäude vor unerwünschten Eindringlingen zu schützen. In den vergangenen 20 Jahren hat sich das Kosten-Nutzen-Verhältnis dieser Produkte derart verbessert, dass sie heute allgemein gebräuchliche Elemente von Sicherheitsanlagen darstellen. Die Fortschritte in der Halbleitertechnik und in der Infrarottechnologie erlaubten in den letzten Jahren, neue Einsatzgebiete zu erschliessen – über die Verwendung als Aussenlichtschalter bis hin zur bedarfsabhängigen Steuerung von Licht und Heizung/Lüftung/Klima (HLK) im Gebäude. Die Anforderungen an einen Präsenzmelder der Gebäudeautomation unterscheiden sich allerdings

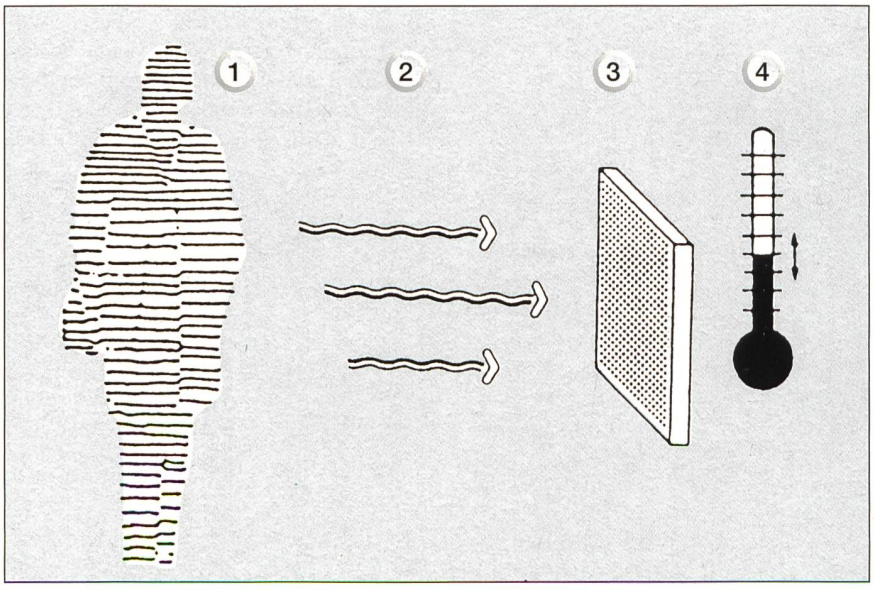


Bild 2 Funktionsprinzip eines PIR-Sensors

Die natürliche, vom Menschen (1) abgegebene Infrarot-Wärmestrahlung (2) wird von einem pyroelektrischen Sensor (3) detektiert, indem er die Wärmestrahlung absorbiert und die resultierende winzige Temperaturänderung (4) von einigen zehntausendstel Grad auswertet.

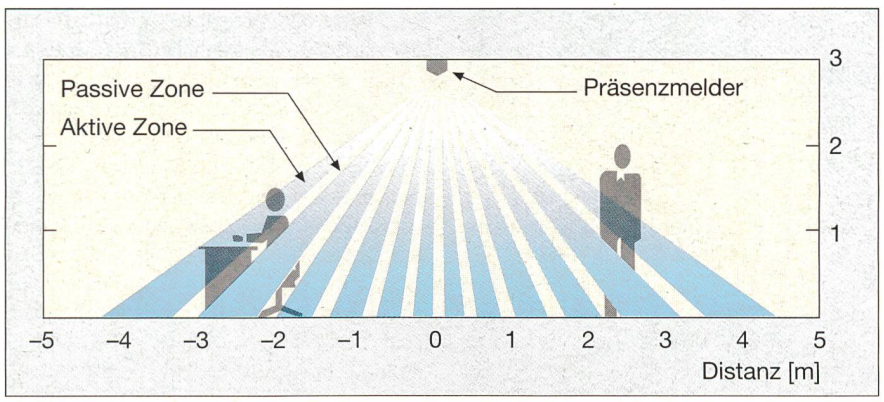


Bild 3 Erfassungszonen eines PIR-Präsenzmelders
Um kleinste Bewegungen zuverlässig zu erfassen, bietet sich die Decke als einzig möglicher Montageort.

grundsätzlich von denjenigen an einen Bewegungsmelder eines Sicherheitssystems. Es ergeben sich klare Unterschiede im Pflichtenheft der entsprechenden Produkte:

Bei *Sicherheitsanwendungen* werden die Bewegungen in einem klar begrenzten Bereich überwacht. Löst ein Eindringling ein Signal im Sensor des Sicherheitssystems aus, werden dadurch ganz bestimmte, vorprogrammierte Aktionen ausgelöst. In der Regel handelt es sich dabei um einmalige, zumindest seltene Ereignisse. Durch die Auslegung des Systems (Erfassungsbereich, Empfindlichkeit, Signalauswertung usw.) muss sichergestellt werden, dass Fehlalarme ausgeschlossen bleiben.

Als *Aussenlichtschalter* findet der Bewegungsmelder ein klassisches Einsatzgebiet. Er muss auch unter extremen Bedingungen zuverlässig arbeiten. Rasche Veränderungen der Umgebung (Sturm, Wind, Kälte, Wärme) bilden Störquellen, auf die der Bewegungsmelder nicht reagieren darf. Um Fehlschaltungen zu vermeiden, wird die Empfindlichkeit entsprechend reduziert und der Überwachungsbereich an die Umgebung angepasst.

Präsenzmelder in der Gebäudeautomation stehen dagegen im ununterbrochenen Einsatz. Sie erfassen kleinste Bewegungen in einem definierten Raum. Anwesende Personen werden bemerkt, und die Versorgung des Gebäudes mit Energien (Licht, Wärme, Frischluft usw.) wird entsprechend programmierten Beziehungen sichergestellt. Da die Intensität und Häufigkeit der Bewegungen in weiten Grenzen variieren (Studium eines Buchs, Redaktion eines Berichts, Arbeit am Mikroskop, Verpflegung in der Mittagspause, Gymnastik usw.), muss sich die Auslegung der Systeme vor allem auf vollständige Raumabdeckung (keine toten Zonen), auf hohe Empfindlichkeit und auf umfassende Steuerung der benötigten Funktionen konzentrieren. Zur bedarfsabhängigen Steuerung von Beleuchtungsanlagen bildet die vorhandene Menge Tageslicht ein weiteres Kriterium: Solange genügend Tageslicht vorhanden ist, ist die Verwendung von Kunstlicht nicht sinnvoll. Präsenzmelder sind deshalb oft zusätzlich mit einer intelligenten Lichtmessung ausgerüstet.

