

## ■ Bei Ankunft Licht

**Bewegungsmelder begegnen uns immer häufiger im Alltag. Sie detektieren bewegte Objekte mittels drei verschiedener Verfahren.**

**W**er abends in einem Wohngebiet spazieren geht, sieht sich immer mehr mit einem Lichtgewitter konfrontiert. An vielen Häusern schaltet sich die Außenbeleuchtung automatisch ein, selbst wenn man nur auf dem Gehweg vorbeischlendert. Früher musste der Elektriker einen witterungsbeständigen Lichtschalter am Gartentor installieren und eine Leitung bis zur Außenleuchte am Haus ziehen. Heutzutage schaltet häufig ein Bewegungsmelder das Licht im Freien an und aus. Das ist bequem und schreckt zudem dubiose Gestalten ab. Damit der Bewegungsmelder erst ab der Dämmerung arbeitet, verfügt er häufig über einen eingebauten Dämmerungssensor, z. B. eine Fotodiode.

In Büro- und Industriegebäuden steuern Bewegungsmelder nicht nur Beleuchtung und Alarmanlagen, sondern sie öffnen auch Türen automatisch. Die elektronischen Sensoren unterscheiden sich dabei in ihrem Detektionsprinzip. Neben



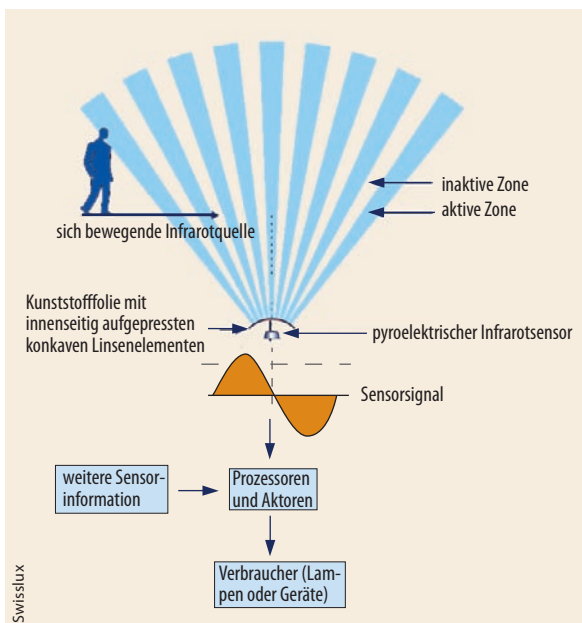
Bewegungsmelder machen die Nacht zum Tag, ohne dass jemand auf den Lichtschalter drücken muss.

ben Infrarotmeldern, die immer passiv arbeiten, gibt es aktive Bewegungsmelder, die Mikrowellen im unteren Gigahertzbereich oder Ultraschall jenseits von 20 kHz aussenden. Aktive Bewegungsmelder nutzen den Doppler-Effekt aus: Ein integrierter Empfänger registriert die abgestrahlten Wellen, nachdem sie in der Umgebung reflektiert worden sind. Nähert sich eine Person, verschiebt sich aufgrund der Bewegung die Frequenz der reflektierten Welle, woraus die integrierte Verarbeitungslogik des Bewegungsmelders das Schaltsignal ableitet.

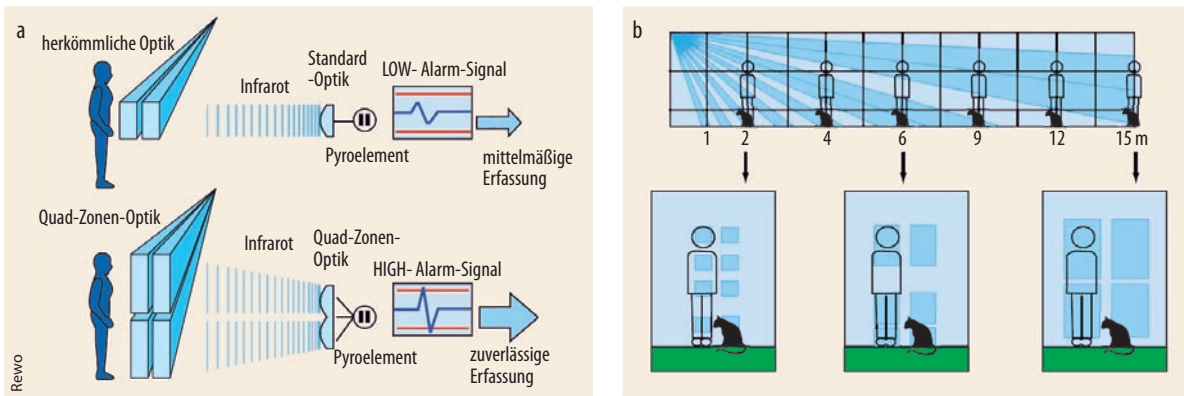
Am weitesten verbreitet sind Infrarotbewegungsmelder, da sie vergleichsweise billig sind. Ihr Herzstück ist ein pyroelektrischer Sensor, der im mittleren Infrarot bei einer Wellenlänge von etwa 10  $\mu\text{m}$  empfindlich ist. Der Sensor enthält einen Kristall, der permanent elektrisch polarisiert ist. Fällt auf ihn Infrarotstrahlung, ändert sich seine Temperatur. Dadurch laden sich seine gegenüberliegenden Seiten entgegengesetzt elektrisch auf. Die resultierende Spannungsdifferenz lässt sich von der Kristalloberfläche mittels Elektroden abgreifen und als Signal nutzen.

