sensLAB – Bewegungs- und Präsenzsensoren auf dem Prüfstand

Mit Bewegungs- und Präsenzmeldern lassen sich ganze Beleuchtungssysteme intelligent steuern und insbesondere auch Energie sparen. Die Qualität solcher Sensoren ist jedoch unterschiedlich und wurde bis jetzt nicht standardisiert geprüft. Um dies zu ändern, schlossen sich Sensorhersteller im Verein sensNORM zusammen und erarbeiteten einen Normungsvorschlag zur nun publizierten Norm IEC 63180:2020. Die Prüfanlage am METAS ist weltweit die erste unabhängige Prüfanlage, welche es erlaubt, solche Sensoren gemäss dieser Norm auszumessen.

Florian Stuker

In der Schweiz werden ungefähr 13 % des gesamten Energiebedarfs für Beleuchtungszwecke verwendet. Wenn Licht bedarfsgerecht eingesetzt würde, liesse sich rund die Hälfte dieses Energieverbrauchs einsparen [1]. Bewegungs- und Präsenzsensoren sorgen zunehmend dafür, dass sich Leuchten nur zur richtigen Zeit und am richtigen Ort ein-, bzw. ausschalten. Solche Beleuchtungseinrichtungen, die auf Veränderungen der Umgebung oder der Nutzerwünsche reagieren, werden im Konzept des Smart Lightings (Intelligente Beleuchtung) zusammengefasst. Damit sollen in Zukunft Energieeinsparungen und eine nutzungsabhängige Steuerung von Licht realisiert werden.

Mit qualitativ hochwertigen Sensoreckdaten können Lichtplaner softwarebasierte Planungen von neuen intelligenten Beleuchtungskonzepten im Aussenbereich oder im Innenraum verlässlicher realisieren. Leider sind aber die Leistungsparameter von Präsenz- und Bewegungssensoren heute kaum untereinander vergleichbar, da jeder Hersteller andere Messverfahren verwendet und es in der Branche kein einheitliches Vorgehen gibt.

Entstehung des Projekts sensLAB

Um diese Sensoren zuverlässig bewerten und ausmessen zu können, haben sich namhafte Sensorhersteller aus der Schweiz und Europa zum Verein sensNORM [2] zusammengeschlossen und mit dem European Committee of Electrical Installation Equipment Manufacturers (CECAPI) einen Normungsvorschlag ausgearbeitet. Dieser Normungsantrag wurde bei der International Electrotechnical Commission (IEC) eingereicht und ist nun unter der Nummer IEC 63180:2020 [3] publiziert. In der Norm sind die Messbedingungen und die zu bestimmenden Parameter so definiert und beschrieben, damit nun passive Infrarotsensoren (PIR-Sensoren), wie in Abb. 1 dargestellt, automatisiert vermessen werden können.

Um die Norm umzusetzen, hat das METAS im Jahre 2020 beschlossen, das Projekt sensLAB zu starten. In Zusammenarbeit mit dem Verein sensNORM entstand ein weltweit erstes herstellerunabhängiges Messlabor, das Bewegungs- und Präsenzsensoren gemäss der Norm IEC 63180:2020 vollautomatisch vermessen kann. Die Messanlage erlaubt alle heute verfügbaren handelsüblichen Infrarotsensoren präzise gemäss den Anforderungen der Norm auszumessen.

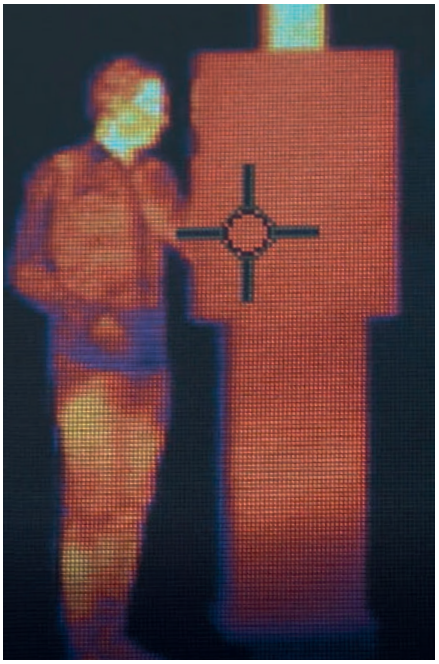
Funktionsweise und Aufbau eines PIR-Sensors

