



# Präsenzmelder im Qualitätstest

Stromverbrauch, Erfassungsqualität und Benutzerfreundlichkeit  
von 11 gebräuchlichen Präsenzmeldern

Messprojekt und Merkblatt für Planende

*Teilprojekt 6 zur Revision der SIA-Norm 380/4*



Zürich, 10.01.13

## Inhalt

1	Merkblatt Präsenzmelder .....	3
2	Messprojekt.....	8
3	Evaluation der Präsenzmelder .....	11
4	Messung des Eigenenergieverbrauchs.....	12
5	Messung des Erfassungsbereichs für Bewegung .....	13
6	Messung der Erfassungsgenauigkeit von Tageslicht.....	21
7	Beurteilung der Bedienerfreundlichkeit.....	24
8	Gesamtbeurteilung.....	26
9	Abbildungs- und Tabellenverzeichnisse.....	28

## Impressum

- Auftraggeber:**
- Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein SIA
  - Bundesamt für Energie, EnergieSchweiz
  - Amt für Hochbauten der Stadt Zürich

- Verfasser:**
- eLight GmbH, Stefan Gasser, Schaffhauserstrasse 34, 8006 Zürich
  - Hochschule Luzern, Technik & Architektur, Björn Schrader, Technikumstrasse 21, CH 6048 Horw

# 1 Merkblatt Präsenzmelder

## 1.1 Funktion des Präsenzmelders (PIR)

Ein Präsenzmelder ist ein Sensor, der Bewegungen von Personen detektieren kann. Ein eingebautes Relais schaltet nach einer bestimmten Verzögerungszeit die Stromzufuhr einer Beleuchtung ein oder aus, je nachdem, ob eine Bewegung registriert wird oder nicht. Im Prinzip ist der Präsenzmelder eine einfache Wärmebildkamera, die regelmässige Infrarotbilder macht; ändert sich ein nachfolgendes Wärmebild, wird dies als Bewegung interpretiert. Aufgrund ihres Funktionsprinzips wird für Präsenzmelder auch die Bezeichnung „Passiv-Infrarot-Sensor“ bzw. die Abkürzung „PIR“ verwendet.

Zusätzlich haben die meisten Präsenzmelder Lichtsensoren eingebaut, welche die künstliche Beleuchtung in Abhängigkeit der Tageslichtsituation ein- und ausschalten können.

## 1.2 Präsenzmelder oder Bewegungsmelder

Die Industrie unterscheidet zum Teil zwischen Bewegungs- und Präsenzmeldern; allerdings werden die Begriffe uneinheitlich gebraucht.

- Die Firma Swislux unterscheidet bei der Art der Tageslichtsteuerung: Schaltet der Melder das Kunstlicht nur tageslichtabhängig ab, so spricht Swislux von Bewegungsmeldern; kann der Melder das Kunstlicht bei ungenügend Tageslicht auch automatisch einschalten, verwendet Swislux den Begriff „Präsenzmelder“.
- Die Definition von Theben-HTS ist einleuchtender: Ist der Melder in der Lage, selbst kleine Bewegungen einer sitzenden Person zu detektieren, so nennt HTS den Melder „Präsenzmelder“. Für Melder mit grober Erfassung von Bewegungen (z.B. in Korridoren) verwendet HTS den Begriff „Bewegungsmelder“. Da die Schwelle zwischen Präsenz und Bewegungen aber fließend ist und es kein eindeutiges Unterscheidungskriterium gibt (z.B. Geschwindigkeit der Bewegung in 2 Metern Distanz = 0.5 m/s), bleibt auch die HTS-Definition ungenau.
- Andere Hersteller verwenden die Begriffe synonym; in deren Unterlagen wird für den selben Melder mal der Begriff „Bewegungsmelder“ und ein andermal „Präsenzmelder“ verwendet.

Eine klare Definition der Begriffe „Präsenzmelder“ und „Bewegungsmelder“ existiert also nicht. Beim Kauf eines Melders muss für jeden Hersteller dessen eigenen Spezifikation überprüft werden.

### 1.3 Erfassungsbereich

Die Erfassungsgenauigkeit eines PIRs hängt von verschiedenen Parametern ab:

- Grösse einer Bewegung (z.B. Vorbeigehen oder Handbewegung einer Person)
- Geschwindigkeit einer Bewegung (schnelles Gehen, langsames Gehen)
- Temperaturdifferenz zwischen Objekt und Umgebung
- Art der Bewegung (direkt auf den PIR zu, seitlich am PIR vorbei)
- Distanz des Präsenzmelders zur sich bewegenden Person

Die Deklarationen der Hersteller geben in der Regel zwei Werte an: Einen für eine kleine Bewegung einer sitzenden Person und einen Maximalwert für die Erfassung einer seitlich am PIR vorbei gehenden Person. V.a. bei deklarierten Distanzen von über 8 Metern ist Vorsicht bei der Verlässlichkeit der Herstellerangaben geboten.

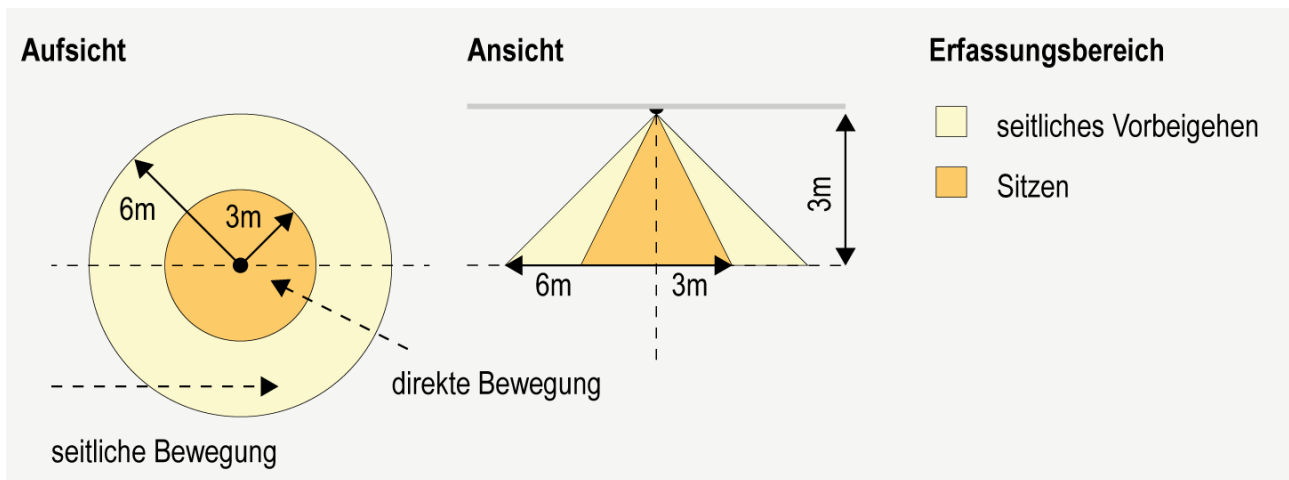


Abb. 1: Darstellung der Erfassungsbereiche von PIRs in Herstellerunterlagen

#### Typische effektive Erfassungsdistanzen (Raumhöhe 3 m):

- Sitzen: 2 bis 3 Meter (Durchmesser 4 bis 6 Meter)
- seitliches Vorbeigehen: 4 bis 8 Meter (Durchmesser 8 bis 16 Meter)

Decken-PIRs sind für Raumhöhen von 2.5 bis 3.5 Metern konzipiert. Bei kleineren Raumhöhen verringert sich die Erfassungsdistanz. Aber auch bei höheren Räumen verringert sie sich infolge von der geringeren Empfindlichkeit. Ein PIR, der bei 3 m Raumhöhe eine Fläche von 36 m<sup>2</sup> erfassen kann, deckt in einer 6 Meter hohen Turnhalle bei gleicher Empfindlichkeit nur noch 9 m<sup>2</sup> ab!

## 1.4 Platzierung

Damit Präsenzmelder einen möglichst grossen Erfassungsbereich abdecken können, sind einige Aspekte zu beachten.

- Die direkte Sichtdistanz zwischen dem PIR und der erfassten Person darf nicht durch Möbel, Stellwände und Pflanzen behindert werden. Bei Decken-PIRs ist insbesondere zu beachten, dass Pendelleuchten ebenfalls den Sichtkontakt behindern können.
- Da Präsenzmelder seitlich besser sehen als nach vorn (wie z.B. Pferde mit seitlichen Augen), sollten sie immer seitlich des hauptsächlichlichen Erfassungsbereich montiert werden. Insbesondere in Korridoren erfassen also PIRs an der Wand Personen viel präziser als wenn sie in der Mitte des Gangs installiert werden.

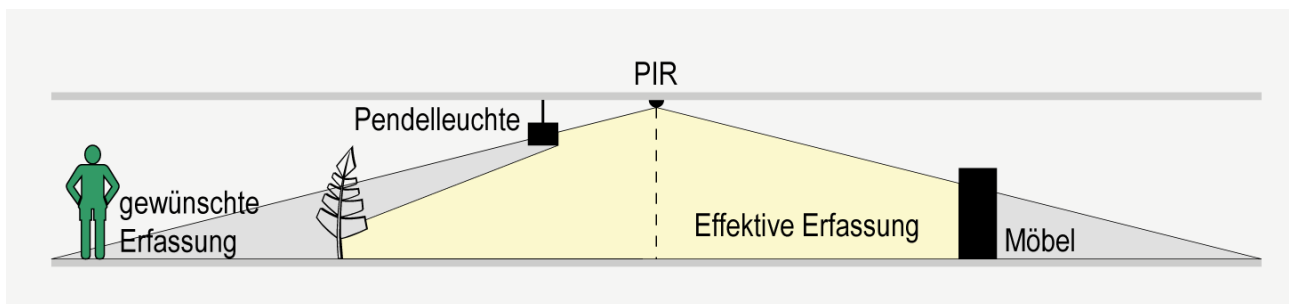


Abb. 2: Möbel, Pflanzen und Pendelleuchten beeinträchtigen den Erfassungsbereich von PIRs

## 1.5 Parallelschaltung

Durch die Parallelschaltung mehrerer PIRs kann der gesamte Erfassungsbereich vergrößert werden. Dadurch wird auch die Zuverlässigkeit der Schaltungen erhöht. Die Energieeinsparungen werden im Parallelbetrieb aber verringert, wenn z.B. in einem langen Korridor viele PIRs einen einzigen Stromkreis schalten. Für einen effizienten Betrieb ist die Parallelschaltung von mehr als 4 PIRs nicht sinnvoll. Wenn die Tageslichtmessung nur durch einen Sensor wahrgenommen wird – die Präsenzerfassung aber von allen Sensoren parallel – spricht man vom Master-Slave-Prinzip.

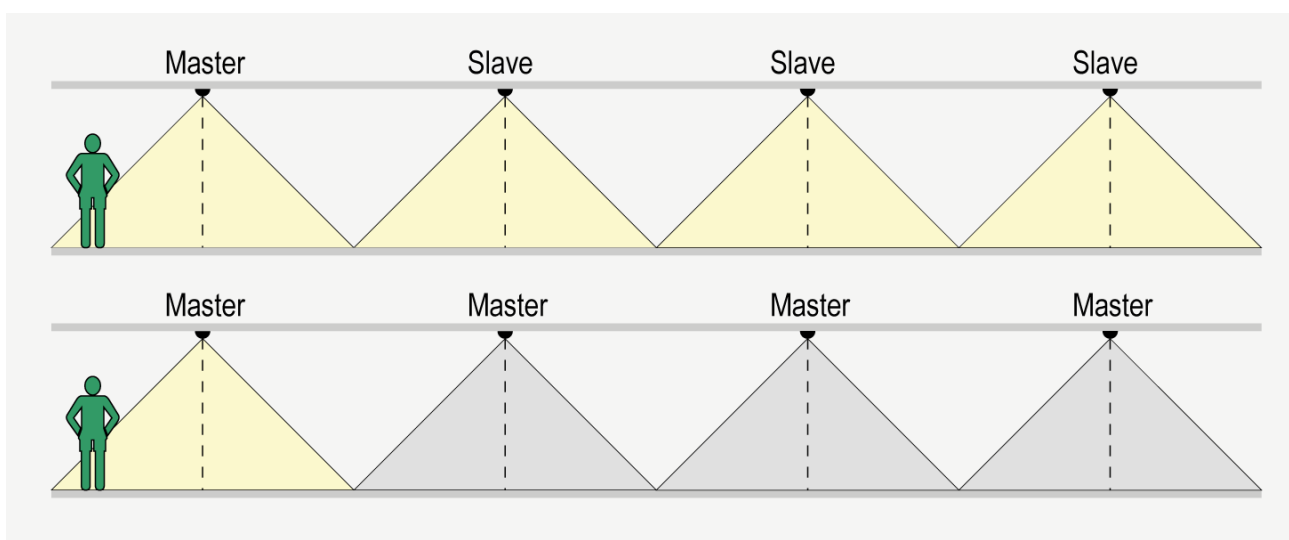


Abb. 3: Parallelschalten von PIRs erhöht die Erfassungssicherheit und mindert die Energieeinsparung

## 1.6 Automatischer und Halbautomatischer Betrieb

Beim automatischen Betrieb wird die Beleuchtung in Abhängigkeit von Bewegung oder Tageslicht sowohl ein als auch ausgeschaltet. Beim halbautomatischen Betrieb wird die Beleuchtung beim Fehlen von Bewegung oder genügend Tageslicht automatisch abgeschaltet. Die Einschaltung erfolgt manuell über einen Taster. Der halbautomatische Betrieb verhindert insbesondere Fehlschaltungen durch fremde Wärmequellen wie Tiere oder Geräte, die sich zeitweilig aufheizen (Kaffeemaschinen, Kopier- und Druckgeräte). Die Energieeinsparungen im halbautomatischen Betrieb sind deutlich grösser als im automatischen.