Vor dem pyroelektrischen Sensor sitzt entweder ein strukturierter Hohlspiegel, eine Fresnel-Linse oder eine Kunststofffolie, in deren konkave Innenseite Linsenelemente gepresst sind. Die Optik zerlegt den Detektionsbereich in Zonen. Im einfachsten Fall verlaufen diese gleichmäßig radial zum Bewegungsmelder, weiten sich also mit wachsender Entfernung. Der Sensor empfängt aus jeder Zone eine bestimmte Strahlungsmenge aus der Umgebung. Bewegt sich ein Mensch durch das Überwachungsfeld, ändert sich die Menge an Wärmestrahlung, die zum Pyroelement gelangt – der Sensor spricht an (Abb. 1). Am zuverlässigsten funktioniert das, wenn sich die Person parallel zum Bewegungsmelder durch möglichst viele Zonen bewegt. Läuft sie dagegen direkt auf den Detektor zu, ist er relativ unempfindlich. Liegen die Zonen zu weit auseinander, kann eine Person eventuell unerkannt durch den Erfassungsbereich gehen.

Durchschreitet eine Person nur einen kleinen Teil der Detektionszone, hält die Temperaturänderung nicht lange genug vor, um ein ausreichendes Signal zu erzeugen. Das



**Abb. 1** Ein passiver Infrarotbewegungsmelder besteht aus einem pyroelektrischen Sensor, der Optik sowie der Auswertung und Steuerungslogik. Läuft eine Person parallel zum Sensor durch den überwachten Bereich, ändert sich die Strahlungsmenge in maximal vielen Detektionszonen.



**Abb. 2** Quad-Pyroelemente sind in vier Bereiche unterteilt und nutzen eine entsprechend angepasste Optik (a). So können sie die Überwachungszonen fein unterteilen und kleine Tiere zuverlässig von Menschen unterscheiden (b). Katzen

rufen nur in ein oder zwei Teilzonen ein schwaches Signal hervor. Ein Mensch dagegen in bis zu acht Teilzonen.

elektrische Signal kann sich nicht richtig einschwingen. Bei größerem Zonenquerschnitt hätte es genügend Zeit zum Einschwingen, aber dann reicht die Signalstärke womöglich nicht aus. Letztlich bestimmen Größe und Form der zu überwachenden Fläche, die gewünschte Ansprechwahrscheinlichkeit, die Höhe des Bewegungsmelders über dem Boden und die typische Geschwindigkeit des zu erfassenden Objekts, wie der Bewegungsmelder ausgelegt sein muss.

Einfache Infrarotsensoren sprechen auch bei der Katze des Nachbarn an. Daher gibt es verfeinerte Bewegungsmelder, deren Optiken mehrere unterteilte Pyroelemente beleuchten (Abb. 2). Die Optik und die elektronische Signalverarbeitung gewichten die Detektionszonen unterschiedlich. Während Katzen nur in bodennahen Zonen auftauchen, strahlen Menschen in umso mehr Zonen, je näher sie kommen. Auf

ein kleines Tier spricht dieser Bewegungsmelder nicht an. Er bietet zusätzliche Sicherheit, wäre aber allein für die Steuerung der Außenbeleuchtung zu teuer.

Nicht jedes Detektionsverfahren eignet sich für jede Anwendung: Sitzt ein Bewegungsmelder aus baulichen Gründen hinter einer Glasscheibe, hat der Infrarotsensor Nachteile. Ein Mikrowellenmelder kann ausscheiden, weil sein Überwachungsbereich in andere Räume hinreicht. Und ein Ultraschallmelder kommt nicht infrage, wenn in seiner Nähe eine Klingel oder Sirene sitzt. Da die drei Technologien bereits etabliert sind, entscheidet oft einfach der Preis. Alarmanlagen nutzen häufig Dualmelder, die zwei Detektionsprinzipien kombinieren. Dank der beiden voneinander unabhängigen Verfahren verringert sich die Zahl der Fehlalarme.

Passive Infrarotdetektoren steuern übrigens auch verkehrs-

abhängige Signalanlagen: Stellen sie aufgrund der Wärmestrahlung der Fahrzeugmotoren fest, dass der Verkehr langsamer fließt oder stockt, gibt die Signalanlage eine Höchstgeschwindigkeit oder Stauwarnung aus. Im Gegensatz zu Induktionsschleifen erfordern die Infrarotdetektoren keine Eingriffe in die Fahrbahn. Ampelmasten oder Brücken, an denen sie sich anbringen lassen, gibt es dagegen zuhauf.

Bewegungsmelder helfen auch beim Energiesparen: In öffentlichen Gebäuden schalten sie z. B. Leuchten nur ein, wenn jemand das Licht benötigt. Auch in Privathäusern halten Bewegungsmelder verstärkt in Treppenhaus, Flur und Keller Einzug, um es sofort hell zu haben und das Licht nicht unnötig brennen zu lassen. Bei Ankunft Licht, lautet die Devise.

Michael Vogel

Michael Vogel,  
vogel\_m@gmx.de