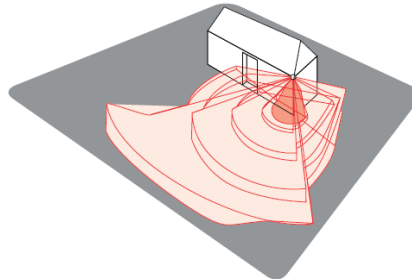
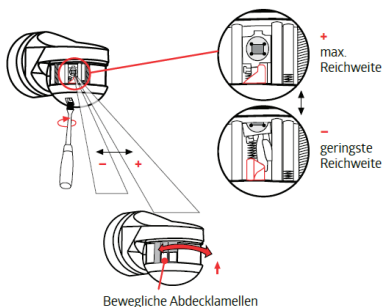
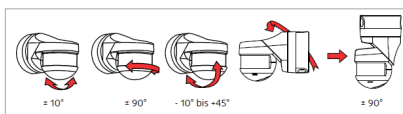


Bewegungsmelder kommen mittlerweile vielerorts zum Einsatz, ebenso in oder an Industrie- oder Bürogebäuden wie auch (privaten) Wohnhäusern. Neben Anwendungen im Innenbereich werden die Melder auch im Außenbereich eingesetzt.

Bei Dunkelheit wird der Eingangsbereich automatisch erleuchtet, sobald eine Bewegung erkannt wird. Der Schlüssel und das Schlüsselloch sind schnell gefunden. Neben diesem Komfortgewinn bieten Bewegungsmelder im Außenbereich auch Schutz vor Einbrechern. Das Licht wird von Dieben als störend empfunden und vertreibt sie in der Regel. Bewegungsmelder sind ein Baustein zur Vorbeugung von Einbruchdiebstählen und werden von der Polizei empfohlen.

Allerdings kommt es gelegentlich zu vermeintlichen Fehlschaltungen. Das Licht schaltet scheinbar ohne ersichtliche Bewegung ein. Je häufiger dies geschieht, als umso störender wird es empfunden. Darüber hinaus wird unnötig Energie verbraucht. Die Ursachen für derartige Fehlschaltungen sind vielfältig.

Die Ausrichtung des Bewegungsmelders spielt eine entscheidende Rolle. Außenmelder besitzen meist einen sehr großen Erfassungsbereich. Streift beispielsweise eine Straße oder ein Gehweg am Rand des Erfassungsbereiches, so kommt es zu Fehlschaltungen. Eine bessere Ausrichtung des Melders schafft hier Abhilfe. Hochwertige Geräte besitzen einen sogenannten Testmodus, in dem der Melder das Licht ständig ein- und ausschaltet, sobald eine Bewegung im Erfassungsbereich stattfindet. In diesem Modus muss zum Ausrichten des Melders nicht ständig die Nachlaufzeit abgewartet werden. Die Ausrichtung erfolgt bei den meisten Meldern auf zwei Achsen. Der Kopf des Melders kann auf und ab sowie nach rechts oder links gedreht werden. Der RC-plus Next N von B.E.G. bietet darüber hinaus noch die Möglichkeit, die einzelnen Bewegungssensoren im Melder-Kopf stufenlos mechanisch einzustellen.



Im Außenbereich kommen fast ausschließlich Bewegungsmelder mit Passiv-Infrarot-Sensoren (PIR) zum Einsatz. Diese Sensoren reagieren auf Wärmeänderungen, die bei Bewegung von Lebewesen auftreten. Pflanzen strahlen keine Wärme ab, somit werden sich bewegende Bäume und Sträucher nicht erkannt. Befindet sich allerdings hinter der Pflanze eine Wärmequelle, z. B. eine durch die Sonne erhitzte Mauer, so erkennt ein Melder die möglicherweise durch einen Windstoß verursachte Bewegung der Pflanze. Auch bei diesen Fehlschaltungen muss der Erfassungsbereich eingeschränkt werden. Hier bieten sich Abdecklamellen an, die auf der Linse des Melders angebracht werden. Die Lamellen sind für IR-Strahlung undurchlässig und somit werden bestimmte Teile des Erfassungsbereichs ausgeblendet.