## 1.7 Nachlaufzeit

Die Nachlaufzeit ist die Dauer zwischen der letzten Bewegung einer Person bzw. dem Erreichen eines definierten Tageslichtschwellwerts und dem Ausschaltimpuls für die Beleuchtung. Sie lässt sich am PIR einstellen und bewegt sich in der Regel zwischen 10 Sekunden und 20 Minuten. Für die verschiedenen Anwendungen sind unterschiedliche Verzögerungszeiten sinnvoll.

- Verkehrswege mit geringer Personenfrequenz: 5 bis 15 Minuten  
Beispiel: Korridore in Kellergeschossen, Garderoben, u.ä.
- Verkehrswege mit hoher Personenfrequenz: 1 bis 2 Minuten  
Beispiel: Korridore zu den Hauptnutzungen, Treppenhäuser, Vorplätze, u.ä.  
Höhere Verzögerungszeiten bringen so gut wie keine Energieeinsparungen.  
1-Minuten-Verzögerungszeiten sind aber praktisch nur mit LED-Technik realisierbar.  
Bei konventioneller Technik mit Leuchtstofflampen sind Schaltuhren mit On-Tastern ausserhalb der Nutzungszeit den Präsenzmeldern vorzuziehen.
- Hauptnutzflächen: 5 Minuten (mit LED) bis 15 Minuten (mit Leuchtstofflampen)  
Beispiel: Büros, Schulzimmer, u.ä.  
In Schulzimmern, Turnhallen und anderen Räumen mit einer verantwortlichen Person sind u.U. Schlüsselschalter die effizientere Methode, das Licht zu steuern.

## 1.8 Tageslichterfassung

Es werden zwei Arten der Tageslichtmessung unterschieden:

- Mit echter Tageslichtmessung:  
Über ein Filter werden die spektralen Farbanteile des Tageslichts von denen des Kunstlichts unterschieden. Oft wird dabei die Tageslichtkomponente anhand des Infrarotspektrums (IR) detektiert. Dies führt bei Verwendung von Glühlampen, die ebenfalls einen hohen IR-Anteil besitzen, zu Fehlschaltungen. Infrarot-Tageslichtmessungen funktionieren daher meist nur beim Einsatz von Leuchtstoff- oder LED-Lampen.
- Mit Summenlichtmessung:  
Es erfolgt eine einfache Lichtmessung, wobei nicht zwischen Tageslicht und Kunstlicht unterschieden wird. Die Elektronik merkt sich die Helligkeit des Kunstlichts und interpretiert das zusätzliche Licht als Tageslicht. Die Summenlichtmessung ist relativ störungsanfällig.

Verschiedene Ursachen führen dazu, dass die Tagelichtmessung bei Präsenzmeldern mit Deckenmontage suboptimale Resultate in Bezug auf die Tageslichtregulierung liefern:

- Die optimale Position der PIRs ist für die Präsenz- und die Tageslichterfassung nicht an derselben Stelle.
- Ein PIR misst nicht die Beleuchtungsstärke auf einer Arbeitsfläche sondern die Leuchtdichte des reflektierten Lichts: Je nach Reflexionsgraden (Farbgebung, Materialbeschaffenheit) des Bodens, der Arbeitsflächen und des Mobiliars können bei identischen Einstellungen sehr starke Unterschiede bei der Tageslichtinterpretation des PIRs resultieren.
- Die Unterscheidung der PIRs von Tages- und Kunstlicht ist störanfällig (vergl. Erklärung zur Tageslichtdetektion oben im Text).
- Die Messcharakteristiken der Präsenzmelder für die Tageslichtmessung werden meist nicht deklariert und die Justierungsmöglichkeiten der Schwellwerte für die Helligkeitsmessung durch die Drehpotentiometer sind sehr unpräzise.
- Nur durch aufwändiges Testen von Einstellungen an jedem einzelnen PIR lassen sich einigermaßen brauchbare Ein- und Ausschaltsschwellen einstellen. In der Praxis findet eine optimale Justierung aus verständlichen Gründen kaum statt.

Fazit: Brauchbare Tageslichtsteuerungen können nur mit separaten Lichtsensoren erreicht werden, die entweder die Leuchtdichten direkt auf den Arbeitsplätzen messen (wie bei Sensoren in Stehleuchten üblich) oder gegen die Fenster gerichtet sind und die Helligkeiten auf den Glasflächen erfassen. In der aktuellen SIA-Norm 380/4 werden zu hohe Einsparungen für Tageslichtregulierungen angegeben. In der laufenden Revision sollen deshalb differenziertere Werte für die verschiedenen Tageslicht-Regulier-Systeme entwickelt werden.

## 1.9 Verzögerungszeit

Wenn die Tageslichtintensität zunimmt, soll das Kunstlicht abgeschaltet werden; dies erfolgt mit sehr unterschiedlichen Verzögerungszeiten von 1 bis zu 30 Minuten. Durch die Verzögerungszeit soll verhindert werden, dass die Beleuchtung bei rasch ändernden Tageslichtsituationen (bewölkter Himmel) dauernd ein- und ausschaltet. Präsenzmelder mit kurzen Verzögerungszeiten haben zusätzlich eine höhere Helligkeitsschwelle für das Ein- wie für das Ausschalten definiert. Die Art und Weise, wie die Präsenzmelder den Tageslichtausgleich bei wechselhafter Bewölkung bewerkstelligen, wird in den Herstellerangaben im Allgemeinen nicht deklariert.

## 1.10 Weitere Eigenschaften

Einige PIRs haben zusätzliche Eigenschaften bzw. Einstellmöglichkeiten:

- Einstellung der Empfindlichkeit der Präsenzerfassung
- Ansteuerung von 2 verschiedenen Schaltrelais (Kanälen)
- Selbstlernerffekt der Nachlauf- oder der Verzögerungszeit
- Einstellung der Parameter (Helligkeitsschwelle, Verzögerungszeit, Empfindlichkeit etc.) via Fernbedienung.

Die Aspekte „Selbstlernen“ und „Fernbedienung“ führen in der Praxis häufig zu Verwirrungen, weil nicht mehr klar ist, ob nun die am Gerät eingestellten Werte oder die gelernten bzw. ferngesteuerten Werte gültig sind.

## 2 Messprojekt

### 2.1 Ausgangslage

Viele Beleuchtungsanlagen werden heute zwecks Energieeinsparung mit Präsenzmeldern (PIR) versehen. In Minergiebauten ist die Erreichung der Anforderung für Beleuchtung ohne PIRs praktisch unmöglich. Die erwarteten Einsparungen liegen zwischen 20 und 40%, so versprechen es die Hersteller solcher Geräte und auch die SIA-Norm 380/4 (Elektrische Energie im Hochbau). Da die meisten Präsenzmelder zusätzlich einen Tageslichtsensor integriert haben, werden die Einsparungen noch grösser. Ein optimal mit Tageslicht versehener Raum spart gemäss SIA 380/4 bei der Beleuchtung 50% der elektrischen Energie gegenüber einer Anlage ohne Regelung ein.

Beleuchtungskontrollen des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich (AHB) an zahlreichen Objekten haben in den letzten Jahren aber aufgedeckt, dass die realen Einsparungen im Durchschnitt viel geringer sind als erwartet. Es gibt zwar die guten Beispiele, aber ein beachtlicher Teil der Beleuchtungsanlagen mit Präsenzmeldern kann die Erwartungen nicht erfüllen. Für diese geringeren Einsparungen der PIRs gibt es verschiedene Gründe:

- Erhöhte Personenfrequenz in Verkehrsflächen: viele Korridore v.a. in Bürobauten werden heute so stark frequentiert, dass PIRs mit einer Ausschaltverzögerung von 15 Minuten den ganzen Tag das Licht nicht ausschalten. Eine tiefere Verzögerungszeit als 15 Minuten wird wegen der langsamen Aufstartzeit der meist verwendeten Leuchtstofflampen nicht angewendet.
- Ungenauer Erfassungsbereich: Die bei PIRs eingesetzte Passiv-Infrarot-Technik ist (je nach Produkt) relativ ungenau, v.a. bei grösseren Abständen zu den zu detektierenden Personen. Die übliche 15-minütige Ausschaltverzögerung, die eigentlich der Schonung der Lampen dient, hilft, die Ungenauigkeit der Erfassung zu überbrücken – mit dem Effekt, dass die Einsparung zum Teil stark abnimmt.
- Falsche Montage: Die optimale Positionierung der PIRs ist für die Ausschöpfung des Sparpotentials sehr wichtig. Dabei ist zu beachten, dass die PIRs ja meist nicht nur die Präsenz der Menschen, sondern auch das Tageslicht detektieren. Die richtige Platzierung ist also schon rein physikalisch gesehen sehr wichtig – häufig werden PIRs in der Praxis nach „ästhetischen“ Regeln platziert. Zur richtigen Montage gehört auch, dass parallel geschaltete Sensoren (Master-Slave-Typen) richtig und sinnvoll verdrahtet sind.
- Eigenenergieverbrauch der PIRs: Jeder Sensor benötigt selber Energie um zu funktionieren. Dieser Eigenenergieverbrauch mag bei einem einzelnen PIR gering sein. In einem grösseren Gebäude werden aber schnell über hundert PIRs eingesetzt und zur Eliminierung von Fehlschaltungen werden häufig mehr eingebaut als nötig.
- Ungenügende Inbetriebnahme: Jeder einzelne PIR muss grundsätzlich an seiner Position im Gebäude einzeln einreguliert werden; dies betrifft insbesondere die Tageslichtfunktion. Für die Tageslichtmessung ist es nämlich entscheidend, welche Beschaffenheit bzw. Helligkeit der Boden unter dem Sensor hat. In der Praxis trifft man häufig Sensoren, die in Werkseinstellung montiert und nie einjustiert wurden.
- Bedienerfreundlichkeit: Auch der technische Dienst oder Hauswart eines Gebäudes muss in der Lage sein, die PIRs nach justieren zu können. Die Bedienerfreundlichkeit einiger Produkte lässt aber zu wünschen übrig. Für den technischen Dienst ist oft unklar, wie der PIR auf welche Einstellung reagiert.



## 2.2 Zielsetzung

Für einen wirtschaftlichen Betrieb von Präsenzmeldern ist es wichtig, dass die Geräte dort eingesetzt werden, wo sie sinnvoll sind und dort auch korrekt funktionieren.

Ziel des Projekts ist es, die heute am häufigsten eingesetzten PIRs auf Energieverbrauch, ihre Qualität hinsichtlich Erfassung von Präsenz und Tageslicht sowie die Bedienung zu untersuchen und anschliessend ein Merkblatt für Planende zu erstellen, welches sinnvolle Anwendungen, Grenzen und Alternativen zu PIRs in typischen Nutzungen aufzeigt.

Das Lichtmanagement spielt in den einschlägigen Normen (EN 15193, SIA 380/4, etc.) eine zentrale Bedeutung in Bezug auf die Energiesparpotentiale. Die mit Abstand am meisten eingesetzten Systeme sind die Präsenzmelder mit integrierter Tageslichtregelung. Damit diese Melder den gestellten Anforderungen gerecht werden, muss der PIR-Technologie mehr Beachtung geschenkt werden und es müssen Qualitätsstandards definiert werden.

Das Messprojekt soll die Qualitätsunterschiede von ausgewählten Produkten aufzeigen und eine Grundlage für Verbesserungen der Technik bei den Herstellern aber auch beim Einsatz durch Planer und Installateure bilden. Das Projekt soll auch Basis für die Standardisierung der Herstellerangaben sein und das Festlegen von Qualitätsanforderungen bilden. Es könnte z.B. ein Minergie-Label für Präsenzmelder entwickelt werden – analog zu den Minergieleuchten unter [www.toplicht.ch](http://www.toplicht.ch).

Die Erkenntnisse dienen auch als Input für die zu revidierende SIA-Norm 380/4 und die Minergieanforderung für Beleuchtung. Insbesondere im Hinblick auf die LED-Technik, bei der mit viel kürzeren Schaltzyklen als bei heute üblichen Leuchtstofflampen gearbeitet werden kann, ist die Qualität der Präsenzmelder von grosser Bedeutung.

## 2.3 Zusammenfassung der Messergebnisse

Im Messprojekt wurden 11 weit verbreitete Präsenzmelder auf Stromverbrauch, Erfassungsgenauigkeit und Bedienungsfreundlichkeit getestet.