Erfassungszonen und Empfindlichkeit eines Präsenzmelders

Die hohe Empfindlichkeit eines PIR-Präsenzmelders auf Bewegungen beruht darauf, dass das zu überwachende Blickfeld in eine Vielzahl enger Zonen eingeteilt wird. Die «Fokussierung» der Sensoren auf diese Zonen geschieht mit Hilfe von Fresnel-Linsen; diese in eine dünne und für Infrarotstrahlung durchlässige Plastikscheibe gepressten Linsen sind daher wichtige und für die Empfindlichkeit entscheidende Elemente im optischen System eines Präsenzmelders. Jede einzelne Fresnel-Linse ist jeweils für eine bestimmte Erfassungszone zuständig. Der Erfassungsbereich eines Präsenzmelders besteht somit aus einer dichten Abfolge aktiver und passiver Zonen (Bild 3). Wenn nun eine Infrarotquelle (z.B. ein Mensch) eine Zone durchschreitet, wird durch die damit verbundene rasche Änderung der Infrarotstrahlung in dieser Zone eine Änderung der Temperaturverteilung im Absorber und damit ein elektrisches Signal im Sensor erzeugt. Auf diese Weise gelingt es dem System, bewegte Objekte von der konstanten Strahlung des Hintergrunds zu unterscheiden.

Um Personen zu erfassen, die sich kaum bewegen, benötigen Präsenzmelder eine sehr hohe Empfindlichkeit. Heute stehen hochempfindliche Melder zur Verfügung, welche in der Lage sind, Bewegungen von 25 cm über eine Fläche von 100 m^2 zuverlässig festzustellen. Dabei haben sich Geräte mit einem 360-Grad-Erfassungsbereich für Deckenmontage als klar vorteilhaft erwiesen. Mit diesen lassen sich kleine Bewegungen selbst von sitzenden Personen in einer Entfernung von bis zu 6 m zuverlässig erfassen (s. Bild 3).

Präsenzmelder für Deckenmontage besitzen Erfassungsbereiche mit klaren Grenzen. Dabei bilden Wände und Fenster für Infrarotstrahlen natürliche Barrieren. Im Rahmen einer sorgfältigen Planung werden zusammengehörige Erfassungsbereiche definiert und entsprechend mit Meldern ausgerüstet. Dadurch lässt sich sicherstellen, dass Nutzenergie nur dort zum Einsatz kommt, wo anwesende Personen echten Bedarf anmelden.

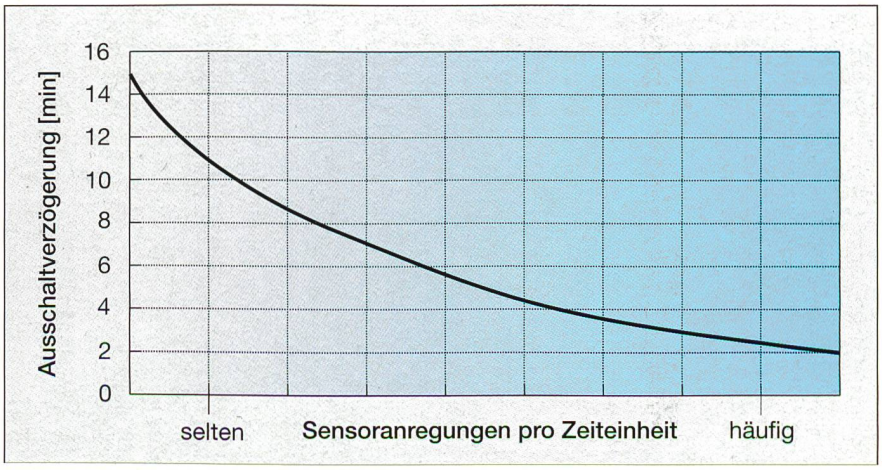


Bild 4 Kennlinie eines Präsenzmelders mit adaptiver Ausschaltverzögerung
Die Nachlaufzeit, das heisst die Zeit, die zwischen der jeweils letzten registrierten Bewegung und dem Ausschalten des Lichts verstreicht, wird anhand der momentanen Bewegungshäufigkeit in einem Raum ständig neu festgesetzt.

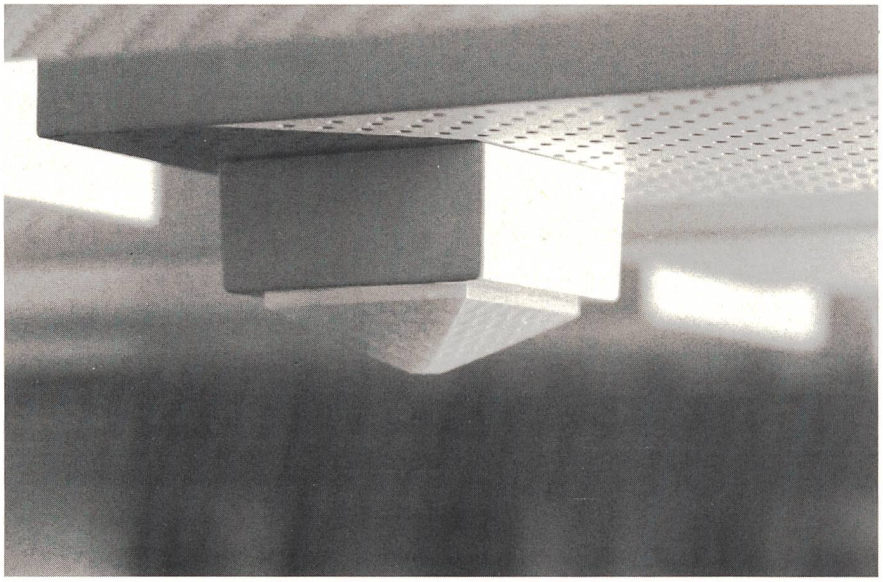


Bild 5 Moderner Präsenzmelder

Präsenzmelder sind ausgelegt auf eine vollständige Raumabdeckung und eine hohe Empfindlichkeit. Sie müssen in der Lage sein, selbst feinste Bewegungen von Menschen bei sitzender Tätigkeit zu detektieren. Im Bild: ECO-IR 360A von HTS.

