



Erkannt!

Bewegungs- und Präsenzmelder – Technik und Einsatz

Ob im Privatbereich oder in öffentlichen Gebäuden. Ob im Innenraum oder im Außenbereich. Zum Schalten von Licht bis hin zum Erzeugen von Lichtszenen. Zum Steuern von Heizungs-, Klima- und Belüftungsanlagen oder als Sensor für die Alarmanlage. Allumfassend integriert in das eigene Smart Home und auch hier nicht wegzudenken. Bewegungsmelder begegnen uns im täglichen Leben fast überall. Dabei sind diese mal mehr, mal weniger auffällig. Nicht zuletzt richtet sich das nach der eingesetzten Technologie des Geräts. Aber was steckt eigentlich hinter den meist unauffälligen kleinen Kästen an Wand und Decke? ELV schaut einmal für Sie hinter die Kulissen ...



Hintergrundbild: Fresnel-Linse



Vielfältige technische Lösungen

Bewegungen, die über Sensoren erkannt werden sollen, treten in vielfältiger Form auf, die entsprechend unterschiedliche Erfassungstechnologien erfordern:

- Sollen z. B. sich bewegende Wärmequellen wie Menschen, Tiere, Fahrzeuge erkannt werden?
- Sollen bestimmte Objekte, wie Haustiere im Haus, ausgeblendet werden?
- Will man auch Objekte erfassen, die geringe spezifische Wärmeabstrahlungen haben?
- Sollen Objekte bereits aus größerer Entfernung oder in winzigen Detailveränderungen erfasst werden?
- Sollen Bewegungen von Objekten selbst erfasst werden, wie z. B. bei einem Fahrzeug oder Wertgegenstand?

Diese und zahlreiche weitere Arten der Bewegungserfassung stellen Entwickler vor vielfältige Herausforderungen – und entsprechend zahlreich sind die Lösungen bis hin zur tatsächlichen Lebenderkennung per berührungsloser Fernsensorik für Herzschlag und Puls.

Schon lange treten solche Melder auch nicht mehr nur als deutlich präzise Geräte auf, inzwischen sind sie vielfach integriert, etwa in Elektro-Installationsserien, in Kamerasystemen, in Türsprechanlagen, in Leuchten oder sie sitzen unsichtbar hinter Abdeckungen. Sie dienen einerseits dem Komfort, andererseits erfüllen sie Sicherheitsfunktionen. Besondere Bedeutung genießen diese Melder auch im Verbund eines Smart Home Systems. Hier sind sie gleich mehrfach nutzbar und können über die Konfigurationsmöglichkeiten des jeweiligen Systems im Zusammenspiel mit den jeweiligen Akteuren sehr genau an den Einsatzzweck angepasst werden.

Betrachten wir die wichtigsten Technologien zunächst einmal in der Übersicht, bevor wir zu detaillierten Funktionen und Anwendungen aus dem Produkt-Portfolio von ELV/eQ-3 kommen.

Bewegungsmelder – die klassische Variante

PIR-Sensor – der Passive

Er ist der Klassiker unter den Bewegungssensoren und bis heute die am häufigsten verwendete Sensortechnologie. Die Geschichte dieser Sensoren reicht weit ins 20. Jahrhundert zurück. Die Basis für diese Technik wurde Ende der 1960er-Jahre in den Optical Coating Labs in Kalifornien und der auf militärische Infrarot-Anwendungen spezialisierten Firma Barnes Engineering entwickelt. Eine umfassende Abhandlung der Geschichte des PIR-Sensors und die Würdigung der Leistung von Herbert Berman, der mehrere Patente zur Technik des Sensors erhielt, findet man unter [1].

Der Begriff PIR ist die Kurzform des Arbeitsprinzips: **Passiver Infrarot-Sensor**. Exakter bezeichnet ist diese Sensorart mit dem Begriff „Pyroelektrischer Sensor“, denn dies beschreibt die Funktion bereits näher. Pyroelektrische Sensoren finden ihre Anwendung nicht nur als

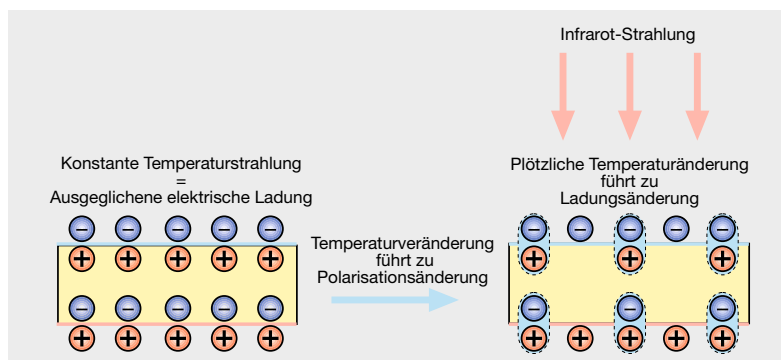


Bild 2: So erfolgt die Erzeugung der Signalspannung des Pyrosensors – ein Temperaturwechsel im IR-Bereich ruft eine Polarisationsänderung der polarisierten Sensorfolien hervor.

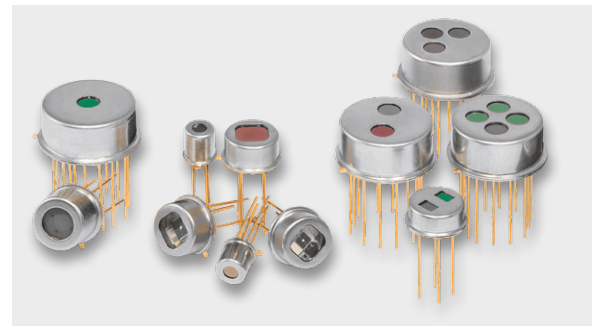


Bild 1: Pyrosensoren für verschiedene Anwendungsgebiete des Herstellers INFRADEC im typischen TO-Gehäuse. Bild: INFRADEC

Bewegungssensor, sondern z. B. auch als Flammen-detektor, zur Gasanalyse und in der Spektroskopie. Sie zählen zu den thermoelektrischen Sensoren, ihr Einsatzbereich wird durch die spezielle Auslegung der Spektralempfindlichkeit, also der verarbeitbaren Wellenlängen, definiert. Die üblichen Sensoren erfassen langwellige Infrarot-Strahlungen im Bereich um $14 \mu\text{m}$.

Jedes Objekt strahlt durch seine Eigenwärme ständig Energie in Form von Infrarot-Strahlung an seine Umgebung ab. Der Mensch ist hierbei eine besonders leistungsfähige natürliche Wärmequelle, er gibt ca. 1 W je Kilogramm Körpergewicht ab. Ein Sensor muss, soll er eine derartige Wärmequelle erfassen, mehrere Aufgaben lösen. Zum einen sollte er so dimensioniert sein, dass sein Empfindlichkeitsmaximum in dem Wellenbereich liegt, der der Wärmestrahlung des menschlichen Körpers entspricht. Dann muss er gut zwischen normaler Wärmestrahlung umgebender Gegenstände (Hintergrundtemperatur) und der des Menschen unterscheiden, also eine sichere Differenz erfassen können. Schließlich darf er sich nicht von Umgebungslicht, das je nach Lichtquelle auch erhebliche Infrarot-Strahlungsanteile enthält, täuschen lassen. Und er muss erfassen können, ob sich die Wärmequelle bewegt – einfache Melder lassen sich durchaus auch durch extrem langsame Bewegungen im Erfassungsbereich täuschen. Aus dem Wortbestandteil „Passiv“ geht hervor, dass es sich hier nicht um einen Sensor handelt, der aktiv Energie absendet, um aus deren Reflexion abzulesen, dass sich ein Hindernis im Erfassungsbereich befindet (wie z. B. Ultraschall- oder Radarsensoren). Der Pyrosensor (Bild 1) empfängt also lediglich abgestrahlte Energie.

Die Arbeitsweise dieses Sensors ist etwa vergleichbar mit der eines Kondensators und dem piezoelektrischen Effekt verwandt. Auch hier finden wir zwei Folien, die (durch den Produktionsprozess vorgegeben) verschiedene elektrische Ladungen an ihrer Oberfläche enthalten. Trifft Wärmestrahlung eines bestimmten Frequenzbereichs auf diese Folien, wird deren Polarisation verschoben (siehe auch Bild 2) und somit eine von der normalen (stabilen) elektrischen Ladung differierende elektrische Spannung erzeugt, die über Elektroden auf den Folien abgegriffen und über die nachfolgende Verstärkerelektronik ausgewertet wird.

Wie ein solcher Sensor im Prinzip aufgebaut ist, zeigt Bild 3 anhand eines Zwei-Elemente-Sensors, der meistgenutzten Sensorart für normale Bewegungs-

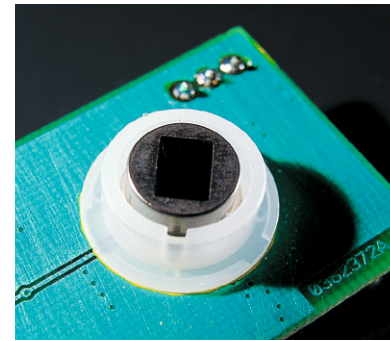
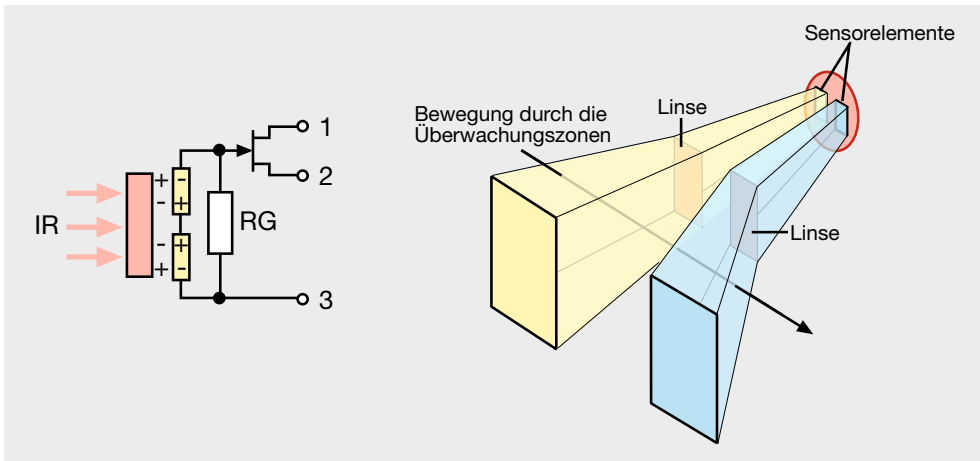


Bild 3: Der Aufbau eines analogen Zwei-Elemente-Pyrosensors. Typisch ist der integrierte Verstärker für die Pyrospannung mit einem JFET. Rechts ist die Wirkung der vorgeschalteten Linsen illustriert.