- Der **Eigenstromverbrauch** der getesteten PIRs liegt zwischen 0.4 und 1.5 Watt. In einem mittelgrossen Bürohaus mit und 200 PIRs entspricht dies einer Dauerleistung zwischen 80 und 300 Watt. Gegenüber PIRs früher Generationen (bis zu 5 Watt) hat der Eigenverbrauch merklich abgenommen.
- Bei der **Erfassung der Bewegung** muss zwischen Gehen und Sitzen unterschieden werden, wobei letzteres deutlich anspruchsvoller ist. Im Test liegen die Erfassungsdistanzen fürs Gehen zwischen 4.0 und 8.7 Metern, beim Sitzen zwischen 2.1 und 3.8 Metern. Der Vergleich zwischen den von den Herstellern deklarierten und den im Test gemessenen Erfassungsdistanzen stimmt bei einigen Produkten sehr gut überein (alle PIRs der Firma Theben HTS). Bei andern Produkten sind Abweichungen bis zum Faktor 4 zu verzeichnen. Entscheidend ist auch die Reaktion der PIRs auf kleine Bewegungen am Arbeitsplatz. Die besten Produkte können eine minimale Bewegung von 1 cm erfassen, die schlechtesten reagieren erst bei über 10 cm.
- Die **Erfassung des Tageslichts** ist bei allen PIRs unbefriedigend. Die Einstellung der Tageslichtschwelle geschieht über ein Potentiometer, das oft nicht einmal eine Skala aufweist. Dies allerdings aus gutem Grund: die Messungen zeigten, dass die Abhängigkeiten von Raumgrösse, Einrichtung, Fenstertyp und Wetterbedingungen so gross und so variabel sind, dass eigentlich jeder PIR in jedem Raum separat durch aufwändiges Probieren eingestellt werden müsste um eine einigermaßen gute tageslichtabhängige Ein-Aus-Schaltung zu erhalten. In der Praxis bringt die Tageslicht-Schaltung in Kombination mit der Präsenzerfassung deutlich weniger als Simulationen suggerieren. Es ist davon auszugehen, dass andere Messmethoden, die z.B. die Helligkeit gegen das Fenster messen oder ausserhalb des Gebäudes montiert sind, deutlich bessere Resultate in Bezug auf die effektive Energieeinsparung liefern. In der Revision der SIA-Norm 380/4 muss dieser Aspekt berücksichtigt werden.
- Die **Bedienerfreundlichkeit** betrifft den Installateur und den technischen Dienst. Die manuellen Einstellungen an den Geräten und Zugänglichkeiten zu den Drehreglern ist bei einigen PIRs recht übersichtlich gestaltet, bei andern unbefriedigend. V.a. das unklare Wechselverhalten zwischen Fernbedienungen und manueller Einstellung am Gerät und die nicht nachvollziehbare Lernphase der meisten PIRs machen die Einstellungen für manchen Installateur und den technischen Dienst zur Lotterie.
- Fünf der 11 getesteten Präsenzmelder können als gut beurteilt werden (Noten zwischen 4.5 und 4.9): Theben-HTS (ECO-IR, Compact Office), Swisslux (PD2 Max), Feller, Steinel.

### 3 Evaluation der Präsenzmelder

Für die Messung wurden 11 weit verbreitete Präsenzmelder, die hauptsächlich in Zweckbauten eingesetzt werden, ausgewählt. Die PIRs wurden nicht direkt von den Händlern bezogen, sondern anonym im Handel gekauft, damit keine „präparierten“ Produkte in den Test gelangen konnten.

Nr.	Hersteller	Modell	deklarierte Durchmesser der Erfassung		Listenpreis
			fein	grob	
1	ThebenHTS	ECO-IR 360C NT	7 m	9 m	CHF 268
2	ThebenHTS	Compact Office	4.5 m	7 m	CHF 159
3	ThebenHTS	Plano Centro	7 m	9 m	CHF 286
4	Swisslux	PD2 360 1C/AP	4 m	8 m	CHF 106
5	Swisslux	PD2 Max 1C/UP	8 m	24 m	CHF 132
6	Züblin	Swiss Garde 360 16m 2C	8 m	16 m	CHF 144
7	Züblin	Swiss Garde 360 30m	10 m	20 m	CHF 115
8	Feller	UP-Präsenzmelder 360	7 m	10 m	CHF 187
9	Elbro	Elbrolight	4 m	8 m	CHF 89
10	Merten	Argus	15 m	17 m	CHF 236
11	Steinel	IS D360	k.A.	16 m	CHF 110

Tab. 1: Die 11 getesteten Präsenzmelder im Überblick



Abb. 4: Die 11 getesteten Präsenzmelder im Überblick

## 4 Messung des Eigenenergieverbrauchs

Die elektrische Leistung der Präsenzmelder wurde mit einem Präzisionswattmeter gemessen. Es zeigte sich, dass diese Leistungen gegenüber älteren Modellen heute deutlich niedriger sind. Früher waren Leistungsaufnahmen der PIRs bis zu 5 Watt üblich.

Nr.	Hersteller	Modell	Messwert	Deklaration
1	ThebenHTS	ECO-IR 360C NT	0.7 W	0.9 W
2	ThebenHTS	Compact Office	0.5 W	k.A.
3	ThebenHTS	Plano Centro	1.3 W	0.8 W
4	Swisslux	PD2 360 1C/AP	0.8 W	k.A.
5	Swisslux	PD2 Max 1C/UP	0.4 W	k.A.
6	Züblin	Swiss Garde 360 16m 2C	1.1 W	k.A.
7	Züblin	Swiss Garde 360 30m	0.6 W	k.A.
8	Feller	UP-Präsenzmelder 360	0.7 W	0.4 W
9	Elbro	Elbrolight	1.2 W	k.A.
10	Merten	Argus	1.5 W	<1W
11	Steinel	IS D360	0.8 W	k.A.

Tab. 2: Gemessene und deklarierte Leistungsaufnahmen der 11 getesteten Präsenzmelder

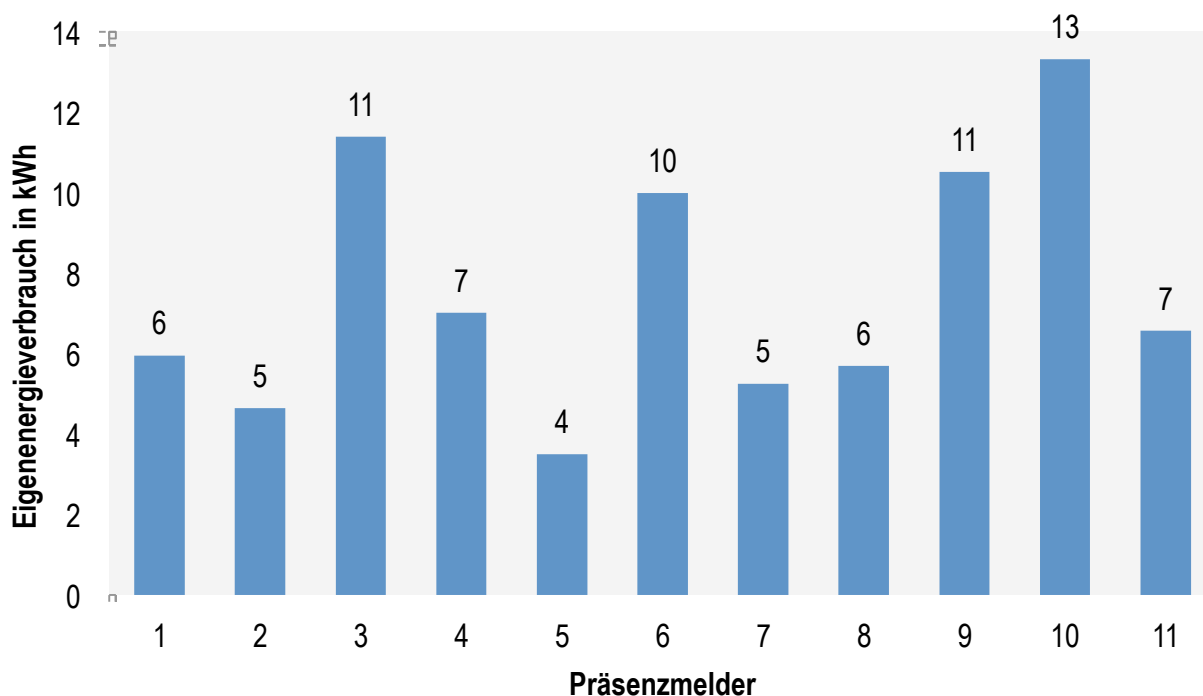


Abb. 5: Jährliche Eigenenergieverbräuche der getesteten der 11 Präsenzmelder

## 5 Messung des Erfassungsbereichs für Bewegung

### 5.1 Messaufbau

Für die Messung der Erfassungsgenauigkeit stand ein grosser Schulraum an der Hochschule Luzern (HSLU) in der Abteilung Technik und Architektur zu Verfügung. Der Messaufbau ist Abb. 6 und Abb. 7 dargestellt.

- An einer definierten Stelle im vorderen Teil des Raums wurden die 11 Präsenzmelder einzeln an der Decke auf 3 Metern Höhe installiert.
- Der Schwellwert der Tageslichtmessung wurde bei allen Meldern so eingestellt, dass dieser keinen Einfluss auf die Präsenz- bzw. Bewegungsmessung hatte.
- Weitere Störquellen, wie Bewegungen ausserhalb der Fenster oder wärmeabstrahlende Geräte wie Kopierer, wurden durch Trennwände abgeschirmt.
- Eine Wärmequelle mit Grösse und Temperatur eines Menschen (normierter Wärme-Dummy) wurde auf einem Rollwagen montiert. Die Wärmeverteilung und die Wärmeabstrahlung des Dummies wurden so eingestellt, dass sie möglichst gut denjenigen eines Mensch in typischer Bürobekleidung entsprachen (vergl. Abb. 10). Die Oberflächentemperatur des Dummies betrug ca. 34°C, die Lufttemperatur im Raum ca. 22°C.
- Eine Winde mit Schrittmotor und Zugseil zog den Rollwagen mit dem Dummy auf einer Schiene mit variablen Geschwindigkeiten gleichmässig durch den Raum in Richtung der Präsenzmelder. Die 6 Geschwindigkeiten lagen bei 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 und 1.0 m/s.
- Der über einen Computer gesteuerte Schrittmotor registrierte zentimetergenau die Position des Rollwagens mit dem Dummy und speicherte die Ein- und Ausschaltimpulse der Präsenzmelder auf dem Computer.

Für jeden Präsenzmelder wurden vier verschiedene Messungen durchgeführt, wobei jede Messung 3-mal wiederholt wurde.

- Messung 1: Auf der Mittelachse des Raumes wurde der Dummy mit 6 verschiedenen Geschwindigkeiten direkt auf den PIR zugezogen. Sobald der PIR den Dummy erkannte, wurde ein Impuls an den Computer gesendet. Der Messwert repräsentiert den Radius des Erfassungsbereichs.
- Messung 2: In 1 Meter Distanz zum PIR wurde der Dummy mit kleinen im grösser werdenden Pendelbewegungen hin- und her geschoben, bis der PIR den Dummy erkannte. Die Bewegungsgeschwindigkeit betrug 0.1 m/s (vergleiche Abb. 8).
- Messung 3: Wie Messung 1, aber auf einer Spur, die 2 Meter von der Mittelachse gegen die Wand verschoben war; der Dummy wurde also seitlich der PIRs vorbei gezogen. In dieser Aufstellung ist die Empfindlichkeit der PIRs besser als bei direkter Annäherung.
- Messung 4: Wie Messung 2, aber auf der Spur, die 2 Meter von der Mittelachse gegen die Wand verschoben war.

