



Bewegungssensoren

Bewegungen sind auf verschiedene Art elektronisch zu ermitteln und auszuwerten. Neben den weit verbreiteten Passiv-Infrarot-Meldern und der Auswertung von Videobildern gehören die auf Basis des Doppler-Effekts arbeitenden Radarsensoren in diese Gruppe.

Allgemeines

Die Bewegung von Objekten kann auf unterschiedlichste Art elektronisch ermittelt werden. Besonders wichtig ist die Erfassung von Bewegungen im Bereich der Alarmanlagen und in der Objekt-Überwachung. Da häufig sehr unterschiedliche Anforderungen an den Erfassungsbereich und die Empfindlichkeit gestellt werden, kommen entsprechend unterschiedliche Sensor-Konstruktionen zum Einsatz. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, ob ausschließlich Bewegungen oder Bewegungen in Kombination mit Temperaturunterschieden auszuwerten sind.

Die Technik zur Erfassung von Bewegungen kann auf verschiedenen physikali-

schen Effekten basieren. Auswertungen bzw. Erfassungen können sowohl auf elektrische, optische, magnetische, akustische oder mechanische Art erfolgen.

Im weitesten Sinne zählen somit auch Rüttelkontakte, Lichtschranken und Geräte zur Abstandsmessung zu den Bewegungssensoren. In diesem Artikel konzentrieren wir uns in erster Linie auf die klassischen Sensortypen, wobei mit Abstand der PIR-(Passiv-Infra-Red)-Sensor der gebräuchlichste ist. Dieser Sensortyp findet einen besonders breiten Anwendungsbereich und ist aufgrund der hohen Stückzahlen mittlerweile sehr preiswert. Im Bereich der Haustechnik kommen vor allem Standard-Sensoren zur Steuerung von Außen-Beleuchtungen zum Einsatz.

Wachsende Anforderungen an die Be-

quemlichkeit und ein weiter steigendes Sicherheitsbedürfnis werden zu einer noch weiteren Verbreitung führen.

PIR-(Passiv-Infra-Red)-Sensor

Befassen wir uns zuerst mit dem wich-



Bild 1: Typische Bauform von PIR-Sensoren

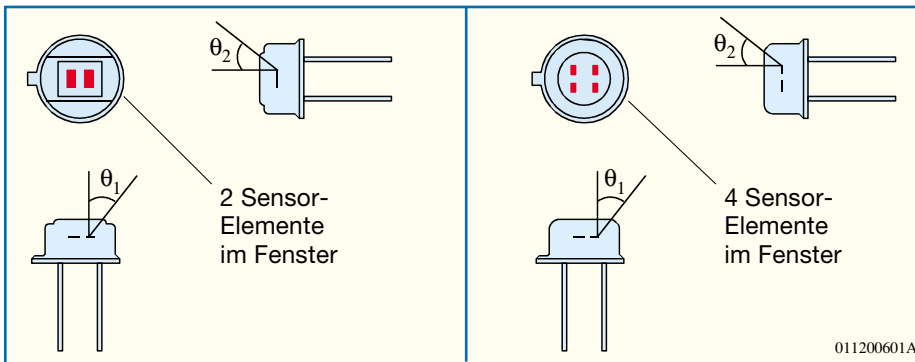


Bild 2: Die Anordnung der Sensor-Elemente bei PIR-Sensoren mit 2 und 4 Elementen.

tigsten Sensortyp in diesem Bereich der Elektronik, dem PIR-Sensor. Abbildung 1 zeigt einen PIR-Sensor in der typischen Bauform, der auch in verschiedenen Bewegungsmeldern zum Einsatz kommt.

Jedes Objekt, egal ob menschlicher Körper, Fahrzeug, Baum, Wand oder Möbelstück, strahlt Wärme in Form von Infrarot-Energie ab. Die Wellenlänge der abgestrahlten Infrarot-Energie ist wiederum wesentlich von der Oberflächentemperatur des abstrahlenden Körpers abhängig. Daher werden PIR-Sensoren üblicherweise so konstruiert, dass die größte Empfindlichkeit bei der von einem menschlichen Körper ausgehenden elektromagnetischen

meisten PIR-Elemente liegt im Wellenbereich von $1\ \mu\text{m}$ - $25\ \mu\text{m}$, sodass die Wärmestrahlung des menschlichen Körpers bzw. der Kleidung gut detektierbar ist.