Bild 4: Zwei-Elemente-Sensor PIR13 in einer vorgefertigten Fresnel-Linsen-Halterung

melder. Vier-Elemente-Sensoren haben gegenüber den Dual-Sensoren keine Richtungsabhängigkeit. Erreicht wird das durch die Teilung der zwei Sensorflächen eines Dual-Sensors und einer versetzten Anordnung gleichgepolter Sensorflächen (Diagonalanordnung). Daher sind diese für Geräte an Decken sehr gut geeignet und finden vielfach Anwendung in Präsenzmeldern. Jedes Element entspricht der besprochenen kondensatorartigen Sensor-Anordnung. Ein Nachteil des Sensorprinzips darf bei der Konstruktion dieser Sensoren nicht vernachlässigt werden – der Lagerung der Sensoren im Sensorgehäuse muss hohe Aufmerksamkeit gewidmet werden, denn sie reagieren durch den Piezoeffekt auf Bewegung. Zug, Druck und Beschleunigung können den Sensor auslösen. Die Gegenmaßnahme der Hersteller heißt „Mikrofonie-Effekt-Unterdrückung“ und umfasst sowohl mechanische Lagerungsmaßnahmen als auch Kompensationsmaßnahmen in der Auswerteelektronik. Bild 4 zeigt beispielhaft die gängige Bauform eines Pyrosensors in einem TO-Gehäuse (TO: Transistor Outline).

Anhand der Anordnung der Sensorelemente kann man bereits erkennen, warum sich dieser Sensor so gut für die Bewegungserfassung eignet. Denn beide Sensorelemente befinden sich nicht am gleichen Platz, sondern nebeneinander. Damit ist eine besonders gute Differenzierung zwischen Hintergrund und vorbeilaufendem Menschen möglich. Denn erst dann, wenn die Sensorelemente abweichende Wärmestrahlung empfangen, entsteht auch eine genügend hohe Änderung der erzeugten Spannung zur Auswertung

durch die nachfolgende Verstärkerelektronik. Eine Filteranordnung vor den Sensorelementen eliminiert den Einfluss von störendem Fremdlicht.

Dies alles ermöglicht jedoch noch keine effektive optische Richtungs-differenzierung. Durch die Anordnung im Gehäuse des Sensors und die spektrale Empfindlichkeit der Folienoberfläche je nach Einfallswin-

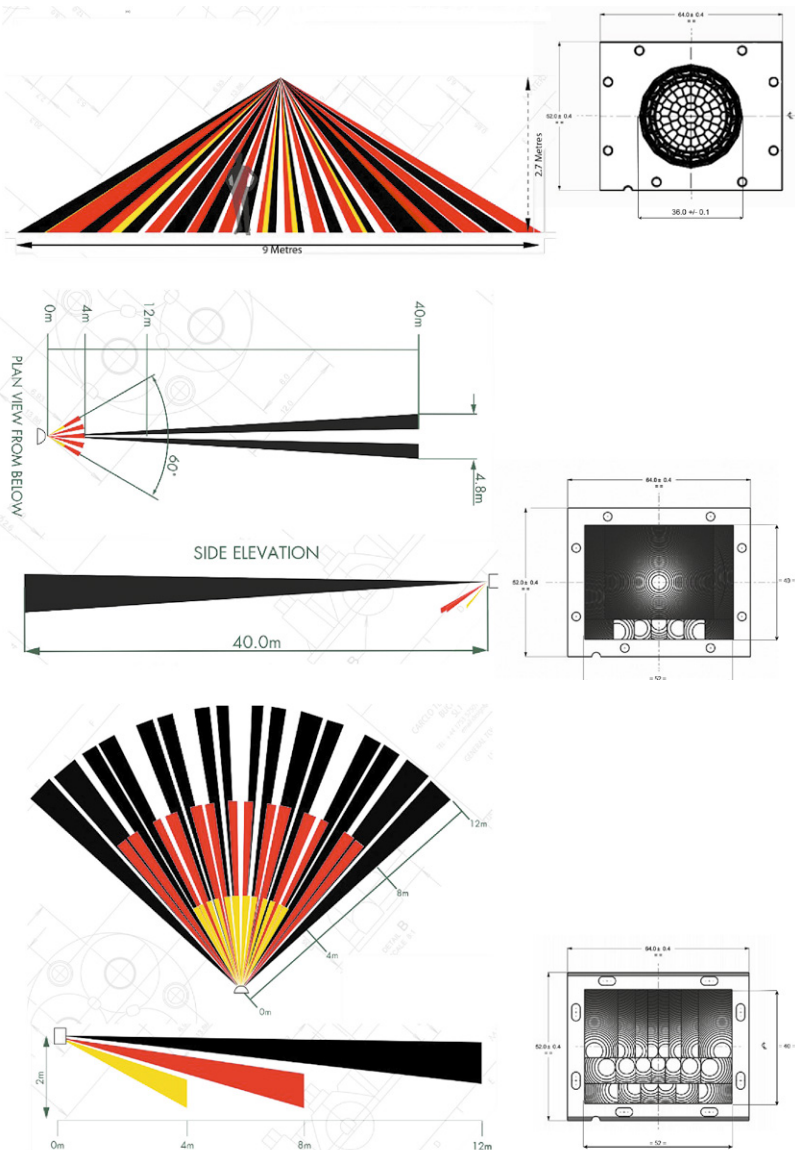


Bild 6: Typische Bewegungsmelder-Anwendungen mit ihren Erfassungsbereichen: Decken-anwendung (Präsenzmelder), Long-Range-Anwendung, und Universal-/Wand-Anwendung. Bilder: Datenblätter Carlo Technical Plastics: PF 111/ PF11 LR/PF21

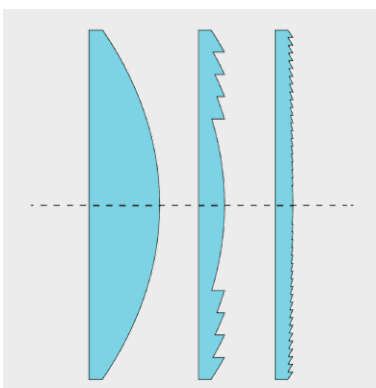


Bild 5: Querschnitte einer üblichen Linse, einer Fresnel-Linse (Scheinwerfer- oder Gürtellinse) und einer Mikro-fresnel-Linse mit gleicher Brennweite. Quelle: Wikipedia. Von LeoDE – Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0



kel der Wärmestrahlung ist der Erfassungsbereich des reinen Sensors relativ schmal. Größer wird dieser erst durch eine vorgeschaltete, in Bild 3 bereits angedeutete Linsenanordnung. Diese teilt den Erfassungsbereich in viele verschiedene Zonen auf. Der seit vielen Jahren bewährte PIR13-Sensor von ELV verwendet eine Dom-Linse mit 360°-Erfassungsbereich, welche aus insgesamt 17 Einzellinsen besteht. Hierdurch werden quasi mit einem Dual-Pyrosensor 34 Erfassungsfelder „in den Raum projiziert“ (physikalisch ist das nicht ganz richtig, die Sensorflächen werden eigentlich nur 17-mal fokussiert. Für eine bessere Vorstellung der Funktionsweise dienen zumeist aber Grafiken von sog. „Keulen“.) Bei Verwendung eines Quad-Pyrosensors würden insgesamt 68 Erfassungsfelder entstehen, jedoch steht durch die geteilten Flächen und die versetzte Anordnung auch weniger effektive projizierte Einzelsensorfläche im Raum zur Verfügung. Für eine optimale Erfassung sollte jede Einzelfläche im Raum (ohne Überlappung zu der jeweils gegenüberliegenden Fläche) einen exklusiven Bereich für sich haben. Die Spannungsdifferenz an den Sensorflächen und damit der Signal-Rausch-Abstand fallen somit am größten aus.

Jede Linse „sieht“ nun einen genau abgegrenzten Bereich ihrer Umgebung und lenkt die dort auftretende Wärmestrahlung direkt auf eines der beiden Sensorelemente. Bewegt sich jetzt die Wärmequelle Mensch durch die einzelnen Zonen, werden also ganz unterschiedliche Ladungsdifferenzen auf den beiden Sensorelementen erzeugt, und man kann eine Bewegung über einen großen Bereich und in relativ großer Entfernung (typisch bis 12 m) registrieren. Durch die vielen Zonen erfolgt die Erfassung auch recht schnell bei nur geringen Bewegungen.

Je mehr Elemente der Sensor besitzt, desto dichter wird das Überwachungsraaster. So ist die Linsenarchitektur auch entscheidend für Erfassungsdistanz, Erfassungswinkel, Schaltzonenverteilung und Erfassungszonenform. Als Linsenform finden wir hier die Fresnel-Linse (Bild 5) [2], die eine volumenreduzierte Form der optischen Linse darstellt. Hier erfolgt die Lichtbrechung durch in die Linse eingearbeitete ringförmige Strukturen, die bei verringerter Linsenstärke jedoch die gleiche Brennweite aufweisen wie eine optische Linse. So kann man sogar in dünne und besonders leichte Folienstrukturen quasi beliebige Linsenzone einarbeiten.