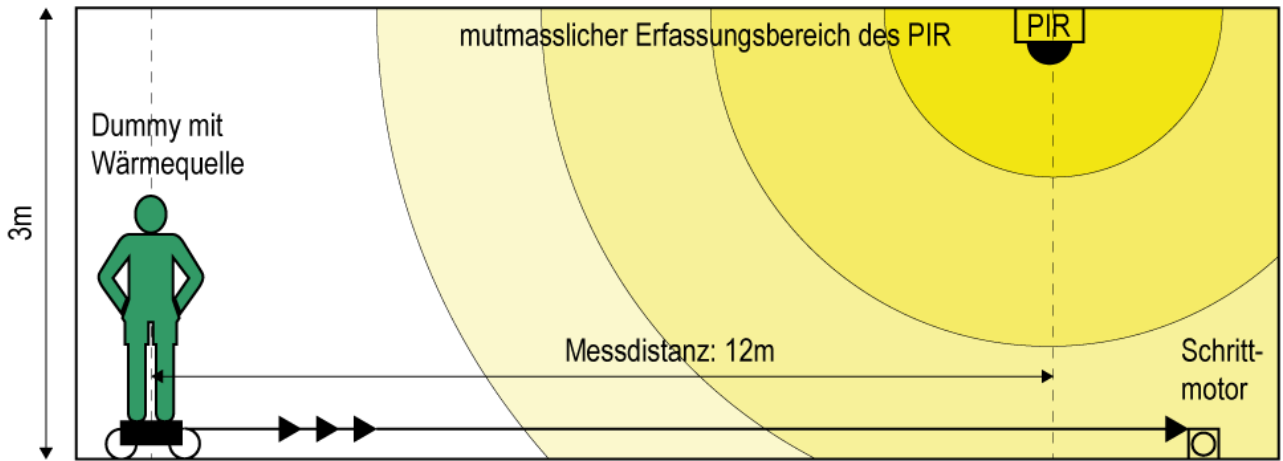


Abb. 6: Messaufbau, Schnitt

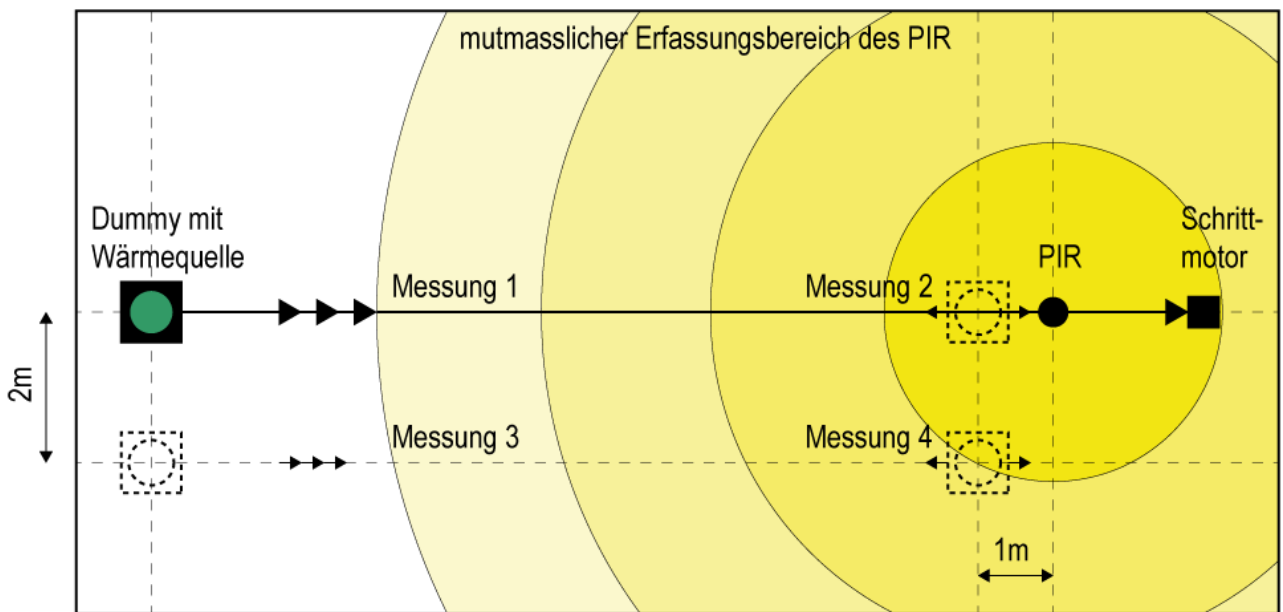


Abb. 7: Messaufbau, Grundriss

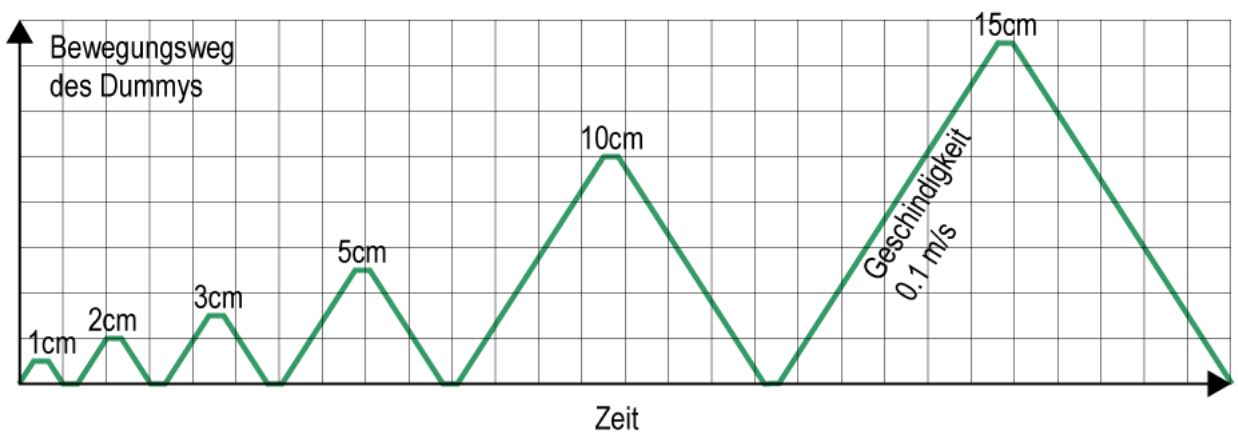


Abb. 8: Messaufbau, Bewegungsschema Messungen 2 und 4



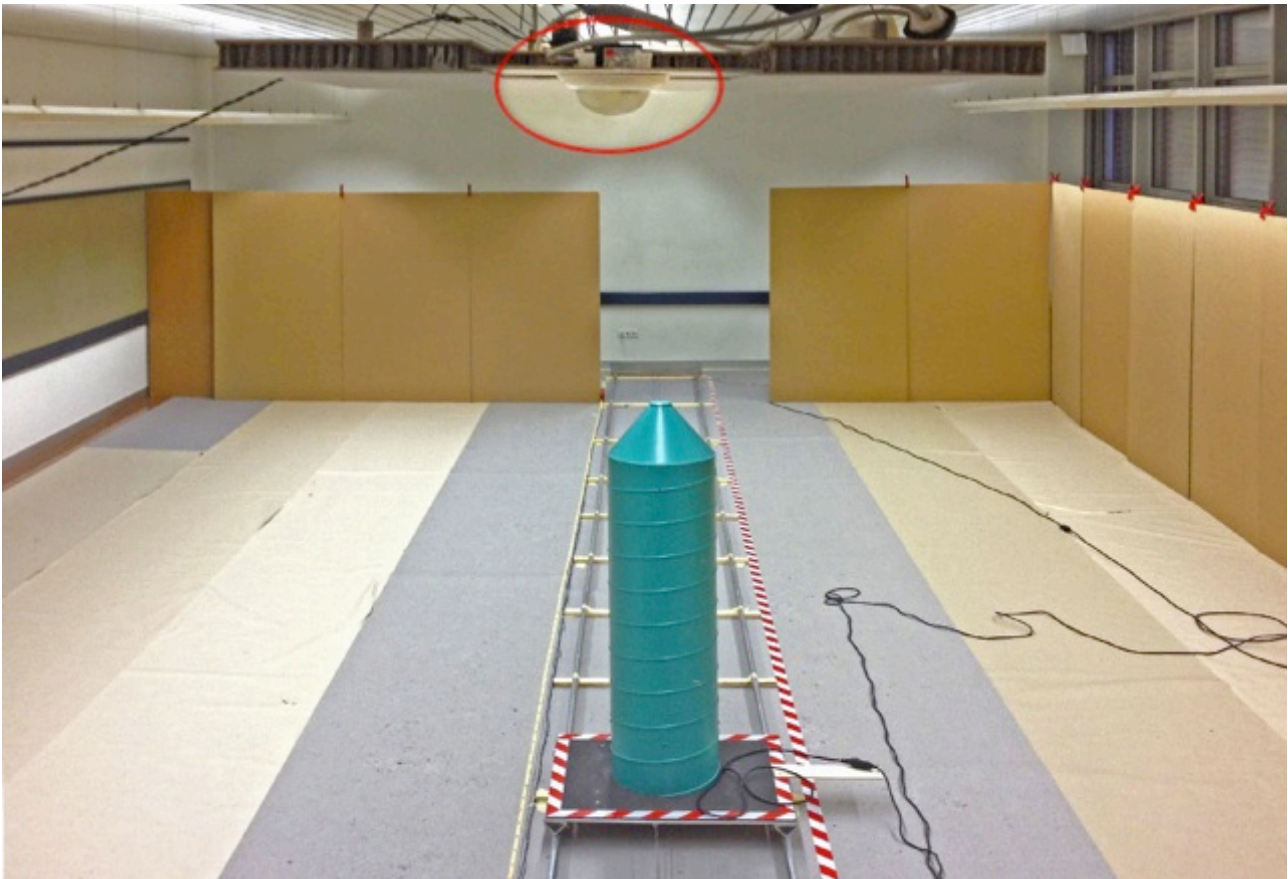


Abb. 9: Realer Messaufbau im Schulraum der HSLU

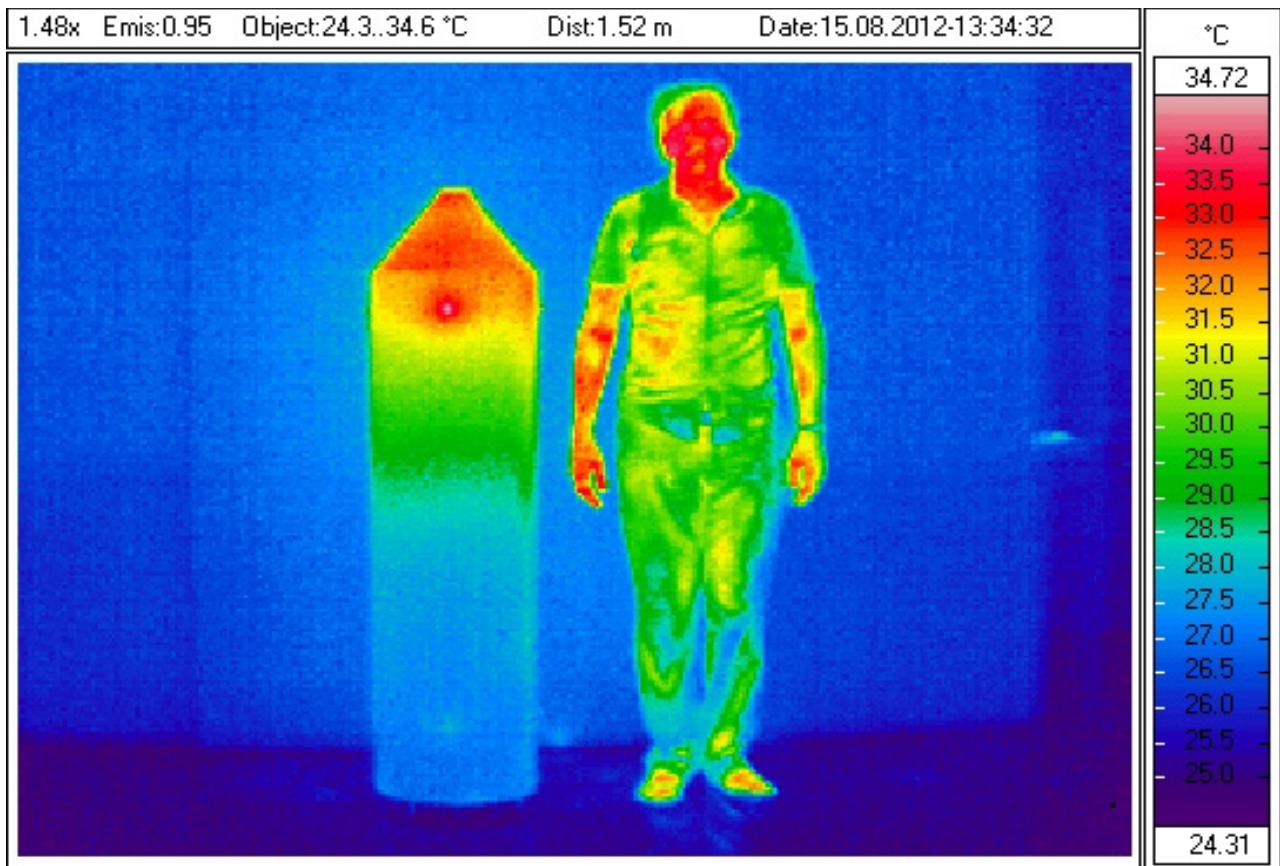


Abb. 10: Aufnahme des Dummys mit der Wärmebildkamera

## 5.2 Messresultate

Die Einschaltabstände der einzelnen Präsenzmelder wurden bei 6 verschiedenen Geschwindigkeiten registriert. Jede Messung wurde 3-mal wiederholt. In den nachstehenden Tabellen sind jeweils die mittleren Einschaltabstände der 3 Messungen angegeben.

