

Hochenergieeffiziente Präsenzmelder und Endverbrauchstechnologien

LowEnergyHaustechnik H. Schöberl,
R. Hofer,
R. Mudri

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

33/2014

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Hochenergieeffiziente Präsenzmelder und Endverbrauchstechnologien

DI Helmut Schöberl
DI Richard Hofer
Schöberl & Pöll GmbH

Wien, April 2014

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse www.HAUSderZukunft.at Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Kurzfassung | 9 |
| Abstract | 11 |
| 1 Einleitung..... | 13 |
| 2 Stand der Technik | 14 |
| 2.1 Markt- und Energieverbrauchsanalyse..... | 14 |
| 2.2 Einsparpotenzial - Analyse | 16 |
| 3 Skizzierung eines hochenergieeffizienten Präsenzmelders (AP2) | 18 |
| 3.1 Grundlage für das gegenständliche Projekt | 18 |
| 3.2 Herstellung des Prototyps | 18 |
| 3.2.1 Sensorik..... | 18 |
| 3.2.2 Spannungsversorgung..... | 19 |
| 3.2.3 Ausgangsstufe | 21 |
| 3.2.4 Prototyp | 21 |
| 3.3 Stromverbrauchsmessung | 23 |
| 3.3.1 Messaufbau | 23 |
| 3.3.2 Messergebnisse - konventionelle Bewegungsmelder | 27 |
| 3.3.3 Messergebnisse – hochenergieeffizienter Präsenzmelder-Prototyp..... | 27 |
| 3.4 Weiterer Forschungsbedarf..... | 28 |
| 4 Übertragung auf andere Endverbrauchstechnologien (AP3)..... | 32 |
| 4.1 Allgemein..... | 32 |
| 4.2 Optimierung Sonnenschutz-Steuerung | 32 |
| 4.3 Optimierung Funk-Wetterstation | 34 |
| 4.4 Raumautomationsstation..... | 36 |
| 5 Zusammenfassung der Projektergebnisse | 38 |
| 6 Ausblick und Empfehlungen | 39 |
| 7 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis | 41 |
| 7.1 Literaturverzeichnis | 41 |
| 7.2 Abbildungsverzeichnis..... | 42 |
| 7.3 Tabellenverzeichnis..... | 44 |

Kurzfassung

Ausgangssituation/Motivation

Endverbrauchstechnologien werden in Plus-Energie-Bürogebäuden und Bürogebäuden in großen Stückzahlen zur Steuerung von Beleuchtung, Lüftungsanlagen, usw. eingesetzt. Hochenergieeffiziente Präsenzmelder, Sonnenschutzsteuerungen, usw. sind am Markt defacto nicht vorhanden. Standby-Verbräuche für derzeit erhältliche Komponenten, beispielsweise von Bewegungsmeldern, liegen in der Größenordnung von 0,8 bis 1,8 W. Für Plus-Energie-Bürogebäude ist die Minimierung des Stromverbrauchs dieser Komponenten ein wesentliches Kriterium, um mehr Energie am Standort erzeugen zu können, als zu verbrauchen.

Inhalte und Zielsetzungen

Das übergeordnete Ziel dieses Projekt war es zu zeigen, dass bei Endverbrauchstechnologien wie Präsenzmelder enorme Energieeinsparpotenziale (ca. 90 %) liegen und dies anhand der Skizzierung eines hochenergieeffizienten Präsenzmelders, welcher bei Optimierung einen Standby-Verbrauch von unter 0,05 W aufweisen soll, zu dokumentieren. Weitere Ziele waren die Erhebung des Stands der Technik bei derzeit erhältlichen Bewegungsmeldern und die Untersuchung der Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse auf andere Endverbrauchstechnologien.