Dazu kommen die Möglichkeiten, Multi-Focal-Linsen einfach zu integrieren. Diese sind durch Einarbeitung verschiedener Linsenstärken in einer Linse in der Lage, unterschiedliche Erfassungsentfernungen abzubilden. Die Single-Focal-Linse hingegen bildet nur eine optimale Erfassungsentfernung ab. Insgesamt erreicht man so eine räumliche Erfassung in vertikaler und horizontaler Richtung ganz nach Wunsch und Einsatzart. Bild 6 zeigt beispielhaft, wie durch unterschiedliche Linsenarten ganz differenzierte Überwachungsbereiche erreicht werden. Dargestellt sind eine „Long-Range“-Anwendung sowie eine typische Wand- und Deckenapplikation.

Eine besondere Sensoranordnung greift zum Teil das von Herbert Berman zuerst favorisierte Prinzip einer Spiegeloptik auf (Bild 7). Hier arbeitet der PIR-Sensor nicht wie sonst üblich hinter einer optischen PIR-Linse, sondern innerhalb einer Spiegeloptik, die nach dem Kaleidoskop-Prinzip wirkt. Diese Technik verbirgt sich unsichtbar hinter der ebenen Front. Die Spiegeloptik ist kleiner als übliche PIR-Linsen, bietet aber dennoch einen großen Erfassungsbereich, wie Bild 8 zeigt. Das Fenster in der Front ist relativ klein und unauffällig, sodass das Gerät nicht ohne Weiteres als Bewegungsmelder erkannt wird. Durch die ebene Oberfläche ist die Optik auch mechanisch geschützt. Störende Einflüsse durch warme Luft oder Sonneneinstrahlung führen nur selten zu Fehlalarmen, weil es nur eine einzige und relativ kleine Eintrittsöffnung gibt.

Die dem Sensor folgende Auswerteelektronik hat die Aufgabe, die geringen Spannungsdifferenzen zu verstärken und die gewünschte Reaktion darauf zu erzeugen. Moderne Sensoren verfügen über eine umfangreiche, digitale Auswerteelektronik in Form eines ASICs, der zusätzliche

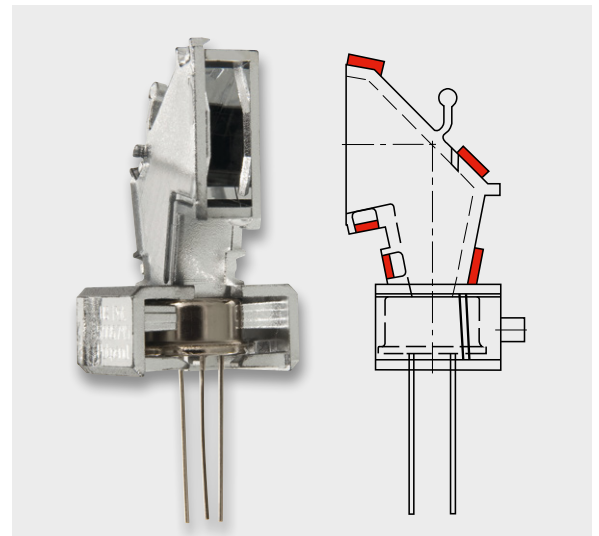


Bild 7: Die Spiegeloptik macht einen besonders flachen Geräteaufbau möglich, der sowohl ganz ohne Vorsatzlinse auskommen als auch mit einer flachen Linse ergänzt werden kann.

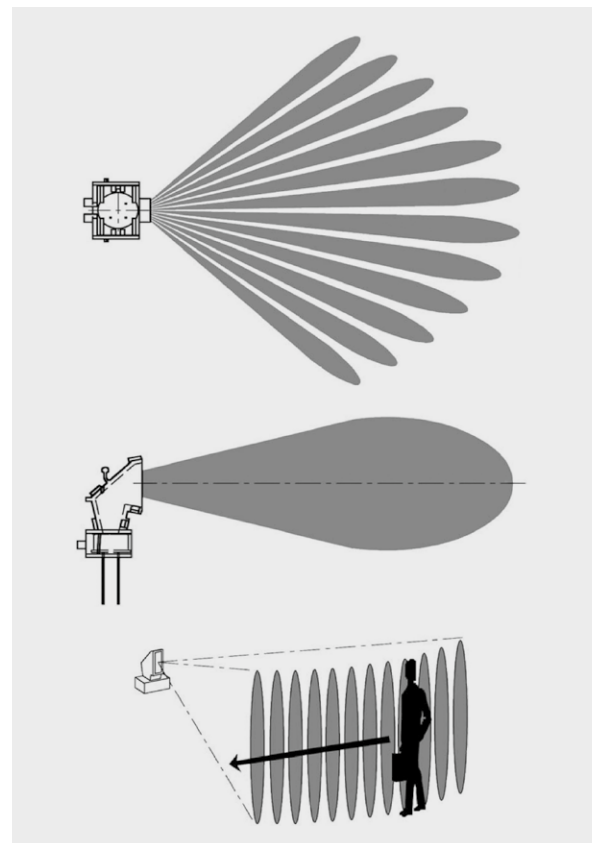


Bild 8: Die Richtcharakteristik und der Erfassungsbereich des PIR-Sensors mit Spiegeloptik

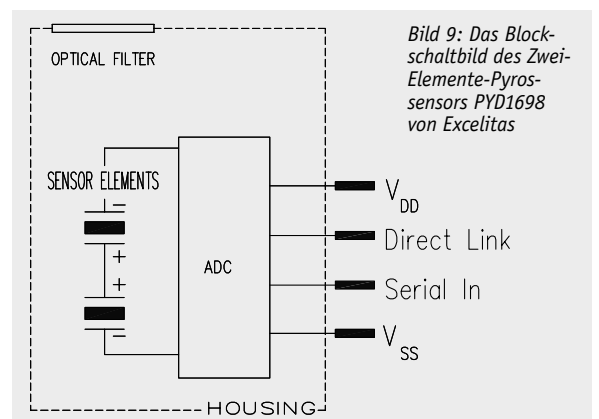


Bild 9: Das Blockschaltbild des Zwei-Elemente-Pyrosensors PYD1698 von Excelitas



Bild 10: Ein typischer HF-Bewegungsmelder aus dem Nachrüstbereich. Rechts ist der Doppler-HF-Sensor zu sehen.

Features wie „Auto-Sampling“, IRQs, Grenzwertauswertungen (Threshold), einstellbare Empfindlichkeiten, Temperaturkompensation zum Erhalt der Temperaturdifferenz zum Messobjekt gegenüber der Umgebungstemperatur und digitale Schnittstellen bereitstellen kann. Der im Homematic IP Präsenzmelder HmIP-SPI eingesetzte Sensor PYQ1548 ist ein Beispiel für einen solchen komplexen Digital-Sensor. Das Blockschaltbild seines Verwandten, dem Dual-Sensor PYD1698, ist in [Bild 9](#) skizziert.

HF-Bewegungsmelder – der Aktive

Die nach dem PIR-Melder nächst verbreitete Melderart ist der nach dem Dopplereffekt arbeitende HF-Bewegungsmelder, oft auch als Radarmelder bezeichnet ([Bild 10](#) zeigt das Innere eines Nachrüst-HF-Bewegungsmelders). Er zählt zu den aktiven Meldern, denn hier wird ein hochfrequentes Signal, zumeist im 5,8-GHz-ISM-Bereich, aber auch in höheren GHz-Bereichen („Radarmelder“), ausgesandt, das von einem im Strahlengang befindlichen Gegenstand – dies muss im Unterschied zum PIR-Sensor kein Wärmestrahler sein – reflektiert wird. Solange sich der Gegenstand



Bild 11: Perfekt per Smartphone-App konfigurier- und dazu kabellos vernetzbar – die Steinel-HF-Sensorleuchte Cubo L 835 LED iHF. Bilder: Steinel

nicht bewegt, wird das Signal unverändert reflektiert. Verändert der Gegenstand jedoch seine Position, wird das Signal mit unterschiedlichen Laufzeiten reflektiert. Dies wird vom Sensor registriert, er löst aus. Das Prinzip kennen Autofahrer aus der Radar-Geschwindigkeitsmessung auf der Straße. Da hier die Wärmestrahlung des zu erfassenden Objekts keine Rolle spielt, kann man beliebige Gegenstände erfassen, auch extrem langsam bewegte. Und da die HF-Strahlung keine optische Sicht zum Zielobjekt benötigt, kann man den Melder auch diskret hinter bestimmten, nicht HF-reflektierenden Materialien montieren.

Besonders beliebt ist hier der Einbau in Unterputz-Wanddetektoren, die einfach statt eines Lichtschalters montiert werden, oder direkt in die zu schaltenden Leuchten. Besonders innovativ tritt hier die Firma Steinel auf (in [\[3\]](#) ist das Steinel-Sortiment mit HF-Sensor von ELV nebst ELV Installationsprojekt zu finden), die die HF-Technik soweit perfektioniert hat, dass sie auch im Außenbereich einsetzbar ist. In der Anfangszeit reagierten die Sensoren noch zu indifferent und haben Regen, sich bewegende Blätter und andere nicht relevante Objekte wie Kleintiere registriert. In der neuesten Generation der Steinel-HF-Bewegungsmelder werden diese Störungen durch ausgeklügelte Verifikationen ausgeblendet. Zusätzlich kann man hier per Smartphone-App ganz präzise die Erfassungszonen wählen und den Melder so genau auf den Bedarf an Überwachungszonen einstellen ([Bild 11](#)).