Automatische Optimierung der Nachlaufzeit aufgrund des Benutzerverhaltens

Anwesende Personen bewegen sich nur sporadisch. Auch die besten Präsenzmelder können zeitweise keine Bewegungssignale empfangen. Um die Periode zwischen zwei registrierten Bewegungen zu überbrücken, besitzen Bewegungsmelder eine Zeitverzögerung, auch Nachlaufzeit genannt. Diese soll sicherstellen, dass das Licht nicht ausgeht, solange sich noch jemand im Raum aufhält. Sie bewirkt, dass nach der jeweils letzten detektierten Bewegung eine bestimmte Zeit zugewartet wird, bis die Abschaltung erfolgt.

Bei herkömmlichen Bewegungsmeldern muss die Nachlaufzeit, welche normalerweise im Bereich von wenigen Minuten bis zu einer Viertelstunde liegt, für jeden Raum manuell auf einen festen Wert eingestellt werden. Wird sie zu kurz gewählt, so besteht die Gefahr, dass die Beleuchtung zu früh ausgeschaltet wird und somit der Arbeitsablauf gestört wird. Wird die Nachlaufzeit zu hoch gewählt, so erfolgt das Ausschalten zu spät, was den Effekt des Energiesparens in Frage stellt. Solange man es nur mit wenigen Räumen zu tun hat, ist die manuelle Wahl der Nachlaufzeit sowie spätere Anpassungen mit vertretbarem Aufwand zu bewerkstelligen. Werden Präsenzmelder jedoch zu Hunderten in demselben Gebäudekomplex eingesetzt, so kann eine laufende Anpassung der Nachlaufzeiten an sich verändernde lokale Verhältnisse nicht mehr bewältigt werden.

Die jüngste Generation von Präsenzmeldern begegnet dieser Unzulänglichkeit mit einer adaptiven Zeitverzögerungsfunktion. Ein Mikroprozessor analysiert die Bewegungshäufigkeit der Anwesenden und berechnet fortlaufend die optimale Nachlaufzeit (Bild 4). An Orten ständigen Kommens und Gehens, wie beispielsweise in einem Flur, wählt ein solcher Melder selbsttätig eine kurze Nachlaufzeit: Das Licht erlischt, sobald sich eine Person nicht mehr im Überwachungsbereich befindet. In Büroräumen hingegen, die fast durchgehend belegt sind, fällt die Verzögerung länger aus. Diese Anpassungsfähigkeit verhindert, dass das Licht bei kurzer Abwesenheit unnötig aus- und wieder einschaltet oder dass es löscht, solange noch Personen anwesend sind. Jeder dieser Melder ermittelt also die für «seinen» Raum optimale Nachlaufzeit und lernt in kürzester Zeit, die Steuerbefehle auf «seine» Benutzer abzustimmen. Damit wird gewährleistet, dass der Sensor in einer sich ständig verändernden Umwelt stets mit der besten Lösung reagiert.

Bedarfsabhängige Beleuchtungssteuerung

Ob neben der Präsenz weitere Kriterien zur Energiesteuerung im Gebäude verwendet werden sollen, wird durch die jeweilige Anwendung bestimmt. Während bei HLK-Steuerungen Faktoren wie Temperatur, Luftqualität usw. sinnvoll sind, spielt bei der Beleuchtungssteuerung die Helligkeitsmessung eine wichtige Rolle. Präsenzmelder verfügen häufig über eine eigene Lichtmessung, um die bedarfsabhängige Beleuchtungssteuerung abzurunden. Nicht jede Arbeitsstelle und nicht jede Tätigkeit erfordert gleichviel Licht. Ein einstellbarer Soll-Wert ermöglicht eine individuelle Anpassung des Helligkeitsniveaus.

Herkömmliche Bewegungsmelder messen mit einer Photozelle die Umgebungshelligkeit. Wird bei ungenügender Helligkeit eine Bewegung registriert, so schaltet der Melder das Kunstlicht ein. Gleichzeitig wird die Funktion der Photozelle ausser Kraft gesetzt, denn die Mes-

Anwendungsbereiche	Räumlichkeiten
Gewerbe- und industrielle Bauten	Einzel- und Grossraumbüros
Verwaltungsgebäude	Konferenzzimmer
Öffentliche Bauten (Post, Bahn)	Eingangshallen, Durchgangszonen
Banken, Versicherungen	Aufenthaltsräume
Schulen, Universitäten	Korridore, Treppenhäuser
Hotels, Herbergen	Toiletten, Garderoben
Kaufhäuser	Produktionsräume
Museen, Ausstellungsräume	Werkstätten
Krankenhäuser, Alters- u. Pflegeheime	Lagerhallen

Bild 6 Anwendungsbereiche von Präsenzmeldern

sung der Helligkeit wird durch das Kunstlicht verfälscht und unbrauchbar. Selbst wenn das Tageslicht stark zunimmt, bleibt das Kunstlicht so lange eingeschaltet, wie sich Personen im Raum aufhalten. Erst nachdem die letzte Person den Raum verlassen hat, wird die Beleuchtung ausgeschaltet.

In Durchgangszonen muss sich dieser Mangel nicht unbedingt nachteilig auswirken. Es gibt immer wieder Zeitabschnitte, in denen niemand anwesend ist. Der Melder erhält so die Gelegenheit, das Kunstlicht zu löschen und die Helligkeitsverhältnisse neu zu beurteilen. Sobald jedoch Personen rund um die Uhr anwesend sind, wird diese Art von Helligkeitsmessung untauglich.