Die wärmeempfindlichen Sensorelemente eines Passiv-Infrarot-Sensors bestehen aus pyroelektrischen Materialien. Je nach Sensortyp nehmen 2 oder 4 Sensorelemente die Infrarot-Strahlung auf.

Abbildung 2 zeigt die typische mechanische Konstruktion der beiden Sensor-Varianten. Neben den Sensorelementen als Wärmestrahlungs-Empfänger ist im Gehäuse des Sensors noch die Elektronik zur Signalaufbereitung integriert.

Objekte bzw. menschliche Körper, die sich im sensitiven Bereich befinden, projizieren nun durch eine spezielle Linse Abbildungen auf die wärmeempfindlichen Sensorelemente. Von den Sensorelementen werden diese Informationen in elektrische Signale umgewandelt und von der nachgeschalteten Elektronik zur Signalaufbereitung ausgewertet.

Liefern beide bzw. alle vier Sensorkristalle Werte, die sich nicht verändern, so nimmt die Auswerteelektronik an, dass es sich bei den Wärmestrahlungswerten um die Umgebungstemperatur handelt, während bei sich ändernden Werten von einem bewegten Objekt auszugehen ist.

Zonen aufgeteilt. Durch Bewegung (Wechsel von einer Zone in die nächste) werden dann unterschiedliche Signale auf die einzelnen Sensorelemente gegeben.

Die Aufteilung des Erfassungsbereichs in kleine Zonen erfolgt mit Hilfe von Fresnel-Linsen. Bei der Fresnel-Linse handelt es sich um einen speziellen Typ einer Sammellinse, die 1821 vom französischen Physiker Fresnel erfunden wurde. Fresnel-Linsen sind völlig flache Linsen (Abbildung 3),



Bild 3: Fresnel-Linse für PIR-Melder mit mehreren Zonen



Bild 5: Infrarot-Deckenmelder mit 360°-Optik

Strahlung im Infrarot-Bereich besteht. Der menschliche Körper übernimmt somit die Funktion des Infrarot-Senders. Das Maximum der Infrarot-Strahlung bei 25°C liegt bei ca. $9,4\ \mu\text{m}$. Der Erfassungsbereich der

Die optische Erfassungscharakteristik eines Passiv-Infrarot-Melders ist vom Aufbau der vor den Sensor gesetzten Linse abhängig. Über die Optik der Linse wird der Erfassungsbereich in unterschiedliche

deren Oberflächen mit konzentrischen, prismatischen Rillen versehen sind. Zusätzlich erfolgt bei Passiv-Infrarot-Meldern die Aufteilung in verschiedene Zonen.

Die prinzipielle Funktionsweise einer Fresnel-Linse verdeutlicht Abbildung 4. Derartige Kunststofflinsen sind kostengünstig herzustellen und unempfindlich gegenüber Störeinflüssen wie Feuchtigkeit und Verschmutzung.

Da die Charakteristik eines Passiv-Infrarot-Melders ganz wesentlich von der Konstruktion der Linse abhängig ist, sind insbesondere für Alarmanwendungen unterschiedliche Varianten lieferbar. So können Deckenmelder mit einer 360°-Linse (Abbildung 5) recht unauffällig montiert werden.

Besonders interessant ist auch der Passiv-Infrarot-Vorhangmelder in Abbildung 6. Dieser schützt Räume und Areale über eine große Breite tatsächlich wie ein Vorhang.