HF-Präsenzmelder sind auch besonders zuverlässige Präsenzmelder, wenn es um Bereiche geht, in denen es viele Wärmeschwankungen bzw. Luftbewegungen mit unterschiedlichen Lufttemperaturen geht, wie z. B. in Bädern oder Küchen.

Ultraschall – der Verwandte

Wie ein Ultraschall-Melder funktioniert, erfahren heute die meisten Autofahrer beim Rangieren mit dem Auto. Genau dieses Arbeitsprinzip, das Aussenden von Frequenzen oberhalb unseres Hörbereichs und das Empfangen der reflektierten Wellen, ist das Wirkprinzip der Ultraschall-Bewegungsmelder. Sie arbeiten ganz ähnlich wie der HF-Melder. Im Normalzustand, also keine Bewegung, haben die ausgesandten und von der Umgebung konstant reflektierten Wellen (bzw. keine Reflektion, wenn sich in der Reichweite des Sensors keine Gegenstände befinden) eine konstante Frequenz. Erscheint ein „fremder“ Gegenstand im Bereich, reflektiert dieser die Wellen anders, die Zeit zwischen Aussenden und Rückkehr der reflektierten Welle verändert sich, und es wird ein Alarm ausgelöst. [Bild 12](#) zeigt einen solchen Bewegungsmelder. Im Gegensatz zum vom Wirkungsprinzip her verwandten HF-Melder muss allerdings ein direkter „Sichtkontakt“ zwischen Sensor und zu erfassendem Objekt vorhanden sein, so ist der in [Bild 12](#) gezeigte Sensor auch ideal für die Bewegungserfassung im gesamten Flur geeignet, die angrenzenden Räume werden ausgeblendet. Und die Erfassungsempfindlichkeit ist dann am besten, wenn das Objekt sich auf den Sensor zubewegt. Bei



Bild 12: Ultraschall-Bewegungsmelder sind Spezialisten für besondere Aufgaben, hier der Steinel Dual US zur Überwachung eines Gangs. Bilder: Steinel



„Querverkehr“ muss man, wie beim Auto, mehrere Sensoren, so genannte Arrays, einsetzen. Derartige Sensoren finden auch in der Industrie und in der Robotik Anwendung. z. B. in der Abstandsmessung und zur Kollisionsvermeidung.

Infraschall-Bewegungsmelder – der Spezielle

Als Infraschall bezeichnen wir Frequenzen, die deutlich unterhalb unserer Hörschwelle liegen, der Infraschall-Bereich beginnt bei 20 Hz abwärts. Derartige Frequenzen werden als Luftschall (Schalldruck) erzeugt, wenn z. B. Fenster oder Tür ruckartig aufgebrochen oder auch nur geöffnet werden bzw. dies versucht wird. Die dabei entstehende minimale Luftdruckveränderung in einem Raum kann durch spezielle Sensoren erfasst werden. Diese können sogar so empfindlich ausgelegt sein, dass ein Sensor z. B. für ein gesamtes Gebäude ausreicht, da die Infraschall-Wellen (hier wird der Bereich von 0,2 bis 4 Hz erfasst) sich sehr weit ausbreiten können. So kann man ein solches System auch als Frühwarnsensor einsetzen – es wird bereits ein Alarm ausgegeben, wenn nur ein Einbruchversuch erfolgt, also z. B. ein Aufhebelungsversuch an einem Fenster, oder auch nur eine Tür geöffnet wird. Damit solche Systeme gegen Fehlalarme sicherer sind, wird der Frequenzbereich bei aufwendigeren Anlagen über eine Software in mehreren Kanälen analysiert und nur bei bestimmten Übereinstimmungen und auch nach Verifizierung mit natürlichen Luftdruckschwankungen alarmiert. Auch akustische Glasbruchmelder arbeiten nach diesem Prinzip.

Fotozellen-Bewegungsmelder – der Exot

Unter dem Begriff Fotozellen-Bewegungsmelder fasst man ganz unterschiedliche Geräte zusammen. Zum einen werden hier mitunter einfache Hell-/Dunkel-Sensoren, eigentlich eher als Dämmerungsschalter bekannt, so benannt, zum anderen gibt es sehr komplexe Fotozellen, die aus vielen einzelnen Sensor-Arrays, die auf genau definierte Hell-/Dunkel-Unterschiede reagieren, quasi ein einfaches Hell-Dunkel-Abbild des zu erfassenden Bereichs erzeugen, das durch die folgende Elektronik ausgewertet wird. Sie kommen oft auch als Flammensensor in Heizungsanlagen zum Einsatz. Als Bewegungs-/Präsenzmelder werden sie in speziellen Situationen benutzt, etwa direkt an Arbeitsplätzen für die tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung oder in der professionellen Objektüberwachung.

Kamera-Bewegungserkennung – der Intelligente

Eine Überwachungskamera kann man nicht nur zum bildlichen Beobachten eines Überwachungsbereichs einsetzen, sondern, je nach technischem Aufwand auch für weitere Aufgaben wie der Gesichtserkennung, dem Ablesen von Kfz-Kennzeichen, aber auch für die Bewegungserkennung. Moderne IP-Kameras mit integrierter Intelligenz, sprich Webservern und digitaler Bildverarbeitung, können diese Aufgaben intern erledigen, für andere Kameras setzt man dazu externe Technik, z. B. die Bildverarbeitungsfunktionen im Video-Überwachungsrecorder, ein. Für die Bewegungserkennung werden hier Bildinhalte (u. a. auch Intensitäts- und Farbunterschiede, Grauwerte) in bestimmten Abständen und mit definierten und je nach Einsatzort und -art konfigurierbaren Algorithmen und Filterverfahren (Kalman-Filter) verglichen, um z. B. den tatsächlichen Unterschied etwa zwischen einem in die Einfahrt ein-fahrenden Auto und einer stärkeren Abdunklung durch eine Wolke bzw. Bildveränderung durch sich bewegende Äste von Bäumen oder Sträuchern oder Szenen vor stark strukturierten oder sich wenig vom Beobachtungsobjekt unterscheidenden Hintergründen sicher unterscheiden zu können. Das funktioniert auch im Infrarot-Bereich, sodass die Kamera mit IR-Unterstützung auch bei Dunkelheit als Bewegungsmelder fungieren kann.

Hier bieten sich, neben den normalen Alarmierungsfunktionen, die der integrierte Webserver per IP-Verbindung auslösen kann, auch konkrete Benachrichtigungen zur sofortigen Verifizierung bzw. Reaktion

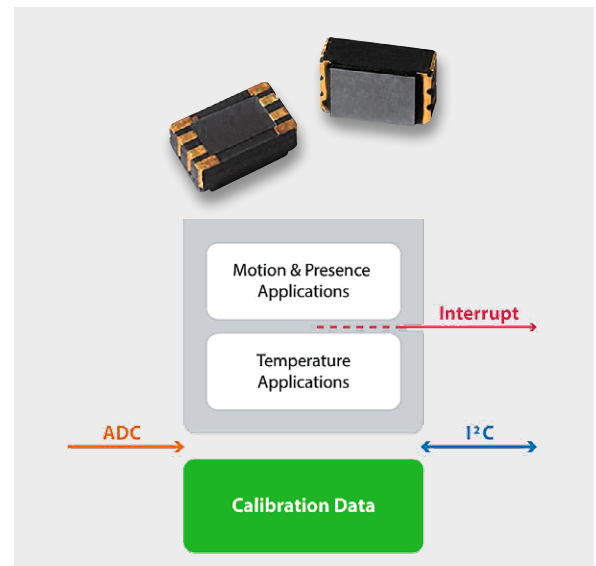


Bild 13: Superkompakt, flach und kommt ohne Linse aus – der Thermopile-Sensor CaliPile von Excelitas verfügt bereits über eine integrierte Auswerteeinheit. Bilder: Excelitas Technology

durch den Betreiber bzw. das Wachpersonal an. Neben dem schon obligaten Push-Mail-Versand können so auch Einzelbilder des Ereignisses oder Videosequenzen weltweit versandt werden. Moderne digitale Videorecorder haben derartige Funktionen auch für den Betrieb mit Standardkameras („Analog-Kamera“) implementiert, sie warnen nicht nur bei konfigurierbaren Ereignissen extern, sie markieren Ereignisse auch in den Aufzeichnungen, sodass man diese bei einer späteren Suche danach sehr schnell auffindet.