Diesem unbefriedigenden Zustand begegnen moderne Präsenzmelder mit verschiedenen Methoden; dabei bleibt das Ziel dasselbe: Gefordert wird eine Helligkeitsmessung, die permanent aktiv ist und jederzeit beurteilen kann, ob das Kunstlicht eingeschaltet sein muss oder ob das vorhandene Tageslicht ausreicht, damit das Kunstlicht ausgeschaltet werden kann. Nachfolgend sollen drei Varianten kurz erläutert werden.

Präsenzmelder benötigen eine intelligente Tageslichtmessung

Eine erste Möglichkeit besteht darin, Präsenzmelder mit *Lichtregelsystemen* auszurüsten oder zu kombinieren. Bei der Konstantlichtregelung wird die Helligkeit im Raum permanent auf einem definierten Wert gehalten. Schwankungen des Tageslichts werden durch mehr oder weniger Kunstlicht stufenlos ausgeregelt. Notwendig dazu sind regelbare Vorschaltgeräte und entsprechende Leuchtmittel. Ob sich die Mehrkosten durch grössere Energieeinsparung amortisieren, kann nicht pauschal beurteilt werden.

Eine zweite Familie von Präsenzmeldern verfügt über ein *intelligentes Lichtmesssystem*, das erlaubt, die Helligkeit im Raum permanent zu messen und zu beurteilen. Das System ist in der Lage, selbsttätig die installierte Kunstlichtstärke im Raum zu ermitteln. Damit lässt sich das Tageslicht auch bei eingeschaltetem Kunstlicht berechnen, indem von der gemessenen Gesamthelligkeit der Kunstlichtanteil abgezogen wird.

Schliesslich verfolgt eine dritte Familie von Präsenzmeldern den Ansatz der *echten Tageslichtmessung*. Sie ermöglicht, das einfallende Tageslicht jederzeit zu bestimmen – unabhängig davon, ob das Kunstlicht eingeschaltet ist oder nicht. Dabei werden die Unterschiede im Spektrum der verschiedenen Lichtquellen ausgenutzt. Während Stromsparlampen, Fluoreszenzlampen oder Leuchtstofflampen ein schmalbandiges Spektrum besitzen, das sich im wesentlichen auf den für das menschliche Auge sichtbaren Bereich beschränkt, strahlt die Sonne ein viel breiteres Lichtspektrum aus. Das Prinzip der echten Tageslichtmessung beruht darauf, die Intensität des Sonnenlichts in einem spektralen Bereich zu messen, der vom entsprechenden Leuchtmittel nicht beeinflusst wird. Diese Bereiche sind zwar für das menschliche Auge unsichtbar; sie geben aber direkten Aufschluss über die Stärke des sichtbaren Tageslichtes, und zwar unabhängig davon, ob gleichzeitig Kunstlicht eingeschaltet ist oder nicht. Geräte mit echter Tageslichtmessung werden das Kunstlicht also jederzeit ausschalten, sobald die Messung einen ausreichenden Anteil an Tageslicht ergibt.

Anwendungsbereiche von PIR-Bewegungsmeldern

Bewegungsmelder lassen sich immer dann für bedarfsabhängige Regelungen einsetzen, wenn die Anwesenheit einer bewegten Infrarotquelle (Menschen, Fahrzeuge usw.) ein massgebendes Kriterium für den Einsatz von Nutzenergien (wie Licht und Frischluft) oder die Steuerung anderer Funktionen (z.B. Sicherheit und Komfort) darstellt. Der Einsatzbereich des Präsenzmelders als automatischer Schalter liegt damit weniger im Heimbereich, wo Eigenverantwortung und individuelle Einflussnahme sich nicht immer mit automatischen Regelalgorithmen unter ein Dach bringen lassen. Die Anwendungsbereiche liegen vielmehr in Zweckbauten in Gewerbe und Industrie, wo ein hoher Grad an Automation erwünscht ist. Grundsätzlich ist aber jeder Raum für den Einsatz von Präsenzmeldern geeignet.

Lange Zeit genügte die Empfindlichkeit und Raumüberdeckung bestehender Geräte in Büros und Arbeitsräumen nicht. Erst die jüngste Generation von Präsenzmeldern wurde so weit perfektioniert und mit neuen Funktionen versehen, dass ihr heute auch dieser Anwendungsbereich offensteht (Bild 5). Damit wird in Büros, Labors, Besprechungsräumen, Fabrikationsräumen und -hallen ein gewaltiges Energiesparpotential erschlossen (Bild 6).

Eigenschaften einer präsenzabhängigen Steuerung

Die Möglichkeiten von Präsenzmeldern gehen gar so weit, dass vielfach praktisch auf herkömmliche Lichtschalter verzichtet werden kann. Empfohlen wird daher heute oft die Verwendung von Bewegungssensoren in Kombination mit nachgeschalteten Handschaltern. Damit

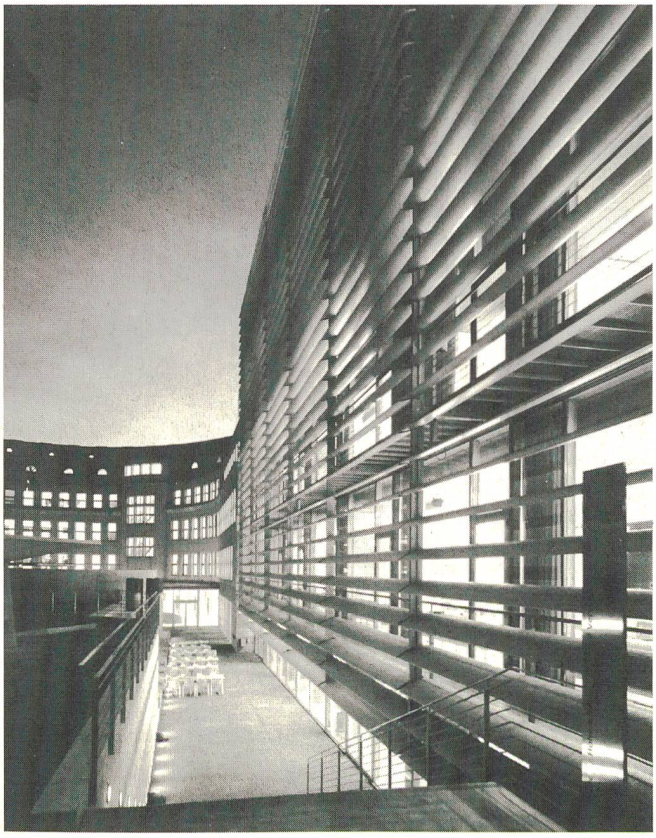


Bild 7 HWV Winterthur – aus ehemaligem Verwaltungsgebäude wurde eine moderne Bildungsstätte