Ein PIR-Bewegungs- und Präsenzsensor ist ein passiver Halbleitersensor der Temperaturänderungen detektieren kann. Im Gegensatz dazu basieren die Sensortechnologien mit Hochfrequenz (HF) und Ultraschall (US) auf aktiven Elementen, die in den Raum ausstrahlen und die reflektierte Strahlung detektieren und analysieren. Die PIR-Technologie macht sich den pyroelektrischen Effekt zunutzen bei dem in einem polarisierten Festkörper (Halbleiterkristall) durch eine Temperaturänderung elektrische Spannung (Piezoelektrizität) erzeugt wird.

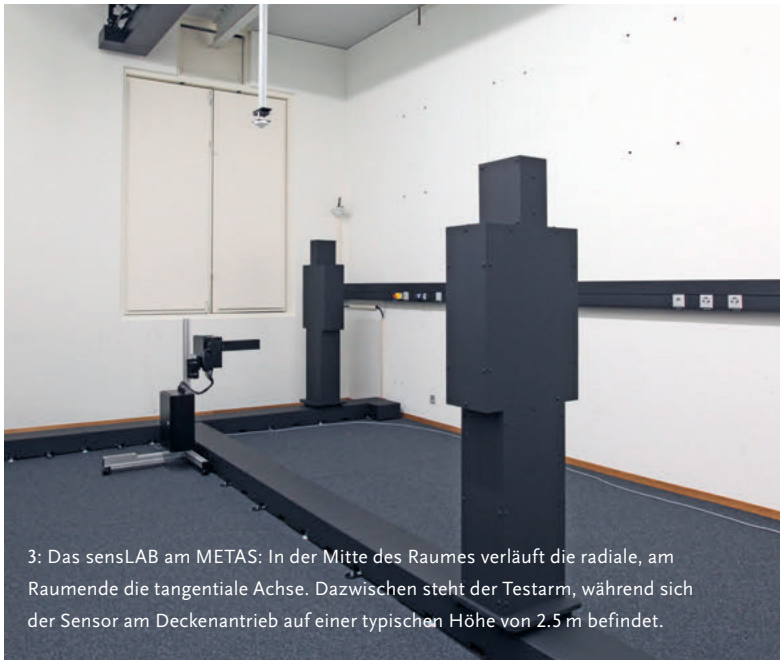
Parameter der Messanlage

Für die automatisierte tangentiale und die radiale Sensorausmessung werden auf Linearantrieben montierte Dummies

1: Eine Auswahl von verschiedenen Bauarten von Bewegungs- und Präsenzsensoren.



2: Temperaturverteilung eines Menschen im Vergleich zu einem 1:1 Dummy, aufgenommen mit einer Wärmebildkamera.