Thermopile-Sensor – der Vielseitige

Der Begriff Thermopile, zu Deutsch „Thermosäule“, sagt jedem Techniker etwas. Hier werden Materialien, die unterschiedliche Werte in der thermoelektrischen Spannungsreihe aufweisen, leitend verbunden. Aus der Differenz der beiden Materialien in der thermoelektrischen Spannungsreihe ergibt sich eine elektrische Spannung (Seebeck-Effekt), die Thermospannung. Eine praktische Anwendung hat jeder im Haus, der ein elektronisches Ohr-Fieberthermometer besitzt. Das Messprinzip ist ähnlich dem einer IR-Kamera, nur in geringerer räumlicher Auflösung. Im Prinzip ist der Thermopile-Sensor als Einzelelement die kleinste Ausbaustufe der Messsensorik einer IR-Kamera. Er wird zumeist bei berührungslosen Thermometern mit einer vorgelagerten Linse eingesetzt. Darauf folgend gibt es vergleichsweise gering auflösende Matrizen dieser Sensoren (Bsp.: Panasonic GridEye mit 64 Pixeln in 8-x-8-Matrix). Der Sensor kann das Temperaturpotential eines Objekts gegenüber dem Hintergrund erfassen, und die heute meist direkt integrierte, kalibrierbare Auswerteelektronik sorgt für eine Auswertung der Temperaturunterschiede im überwachten Areal. Durch eine sehr hohe Sensitivität kann wahlweise sogar auf eine vorgelagerte Fresnel-Linse verzichtet werden. Dadurch kann der extrem kompakt ausfallende Sensor, Bild 13 zeigt einen CaliPile-Sensor von Excelitas [4], der bereits über integrierte Intelligenz verfügt und so neben der traditionellen berührungslosen Temperaturmessung

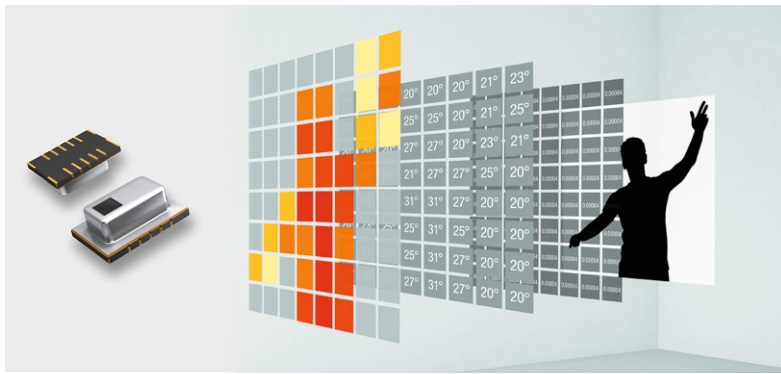


Bild 14: Der Grid-EYE-Sensor von Panasonic ist ein Thermopile-Array-Sensor mit 8 x 8 Pixeln. Bild: Panasonic

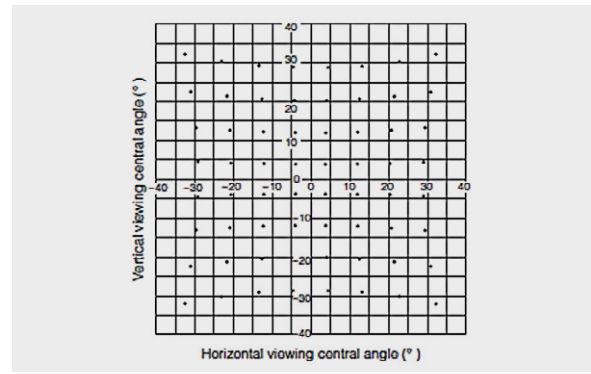


Bild 15: Die Bereichsverteilung des Überwachungsbereichs der 64 Pixel des Grid-EYE-Sensors von Panasonic. Bild: Panasonic

auch eine Bewegungserkennung und Anwesenheitsüberwachung über kurze und mittlere Strecken erlaubt, extrem flach ausfallen. Mit wählbaren Filtern und Ansprechschwellen kann der Nutzer den Einsatzbereich genau eingrenzen. Der Sensor kann Temperaturen bis 200 °C erfassen, eignet sich somit z. B. auch für die Überwachung etwa von Feuerstellen und Herden. Wie erwähnt, der Fortfall jeglicher optischer Vorsätze erlaubt die Integration in besonders kompakte Geräte mit flacher Front und eine punktgenaue Überwachung bestimmter Zonen auf Entfernungen bis etwa 3 m. Dazu kommt ein extrem stromarmer Betrieb, der Sensor verbraucht nur 50 µW, was ihn im Gegensatz zu anderen Sensoren sehr geeignet für die heute typische akku- bzw. batteriebetriebene IoT- oder Smart Home Anwendung macht.

Noch spezifischer kann man diese Sensorart einsetzen, wenn man mehrere dieser Sensoren in einem Array anordnet, wie es z. B. Panasonic mit seinem Grid-EYE-Sensor (Bild 14) [5] macht. Hier sind 8 x 8 Sensoren zu einem 64-Pixel-Array zusammengefasst, und jedem Sensor ist ein definiertes Beobachtungsfeld (Bild 15) zugeordnet. Auch dieser Sensor hat eine programmierbare Mikroprozessor-Schnittstelle. Mithilfe der so bereits sehr selektiven Temperaturpotential-Erfassung lässt sich, wie in Bild 14 gut illustriert, ein Abbild der überwachten Zone erstellen. Mit der genauen Begrenzung des überwachten Areal und der Auswertung der Temperaturdaten per Software kann man dann die Überwachungsaufgabe des

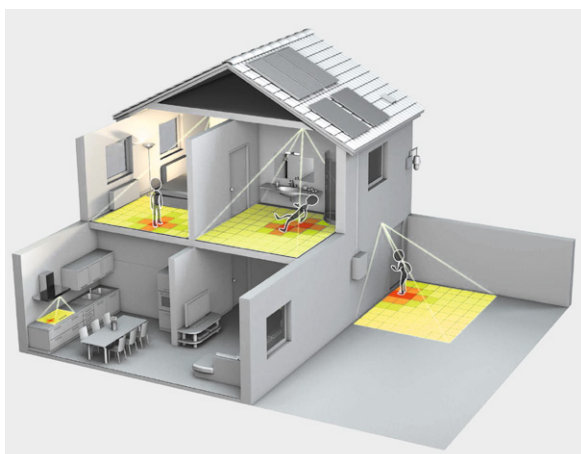


Bild 16: Mit einem Thermopile-Array-Sensor kann man zahlreiche spezielle Überwachungsaufgaben lösen, u. a. auch Wärmequellen überwachen oder unterscheiden, ob eine Person steht oder auf dem Boden liegt. Bild: Panasonic

Sensors sehr genau definieren, etwa über eine in diesem Falle völlig ausreichende grobe Formüberwachung, ob ein Mensch am Boden liegt oder ob er steht. Bild 16 zeigt einige solcher Anwendungsfälle für den Grid-EYE-Sensor von Panasonic.

Soweit zu den verbreitetsten Bewegungssensortechniken, in Tabelle 1 sind noch einmal wichtige Eckpunkte mit den verschiedenen Vor- und Nachteilen der jeweiligen Technologie aufgeführt.

Anwendung und Geräteeigenschaften

Bewegungsmelder gibt es, wie anfangs beschrieben, schon Jahrzehnte in der klassischen Form als Stand-alone-Gerät mit den verschiedensten Ausstattungen und Eigenschaften, die sich nach dem Einsatzzweck und der jeweiligen Anbindung an die nachstehende Aktor- oder Alarmtechnik richten. Die folgende Aufzählung beleuchtet dabei die wesentlichen Aspekte:

- Spannungsversorgung: Netzspannung, SELV, Solar, Energy Harvesting
- Mehrere Schaltfunktionen wie z. B. für reine Bewegungserkennung (Alarmierung, Lüften etc.) oder/und für Bewegungserkennung mit Zusatzfaktoren wie Lichtstärke für Lichtsteuerung
- Signalausgabe: Schaltsignal für externe Auswertung oder integrierte Lastschaltung für verschiedene Einsatzzwecke (Schaltspannung/-strom)
- Sabotageschutzeinrichtungen: Abnehmen/Öffnen/Zerlegen des Geräts, Abdecküberwachung gegen Besprühen/Abkleben
- Mechaniken/Blenden zur Einschränkung des Erfassungsbereichs
- Lichtsteuerung/Dämmerungssensorik: einstellbar am Gerät, durch Funk-Fernbedienung/App
- Aktivzeit: Einstellung der Einschaltzeit nach Auslösen, einstellbar am Gerät, durch Funk-Fernbedienung/App
- Ausblenden von Tieren: Verifizierung von erfassten Wärmequellen und Unterscheidung nach Bewegungsgeschwindigkeit und weiteren Kriterien, um eine Unterscheidung zwischen kleinen Tieren und Menschen zu ermöglichen
- Kombination zu Überwachungsgruppen, z. B. zur dezentralen Präsenzerfassung in großen Arealen, um die Beleuchtung oder Geräte gezielt zu schalten, Wegführungen zu beleuchten etc.
- Konfigurierbarkeit von Sonderfunktionen wie Urlaubsfunktion, Dauerlicht, Grundlicht/Dimmen usw.
- Einsatz als separates Gerät oder Integration in andere Geräte, z. B. Leuchten

Bewegungsmelder – die smarte Variante

Mit steigender Beliebtheit des Smart Home steigen auch die Anforderungen an die Bewegungserkennung. Die beispielsweise durch den Einsatz von batteriebetriebenen Produkten gewonnene Flexibilität schlägt sich aus energetischer Sicht deutlich im Hard- und Firmwaredesign nieder. Die Geräte müssen mit der ihnen nur begrenzt zur Verfügung stehenden Energie so lange wie möglich auskommen. Um hier richtig haushalten

**Vor- und Nachteile der Bewegungsmelder-Technologien**

Tabelle 1

Technologie	Erkennung bei Bewegung	Erkennung bei Stillstand	Tiere ausblendbar	Erkennung bei Dunkelheit	Energiebedarf/Energiequellen
PIR	✓	-	bedingt (auf Kosten der Gesamtempfindlichkeit)	✓	sehr gering/Batterie/Netz
HF/Radar	✓	✓	-	✓	mittel/Netz
Kamera	✓	✓	✓	✓	hoch (mit IR)/Netz
Thermopile	✓	✓	(siehe Text)	✓	sehr gering/Batterie/Netz
Fotozelle	✓	-	-	-	gering/Batterie/Netz
Infraschall	✓	bedingt (bei TP-Arrays)	-	✓	gering/Batterie/Netz
Ultraschall	✓	✓	-	✓	mittel/Netz

zu können, greifen die Hersteller auf unterschiedliche Methoden zurück. Nicht zuletzt hat die Nutzbarkeit für den Anwender einen großen Anteil an der Entscheidung für eine technische Lösung. Die Kunst besteht darin, eine gute Balance zwischen Performance, Gerätelauzeit (bis zum nächsten Batteriewechsel), Verfügbarkeit verwendeter Energiespeicher und Kaufpreis zu schaffen.