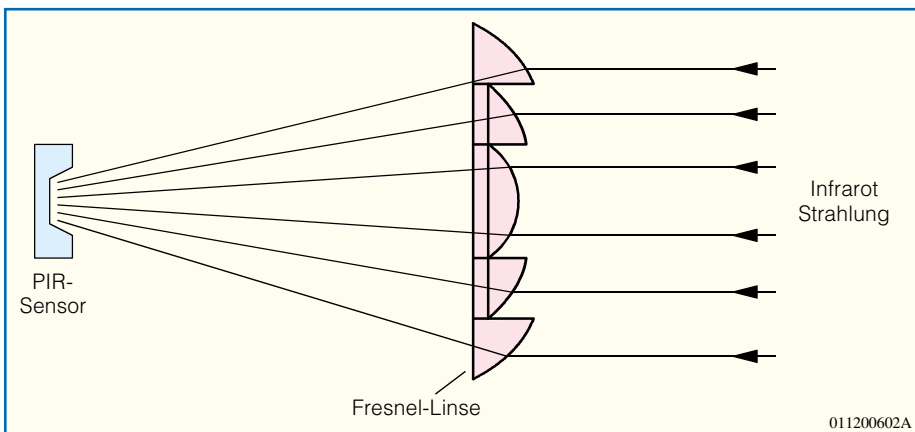


Bild 4: Prinzipielle Funktionsweise einer Fresnel-Linse

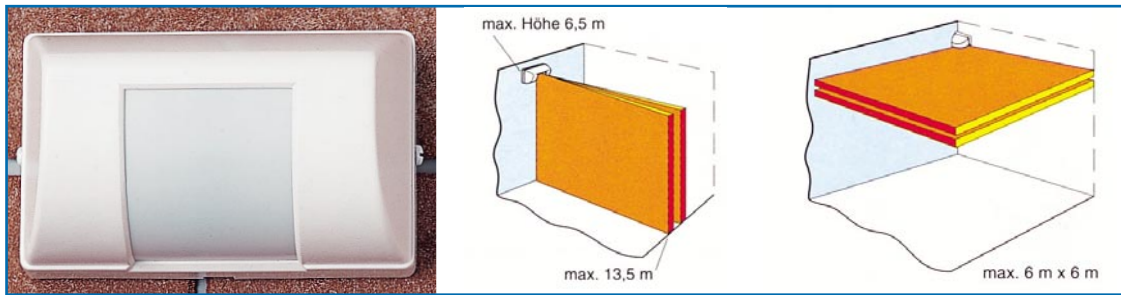


Bild 6: Infrarot-Vorhangmelder und die Erfassungszonen bei unterschiedlicher Montage

Durch eine spezielle Linsenkonstruktion wird bei 6 m Installationshöhe eine Überwachungsbreite von 13,5 m erzielt. Der Melder ist vertikal wie horizontal einsetzbar. Abbildung 6 zeigt zwei unterschiedliche Montagemöglichkeiten dieses Sensors.

Passiv-Infrarot-Melder für Alarmanwendungen verfügen in der Regel über zusätzliche Sabotage-Kontakte, sodass ein unbefugtes Öffnen sofort Alarm auslöst.

Zur Vermeidung von Fehlalarmen ist bei einigen Sensortypen einstellbar, wie viele Zonen zu durchlaufen sind, bevor es zu einer Alarmauslösung kommt. Abbildung 7 verdeutlicht diese Funktion.

Andere Sensoren wiederum bieten einen Unterkriechschutz oder sind unempfindlich gegenüber Haustieren.

Der weltweit wohl kleinste Bewegungsmelder erfordert nur ein 19-mm-Loch in der Wand oder in der Decke und ist in Abbildung 8 zu sehen. Im montierten Zu-

stand wird dieser dann kaum als Bewegungsmelder erkannt.

Radar-Sensor

Der auf Mikrowellentechnologie basierende Radar-Bewegungsmelder ist ebenfalls zur berührungslosen Erfassung von Bewegungen geeignet. Bemerkenswert ist dabei die Durchdringung von Wänden, sodass der Einbau z. B. im Zusammenhang mit einer Alarmanlage sabotagesicher hinter Abdeckplatten erfolgen kann.

Die Funktionsweise des Radar-Bewegungsmelders basiert auf dem Dopplereffekt. Der Mikrowellensensor SMX 1 von Siemens ist das zentrale Bauelement des in Abbildung 9 dargestellten Radar-Bewegungsmelders. Im Gegensatz zu Infrarot-Systemen können Radar-Bewegungsmelder völlig unsichtbar in Türrahmen oder Unterputz-Dosen montiert werden. Der Er-

fassungswinkel des Sensors beträgt sowohl horizontal als auch vertikal ca. 120° und kann beim Radar-Bewegungsmelder in Ab-



Bild 8: Zur Montage dieses Miniatur-Bewegungsmelders ist nur eine 19-mm-Bohrung erforderlich.

bildung 10 innerhalb des spritzwassergeschützten Gehäuses durch mechanisches Verstellen des Neigungswinkels an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden.