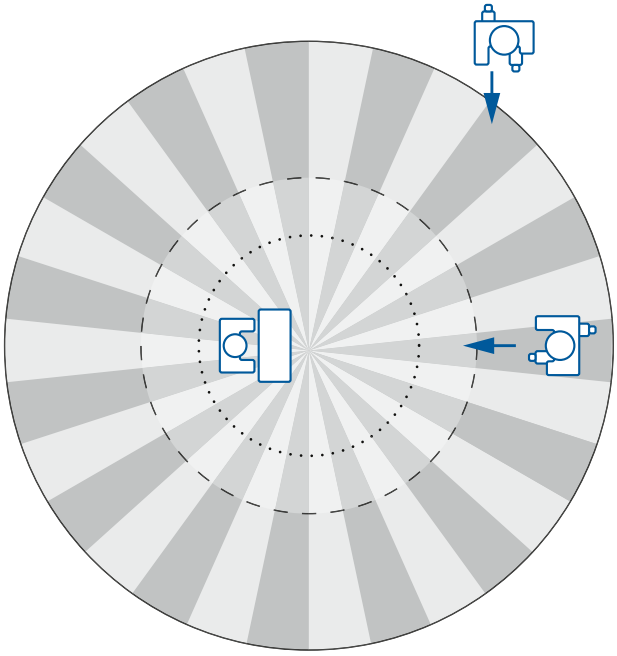


3: Das sensLAB am METAS: In der Mitte des Raumes verläuft die radiale, am Raumende die tangentiale Achse. Dazwischen steht der Testarm, während sich der Sensor am Deckenantrieb auf einer typischen Höhe von 2.5 m befindet.

verwendet, während der Sensor auf einem Linearantrieb parallel zur radialen Achse an der Decke montiert wird. Diese Dummies sind einem menschlichen Körper nachempfunden und mit Heizelementen versehen, um den Kopf, den Körper und die Beine unabhängig zu beheizen. Für den Kopf wird eine Temperatur von (14 ± 1) °C über der Raumtemperatur vorgegeben während für den Körper und die Beine eine Temperaturdifferenz von (7 ± 1) °C erforderlich ist (siehe Abb. 2).

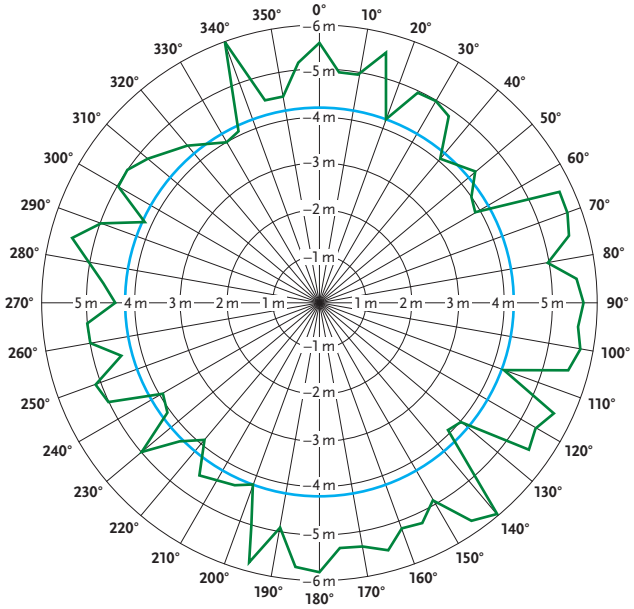
Die Voraussetzung, um diese konstanten Temperaturunterschiede zu garantieren, ist die Realisierung einer stabilen Raumtemperatur, welche am METAS mit (21.2 ± 0.2) °C gegeben ist. Um Sensormontagehöhen zwischen 3.7 m und 18.5 m zu simulieren, werden verschiedene Skalierungen der Dummies eingesetzt. Entsprechend werden zu einem lebensgrossen Dummy der Grösse von 175 cm auch verkleinerte Dummies im Verhältnis 1:2 und 1:5 eingesetzt.

Der Präsenzbereich (siehe Abb. 4) wird mit einem ebenfalls beheizten ((14 ± 1) °C über der Raumtemperatur) und automatisierten Testarm ermittelt, welcher den Unterarm einer Person nachbildet. Dieser Testarm simuliert eine 90° Unterarmbewegung während einer Sekunde und lässt eine horizontale und mit einer weiteren Konfiguration eine vertikale Bewegungsrichtung zu. Neben der Temperaturstabilität des Messraumes müssen auch entsprechend Raumdimensionen vorhanden sein, um die Messanlage installieren zu können. Am METAS steht eine Raumlänge von 15 m, eine -höhe und -breite von 5 m zur Verfügung. Darin lässt sich in der Längsachse der Raummitte einen radialen Verfahrweg von 12.4 m und senkrecht dazu am Raumende über die ganze Raumbreite ein tangentialer Bewegungsbereich von ± 1.7 m realisieren. Durch den Einsatz eines 1:5-Dummy kann somit ein Bewegungsbereich von radial 62 m und tangential ± 8.5 m abgedeckt werden. Weiter lässt sich der Sensor am Deckenantrieb