Allein aus energetischer Sicht sind hier Sensoren von Vorteil, die passiv infrarot arbeiten. Zur Detektion ist es nicht notwendig, Energie in das Messsystem einzubringen. Die thermische Strahlung des zu detektierenden Körpers selbst wird hier zur Erkennung verwendet. Diese zwar konventionelle, aber auch kostengünstige und energiesparende Art der Sensorik ist der Grund, warum viele Hersteller noch heute auf die PIR-Technologie setzen. Die zunehmende Miniaturisierung dürfte aber auch der Thermopile-Technik in naher Zukunft den Weg in preisgünstige Consumer-Geräte öffnen.

Und nicht zuletzt wird die Energy-Harvesting-Technik ebenfalls eine zunehmende Bedeutung erlangen, um die Geräte möglichst wartungsfrei zum Beispiel auch im normalen, nicht technisch-affinen Wohnumfeld netzunabhängig, dauerhaft und zuverlässig betreiben zu können.

Smart sollte aber in erster Linie „Intelligent“ bedeuten. Außer im absoluten Billigsegment findet man heute Sensoren stets mit einem Mikroprozessor an Bord. Im einfachsten Fall erledigt der die Aufgaben der sonst teureren Einzelbauteile, im intelligenten Fall ist er vom Einrichter/Nutzer jederzeit in vielfältigen Parametern über das jeweilige User-Interface, also einer App oder Web-Oberfläche, individuell nach Bedarf konfigurierbar. Betrachtet man etwa die Parameter-Liste der Homematic IP Bewegungsmelder, stellt man schnell fest, welche umfangreichen Möglichkeiten die intelligente Auswertung der Mess- und Erfassungsdaten bietet, um das Gerät punktgenau an die individuellen Anforderungen anpassen zu können.

Dabei ist vom Anwender immer darauf zu achten, einen guten Kompromiss zwischen Performance und Gerätelauzeit (bis zum nächsten Batteriewechsel) zu finden.

Homematic IP – smarte Technik, vielseitig einsetzbar

Anhand der bisher diskutierten Aspekte betrachten wir einmal die aktuellsten Geräte aus der Homematic IP Serie – dies wären die Bewegungsmelder HmIP-SMI, HmIP-SMI55, der in diesem ELVJournal neu vorgestellte HmIP-SMO sowie die Präsenzmelder HmIP-SPI und der ebenfalls neue HmIPW-SPI.

Sensoren und Optik

In Bild 17 sind die Überwachungsbereiche der einzelnen Melder zu sehen. An diesen kann man die spezifischen Aufgaben der Bewegungsmelder bereits ablesen, etwa die des Präsenzmelders mit seinem dichten, kreisrunden Beam-Raster. Auch der Überwachungsbereich des HmIP-SMI55 fällt auf. Hier wurde der in Bild 7 gezeigte Sensor in einer Spiegeloptik, ergänzt durch eine sehr flache Linse, verbaut, somit er-

hält man eine besondere Überwachungscharakteristik, die insbesondere der Erfassung vorbeigehender Personen dient, wie es in Bild 8 dargestellt ist.

Der Präsenzmelder HmIP(W)-SPI besitzt zwei Erfassungsareale, die durch die vorgelagerte Fresnel-Linse mit 111 Elementen erzeugt wird. Die dadurch entstehenden sog. Keulen sind im äußeren Bereich breit aufgefächert. Im inneren Bereich sind diese schmal angeordnet. Der Fernbereich ist sensitiv auf großzügige Bewegungsabläufe (Gehbewegungen) ausgerichtet. Im Nahbereich reagiert der Sensor bereits auf Kleinstbewegungen (Arm, Kopf, Hand), sofern diese sich von der Temperatur her deutlich vom Hintergrund absetzen – Bewegungen z. B. vor dem Torso werden nicht zuverlässig erkannt.

Die Funktionen der Bewegungsmelder

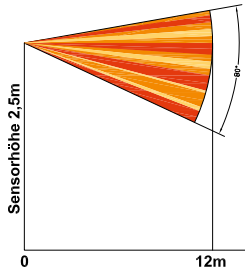
Alle basieren auf stromsparenden PIR-Sensoren mit digitalem Interface. Beim Präsenzmelder HmIP(W)-SPI kommt ein digitaler Vier-Elemente-Sensor von Excelitas Technology zum Einsatz, der über sein serielles Interface einige Zusatzfunktionen wie eine Temperaturkompensation oder ein Wake-up-Signal an den folgenden Mikroprozessor eröffnet. Er ist auf den Einsatz in Präsenzmeldern spezialisiert.

Allen Homematic IP Bewegungsmeldern gemein ist die grundsätzliche Hardware-Architektur, bestehend aus einem leistungsstarken Mikroprozessor und einem EEPROM, der als Parameterspeicher und Zwischenspeicher für Firmware-Updates fungiert. Über das (Funk-)Interface ist jederzeit eine Konfiguration und das Aufspielen einer neuen Firmware OTAU – Over The Air Update – möglich. So können die Geräte genau an ihren Einsatzzweck bzw. an veränderte Bedingungen angepasst und auf dem neuesten Softwarestand gehalten werden.

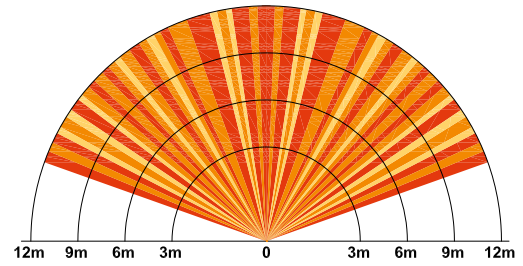
Die Melder sind sowohl im HmIP-System mit dem HmIP-HAP als auch mit einer Homematic CCU 2/3 einsetzbar. In Bild 18 ist für zwei Melder zu sehen, wie diese unter den unterschiedlichen Nutzer-Interfaces konfigurierbar sind. Die traditionell hardwarenähere Parametrierung in der CCU-WebUI erlaubt das Konfigurieren weiterer Details als die HmIP-App, in der die Parametrierung jedoch auch alle wichtigen Parameter über eine nutzerorientierte, einfache Bedienoberfläche erfasst. Alle weiteren Parameter werden hier automatisch im Hintergrund als Standardwerte bzw. innerhalb der Automatisierung eingestellt.



HmIP-SMO



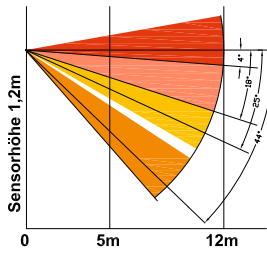
Vertikal



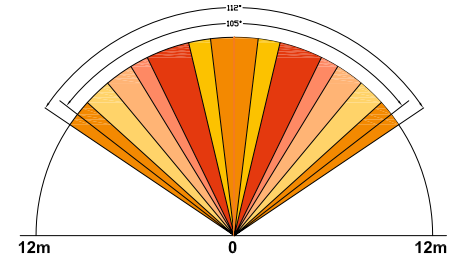
Horizontal

HmIP-SMO

HmIP-SMI



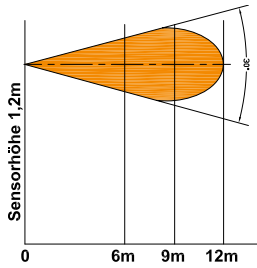
Vertikal



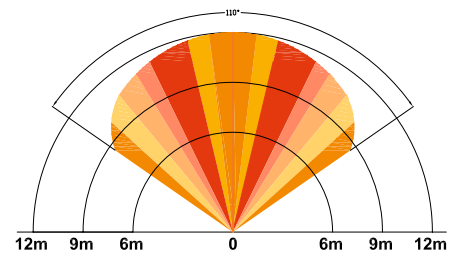
Horizontal

HmIP-SMI

HmIP-SMI55



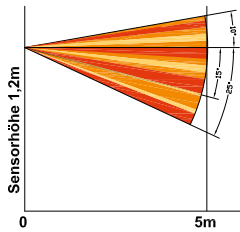
Vertikal



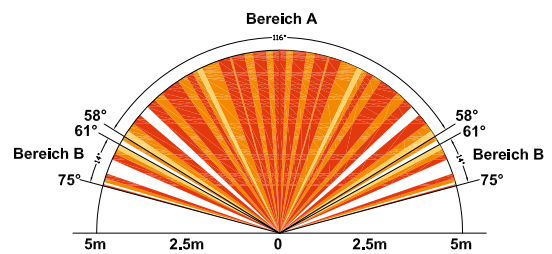
Horizontal

HmIP-SMI55

HmIPW-SMI55



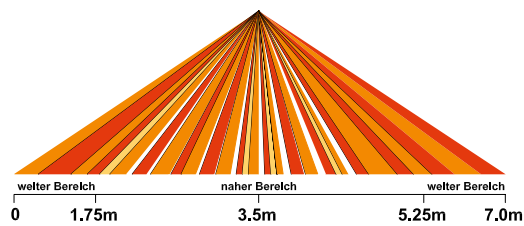
Vertikal



Horizontal

HmIPW-SMI55

HmIP/HmIPW-SPI



HmIP/HmIPW -SPI

Bild 17: Erfassungsbereiche und Richtcharakteristiken der aktuellen Bewegungs- bzw. Präsenzmelder der Homematic IP(W)-Serie bei typischen Montagehöhen