Die Abstrahlung des Mikrowellensignals im Frequenzbereich von 9,35 GHz erfolgt über eine Miniatur-Patch-Antenne im vorderen Bereich des Sensors. Trotz der relativ großen Reichweite von 5 bis 7 m liegt die HF-Ausgangsleistung des Sensors bei nur 1 mW EIPR (Effektiv-Isotropic-Radiation-Power), sodass keine gesundheitlichen Risiken oder Gefahren durch die Mikrowellenstrahlung bestehen.

Das abgestrahlte Mikrowellensignal wird von Personen und Gegenständen im Erfassungsbereich reflektiert und von der Miniatur-Flachantenne wieder aufgenommen. Intern gelangt das Signal dann auf einen Diodenmischer.

Das Doppler-Signal entsteht durch Bewegungen innerhalb des Erfassungsbereiches. Der nachgeschaltete Doppler-Verstärker hat eine Bandbreite von 2 x 750 Hz, sodass Bewegungen im Geschwindigkeitsbereich von ca. 0,1 bis 40 km/h erfasst werden können.

Mit diesem Sensor sind auch die Bewegungen von Körpern und Gegenständen zu erfassen, die keinen Temperaturunterschied zur Umgebung aufweisen. Somit ist der Einsatz auch dort möglich, wo Infrarot-Sensoren aufgrund der zu geringen Temperaturdifferenz nicht mehr reagieren.

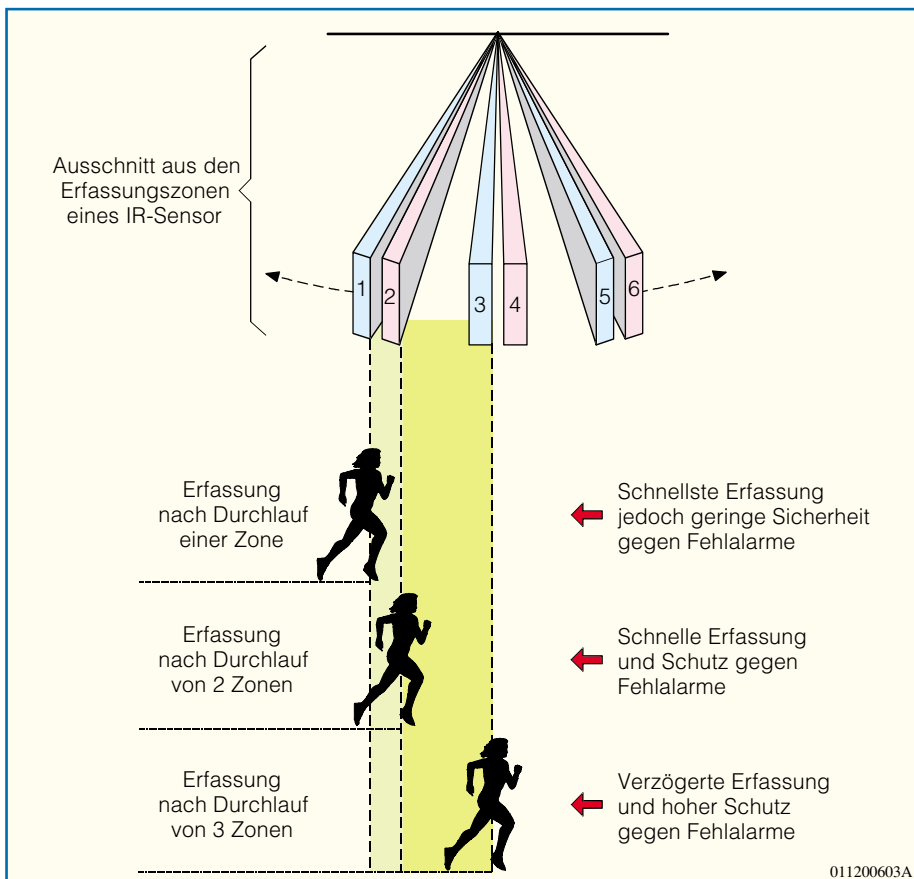


Bild 7: Zum Schutz vor Fehlalarmen ist bei diesem Sensor die Anzahl der zu durchlaufenden Zonen einstellbar.