### Messung 1: direkte Annäherung in Richtung Präsenzmelder

Nr.	Hersteller	Modell	1.0 m/s	0.8 m/s	0.6 m/s	0.4 m/s	0.2 m/s	0.1 m/s
1	ThebenHTS	ECO-IR 360C NT	4.2 m	4.2 m	4.3 m	4.3 m	3.9 m	2.5 m
2	ThebenHTS	Compact Office	4.0 m	3.8 m	3.1 m	2.7 m	2.8 m	0.9 m
3	ThebenHTS	Plano Centro	4.5 m	4.5 m	3.7 m	3.5 m	3.0 m	2.0 m
4	Swisslux	PD2 360 1C/AP	5.5 m	5.1 m	5.1 m	5.0 m	3.1 m	2.5 m
5	Swisslux	PD2 Max 1C/UP	7.5 m	7.5 m	7.4 m	6.5 m	4.2 m	3.2 m
6	Züblin	Swiss Garde 360 16m 2C	5.4 m	5.4 m	4.6 m	4.2 m	3.0 m	1.6 m
7	Züblin	Swiss Garde 360 30m	8.5 m	7.0 m	7.0 m	7.1 m	2.6 m	2.0 m
8	Feller	UP-Präsenzmelder 360	3.5 m	3.5 m	3.4 m	3.7 m	3.2 m	2.6 m
9	Elbro	Elbrolight	4.5 m	5.4 m	5.7 m	4.8 m	3.1 m	2.5 m
10	Merten	Argus	4.6 m	4.7 m	3.9 m	2.7 m	1.6 m	0.6 m
11	Steinel	IS D360	6.4 m	6.4 m	5.6 m	3.8 m	3.0 m	1.4 m

Tab. 3: Einschaltabstände der 11 getesteten Präsenzmelder bei direkten Bewegungen (Messung 1)

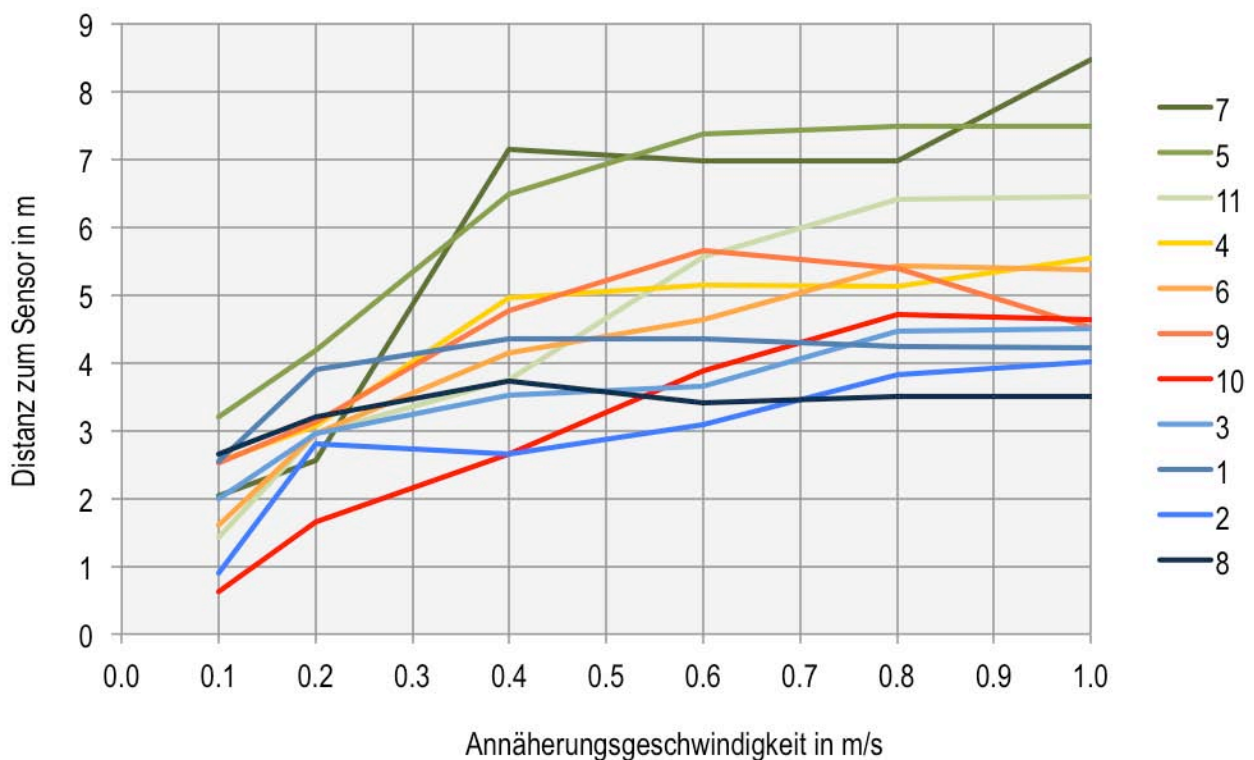


Abb. 11: Einschaltabstände der 11 getesteten Präsenzmelder bei direkten Bewegungen (Messung 1)



### Messung 3: Seitliches Vorbeigehen am Präsenzmelder

Nr.	Hersteller	Modell	1.0 m/s	0.8 m/s	0.6 m/s	0.4 m/s	0.2 m/s	0.1 m/s
1	ThebenHTS	ECO-IR 360C NT	4.7 m	4.7 m	4.8 m	4.8 m	4.4 m	3.2 m
2	ThebenHTS	Compact Office	4.5 m	4.3 m	3.7 m	3.8 m	3.4 m	2.2 m
3	ThebenHTS	Plano Centro	4.9 m	4.9 m	4.2 m	4.0 m	3.6 m	2.8 m
4	Swisslux	PD2 360 1C/AP	5.9 m	5.5 m	5.5 m	5.3 m	3.7 m	3.2 m
5	Swisslux	PD2 Max 1C/UP	7.7 m	7.7 m	7.6 m	6.8 m	4.6 m	3.8 m
6	Züblin	Swiss Garde 360 16m 2C	5.7 m	5.8 m	5.1 m	4.6 m	3.6 m	2.6 m
7	Züblin	Swiss Garde 360 30m	8.7 m	7.3 m	7.2 m	7.4 m	3.2 m	2.9 m
8	Feller	UP-Präsenzmelder 360	4.0 m	4.0 m	4.0 m	4.2 m	3.8 m	3.3 m
9	Elbro	Elbrolight	4.9 m	5.7 m	6.0 m	5.2 m	3.7 m	3.2 m
10	Merten	Argus	5.1 m	5.1 m	4.4 m	3.3 m	2.6 m	2.1 m
11	Steinel	IS D360	6.8 m	6.7 m	5.9 m	4.3 m	3.6 m	2.5 m

Tab. 4: Einschaltstradien der 11 getesteten Präsenzmelder bei seitlichen Bewegungen (Messung 3)

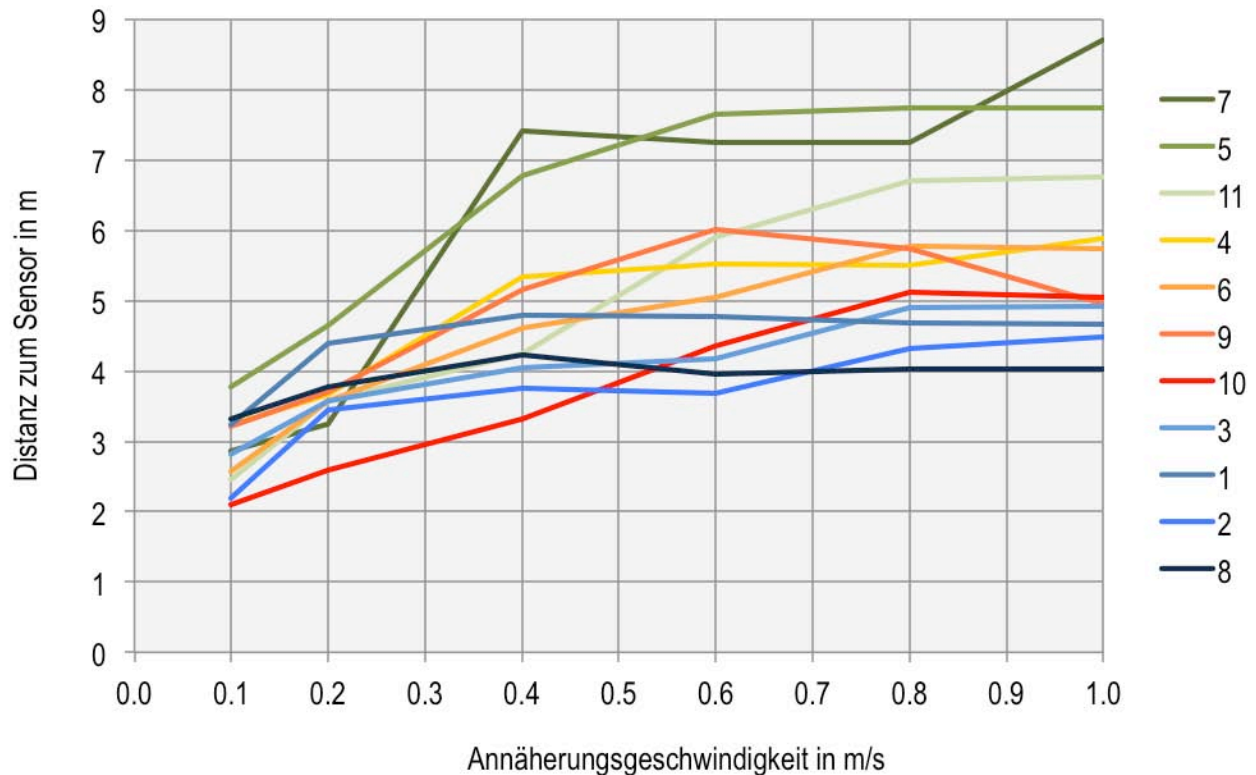


Abb. 12: Einschaltstradien der 11 getesteten Präsenzmelder bei seitlichen Bewegungen (Messung 3)

Die Messungen 1 und 3 zeigen die Abnahmen der Erfassungsdistanzen mit geringeren Bewegungsgeschwindigkeiten des Dummies. Der Vergleich zwischen Messung 1 und 3 zeigt, dass die Erfassung besser funktioniert, wenn sich der Dummy seitlich am PIR vorbeibewegt als wenn er direkt auf den ihn zusteuert. Der Unterschied zwischen dem besten PIR (= grösste Erfassungsdistanz) und dem schlechtesten (= kleinste Erfassungsdistanz) beträgt etwa Faktor 2.

## Messungen 2 und 4: Kleine Pendelbewegungen unterhalb der Präsenzmelder

Nr.	Hersteller	Modell	direkt, Abstand 1 m	seitlich, Abstand 2.2 m
1	ThebenHTS	ECO-IR 360C NT	10 cm	1 cm
2	ThebenHTS	Compact Office	10 cm	5 cm
3	ThebenHTS	Plano Centro	3 cm	2 cm
4	Swisslux	PD2 360 1C/AP	5 cm	3 cm
5	Swisslux	PD2 Max 1C/UP	10 cm	1 cm
6	Züblin	Swiss Garde 360 16m 2C	15 cm	5 cm
7	Züblin	Swiss Garde 360 30m	15 cm	5 cm
8	Feller	UP-Präsenzmelder 360	10 cm	2 cm
9	Elbro	Elbrolight	15 cm	10 cm
10	Merten	Argus	10 cm	5 cm
11	Steinel	IS D360	3 cm	2 cm

Tab. 5: Distanzen bis zum Einschalten der PIRs bei kleinen Pendelbewegungen (Messungen 2 und 4)

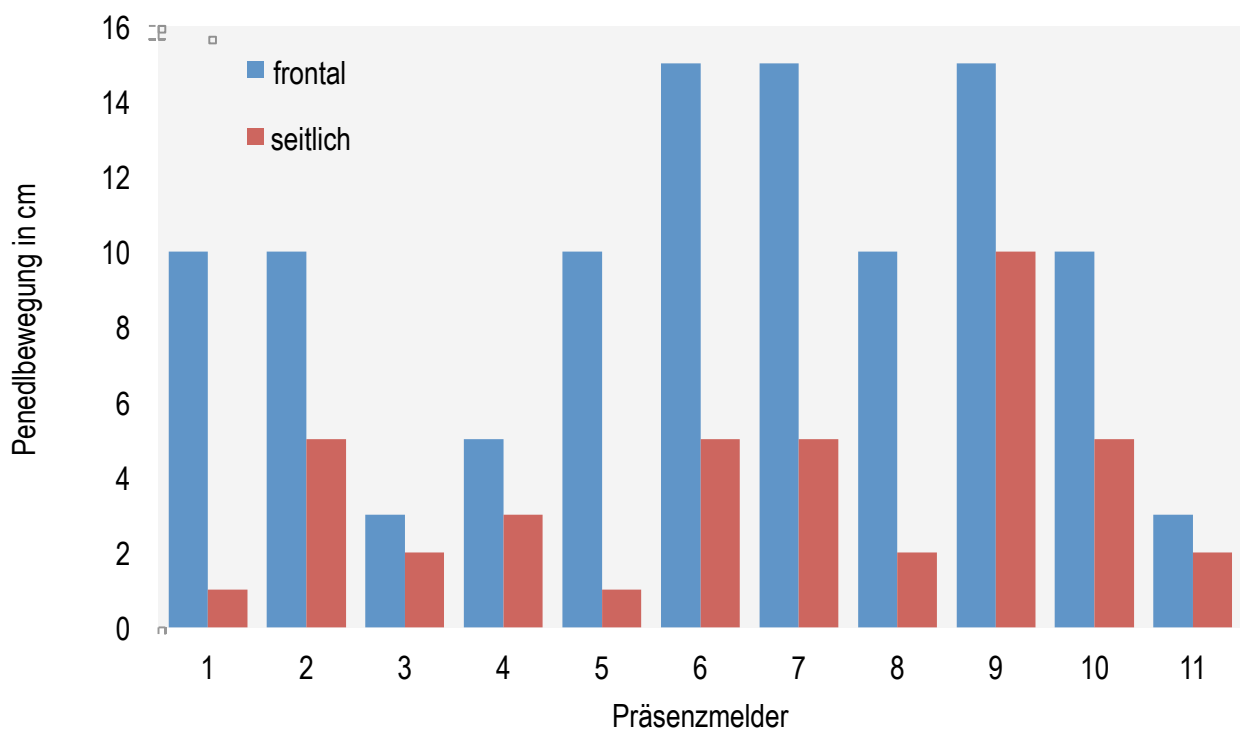


Abb. 13: Distanzen bis zum Einschalten der PIRs bei kleinen Pendelbewegungen (Messungen 2 und 4)

Die Messungen 2 und 4 zeigen auf, wie gut die PIRs auf kleine Bewegungen (z.B. sitzende Tätigkeit am Bürotisch) reagieren. Auch hier muss unterscheiden werden, ob die Bewegung direkt in Richtung zum Präsenzmelder oder seitlich davon stattfindet. Bei seitlicher Positionierung reagieren die besten PIRs bereits bei einer kleinen Bewegung von nur 1 cm während der schlechteste die Bewegung erst bei einem „Handwinken“ von 10 cm erkennt. Bei direkter Sicht zum PIR sind die Reaktionsdistanzen deutlich grösser.