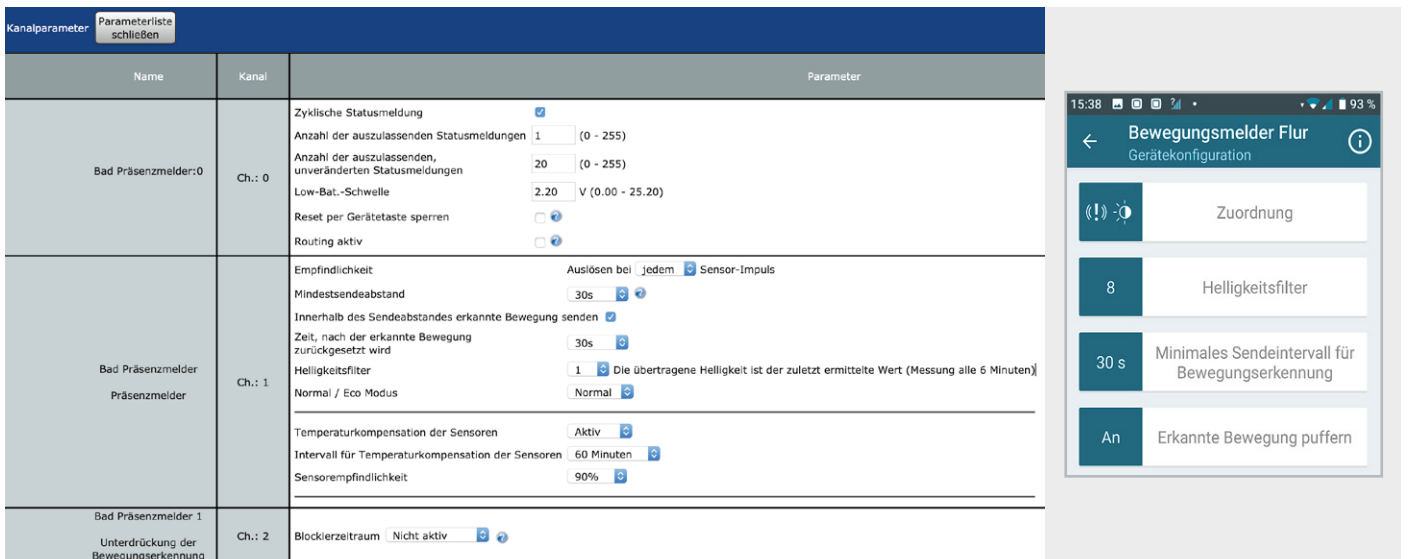


Bild 18: Die Benutzerschnittstellen für die Konfiguration der HmIP Bewegungs- und Präsenzmelder – links für den HmIP-SPI in der CCU-WebUI, rechts für den HmIP-SMO in der HmIP-App

Bild 19 zeigt die Parameter-Struktur im einheitlichen Kanalaufbau der HmIP-Bewegungsmelder, die schon im WebUI-Bild in Bild 18 zu sehen war.

- Kanal 0: geräteglobale allgemeine Einstellungen
- Kanal 1: kanalspezifische Geräteeinstellungen (hier: Bewegungsmelder)
- Ausgangskanal für Bewegungsmeldungen an das System
- Kanal 2: kanalspezifische Geräteeinstellungen, Eingangskanal für Schaltbefehle zum temporären Reset + Deaktivieren der Bewegungserkennung.

Geräteübergreifende (globale) Parameter sind dem Kanal 0 zugeordnet. Hierzu gehören z. B. die zyklische Statusmeldung und die Sperrung der Systemtaste für einen Reset am Sensor.

Kanal 1 bildet im Wesentlichen die üblichen Parameter eines Bewegungsmelders ab, wie das Einstellen der Empfindlichkeit, Sendeabstände, die Einstellungen für den Helligkeitssensor und die Temperaturkompensation.

Kanal 2 ist ein Empfangskanal. Verknüpft man diesen z. B. mit einem Taster, kann man die Bewegungserkennung für die in diesem Kanal einstellbare Zeit deaktivieren. Nach Ablauf dieser Zeit arbeitet der Bewegungsmelder wieder im normalen Modus.

In diesen drei Kanälen finden wir alle eingesetzten bzw. von der Firmware her möglichen Parameter. Die wichtigsten Parameter für die eigentliche Bewegungsmeldung (MOTION DETECTION) wollen wir näher

beschreiben, in Bild 20 ist deren Wirkung grafisch dargestellt (Event = Sensor erkennt eine Bewegung, „Rohereignis“). Neben der technischen Parameterbezeichnung finden sich immer die in der HmIP-App bzw. CCU-WebUI verwendeten Parameterbegriffe.

PIR_OPERATION_Mode – Normal/Eco

Im Normalmodus ist der Melder unter allen Bedingungen sowohl bei Helligkeit als auch bei Dunkelheit aktiv. Im Eco-Modus kann man einen Helligkeitsgrenzwert für eine Aussendung bei erkannter Bewegung einstellen.

SENSITIVITY – Sensorempfindlichkeit

Hier erfolgt die Anpassung an die Aufgabe und die Umgebung des Melders, um unnötige Fehlalarme zu vermeiden oder bei Bedarf Haustiere auszublenden.

BRIGHTNESS_FILTER – Helligkeitsfilter

Alle 6 Minuten erfasst und überträgt der Melder die Umgebungshelligkeit. Sollte allerdings zum Zeitpunkt der Erfassung eine extreme Schwankung, etwa durch die Scheinwerfer eines vorbeifahrenden Autos, auftreten, kann dies zu Fehlinterpretationen bei der

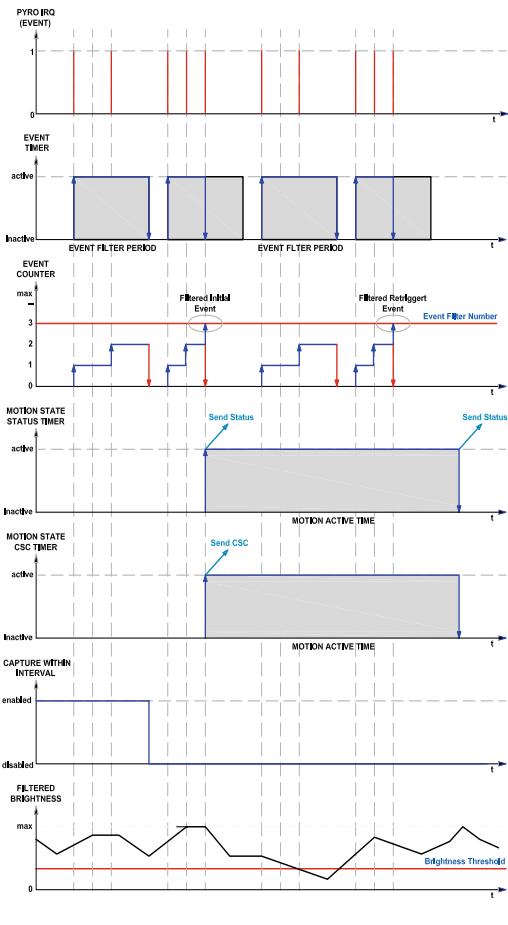
Device-Global-Section	Channel	Channel 0 Standard Device Parameter				
	Parameter	DISABLED_MSG_TO_AC ENABLE_ROUTING		LOCAL_RESET_DISABLED	CYCLIC_INFO_MSG_DISABLED CYCLIC_INFO_MSG_DISABLED_UNCHANGED ARR TIMEOUT	
Channel-/Configuration-Section	Channel	Channel 1 Key 1	Channel 2 Key 2	Channel 3 Motion Detection	Channel 4 State reset	Channel 5 Backup
	Parameter	LONG_PRESS_TIME DBL_PRESS_TIME REPEATED_LONG_PRESS_TIMEOUT	LONG_PRESS_TIME DBL_PRESS_TIME REPEATED_LONG_PRESS_TIMEOUT	EVENT_FILTER_NUMBER EVENT_FILTER_PERIOD BRIGHTNESS_FILTER CAPTURE_WITHIN_INTERVAL MIN_INTERVAL MOTION_ACTIVE_TIME PIR_OPERATION_MODE PIR_SENSITIVITY COND_TX_THRESHOLD_LO LED_ON_OFF ALARM_MODE	BLOCKING_PERIOD	
Communication-Section	Input / Output	Input	Input	Output	Input	Output
Link-Section	Parameter					
	Max number	20	20	10	10	8