Der markante Rundbau wurde zur neuen Nutzung umgebaut und mit einem Annex aus Glas, Metall und Sichtbeton ergänzt. Es entstanden 82 neue Räume mit modernster Infrastruktur für rund 600 tägliche Benutzer. (Foto: Fluora)

lässt sich allenfalls überhaupt nicht benötigtes Licht gezielt abschalten. Das betriebsgerechte ökonomische Ein- und Ausschalten von Licht, Lüftung usw. hingegen wird aber voll den Präsenzmeldern überlassen.

Wenn auch gerade in kleinen Nebenräumen der Einsatz eines Präsenzmelders übertrieben scheint und sich Aufwand und Nutzen kompensieren, sollte dennoch von einer unvollständigen Ausstattung mit Präsenzmeldern abgeraten werden. Einmal installiert, gewöhnt sich der Mensch schnell an den willkommenen Mehrkomfort, und die Verwirrung durch einige wenige noch konventionell geschaltete Räume wiegt dann stärker als ein paar eingesparte Melder.

Innovative Beleuchtungssteuerung an der HWV Winterthur

Als Anwendungsbeispiel sei hier die Beleuchtungssteuerung mit Präsenzmeldern an der Höheren Wirtschafts- und Verwaltungsschule (HWV) in Winterthur aufgeführt. Die seit langem sehr beengten Platzverhältnisse der HWV des Kantons Zürich konnten mit dem Einzug ins neue Domizil in Winterthur endlich beseitigt werden. Der markante Rundbau (Bild 7) eines ehemaligen Handelshauses wurde gemäss dem neuen Nutzungskonzept völlig umgebaut (siehe Kasten) und mit einem Neubau aus Stahl, Glas und Sichtbeton ergänzt.

Untersuchungen am Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH Zürich belegen, dass bei optimaler Arbeitsplatzbeleuchtung eine erhöhte Leistungsbereitschaft erreicht wird und dass Wohlbefinden und Produktivität nicht allein der mentalen Arbeitshaltung zuzuschreiben sind. Entscheidende Faktoren sind mitunter auch Umgebungstemperatur, Ergonomie und Tageslichteinfall (Bild 8). Dieser Erkenntnis standen zu Beginn die Rahmenbedingungen des Bauherrn gegenüber, nach denen für die Wahl einer Beleuchtungseinrichtung und -steuerung das Kosten-Nutzen-Verhältnis primär ausschlaggebend war. Auch investiert das Amt für technische Anlagen des Kantons Zürich (Atal) nur in bewährte Lösungen mit einem Lebenszyklus von mindestens 12 bis 15 Jahren. Generell bedeutete dies, dass niedrige Betriebskosten bei kostengünstigem Unterhalt beim Entscheid für die Beleuchtungsausrüstung und -steuerung ausschlaggebend waren. Es galt zu zeigen, dass der Einsatz einer innovativen Beleuchtungssteuerung mit diesen Bedingungen durchaus in Einklang gebracht werden kann.

Dem Ausbildungsbetrieb angepasste Beleuchtungsausrüstung

Im Neubau der HWV Winterthur war die Beleuchtung für rund 9500 m² Energiebezugsfläche zu planen. Dies führte zur Beleuchtungsausrüstung gemäss Tabelle I. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an die Beleuchtung in den verschiedenen Räumen wurden 25 verschiedene Leuchtentypen eingesetzt. Die Auflistung der Tabelle I zeigt die hauptsächlich verwendeten Leuchten- und Lampentypen. Auch die Anforderungen an die Beleuchtungssteuerung waren dementsprechend verschieden.

Optimaler Beleuchtungskomfort und rationeller Energieeinsatz durch 320 Präsenzmelder

Zwei Auflagen legte die Bauherrschaft dem Nutzungskonzept der Beleuchtungsausrüstung zugrunde:

- einfache und zweckmässige Ausführung der Beleuchtungssteuerung
- die Steuerung muss durch eine tageslichtabhängige Bedarfsregelung erfolgen

Aufgrund dieser Vorgaben setzten die zuständigen Ingenieure (Elektroingenieurbüro Forster AG) auf die bewährte PIR-Beleuchtungssteuerung mit dem

Raumart Sitzplätze	Grösse	Beleuchtungsstärke	Lampentyp	Leuchtenart	Anzahl/ Total	Leistung	Anschlusswert
Schulzimmer, 24 Sitzplätze Arbeitszimmer, 12 Plätze Informatikräume, 15 Plätze	62 m² 35 m² 64 m²	450 Lux	Fluoreszenz-Leuchtstofflampen	Pendel-, Einbau- und Aufbauleuchten mit offenem Reflektor «Fluora»	12/650	58 Watt	10 Watt/m²
Korridor, Treppenhaus		≥ 150 Lux	FSQE-Kompakt-Leuchtstofflampen	«Domino» «Neue Werkstatt»	150	52 Watt	
Foyer (repräsentativ)			HIT-Halogenmetalldampf-Entladungslampen	«Stella» «Neue Werkstatt»	31	150 Watt	
Aula, 280 Sitzplätze	310 m²	460 Lux	Fluoreszenz-Leuchtstofflampen	AP mit Reflektor	80	58 Watt	15 Watt/m²
Hörsäle 71 Sitzplätze 131 Sitzplätze	94 m² 140 m²	460 Lux	Fluoreszenz-Leuchtstofflampen	AP mit offenem Reflektor Einbau-FL mit offenem Reflektor	16/128	58 Watt	9,4 Watt/m²
Toiletten	12 m²	200 Lux	FSQE-Kompakt-Leuchtstofflampen	Downlighter Silber «Fluora»	74	13 Watt	
Arbeitsnischen 2 Sitzplätze	ca. 6 m²		Fluoreszenz-Leuchtstofflampen	Indirektleuchte auf Holz	82	58 Watt	
Cafeteria	58 m²		PL	EB Downlighter	56	18 Watt	

Tabelle I Elektrische Anschlusswerte und Belastungen, Messungen/Auswertung

Es wurden ausschliesslich elektronische Vorschaltgeräte verwendet. Einzige Ausnahme bilden die HIT-Halogenmetalldampf-Foyerlampen, für deren Betrieb bis heute noch keine EVG erhältlich sind.