## Gemessene und deklarierte Erfassungsbereiche für Gehen und Sitzen

Nr.	Hersteller	Modell	Gehen		Sitzen	
			gemessen	deklariert	gemessen	deklariert
1	ThebenHTS	ECO-IR 360C NT	8.4	9.0	6.5	7.0
2	ThebenHTS	Compact Office	8.0	7.0	4.4	4.5
3	ThebenHTS	Plano Centro	9.0	9.0	5.6	7.0
4	Swisslux	PD2 360 1C/AP	11.1	8.0	6.5	4.0
5	Swisslux	PD2 Max 1C/UP	15.0	24.0	7.5	8.0
6	Züblin	Swiss Garde 360 16m 2C	10.7	16.0	5.1	8.0
7	Züblin	Swiss Garde 360 30m	16.9	20.0	5.7	10.0
8	Feller	UP-Präsenzmelder 360	7.0	10.0	6.6	7.0
9	Elbro	Elbrolight	9.1	8.0	6.4	4.0
10	Merten	Argus	9.3	17.0	4.2	15.0
11	Steinel	IS D360	12.9	16.0	4.9	

Tab. 6: Gemessene und deklarierte Durchmesser für Gehen und Sitzen

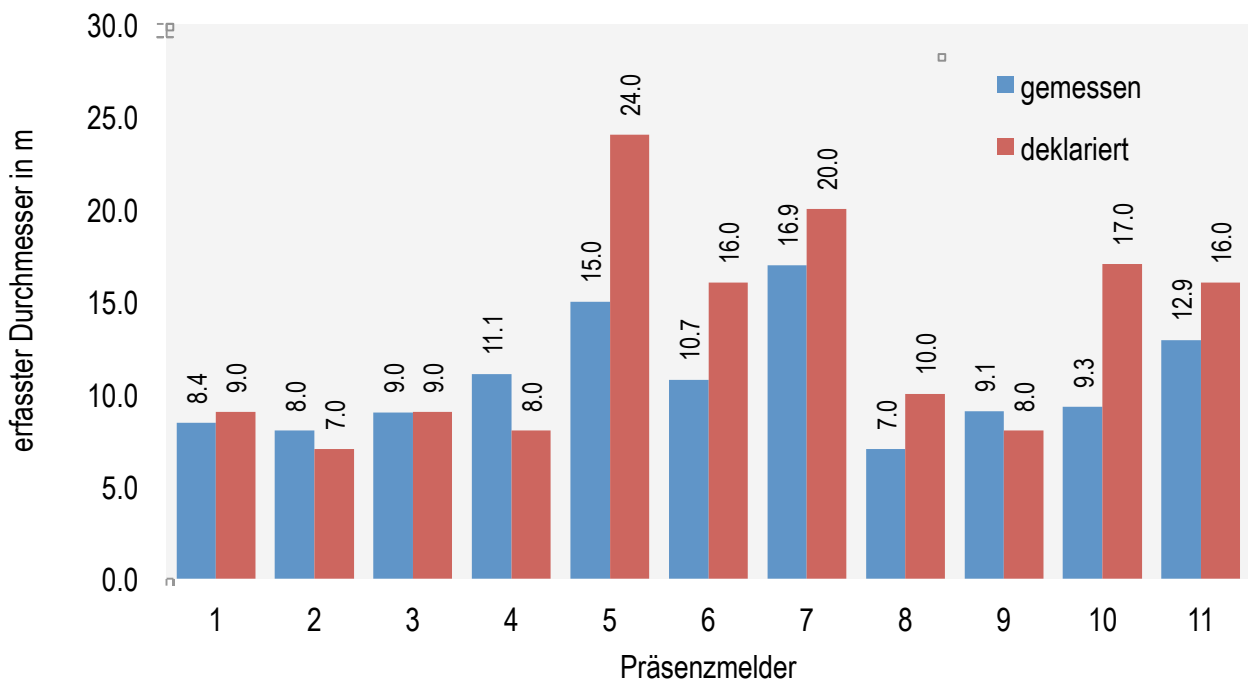


Abb. 14: Gemessene und deklarierte Durchmesser der 11 PIRs beim **Gehen** (1m/s)

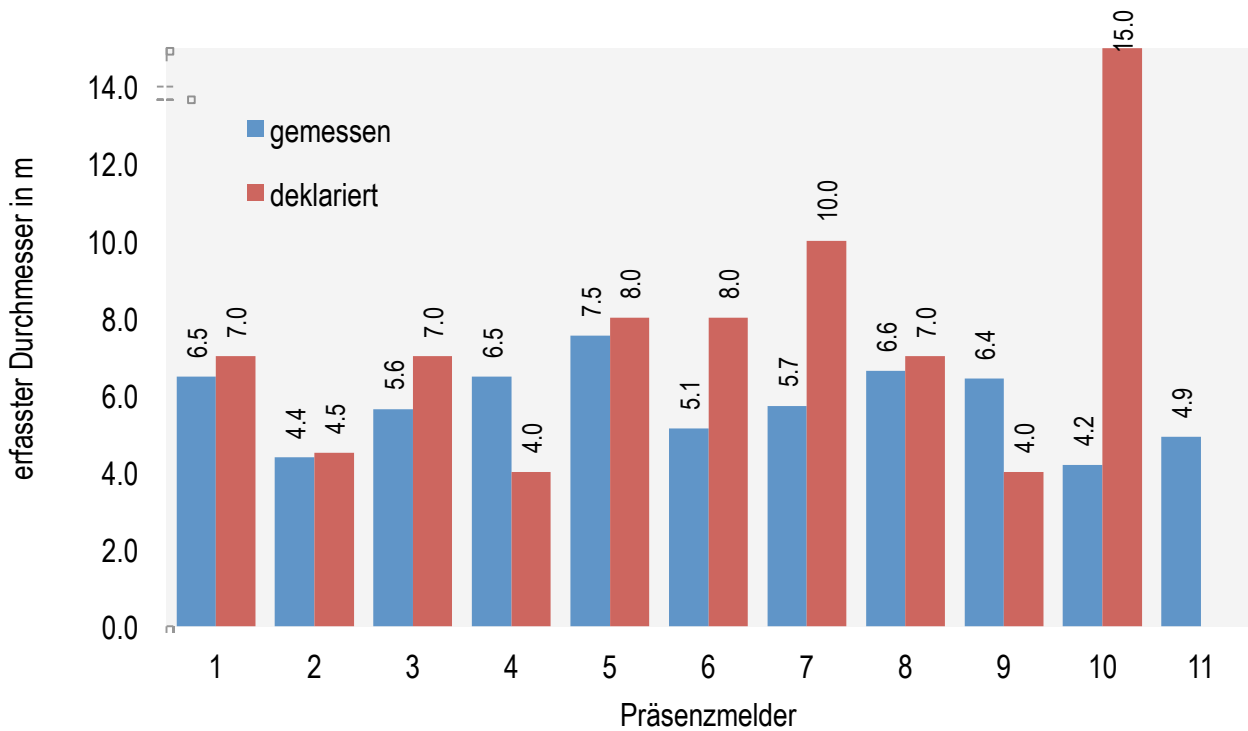


Abb. 15: Gemessene und deklarierte Durchmesser der 11 PIRs beim **Sitzen** (0.1m/s)

Die Vergleiche zwischen deklarierten und gemessenen Erfassungsdurchmessern zeigen grosse Unterschiede.

- Die besten Übereinstimmungen – sowohl beim Erfassen von Gehbewegungen als auch bei sitzender Tätigkeit – weisen die drei Präsenzmelder von **HTS-Theben** auf (Nummern 1 bis 3).
- Bei den PIRs von **Swisslux** (Nr. 4 und 5) fällt auf, dass der kleinere Melder eine bessere Erfassung hat als angegeben, der grössere dafür eine schlechtere als deklariert. V.a. der Erfassungsdurchmesser beim Produkt Nr. 5 ist mit deklarierten 24 Metern deutlich höher als die gemessenen 15 Meter.
- Beide PIRs von **Züblin** (Nr. 6 und 7) sind sowohl beim Gehen als auch beim Sitzen zwischen 15% und 43% weniger gut als deklariert.
- Beim PIR von **Feller** (8) fällt auf, dass er im Gegensatz zu allen andern Produkten praktisch unabhängig von der Tätigkeit die gleich gute Erfassung zeigt – der Wert fürs Gehen ist zu hoch deklariert.
- Der günstigste Präsenzmelder (unter 100 CHF) von **Elbrolight** (9) detektiert sowohl beim Sitzen als auch beim Gehen besser als angegeben. Schwächen zeigt Elbrolight bei kleinen Bewegungen.
- Der recht teure PIR von **Merten** erreicht beim Gehen nur die halbe und beim Sitzen fast nur ein Viertel der deklarierten Distanz.
- Beim PIR von **Steinel** wird nur eine Erfassungsdistanz fürs Gehen angegeben; diese liegt 20% tiefer als deklariert.

## 6 Messung der Erfassungsgenauigkeit von Tageslicht

### 6.1 Messaufbau

Die meisten Präsenzmelder werden gleichzeitig auch für die Regelung des Tageslichtes eingesetzt; meistens nur in Ein-Aus-Schaltung. Um die Güte der PIRs bezüglich Tageslicht zu beurteilen, wurden die Sensoren in der Mitte eines Schulraums an der Decke installiert.

- Um der ständigen Veränderung des Tageslichts Rechnung zu tragen, wurden alle PIRs zusammen montiert und gemessen.
- Die PIRs wurden auf eine mittlere Beleuchtungsstärke eingestellt. Einige Produkte haben Skalen mit definierten Stufen oder Lux-Werten, bei andern fehlt jede Einteilung zwischen Minimum und Maximum.
- Eine Messfläche von 3 x 3 Meter unter den PIRs auf Tischhöhe diente als zu beurteilende Nutzfläche. In der Mitte, direkt unter den PIRs, wurde ein Luxmeter positioniert.
- Die elektrischen Fensterstoren wurden kontinuierlich geschlossen und festgestellt, bei welcher Beleuchtungsstärke die Tageslichtsensoren reagierten und die LED-Signallampen einschalteten. Das Prozedere wurde mehrfach bei verschiedenen Einstellungen der PIRs wiederholt.
- Durch ständige Bewegung im Raum wurde das Reagieren der PIRs auf fehlende Präsenz verhindert.

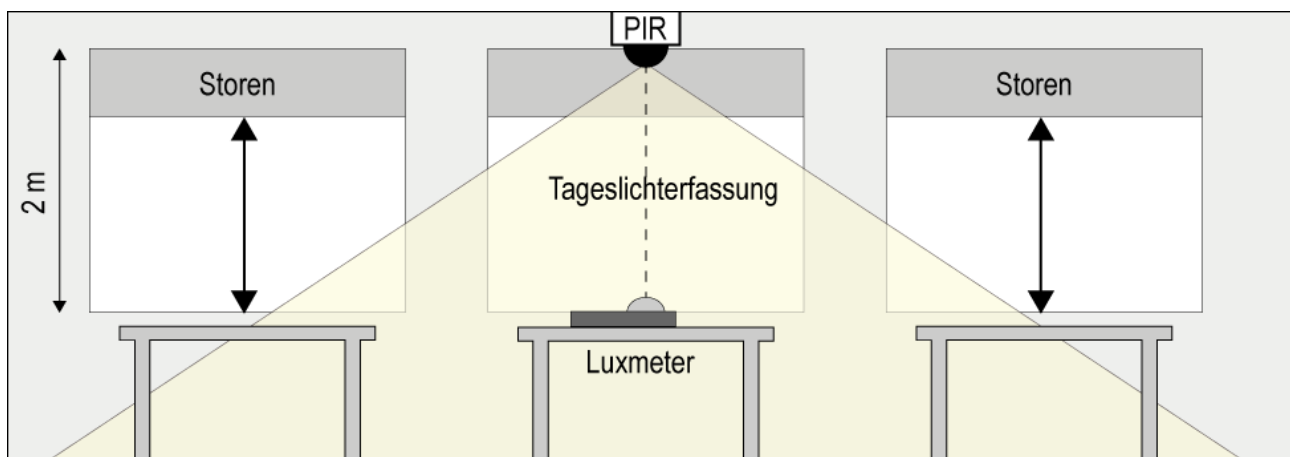


Abb. 16: Messaufbau für die Tageslichtmessung

Messfläche	Fensterseite			Datum: 05.12.12 Uhrzeit: 12:00 Himmel: bedeckt, diffus Fensterausrichtung: Nord Mittelwert: 918 Lux
	0.0 m	1.5 m	3.0 m	
0.5 m	1340 lx	1470 lx	1350 lx	
1.0 m	1220 lx	1320 lx	1310 lx	
1.5 m	1010 lx	1060 lx	1050 lx	
2.0 m	840 lx	890 lx	850 lx	
2.5 m	710 lx	770 lx	730 lx	
3.0 m	590 lx	630 lx	610 lx	
3.5 m	480 lx	540 lx	510 lx	
	0.0 m	1.5 m	3.0 m	