Tiere haben in der Regel eine ähnliche Körpertemperatur wie Menschen. Bewegungen von Katzen und Hunden werden wie menschliche Bewegungen erfasst und bewirken ein Einschalten des Lichts. Die Ursache ist also in beiden Fällen gleich: Die Bewegung eines (warmen) Lebewesens. Solche Fehlschaltungen sind kaum zu vermeiden. Um zu verstehen, welche Möglichkeiten trotzdem bestehen und welche Konsequenzen sich daraus ergeben, sollen einige physikalische Hintergründe aufgezeigt werden.

Passiv-Infrarot-Sensoren

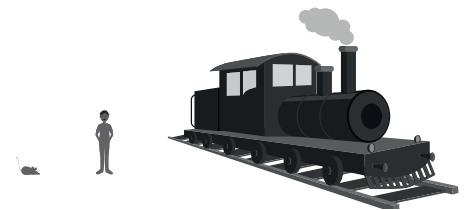
Infrarotstrahlung liegt im elektromagnetischen Spektrum zwischen sichtbarem Licht und Mikrowellen. Infrarotstrahlung ist in erster Linie Wärmestrahlung und wird durch Bewegungen von Atomen und Molekülen in einem Objekt erzeugt. Das bedeutet, dass jedes Objekt mit einer Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunkts, also sogar ein Eiswürfel, im Infrarotbereich strahlt. Je höher die Temperatur ist, desto stärker bewegen sich die Atome und Moleküle und desto mehr Infrarotstrahlung produzieren sie.

Die von Lebewesen erzeugte Infrarotstrahlung ist nicht homogen, was unter Verwendung einer Infrarotkamera deutlich sichtbar wird. Menschen strahlen aufgrund ihrer Körpertemperatur von 37°C stark im Infrarotbereich, mit einer Wellenlänge von ungefähr 10 µm. Dabei strahlen verschiedene Körperteile unterschiedlich stark, der Mund beispielsweise ist deutlich wärmer als die Finger. Somit ist die vom Mund ausgehende Infrarotstrahlung entsprechend stärker als die von den Fingern ausgehende Strahlung.



Passiv-Infrarot-Sensoren (PIR-Sensoren) arbeiten ebenfalls im Wellenlängenbereich von 10 µm und ermöglichen eine Nutzung der Infrarotstrahlung zur Bewegungserfassung, da sie optimal auf die Wärmestrahlung eines Menschen oder Tieres ansprechen. Passiv-Infrarot bedeutet, dass die Sensoren keine Strahlung aussenden, sondern ausschließlich empfangen. Der Melder wertet dann die Signale der Sensoren aus und schaltet entsprechend das Licht ein.

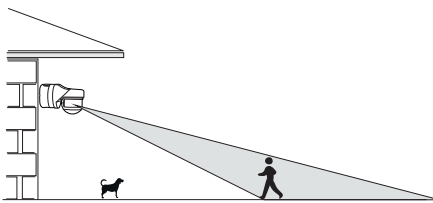
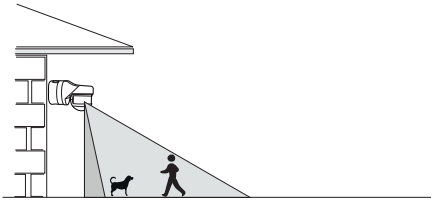
Um eine Bewegung zu erkennen, müssen die IR-Strahlen also an den Sensoren ankommen. Da die Strahlung über die Distanz schwächer wird, kann der Sensor eine Bewegung in 2 m Nähe besser erkennen als in 20 m Entfernung. Allerdings können auch Bewegungen in 20 m Entfernung registriert werden. Dies hängt davon ab, wie viel Wärme abgestrahlt wird. Eine Maus strahlt eine geringere Menge Wärme ab als ein Mensch, eine sich in Betrieb befindliche Lokomotive, beispielsweise auf einem Firmengelände, deutlich mehr als ein Mensch.