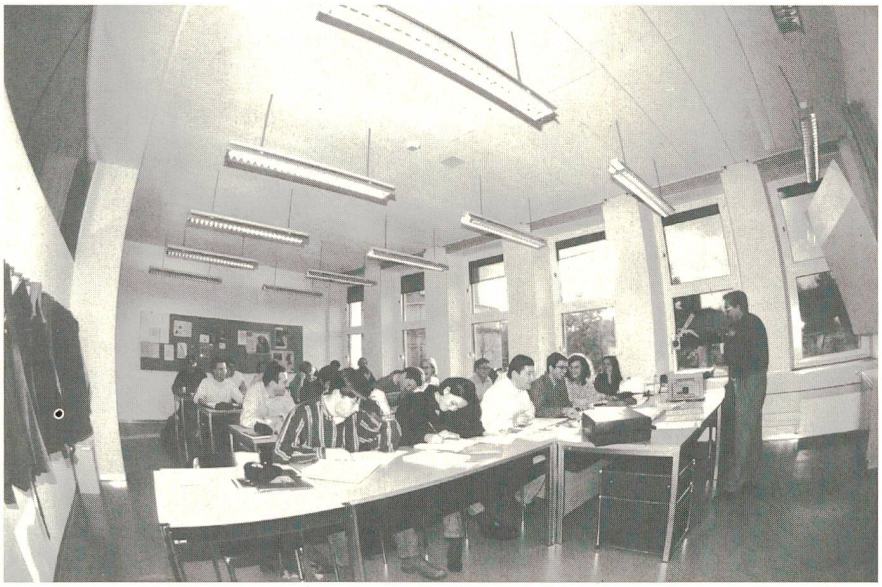


Bild 8 Eine optimale Beleuchtung ist entscheidend für ein gutes Lernklima.
In jedem der 26 Klassenzimmer sorgen 12 flimmerfreie FL-Lampen mit je 58 Watt Leistung für ein angenehmes Lernklima. Für die Zimmergrösse von jeweils 60 m² reicht ein HTS-Präsenzmelder, um die Beleuchtung tageslicht- und anwesenheitsabhängig zu schalten.

Decken-Präsenzmelder vom Typ ECO-IR 360A. In der Projektausführung wurden alle von Studenten genutzten Klassenzimmer, Hörsäle, Arbeits-, Aufenthalts- und EDV-Räume, Mensa und Bibliothek, alle Toilettenanlagen sowie die Durchgangszonen im Dachgeschoss mit Präsenzmeldern ausgerüstet. In den Besprechungszimmern und in den Büroräumlichkeiten der Verwaltung wurde ebenfalls dasselbe Konzept eingesetzt. Alle Räume besitzen zudem noch konventionelle Schalter zur individuellen Abschaltung verschiedener Zonen. In den insgesamt acht Hörsälen wird die Beleuchtung zusätzlich zum Präsenzmelder mit einer dimmbaren Handsteuerung geregelt, während Lichtsensoren und Zeitschaltuhren die Foyer- und die Aussenbeleuchtung schalten.

Installation und Inbetriebnahme

Dank frühzeitiger und konsequenter Planung konnten im Neubau alle Präsenzmelder unter Putz in die Sichtbetondecken eingebaut werden. Alle für Studenten zugänglichen Zimmer sind mit Hohldecken ausgestattet, in welche die Präsenzmelder ebenfalls unter Putz eingelassen sind. Nur im 4. Obergeschoss, dem eigentlichen Dachstock, und im Kellergeschoss kam die Aufputzversion zur Anwendung.

Die Betriebsbedingungen wurden jeweils mit drei Parametern wie folgt festgelegt:

- Nachlaufzeit für den Lüftungskontakt (Hörsäle ca. 10 min)
- Nachlaufzeit für den Lichtkontakt (generell 15 min)
- Lux-Wert für die Lichtregelung (Korridorflächen 100 lx, Arbeitsflächen 500 lx)

Die Inbetriebnahme der Präsenzmelder erfolgte in einer speziellen Aufstartphase. Während 10 Minuten wurde die Nachlaufzeit um den Faktor 10 verkürzt, damit die korrekte Installation sofort getestet werden konnte. Schalter und Verkabelung konnten so auf einfache Weise überprüft werden. Wurde zum Beispiel die Jalousie geschlossen, musste der Melder sofort «zuwenig Tageslicht» feststellen und entsprechend das Kunstlicht einschalten. Reichte der Erfassungsbereich eines Melders nicht aus, so konnten grundsätzlich mehrere parallel geschaltet werden. Die Beurteilung der Helligkeit im Raum, die sinnvolle Aufteilung in Gruppen sowie die zugehörige Einstellung der Luxwerte erforderte jedoch grosse Sorgfalt.

Die Beleuchtungssteuerung mit Präsenzmeldern funktioniert heute zur vollen Zufriedenheit. Wenn die Sensoren «Anwesenheit» feststellen und der Tageslichtanteil unter dem eingestellten Schwellenwert liegt, so werden die Leuchten eingeschaltet. Diese bleiben so lange in Betrieb, bis sich niemand mehr im Raum aufhält oder bis die Tageslichtmenge über den Grenzwert steigt. Eine lernfähige Elektronik, welche die Nachlaufzeit automatisch optimiert, verhindert häufiges Ein- und Ausschalten bei kurzzeitigem Verlassen des Raumes. Um das Licht zum Beispiel bei Hellraumprojektionen oder Videopräsentationen manuell ausschalten zu können, sind dem Präsenzmelder konventionelle Schalter nachgeschaltet worden.