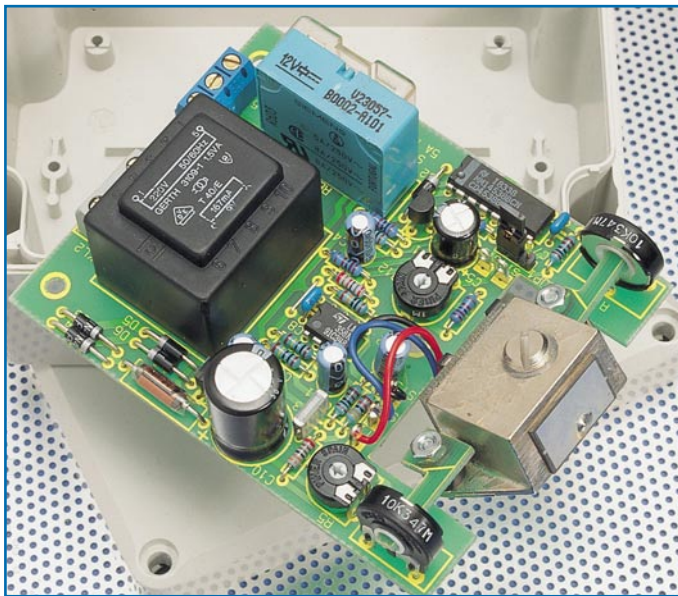


Bild 9: Radar-Bewegungsmelder

tungsrelais und bleibt für eine einstellbare Zeit zwischen 5 Sekunden und 4,5 Minuten angezogen.

Video-Bildauswertung

Eine exakte Erfassung von Bewegungen ist durch die Auswertung von Videobildern zu realisieren. Während die Erfassung relativ einfach und preiswert mit Hilfe von Überwachungskameras möglich ist, wird es bei der automatischen Bildauswertung schon erheblich schwieriger.

Für die Aufgabe bietet sich der von ELV entwickelte Video-Motion-Switch (in Abbildung 10) an. Beim VMS 7000 handelt es sich um einen automatischen Video-Signalquellen-Umschalter für bis zu 4 Kameras (Eingangs-Signalquellen) mit integriertem Motion-Sensor zur Auswertung von Bewegungen innerhalb des Videobildes. Durch die Auswertung eines einstellbaren Teilbereiches des Kamerabildes ist eine besonders gezielte Objektüberwachung möglich.

Sobald sich der Bildinhalt innerhalb einer einstellbaren Fläche des Kamerabildes (Kanal 1) ändert, wird ein Alarm ausgelöst und der entsprechende Videoeingang automatisch eingeschaltet, während Helligkeitsänderungen innerhalb des restlichen Kamerabildes unberücksichtigt bleiben.

Die Ansprechempfindlichkeit ist in weiten Grenzen einstellbar. Bei Alarmauslösung schaltet ein Relaisausgang, und ein eingebauter Piezo-Signalgeber signalisiert akustisch die Alarmauslösung.

Mit dem integrierten Kameraumschalter sind bis zu 4 Kameras (beliebige Video-signalquellen) gleichzeitig zu überwachen, die mit einer zwischen 3 und 30 Sekunden einstellbaren Zeit „durchgescannt“ werden. Sobald es zur Alarmauslösung kommt, wird der betreffende Kameraeingang ständig aktiviert.

Zusätzlich ist jederzeit eine manuelle Bedienung der Kameraeingänge möglich. Darüber hinaus stehen 3 Kontakteingänge (z. B. zum Anschluss von Bewegungsmeldern, Glasbruchmeldern, Rauchmeldern o. a. Sensoren) zur Verfügung.