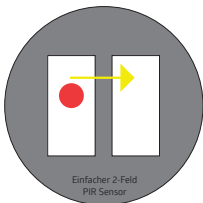
Bei guten Detektoren kann die Sensibilität oder Empfindlichkeit der Sensoren variabel eingestellt werden. Mit dieser Einstellung wird festgelegt, ab welcher Wärmemenge der Sensor ansprechen soll. Kleinere Wärmemengen, wie z.B. die einer Katze, werden ausgeblendet. Aber bereits durch die Strahlung eines größeren Hundes kann vom Melder das Licht eingeschaltet werden. Wird die Empfindlichkeit jedoch noch weiter reduziert, besteht die Gefahr, dass Bewegungen kleiner Kinder nicht mehr erkannt werden.

Eine weitere Möglichkeit, durch Tiere ausgelöste Fehlschaltungen zu verringern, ist das Ausblenden der unteren Erfassungsbereiche. Katzen streuen häufig an Hauswänden vorbei. Melder mit Unterkriechschutz erkennen diese Bewegung nicht. Beim RC-plus Next N von B.E.G. kann diese Funktion mittels Fernbedienung aktiviert und deaktiviert werden. Zu bedenken ist dabei, dass auch Diebe gerne an der Wand vorbeischieben.

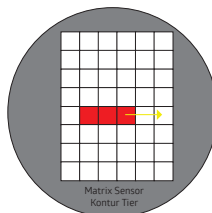
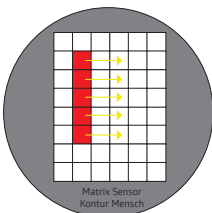
Schaut ein Bewegungsmelder in die Ferne, werden ebenfalls untere Erfassungsbereiche ausgeblendet. Es entstehen Totbereiche, in denen keine Bewegung erfasst wird. Da nun der Erfassungsbereich in der Ferne liegt und die Wärmestrahlung über die Distanz schwächer wird, werden nur größere Wärmequellen, z. B. Menschen, erkannt. Zu berücksichtigen ist hier, ob in größerer Entfernung vom Haus eine Straße oder ein Gehweg verläuft.

**Moderne Passiv-Infrarot-Sensoren**

Wie Licht kann auch Infrarot-Strahlung durch Linsen gebündelt werden. Bewegungsdetektoren sind mit einer Linse ausgestattet, um die IR-Strahlung auf den PIR-Sensor zu bündeln. Die gängigsten Sensoren bestehen aus zwei Platten aus pyroelektrischem Kristall. Trifft IR-Strahlung auf ein solches Kristall, führt dies zu einer Ladungsverschiebung, die gemessen werden kann. Eine Bewegung wird erkannt, wenn die IR-Strahlung von beiden Platten erfasst wird.



Modernere Sensoren weisen eine Matrix aus pyroelektrischen Platten auf, durch die in Kombination mit einer geeigneten Software einfache Konturen erkannt werden können. Sind mehr Platten in der Senkrechten aktiv, könnte es sich um einen Mensch handeln, sind mehr in der Waagerechten aktiv, um ein Tier.



Derzeit umfassen nahezu alle Bewegungsmelder einfache PIR-Sensoren mit zwei Platten. Matrixsensoren haben sich aufgrund ihres hohen Preises noch nicht durchgesetzt.

Detektoren mit Kamertechnik

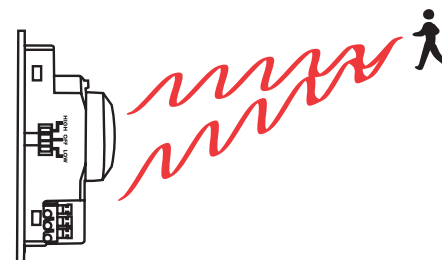
Als vor ca. 35 Jahren die ersten Bewegungsdetektoren auf dem Markt kamen, prägten sich auch zwei Begriffe aus: Bewegungs- und Präsenzmelder. Beides sind marketing- bzw. vertriebsorientierte Begriffe. Bei dem Wort „Bewegungsmelder“ lässt sich die Funktion noch erschließen. Der Begriff „Präsenzmelder“ ist hingegen nicht selbsterklärend. Selbst die Hersteller der Detektoren interpretieren

ihn unterschiedlich. „Präsenzmelder erkennen kleinere Bewegungen, wie z. B. das Arbeiten mit einer Computer-Maus“ oder „Präsenzmelder beziehen das natürliche Außenlicht bei ihrer Lichtmessung mit ein“, um nur zwei gängige Definitionen zu nennen.