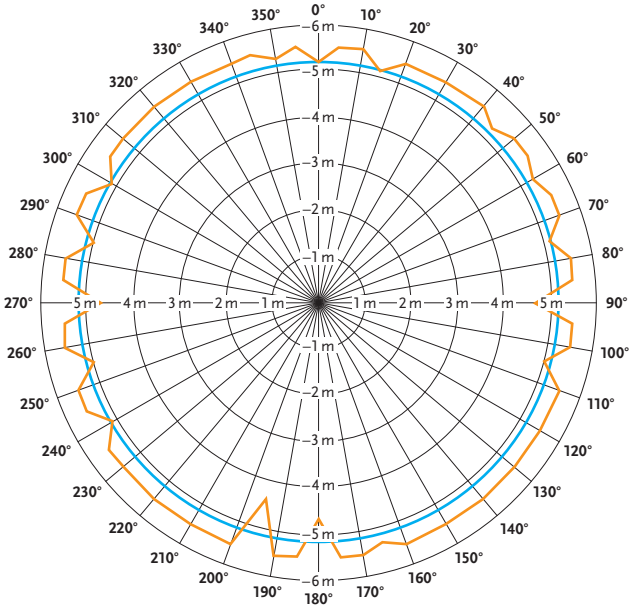


4: Die tangentiale Erfassung beschreibt das Sensorverhalten, wenn sich eine Person quer zum Erfassungsbereich des Sensors bewegt (durchgezogene Linie). Bei einer radialen Erfassung bewegt sich eine Person direkt auf den Sensor zu, auf einer Linie vom Rande des Erfassungsbereiches zum Sensor hin (gestrichelte Linie). Der Präsenzbereich beschreibt die Erfassung von kleinen Bewegungen (gepunktete Linie) (Drehung des Kopfes, Bewegung des Unterarms).

auf einer Länge von 13.6 m über die tangentiale Achse verfahren (siehe Abb. 3). Alle Linearantriebe der drei Achsen sind so gestaltet, dass sich eine Masse von 60 kg mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s verschieben lässt und eine Positioniergenauigkeit von < 2 mm erreicht wird.



5: Als Beispiel das Resultat eines radialen Erfassungsbereichs (grün, ausgedrückt in Metern) mit entsprechender idealisierter geometrischen Form (blauer Kreis) unter Berücksichtigung des 15-%-Kriteriums.



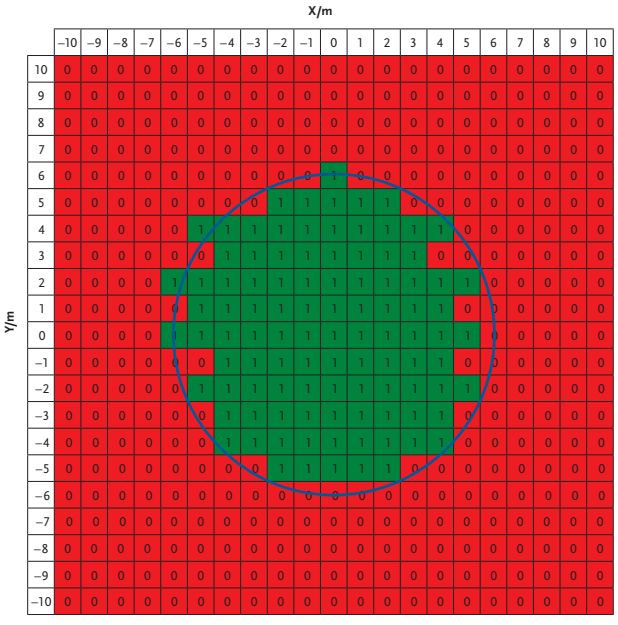
6: Als Beispiel das Resultat eines tangentialen Erfassungsbereichs (orange, ausgedrückt in Metern) mit entsprechender idealisierter geometrischen Form (blauer Kreis) unter Berücksichtigung des 15-%-Kriteriums.