Bild 19: Die Kanal- und Parameterstruktur der HmIP-Bewegungsmelderserie



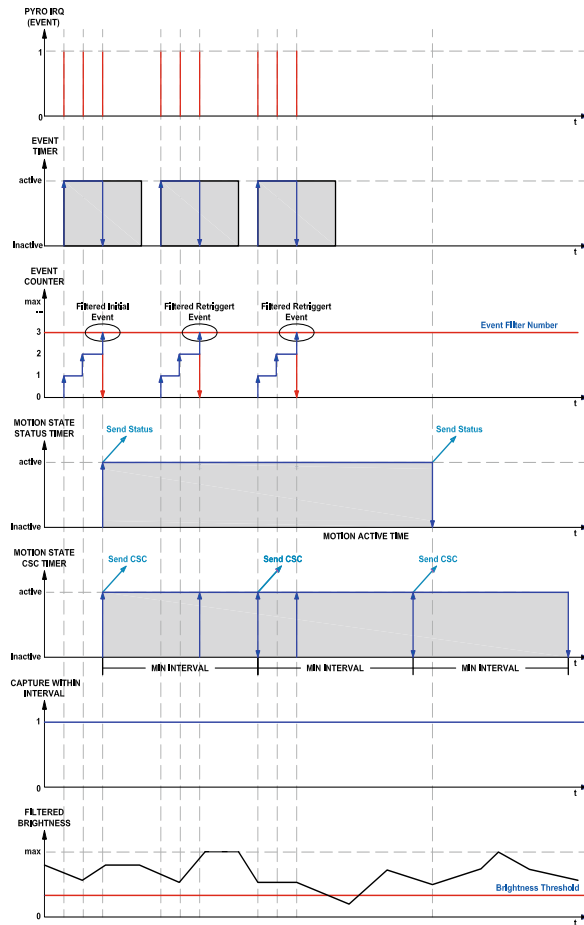
MOTION DETECTION – without retrigger

Normal Mode

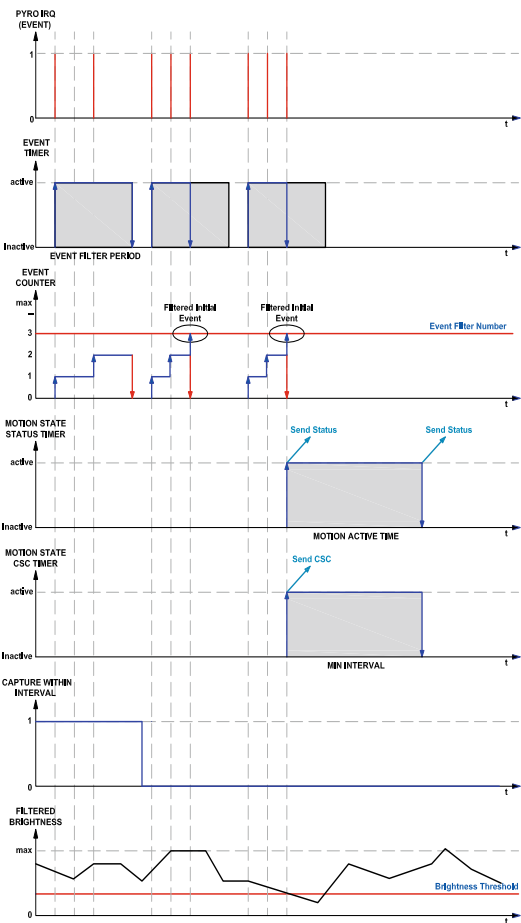


MOTION DETECTION – with retrigger

Normal Mode



Eco Mode



Eco Mode

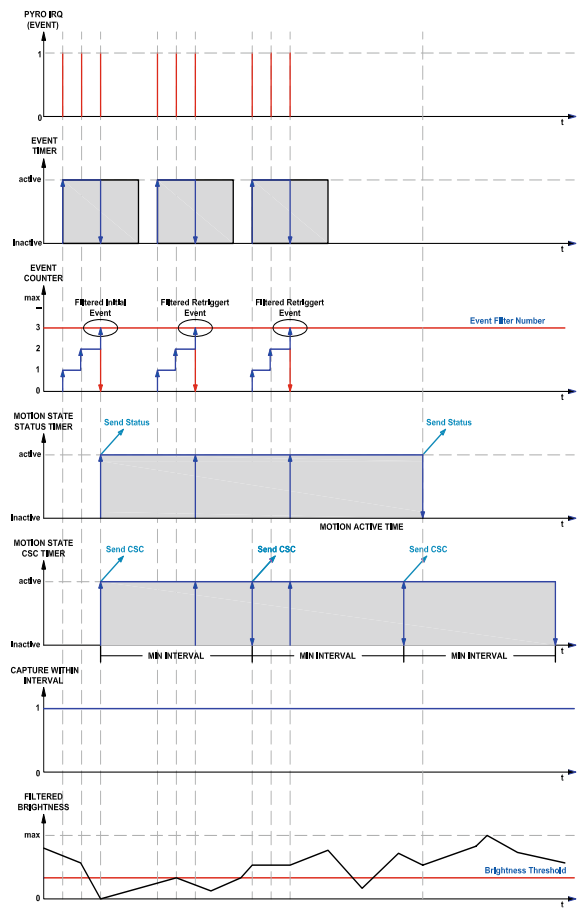


Bild 20: Die Wirkung der Parametereinstellungen auf die Funktionen der Bewegungsmelder [6]



Auswertung in der App oder einem Zentralenprogramm führen. Entsprechend sollte man hier also mehrere Messungen ausführen lassen, und es wird wahlweise der zuletzt ermittelte oder der niedrigste Wert aus einer einstellbaren Anzahl von Messungen ausgegeben.

Im Unterschied dazu kann einem Zentralenprogramm und in der App bei den Automatisierungsaufgaben auch ein Schwellwert für die Helligkeit angegeben werden, bei dessen Erreichen eine Aktion ausgelöst werden soll. Fragt man hier die aktuelle Helligkeit ab, so wird das jeweilige Gerät dazu veranlasst, eine Messung durchzuführen und den entsprechenden Wert an die Zentrale zu übertragen. Perfekt um den Dunkel-Schwellwert in Verbindung mit den eigenen Rollläden/Jalousien zu finden. Einfach den jeweiligen Raum auf die entsprechende Dunkelheit bringen und eine Abfrage starten. Alternativ kann man das natürlich auch zu der jeweiligen Tageszeit durchführen.

EVENT_COUNTER – Empfindlichkeit

Hier wird die Schwelle festgelegt, nach wie vielen Impulsen des Sensors („Rohereignisse“) eine Auslösung des Melders erfolgen soll. Das vermeidet Fehlauflösungen durch kurze Störungen.

EVENT_TIMEOUT – Empfindlichkeit

Ist der „EVENT_COUNTER“ ausgelöst, legt der hier eingestellte Timer einen Zeitraum fest, in dem eine eingestellte Anzahl an Rohereignissen auftreten muss, um Gültigkeit für die weitere Auswertung zu erlangen.

CAPTURE_WITHIN_INTERVAL – innerhalb des Sendeabstands erkannte Bewegung senden/erkannte Bewegung puffern

Bestimmt darüber, ob im Zustand „Präsenz“ bzw. „Bewegung“ weiter auf Rohereignisse reagiert wird. Gültige Ereignisse führen bei gesetztem Parameter zu einem Nachtriggern von Schaltbefehlen bzw. dem Verlängern des Zustands. Ist der Parameter nicht gesetzt, werden alle Ereignisse außer den gültigen Initialereignissen ignoriert.

Ist der Parameter gesetzt, so werden nicht nur Initialereignisse (Bewegungserkennung) erkannt, sondern auch Folgeereignisse. Das hat den Vorteil, dass die Einschaltzeit eines Aktors noch vor Ende dieser ohne vorheriges Zurückfallen in seinen AUS-Zustand verlängert werden kann. Das heißt, wenn bei einer Einschaltzeit von 5 min. nach einem Initialereignis eine weitere Bewegung erkannt wird, sorgt diese dafür, dass der Aktor nicht 5 min., sondern 10 min. eingeschaltet bleibt. Ein weiteres Ereignis im zweiten 5-min.-Intervall würde die Zeit wiederum um 5 min. auf insgesamt 15 min. verlängern, solange tatsächlich über max. 10 min. keine Bewegung mehr erkannt wird.

MOTION_ACTIVE_TIME –

Zeit, nach der erkannte Bewegung zurückgesetzt wird

Zeitintervall für den Gerätestatus. Für diesen Zeitraum befindet sich das

Gerät nach einem gültigen Initialereignis im Zustand „Präsenz“ bzw. „Bewegung“. Bei gesetztem Parameter „CaptureWithinInterval“ wird dieses Intervall verlängert (ohne Zwischenmeldung an das System).

MIN_Interval – Mindestsendeabstand/minimales Sendeintervall

Zeitintervall für das Senden von Schaltbefehlen. Für diesen Zeitraum befindet sich das Gerät nach einem gültigen Initialereignis im Zustand „Präsenz“ bzw. „Bewegung“. Bei gesetztem Parameter „CapatureWithinInterval“ wird nach Ablauf dieses Intervalls ein Schaltbefehl nachgesendet, sollte während dieser Zeit ein weiteres gültiges Ereignis aufgetreten sein.

Hinweis:

Wie in [Bild 20](#) zu sehen ergibt sich eine Zugehörigkeit zwischen den Konfigurationsparametern in den Sensoren und bei direkt verknüpften Aktoren. Im Kontext der Direktverknüpfung kann man eine Einschaltdauer festlegen. Dies ist immer die Einschaltzeit des zugehörigen Aktors. Standardmäßig ist die bei Verknüpfungen mit Bewegungsmelder auf 5 min. gesetzt. Die zugehörigen Geräteparameter am Bewegungsmelder stehen standardmäßig auf 4 min.

Warum? Um einem Bewegungsmelder die Möglichkeit zu geben, den Einschaltzustand des verknüpften Aktors zu verlängern, muss dessen Schaltintervall stets kleiner sein als die Einschaltzeit des Aktors. Andernfalls würde der Aktor immer erst ausgehen und es würde zunächst scheinen, als würde der Bewegungsmelder keine Bewegung mehr erkennen, da nicht mehr geschaltet wird. Erst nach einer länger vergangenen Zeit wird „plötzlich“ der Aktor wieder geschaltet. Es gilt die Faustformel:

$$\text{Aktor} - \text{Einschaltzeit} < \text{Zustandszeiten der Bewegungsmelder.}$$

Bleibt als Fazit:

Durch die vielfältigen Einstellmöglichkeiten lassen sich die intelligenten Homematic IP Bewegungsmelder punktgenau an ihre Aufgabe anpassen. Außerdem sind hier alle Voraussetzungen geschaffen, den Melder jederzeit auf den neuesten Softwarestand zu bringen, etwa, um neue Features in der Auswertung zu implementieren. **ELV**



Weitere Infos:

- [1] www.jvs.de/Carclo_Fresnel/pdf_content/2000-05_irs2paper_Hans_j_Keller.pdf
- [2] Fresnel-Linsen von carclo: carclo-fresnels.eu/about/
- [3] Steinel-HF-Sensortechnik, ELV Mini-Projekt:
www.elv.de/mein-elv-mini-projekt-steuern-sie-ihre-leuchten-einfach-mit-der-steinel-smart-remote-app.html
- [4] Intelligenter Calipile-Sensor von EXCELITAS:
www.excelitas.com/product/tpis-1s-1385-calipile-sensor-smd
- [5] Grid-EYE-Sensor von Panasonic:
eu.industrial.panasonic.com/products/sensors-optical-devices/sensors-automotive-and-industrial-applications/infrared-array
- [6] Diagramme zum Download: www.elv.de: Webcode #10297