Der Duden definiert Präsenz als „Anwesenheit, [bewusst wahrgenommene] Gegenwärtigkeit“. Nur ein Mensch kann eine Präsenz bewusst wahrnehmen. Keine Technik kann dies leisten. Am nächsten heran kommen Detektoren, die eine Kamera enthalten und Bildauswertung durchführen. Mittels Software können menschliche Konturen herausgefiltert werden. Aber bereits eine lebensgroße Puppe kann von der Software falsch zugeordnet werden. Neben dem sehr hohen Preis solcher Melder stellen sich oft daten- oder arbeitsschutzrechtliche Fragen, zum Beispiel, wenn der eine Kamera umfassende Melder in einem Büro angebracht ist. Eine Kamera im Büro erzeugt ein ungutes Gefühl.

Hochfrequenz (HF) - Melder

Im Gegensatz zu Passiv-Infrarot-Meldern (PIR) sind Hochfrequenzmelder (HF) aktive Melder. Sie senden Wellen mit einer hohen Frequenz, aber mit einer kleinen Leistung, und werten Echosignale aus. HF-Wellen haben die Eigenschaft, dass sie durch nicht-metallische Materialien, beispielsweise Wände, hindurchdringen. HF-Melder können somit hinter abgehängten Decken versteckt werden oder unsichtbar direkt in eine Leuchte eingebaut werden. Diese Melder nutzen den sogenannten Dopplereffekt. Ein herannahendes Fahrzeug hört sich höher an als ein sich entfernendes Fahrzeug. Durch die Eigenbewegung werden die Schallwellen in Bewegungsrichtung komprimiert und in Gegenrichtung ausgedehnt. HF-Melder arbeiten umgekehrt: Sie stehen fest und senden Wellen aus. Diese Wellen werden von Objekten reflektiert. Bewegen sich die Objekte, besitzen die reflektierten Wellen eine leicht unterschiedliche Frequenz. Je größer diese Frequenzdifferenz ist, desto schneller bewegt sich das Objekt. Die Polizei nutzt diese Technik zur Radarmessung bei Geschwindigkeitskontrollen.



Im Vergleich zu Passiv-Infrarot-Meldern arbeiten HF-Melder temperaturunabhängig. Einziges Kriterium ist bei ihnen die Bewegung. Motoren, Vorhänge, das Wasser in einer Abwasserleitung und im Außenbereich Laub und natürlich Tiere jeglicher Art bewegen sich ebenfalls und sind demzufolge Störquellen, wenn es um die Erkennung von Bewegungen von Menschen geht.

Über intelligente Software-Algorithmen kann das reflektierte Signal ausgewertet werden. Ein herumwirbelndes Laubblatt kann herausgefiltert werden, damit fällt aber auch eine mit der Hand winkende Person aus der Erfassung heraus. Läuft ein großer Hund mit der gleichen Geschwindigkeit wie ein kleiner Mensch an einem HF-Melder vorbei, so kann der HF-Melder keinen Unterschied erkennen, was bedeutet, dass Fehlschaltungen aufgrund sich

bewegender Tiere ebenfalls nicht ausgeschlossen werden können.

HF-Melder sind eine gute Alternative zu PIR-Meldern, falls Umgebungseinflüsse die Passiv-Infrarot-Technik an Grenzen stoßen lassen.

Fazit

Tiere können somit nicht als Tier erkannt werden, sondern Fehlschaltungen aufgrund der Bewegungen von Tieren können durch Reduzierung der Empfindlichkeit verringert werden. Die Reduzierung der Empfindlichkeit der Sensoren hat zur Konsequenz, dass die Reichweite des Melders abnimmt. Häufig kann bei einem PIR-Melder allein schon die richtige Ausrichtung des Melders helfen, bspw. indem für die Detektion nur das Fernfeld verwendet wird. Der Melder schaut somit über die meisten (kleinen) Tiere einfach hinweg.