Messverfahren gemäss IEC 63180:2020

Bei einer radialen Messung wird der Erfassungsbereich ermittelt, wenn sich eine Person auf einer Gerade vom Ende des Erfassungsbereichs direkt auf den Sensor zu bewegt (siehe Abb. 5 grüne Messdaten). Dabei wird der ganze Winkelbereich des Sensors geprüft bei dem der Dummy für jeden Winkel (typ. 10° Schritte) mit einer bestimmten Geschwindigkeit auf den Sensor zu bewegt wird. Durch die Aufzeichnung der Dummyposition zum Sensor bei einer Auslösung kann der radiale Erfassungsbereich im Anschluss in einem Polardiagramm dargestellt werden.

Bei einer tangentialen Bewegungsmessung wird der Sensor auf einen definierten Winkel und Position eingestellt. Der Dummy bewegt sich quer bzw. parallel am Sensor vorbei (typ. ± 0.5 m in jede Richtung zentrisch zur Sensorbewegungsachse). Eine Rasterdarstellung zeigt den gemessenen Sensitivitätsbereich des Sensors. Bei der Ermittlung des maximalen tangentialen Erfassungsbereiches (siehe Abb. 6 orange Messdaten) wird die Sensorposition ermittelt, bei welcher ein Verfahren des tangentialen Dummies eine Sensorauslösung verursacht. Dabei ist der tangentiale Verfahrweg abhängig von der Sensorposition und beträgt stets ± 5° (totaler tangentialer Verfahrweg nie < 1 m). Diese Messung wird an definierten Winkelpositionen (typ. 10° Winkelschritte) des Sensors in 360° durchgeführt und in einem Polardiagram dargestellt.

Für die Präsenzmessung wird der Testarm an die radiale Achse geschoben, so dass der Drehpunkt des Testarmes zentrisch auf der Sensorachse an der Sensorposition 0 m zu liegen kommt. Durch die Ausführung der 90°-Bewegung in horizontaler Richtung bei den bestimmten Winkel- und Sensorpositionen kann eine Rasterdarstellung als Abbild des Präsenzbereichs erzeugt werden (siehe Abb. 7). Anschliessend werden die Präsenzmessung für die vertikale Bewegungsrichtung wiederholt und beide Resultate werden in einer kombinierten Rasterdarstellung repräsentiert. Diese gibt darüber Auskunft, ob der Sensor eine Bewegung an der jeweiligen Messposition detektiert hat.



7: Als Beispiel die Darstellung einer Präsenzmessung mit entsprechender idealisierten geometrischen Form (blauer Kreis) unter Berücksichtigung des 15-%-Kriteriums.

Zum Schluss werden eine idealisierte geometrische Form beispielsweise ein Kreis über die Messdaten gelegt und die Parameter (bei einem Kreis der Radius) bestimmt, bei welchen gemäss der Norm maximal 15 % der Messpunkte innerhalb dieses Kreises keine Detektion festgestellt werden konnte (siehe blaue Kreise in Abb. 5–7).

Alle Messresultate werden in einem digitalen Messbericht zusammengefasst, um die Daten in gängigen Datenformaten für die maschinenlesbare Weiterverarbeitung in Planungs- und Designprogrammen zur Verfügung zu stellen.

Ausblick

Die Messinfrastruktur ist momentan darauf ausgerichtet, passive Infrarotsensoren gemäss den Anforderungen der heute verfügbaren Normen auszumessen. Die Weiterentwicklung von Sensoren zur Lichtsteuerung geht in Richtung aktive Sensoren, welche Ultraschall- oder Hochfrequenzstrahlung aussenden und die von der Umgebung reflektierte Strahlung wieder detektieren und analysieren.