Wirtschaftlichkeit der Präsenzmelder

Neben der langfristigen Werterhaltung der Liegenschaft muss sich die Investition in eine neue Beleuchtungssteuerung vor allem durch reduzierte Betriebskosten auszahlen. Das effektive Sparpotential wird nicht zuletzt vom Verhalten der einzelnen Personen beeinflusst: Lange Belegzeiten des Gebäudes, flexible Arbeitszeiten, mangelndes Energiesparbewusstsein sind bloss einige der Faktoren, welche das Energiesparpotential und damit die Rentabilität von Präsenzmeldern erhöhen. Konsequenterweise steigt das Sparpotential mit der Anzahl Benutzer stetig an. In öffentlichen Bauten wie zum Beispiel in Verwaltungsgebäuden, Schulen und Krankenhäusern ist das Verantwortungsbewusstsein des einzelnen gering, nicht benötigtes Kunstlicht auszuschalten oder Jalousien energetisch sinnvoll zu bedienen. Bereits zwei Benutzer reichen aus, um die Bedienung eines Schalters «dem anderen zu überlassen».

Das Elektroingenieurbüro Forster AG hat in einer Wirtschaftlichkeitsberechnung den geschätzten Energieverbrauch pro Jahr berechnet. Messungen zum effektiven Verbrauch während der bislang einjährigen Betriebszeit decken sich bis auf wenige Prozente mit dem prognostizierten Bedarf (Bedarf für Licht, Kraft, Wärme, Diverses). Vergleichsmessungen in ähnlich genutzten Gebäuden belegen

Zahlen zum Umbau der HWV Winterthur

Baubeginn	August 1994
Bauvollendung	August 1996
Rauminhalt nach SIA 116	45 230 m³
Energiebezugsfläche, *EBF*	9450 m²
Spezifische Leistung Beleuchtung, p_B	6 W/m² (Mischrechnung aller Flächen)
Spez. El.-Bedarf Beleuchtung, E_B	53,6 MJ/m²a
Bau- und Ausstattungskredite	38 859 Mio. Fr.

Einsparungen bis zu 42%. Diese Tatsache bekräftigt die kurzen Amortisationszeiten für die installierte Beleuchtungssteuerung der HWV Winterthur. Das innovative Beleuchtungskonzept wird seiner Bestimmung gerecht: Die Installation ist benutzerfreundlich und senkt das Betriebsbudget beträchtlich. Zudem profitiert der Bauherr von der langfristigen Investition durch hohe Betriebssicherheit und minimalen Unterhalt.

Schlussbetrachtung

Kaum ein elektronisches Gerät hat derart viele Möglichkeiten, Nutzenergien so gezielt und effizient einzusetzen wie der energiebewusste Anwender. Trotzdem – mögen auch viele dieses Attribut für sich beanspruchen, so handeln wohl die wenigsten mit der notwendigen Konsequenz, so dass sie die Verwendung eines Präsenzmelders in Frage stellen könnten. Der Einsatz von Präsenzmeldern verleiht einer Liegenschaft eine Aufwertung in mehrfacher Hinsicht: Verbesserung des Arbeitsklimas durch optimale Beleuchtung und Klimatisierung, Mehrkomfort durch automatische Schaltung der Beleuchtung, Ventilation, Jalousie usw., keine Suche nach Lichtschaltern im Dunkeln, Wertsteigerung der Liegenschaft durch fortschrittliche Gebäudetechnik, um nur einige Beispiele zu nennen.

Wieviel Energie mit einer bedarfsabhängigen Steuerung von Beleuchtung und HLK tatsächlich eingespart werden kann, hängt aber nicht nur vom Sparbewusstsein der Anwender, sondern auch von diversen weiteren Randbedingungen ab:

- Sind sämtliche Räumlichkeiten für Einzelraumsteuerung ausgelegt?
- Wird der Präsenzmelder für die Beleuchtungssteuerung und/oder für eine HLK-Steuerung eingesetzt?
- Lassen sich verschiedene Beleuchtungsgruppen nach unterschiedlichen Helligkeitswerten schalten?
- Wie gross ist die installierte Leistung?
- Wie viele Personen nutzen denselben Raum?
- Ist ein Gebäudeleitsystem vorhanden (EIB, LON usw.), das die Information «Präsenz» weiteren Systemen zur Verfügung stellt?

Die verschiedenen Kriterien auf das Energiesparpotential umzurechnen, ist nicht einfach. Beispiele aus der Praxis belegen Energieeinsparungen zwischen 20% und 40% bei reinen Beleuchtungssteuerungen mit Präsenzmeldern – werden zusätzlich HLK-Steuerungen miteinbezogen, erhöht sich der Sparerfolg auf bis zu 70%.

L'utilisation rationnelle de l'énergie grâce aux détecteurs de présence

L'automatisation ainsi que les technologies nouvelles des détecteurs et de la microélectronique offrent un potentiel considérable d'économie d'énergie dans l'exploitation des bâtiments. Le présent article décrit un des auxiliaires utilisés, à savoir le détecteur de présence passif à infrarouge et ses applications. Les détecteurs passifs à infrarouge permettent de saisir la présence des utilisateurs du bâtiment par leurs mouvements et ainsi de mettre à disposition au moment voulu les énergies nécessaires au local (p. ex. ventilation, etc.). La détection est effectuée au moyen de l'infrarouge thermique que tout objet rayonne déjà à la température ambiante (fig. 1). Les détecteurs sont dits «passifs» parce qu'ils perçoivent les objets même dans l'obscurité complète sans devoir les éclairer activement.

Le principe de fonctionnement permettant de saisir les mouvements est basé sur le fait que les détecteurs partagent le champ de vue à surveiller en une multitude de zones étroites au moyen de lentilles de Fresnel. Si une source infrarouge (p. ex. une personne) franchit une zone, la variation brusque du rayonnement infrarouge dans les différentes zones provoque un changement de la distribution de température dans l'absorbeur, donnant un signal électrique dans le détecteur (fig. 2 et 3).