Abb. 17: Tageslichtmessung beim Messstart

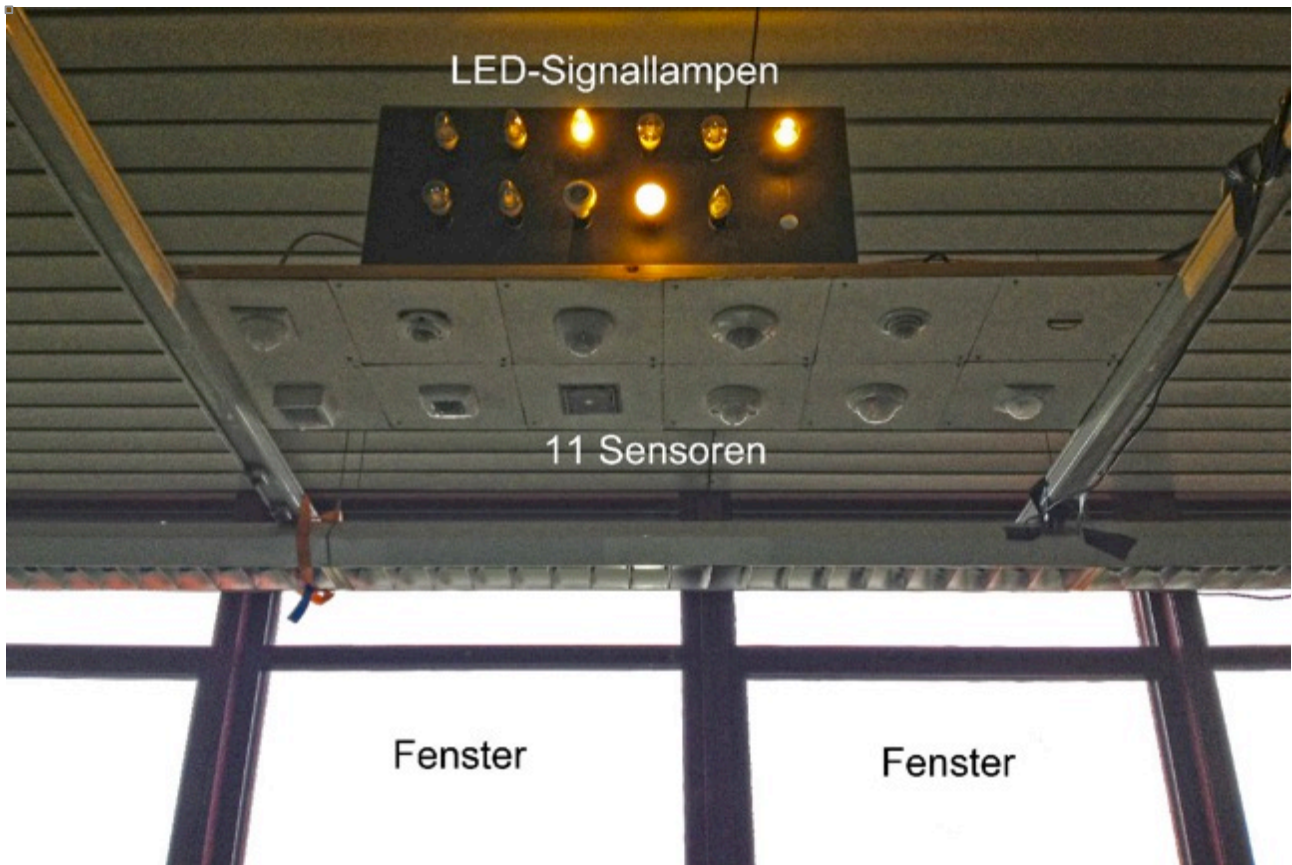


Abb. 18: Realer Messaufbau für die Tageslichtmessung

## 6.2 Messresultate

Nr.	Hersteller	Modell	Einstellung	Off bei	On nach
1	ThebenHTS	ECO-IR 360C NT	Stufe 3	400 lx	2 min.
2	ThebenHTS	Compact Office	Stufe 3	400 lx	2 min.
3	ThebenHTS	Plano Centro	Stufe 3	nie	-
4	Swisslux	PD2 360 1C/AP	400 lx	300 lx	15 min.
5	Swisslux	PD2 Max 1C/UP	600 lx	150 lx	15 min.
6	Züblin	Swiss Garde 360 16m	200 lx	400 lx	20 min.
7	Züblin	Swiss Garde 360 30m	50%	300 lx	8 min.
8	Feller	UP-Präsenzmelder 360	50%	400 lx	5 min.
9	Elbro	Elbrolight	50%	blinkt	-
10	Merten	Argus	300 lx	400 lx	1 min.
11	Steinel	IS D360	50%	100 lx	30 min.

Tab. 7: Messung der Tageslichtfunktion bei mittlerer Empfindlichkeit

- Einstellung: Position des Drehpotentiometers am PIR selber; bei gewissen Geräten ist diese Einstellung relativ genau einstellbar (Angaben von Stufen), bei andern nur sehr rudimentär.
- Off bei: gibt an, bei welcher gemessenen Beleuchtungsstärke die Signallampe angeht, wenn die Storen kontinuierlich gesenkt werden.
- On nach: gibt an, nach welcher Zeit die Signallampen wieder ausgeschaltet werden, wenn das Tageslicht wieder die volle Beleuchtungsstärke auf der Nutzfläche erzeugt (im Test ca. 900 Lux).

## Kommentar zu den Tageslichtmessungen

- Die zwei Sensoren von **HTS** (1 und 2) schalteten ungefähr bei der erwarteten Beleuchtungsstärke die Signallampen an. Die Ausschaltungen bei vollem Tageslicht erfolgte mit 2-minütiger Verzögerung.
- Beim Sensor 4 von **Swisslux** lag die geschaltete Beleuchtungsstärke etwa 25% tiefer als die eingestellte, beim Sensor 5 um den Faktor 4 unter dem eingestellten Wert. Die Verzögerungszeit bei ausreichend Tageslicht bis zum Ausschalten der Signallampen betrug bei beiden Sensoren 15 Minuten.
- Der **Züblin**-PIR 6 schaltete bei eingestellten 200 Lux bereits bei 400 Lux das Licht an. Die Ausschaltverzögerung bei Volllicht betrug 20 Minuten. Der Züblin-Sensor 7 liess sich nur ungefähr einstellen. Bei einer Position des Drehreglers von 50% schaltet er bei 300 Lux die Signallampe an. Die Ausschaltverzögerung bei Volllicht betrug 8 Minuten.
- Der PIR von **Feller** (8) schaltete bei halber Position des Reglers bei 400 Lux das Licht an. Nach 5 Minuten vollem Tageslicht schaltete er wieder aus.
- Der Sensor von **Merton** (10) schaltete bei eingestellten 300 Lux bereits bei 400 Lux das Licht an. Die Ausschaltverzögerung bei Volllicht betrug 1 Minute.
- Der **Steinel**-Sensor schaltete bei halber Position des Reglers bei 100 Lux das Licht an. Erst nach 30 Minuten mit vollem Tageslicht schaltete er wieder aus.
- Die Sensoren Plano Centro von Theben-HTS (schaltet überhaupt nie aus) und Elbrolight (schaltete unabhängig vom Tageslicht in zufälligen Abständen ein und wieder aus) konnten nicht gemessen werden.

Die Tageslichtregelung ist generell sehr ungenau. Bei den Präsenzmeldern 1, 2, 8, 10 kann sie als genügend bezeichnet werden, die andern Sensoren lieferten ungenügende bis unbrauchbare Resultate bei der Tageslichtregelung.



## 7 Beurteilung der Bedienerfreundlichkeit

### 7.1 Basiseinstellungen am Gerät

Alle Geräte verfügen über mindestens 2 Potentiometer, mit denen die Ausschaltverzögerungen und die Empfindlichkeiten der Lichtsensoren eingestellt werden können. Gewisse PIRs haben weitere Einstellmöglichkeiten, z.B. Schalter für Korridor-Büro-Betrieb oder halbautomatischen/automatischen Betrieb. Die Zugänglichkeit dieser Basiseinstellungen ist bei den verschiedenen Produkten unterschiedlich gut gelöst. Optimalerweise kann man die Einstellungen ändern ohne die PIRs ausbauen zu müssen. Gut gelöst ist das bei den Produkten 1,2, 4, 6, 8 und 10.

Die manuellen Einstellungen an den PIRs können bei einigen Produkten mit der Fernbedienung übersteuert werden. Unbefriedigend ist, dass man es den PIRs nicht ansieht, ob die am Gerät sichtbaren Einstellungen gelten oder nicht. Ein Zurücksetzen auf Werkseinstellung kann diese Unsicherheit lösen.

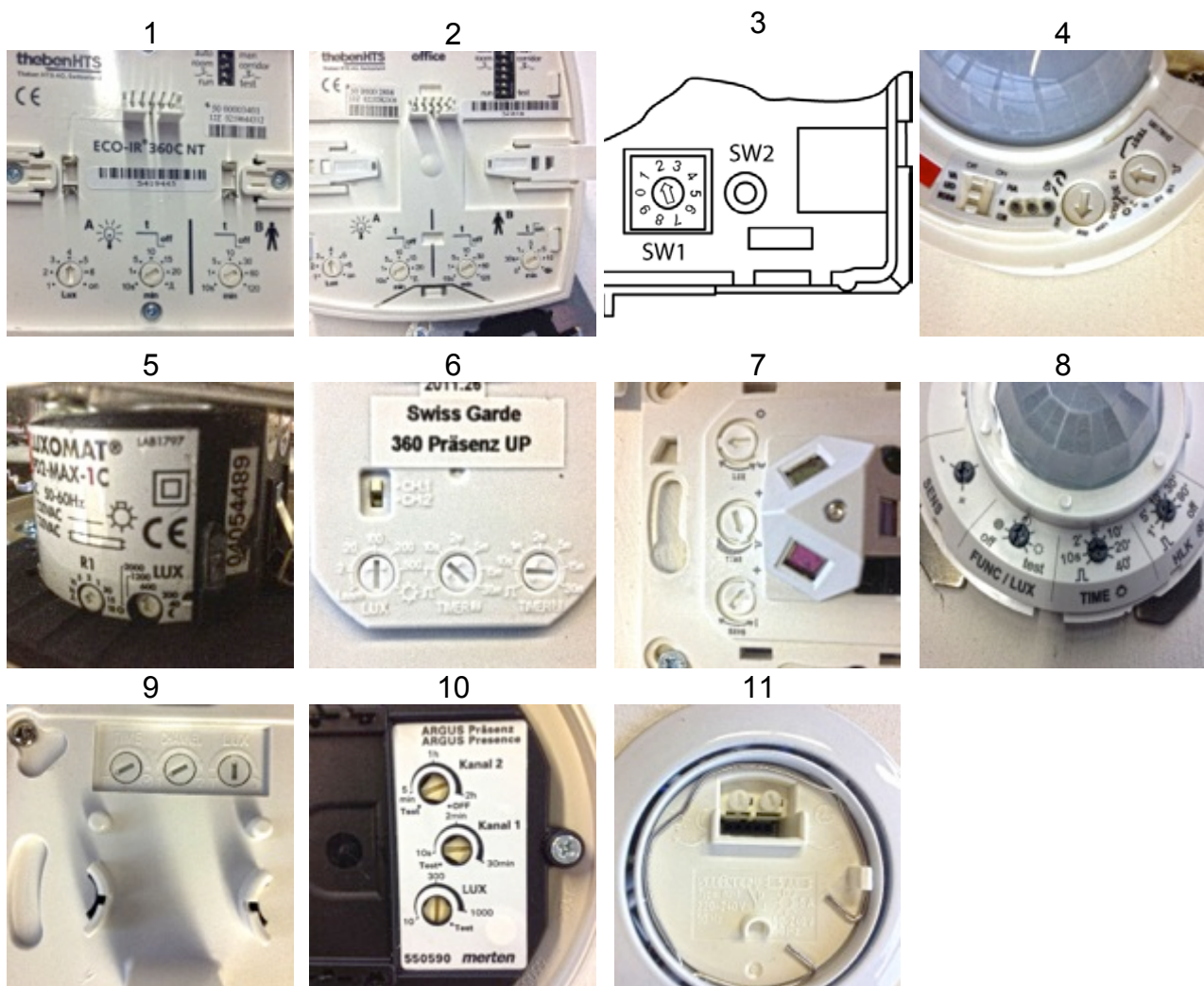


Abb. 19: manuelle Bedienungselemente der 11 Präsenzmelder

Die Einstellungen der Funktionen „Helligkeit“ und „Nachlaufzeit“ an den Geräten können unterschiedlich präzise und intuitiv ausgeführt werden. Bei einigen PIRs ist eine Skalierung aufgedruckt, bei anderen fehlt diese. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Einstellbereiche der einzelnen PIRs.