Um auf die zukünftigen Entwicklungen dieser aktiven Sensoren vorbereitet zu sein, wird die Anlage dahingehend weiterentwickelt.

Referenzen

[1] Leitfaden für den Einsatz von Sensorik in Lichtanwendungen, Schweizerische Licht Gesellschaft und sensNORM, 2019, Rev. 5

[2] http://www.sensnorm.com/de/, zuletzt besucht: 28.02.2021

[3] IEC 63180:2020 Methods of measurement and declaration of the detection range of detectors – Passive infrared detectors for major and minor motion detection, IEC, Genf, 2020

Kontakt:
Dr. Florian Stuker
Wissenschaftlicher Mitarbeiter Labor Optik
florian.stuker@metas.ch
+41 58 387 01 20

sensLAB – détecteurs de mouvements et de présence au banc d'essai

Les capteurs de mouvement et de présence ont un rôle de plus en plus important dans la technique d'éclairage moderne. Ils permettent de gérer selon la situation et les besoins les éclairages dans les espaces intérieurs et extérieurs et peuvent en même temps contribuer de manière significative à réduire la consommation énergétique. Des capteurs performants ont été mis au point ces dernières années; ils permettent une gestion précise et fiable des éclairages.

La qualité et les performances des capteurs se distinguent par des caractéristiques comme la sensibilité, la portée et la fiabilité. Certes, des étalons de contrôle ont été définis récemment sous la houlette de l'association des fabricants européens de capteurs sensNORM afin de disposer d'une qualification uniforme. Toutefois, les contrôles à proprement parler n'ont jusqu'à maintenant été réalisés que par quelques fabricants eux-mêmes.

Contrôler un capteur consiste à établir si le capteur décèle le mouvement d'un fantôme chauffé qui s'approche et s'éloigne du capteur selon des directions différentes et à des conditions définies. L'installation de METAS effectue en grande partie de manière automatique les procédures d'examen prévues pour les différents types de capteurs.

sensLAB – Sensori di movimento e di presenza sul banco di prova

I rilevatori di movimento e di presenza stanno diventando sempre più importanti nella moderna tecnologia dell'illuminazione. Essi consentono di controllare le condizioni di illuminazione situazionali e in funzione del fabbisogno negli ambienti interni ed esterni, contribuendo in modo significativo al risparmio energetico. Negli ultimi anni sono stati sviluppati sensori efficienti che permettono un controllo preciso e affidabile dell'illuminazione.

La qualità e l'efficienza dei sensori si contraddistinguono per caratteristiche quali ad esempio la sensibilità, la portata e l'affidabilità. Per garantire una qualificazione uniforme, sotto la guida dell'associazione dei produttori europei di sensori sensNORM sono stati recentemente stabiliti standard di prova. I test veri e propri, tuttavia, sono stati finora effettuati solo da alcuni produttori stessi.

Testare un sensore significa determinare se il sensore rileva il movimento di un fantoccio riscaldato, che si avvicina al sensore da diverse direzioni e in condizioni definite e se ne allontana di nuovo. L'impianto del METAS esegue le procedure di test previste per i diversi tipi di sensori in modo in gran parte automatizzato.

sensLAB – Putting motion and presence sensors to the test

Motion and presence sensors are increasingly important in today's lighting technology. They can be used to control lighting conditions in indoor and outdoor spaces depending on the current situation and requirements. At the same time, they can also help to save energy. In recent years, for example, high-performance sensors have been developed for precise and dependable lighting control.

The quality and performance of sensors are based on parameters such as their sensitivity, range and dependability. To support uniform qualification procedures, a set of test standards was recently defined under the auspices of sensNORM, the association of European sensor manufacturers. Until now, however, the actual tests were only performed by a few of the manufacturers themselves.

The test procedure involves determining whether the sensor correctly detects movement of a heated test dummy that approaches and moves away from the sensor in different directions under defined conditions. The METAS system performs the defined test procedures for different sensor types on a largely automated basis.