Lorsque des détecteurs de présence sont utilisés dans l'éclairage, ils ne doivent pas éteindre la lumière immédiatement dès qu'ils ne constatent plus de mouvement mais seulement avec une certaine temporisation; les détecteurs de présence modernes sont intelligents et adaptent constamment leur temporisation en fonction de la fréquence constatée des mouvements (fig. 4). On attend en outre des détecteurs modernes pour la commande d'éclairage qu'ils puissent constater si la lumière naturelle disponible est suffisante et si la lumière artificielle doit être enclenchée en présence de personnes ou pas.

La toute dernière génération de détecteurs de présence a été perfectionnée et dotée de nouvelles fonctions permettant de réaliser un immense potentiel d'économie d'énergie dans les bureaux, laboratoires, salles de conférences, locaux et salles de fabrication (fig. 5 et 6). Enfin, l'article décrit les avantages d'une commande d'éclairage par détecteurs de présence à l'exemple de l'école supérieure d'économie et d'administration de Winterthour (fig. 7 et 8, tableau I).

Der SEV auf dem Internet / L'ASE sur l'Internet:
http://www.sev.ch

CVM POWERMETER

Der Einbau-Netzanalysator von CIRCUTOR misst und berechnet alle wichtigen Parameter im elektrischen Netz. Auf dem gut ablesbaren Display werden neun, frei wählbare, Messwerte angezeigt. Die Programmierung ist äusserst einfach und menügeführt. Steckbare Erweiterungsmodule bieten – jederzeit nachrüstbar – Netzwerkfähigkeit, Relais- und Analogausgänge. Die Ausgänge können den Messwerten frei zugeteilt, die Funktionen programmiert werden.

ELKO SYSTEME AG

Messgeräte · Systeme · Anlagen zur Kontrolle und Optimierung des Verbrauches elektrischer Energie
Haldenweg 12 CH-4310 Rheinfelden
Tel. 061-831 59 81 Fax 061-831 59 83

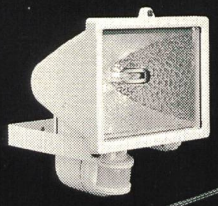
Ihr zuverlässiger Partner für:

- Prozessautomation
  Prozessleitsysteme,
  Prozessvisualisierung,
  Prozessdatenverwaltung
  (Rezepturen via DDE/OLE).
- Datenbankrealisierungen
  unter dem Betriebssystem Windows.
- Reinzeichnen und Bearbeiten von
  E-MSR Schemata auf CAD/CAE.
- Qualitätssicherung
  Kalibrierung.
- Organisationsberatung
  Rentabilitätsberechnungen.

EL-TECH-AG
ELEKTRO INGENIEURE BASEL

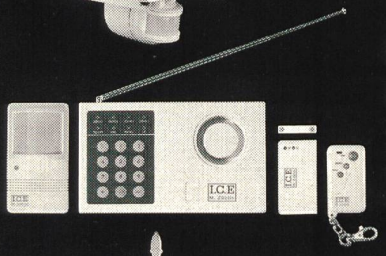
Güterstrasse 133 4053 Basel
Tel.: 061 / 361 04 10, Fax: 061 / 361 04 23

Sensorleuchten und Bewegungsmelder Für Sicherheit und Stromersparnis . . .



Schockbeleuchtung

Sensorscheinwerfer Pro 500/200 für helles Licht und Grossflächenüberwachung.



Funk-Alarm A-433 Professional

Sicherheits-System für Haus, Wohnung, Büro, Industrie. PTT-geprüft und BAKOM-zugelassen.

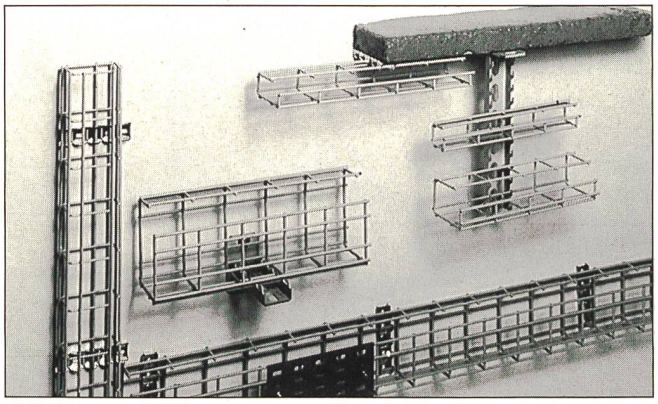
Sensorleuchten

Empfängt Sie und Ihre Gäste automatisch mit Licht. Vertreibt unerwünschte Besucher.

Bitte senden Sie mir Unterlagen über:
- ❑ Funk-Alarm
- ❑ Sensorleuchten und Bewegungsmelder
- ❑ Bezugsquellen, Elektro-Installateur

Name _____
Strasse _____
PLZ/Ort _____

M. Züblin AG
Glattalstrasse 501, CH-8153 Rümlang
Tel. 01 / 818 08 09, Fax 01 / 818 08 29



G-Kanäle u. kleine Gitterbahnen

Die neuen Installationskanäle (Pat.) aus halogenfrei hellgrau beschichtetem Gitterdraht von LANZ.

- **6 Grössen 50×50 bis 100×150 mm, Länge 2 m.**
- **Platzsparend an Decken ab 56 mm Gesamthöhe.**
- **Montage:**
  Hakenschiene oder Hakenschienen-Stütze anschrauben – G-Kanäle oder kleine Gitterbahnen einhängen – Kabel seitlich einlegen – fertig!

Rascher, sauberer und professioneller montieren mit G-Kanälen und kleinen Gitterbahnen von
LANZ 062/388 21 21 Fax 062/388 24 24
und Ihrem Elektrogrossisten.

☐ **LANZ G-Kanäle und kleine Gitterbahnen** interessieren mich! Bitte senden Sie Unterlagen.

☐ **Könnten Sie mich besuchen? Bitte tel. Voranmeldung!**

Name/Adresse/Tel.: _____

13

lanz oensingen ag
CH-4702 Oensingen · Telefon 062 388 21 21