Bildauswertung - auf PC-Basis

Bei Systemen auf PC-Basis erfolgt die Auswertung des Bildinhalts im Überwachungsbereich über die Software. Mit einem PC kann eine besonders komfortable Auswertung erfolgen. Über die Software sind dann Ereignisse im Erfassungsbereich speicherbar, sodass auch eine automatische Dokumentation erfolgen kann. Derartige Systeme sind jedoch meistens aufgrund der hohen Kosten nur für den professionellen Einsatz geeignet. Hinzu kommt, dass ständig der PC eingeschaltet sein muss. **ELV**

Dafür muss der Nachteil, dass bewegte Bäume oder Sträucher im Außenbereich unerwünschte Doppler-Signale hervorrufen können, in Kauf genommen werden. In den meisten Anwendungsfällen kann dieser unerwünschte Einfluss durch eine geschickte Positionierung des Sensors verhindert werden.

Die Ansprechempfindlichkeit des in Abbildung 10 dargestellten, kompletten Bewegungsmelders ist in einem weiten Bereich einstellbar, sodass leicht eine Anpassung an die jeweiligen Umgebungsbedingungen möglich ist. Sobald die Schaltung Bewegungen im Erfassungsbereich registriert, schaltet ein 1.250-VA-Leis-

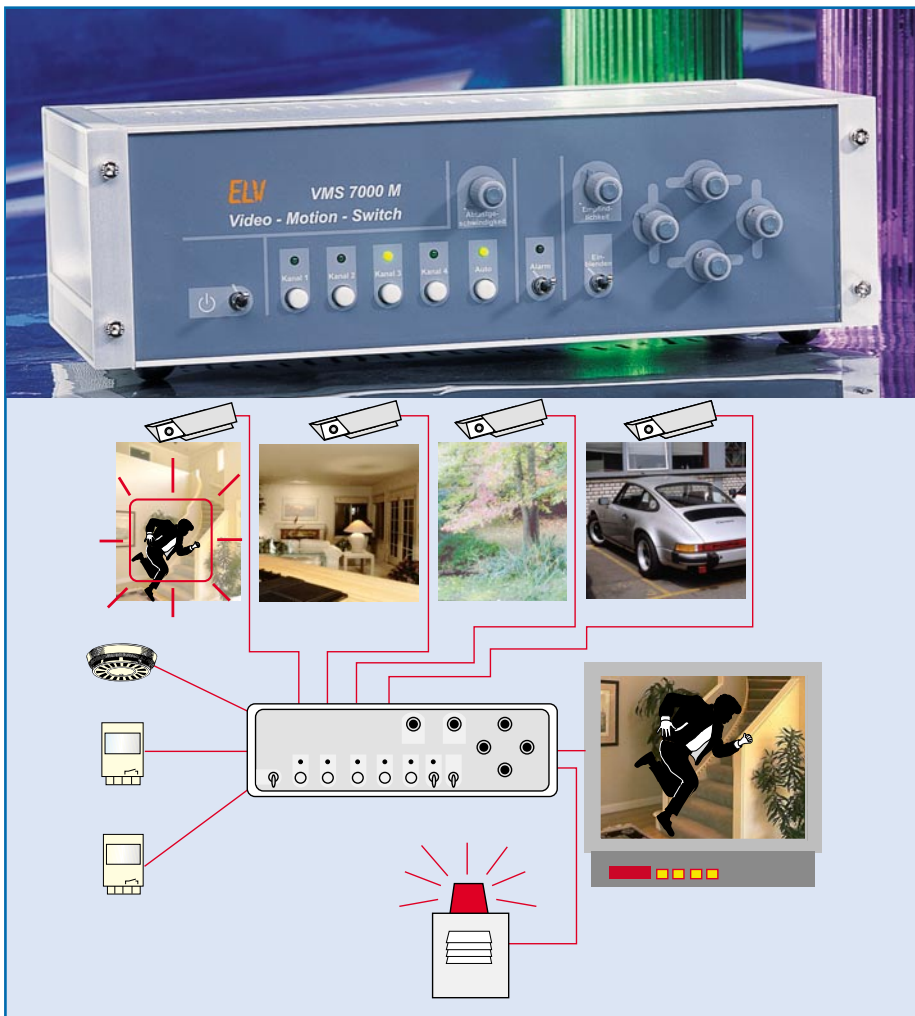


Bild 10: Der VMS 7000 wertet Bewegungen innerhalb von Videobildern aus.