Nr.	Hersteller	Modell	Helligkeit / Stufen	Nachlauf / Stufen
1	ThebenHTS	ECO-IR 360C NT	10 bis 1500 lx / 6	10 s bis 20 min. / 6
2	ThebenHTS	Compact Office	10 bis 1500 lx / 6	10 s bis 20 min. / 6
3	ThebenHTS	Plano Centro	200 bis 800 lx / 3	10 min. / 1
4	Swisslux	PD2 360 1C/AP	<40 bis >2000 lx / 7	15 sec. bis 16 min.
5	Swisslux	PD2 Max 1C/UP	<40 bis >2000 lx / 7	16 sec. bis 16 min.
6	Züblin	Swiss Garde 360 16m	2 bis >500 lx / var.	10 s bis 20 min. / 5
7	Züblin	Swiss Garde 360 20m	5 bis 2000 lx / var.	10 s bis 20 min. / var.
8	Feller	UP-Präsenzmelder 360	10 bis 2000 lx / 6	10 s bis 40 min. / var.
9	Elbro	Elbrolight	5 bis 1000 lx / var.	5 s bis 12 min. / var.
10	Merten	Argus	10 bis 1000 lx / var.	10 s bis 30 min. / var.
11	Steinel	IS D360	2 bis 2000 lx / var.	5 s bis 20 min. / var.

Tab. 8: Einstellbereiche der 11 PIRs für Helligkeit und Nachlaufzeit

## 7.2 Startphase

Vom Anschliessen der PIRs an den Strom bis zu deren Funktionstüchtigkeit dauert es je nach Produkt zwischen 30 Sekunden bis über 10 Minuten. In dieser Zeit läuft bei einigen PIRs eine „geheimnisvolle“ Selbstlernphase ab, deren Zweck aber nicht nachvollziehbar beschrieben wird. Diese Selbstlernphase wird von unterschiedlichem Blinken diverser LEDs sowie Ein-Ausschalt-Impulsen begleitet.

Nr.	Hersteller	Modell	Startphase
1	ThebenHTS	ECO-IR 360C NT	10.5 min.
2	ThebenHTS	Compact Office	10.5 min.
3	ThebenHTS	Plano Centro	0.5 min.
4	Swisslux	PD2 360 1C/AP	5 min.
5	Swisslux	PD2 Max 1C/UP	5 min.
6	Züblin	Swiss Garde 360 16m	1 min.
7	Züblin	Swiss Garde 360 20m	1 min.
8	Feller	UP-Präsenzmelder 360	0.5 min.
9	Elbro	Elbrolight	1 min.
10	Merten	Argus	1 min.
11	Steinel	IS D360	0.75 min.

Tab. 9: Startphase: Zeit vom Stromanschluss bis zur Betriebsphase

## 7.3 Fernbedienung

Die meisten PIRs lassen sich auch durch mitgelieferte oder separat erhältlich Fernbedienungen einstellen. Bei einigen Modellen können wichtige Grundfunktionen nur mit der Fernbedienung eingestellt werden. Problematisch ist die Unterscheidung zwischen manuellen Einstellungen am Gerät und Programmierung durch die Fernbedienungen. In den Bedienungsanleitungen wird dieses Thema zwar beschrieben. Dennoch ist in der Praxis häufig unklar, ob nun die Einstellungen am Gerät zutreffen oder ob diese durch eine Programmierung im Hintergrund übersteuert wurden. Durch verschiedenartige Blinksignale kommunizieren die PIRs dem Installateur oder technischen Dienst ihre Betriebsmodi. Die schwer verständliche und bei den verschiedenen PIRs unterschiedliche Art der Fernsteuerung führt in der Praxis häufig zu fehlerhaftem Betrieb.

## 8 Gesamtbeurteilung

Basierend auf den vier untersuchten Aspekten (Stromverbrauch, Erfassung Präsenz, Erfassung Tageslicht und Bedienerfreundlichkeit) wird eine Gesamtbeurteilung der 11 Präsenzmelder vorgenommen, die mit Teilnoten der einzelnen Aspekte zu einer Gesamtnote führt. Da die Präsenzerfassung das wichtigste Element ist, werden in diesem Bereich zusätzliche 5 Unterbereiche bewertet. Die Präsenzerfassung wird auch 5-fach gewichtet im Vergleich zu Stromverbrauch, Tageslicht und Bedienung. Die Aspekte Tageslicht und Bedienung werden qualitativ bewertet.

Note	Stromverbrauch max.	Erfassung Präsenz					Erfassung Tageslicht	Bedienung
		Distanz Gehen min.	Distanz Sitzen min.	Kl. Bewegungen max.	Deklar. Gehen max.	Deklar. Sitzen max.		
6	0.2 W	6.0 m	4.0 m	2 cm	+/- 20%	+/- 20%	sehr gut	
5	0.5 W	5.0 m	3.0 m	4 cm	+/- 30%	+/- 30%	gut	
4	1.0 W	4.0 m	2.0 m	6 cm	+/- 40%	+/- 40%	genügend	
3	1.5 W	3.0 m	1.0 m	8 cm	+/- 50%	+/- 50%	ungenügend	
2	2.0 W	2.0 m	0.5 m	10 cm	+/- 60%	+/- 60%	schlecht	
1	> 2.0 W	< 2.0 m	< 0.5 m	> 10 cm	> +/- 60%	> +/- 60%	unbrauchbar	

Tab. 10: Bewertungsschema zur Gesamtbeurteilung der Präsenzmelder

Nr.	Stromverbrauch	Erfassung Präsenz					Erfassung Tageslicht	Bedienung
		Distanz Gehen	Distanz Sitzen	Kl. Bewegungen	Deklar. Gehen	Deklar. Sitzen		
1	4	4	5	6	6	6	4	4
2	5	4	4	4	6	6	4	4
3*)	3	4	4	5	6	5	3	3
4	4	5	5	5	4	3	3	4
5	5	6	5	6	4	6	2	3
6	3	5	4	4	4	4	2	4
7	4	6	4	4	6	3	3	3
8	4	4	5	5	5	6	4	4
9	3	4	5	3	6	3	2	3
10	3	5	4	4	3	3	4	4
11	4	6	4	5	6	6	2	3

Tab. 11: Teilnoten zur Gesamtbeurteilung der 11 Präsenzmelder

\*) Der Melder Nummer 3 konnte nur bedingt getestet werden, weil für eine genaue Einstellung eine Fernbedienung notwendig ist.

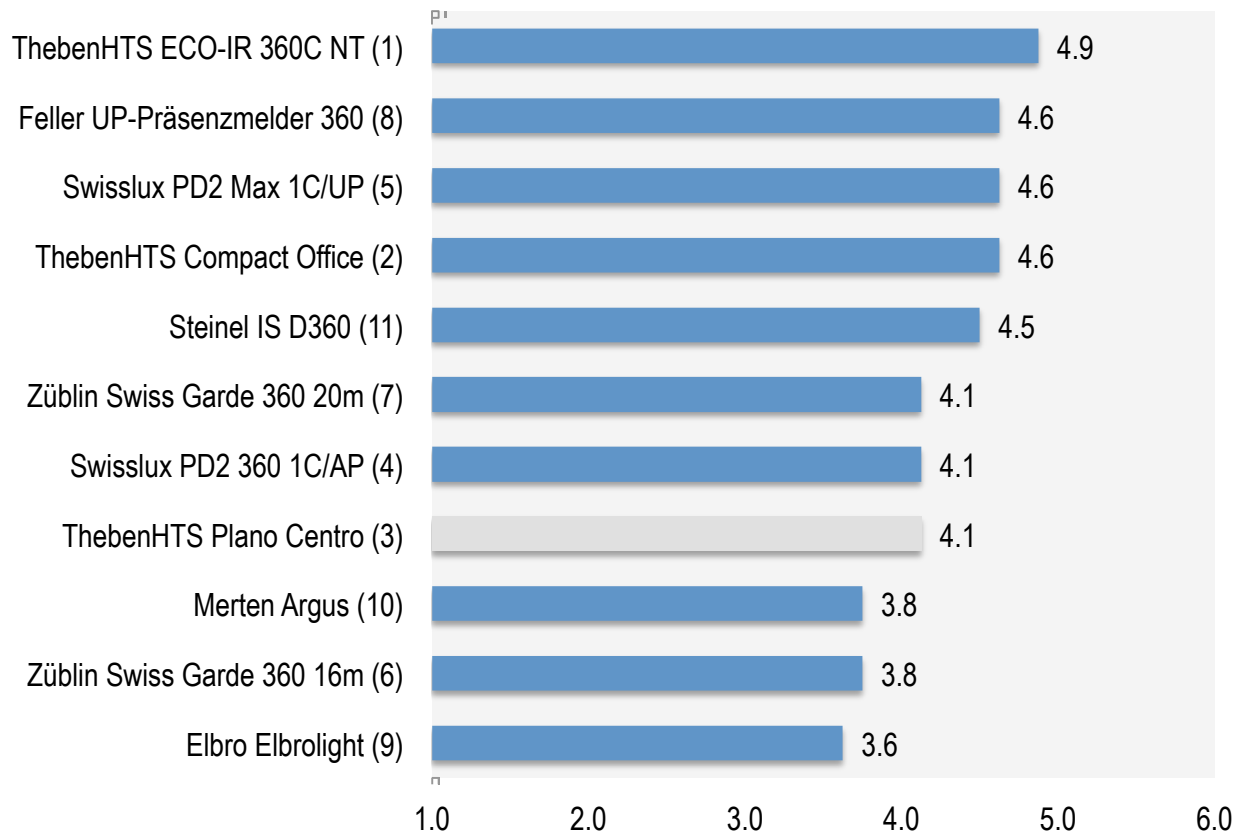


Abb. 20: Gesamtbewertung der 11 Präsenzmelder

## 9 Abbildungs- und Tabellenverzeichnisse

Abb. 1: Darstellung der Erfassungsbereiche von PIRs in Herstellerunterlagen .....	4
Abb. 2: Möbel, Pflanzen und Pendelleuchten beeinträchtigen den Erfassungsbereich von PIRs .....	5
Abb. 3: Parallelschalten von PIRs erhöht die Erfassungssicherheit und mindert die Energieeinsparung.....	5
Abb. 4: Die 11 getesteten Präsenzmelder im Überblick.....	11
Abb. 5: Jährliche Eigenenergieverbräuche der getesteten der 11 Präsenzmelder .....	12
Abb. 6: Messaufbau, Schnitt .....	14
Abb. 7: Messaufbau, Grundriss .....	14
Abb. 8: Messaufbau, Bewegungsschema Messungen 2 und 4 .....	14
Abb. 9: Realer Messaufbau im Schulraum der HSLU .....	15
Abb. 10: Aufnahme des Dummys mit der Wärmebildkamera .....	15
Abb. 11: Einschaltstrahlen der 11 getesteten Präsenzmelder bei direkten Bewegungen (Messung 1).....	16
Abb. 12: Einschaltstrahlen der 11 getesteten Präsenzmelder bei seitlichen Bewegungen (Messung 3) .....	17
Abb. 13: Distanzen bis zum Einschalten der PIRs bei kleinen Pendelbewegungen (Messungen 2 und 4) .....	18
Abb. 14: Gemessene und deklarierte Durchmesser der 11 PIRs beim <b>Gehen</b> (1m/s) .....	19
Abb. 15: Gemessene und deklarierte Durchmesser der 11 PIRs beim <b>Sitzen</b> (0.1m/s).....	20
Abb. 16: Messaufbau für die Tageslichtmessung .....	21
Abb. 17: Tageslichtmessung beim Messstart.....	21
Abb. 18: Realer Messaufbau für die Tageslichtmessung.....	22
Abb. 19: manuelle Bedienelemente der 11 Präsenzmelder .....	24
Abb. 20: Gesamtbewertung der 11 Präsenzmelder .....	27

Tab. 1: Die 11 getesteten Präsenzmelder im Überblick .....	11
Tab. 2: Gemessene und deklarierte Leistungsaufnahmen der 11 getesteten Präsenzmelder .....	12
Tab. 3: Einschaltstrahlen der 11 getesteten Präsenzmelder bei direkten Bewegungen (Messung 1).....	16
Tab. 4: Einschaltstrahlen der 11 getesteten Präsenzmelder bei seitlichen Bewegungen (Messung 3).....	17
Tab. 5: Distanzen bis zum Einschalten der PIRs bei kleinen Pendelbewegungen (Messungen 2 und 4) .....	18
Tab. 6: Gemessene und deklarierte Erfassungsradienn für Gehen und Sitzen .....	19
Tab. 7: Messung der Tagelichtfunktion bei mittlerer Empfindlichkeit .....	22
Tab. 8: Einstellbereiche der 11 PIRs für Helligkeit und Nachlaufzeit .....	25
Tab. 9: Startphase: Zeit vom Stromanschluss bis zur Betriebsphase .....	25
Tab. 10: Bewertungsschema zur Gesamtbeurteilung der Präsenzmelder .....	26
Tab. 11: Teilnoten zur Gesamtbeurteilung der 11 Präsenzmelder.....	26