Methodische Vorgehensweise

Zur Erhebung des Stands der Technik wurde eine Markt- und Energieverbrauchsanalyse durchgeführt. Es wurden Bewegungsmelder und drei üblichen Steuerkomponenten gemessen. In einer Einsparpotenzial-Analyse wurden die wichtigsten Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch dieser Komponenten bestimmt. Auf Basis der Erhebungen wurde hochenergieeffizienter Präsenzmelder-Prototyp gebaut und dabei der Aufbau von Sensorik, Spannungsversorgung und Ausgangsstufe optimiert. Der Prototyp wurde laufend gemessen und optimiert, um den Standby-Verbrauch von unter 0,05 W zu erreichen. Die Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse aus der Entwicklung des hochenergieeffizienten Präsenzmelders wurde anhand drei verschiedener typischer Steuerkomponenten untersucht und ausgeführt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im Projekt wurde erfolgreich ein hochenergieeffizienter Präsenzmelder skizziert, welcher den angestrebten Standby-Energieverbrauch von 0,05 W unterschreitet. Die Stromverbrauchsmessung hat ergeben, dass in der 24 V Version ein Standby-Verbrauch von 0,0076 W und in der 230 V Version ein Standby-Verbrauch von 0,038 W erreicht wird. Der Standby-Verbrauch wird um bis zu 95 % gegenüber konventionellen Bewegungsmeldern reduziert. Zusätzlich zum Präsenzmelder wurden drei Komponenten umgebaut und optimiert.

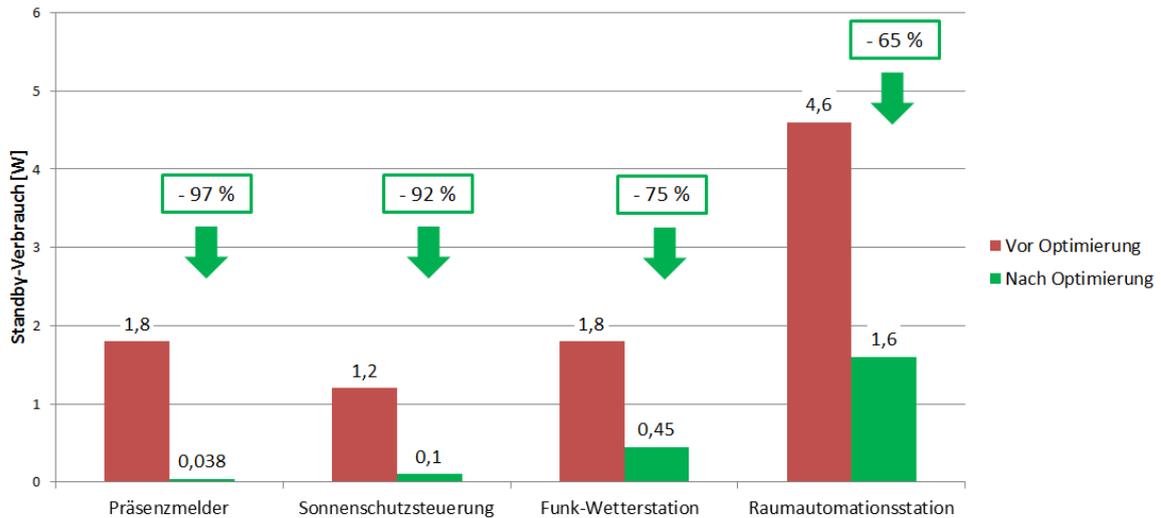


Abbildung 1: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche der optimierten Komponenten: Präsenzmelder, Sonnenschutzsteuerung, Funk-Wetterstation, Raumautomationsstation (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll)

Ausblick

Hinsichtlich der Energieeffizienz wurde die aktuelle Technologie beim Betrieb von Präsenzmeldern ausgereizt. Zukünftige zu entwickelnde Präsenzmelder sind zur Erkennung von regungslosen Personen in der Lage. Bei derzeit erhältlichen Bewegungsmeldern wird die Erfassung regungsloser Tätigkeiten durch lange Nachlaufzeiten kompensiert, was zu einem hohen Energieverbrauch der gesteuerten Haustechnikkomponenten führt (z.B. Beleuchtung). Basiskomponente dieses Melders ist der Panasonic Grid-Eye mit 64 Temperaturpunkten. Die Erfassung von regungslosen Personen wird durch die ständige Auswertung der 64 Temperaturpunkte möglich sein. Änderungen der Anwesenheit können so innerhalb einer Sekunde erkannt werden.

Abstract

Starting point/Motivation

End user technologies are used in plus-energy office buildings and office buildings in great numbers to control lightning, ventilation systems etc. Highly energy efficient presence detectors, control systems for sun shades etc. are defacto not available on the market. The Standby power consumption for currently available products, for example motion detectors, lies around 1 to 3 W. For plus-energy office buildings the minimization of the power consumption of these components are a central criterion to produce more energy on the site of the building than to consume.

Contents and Objectives

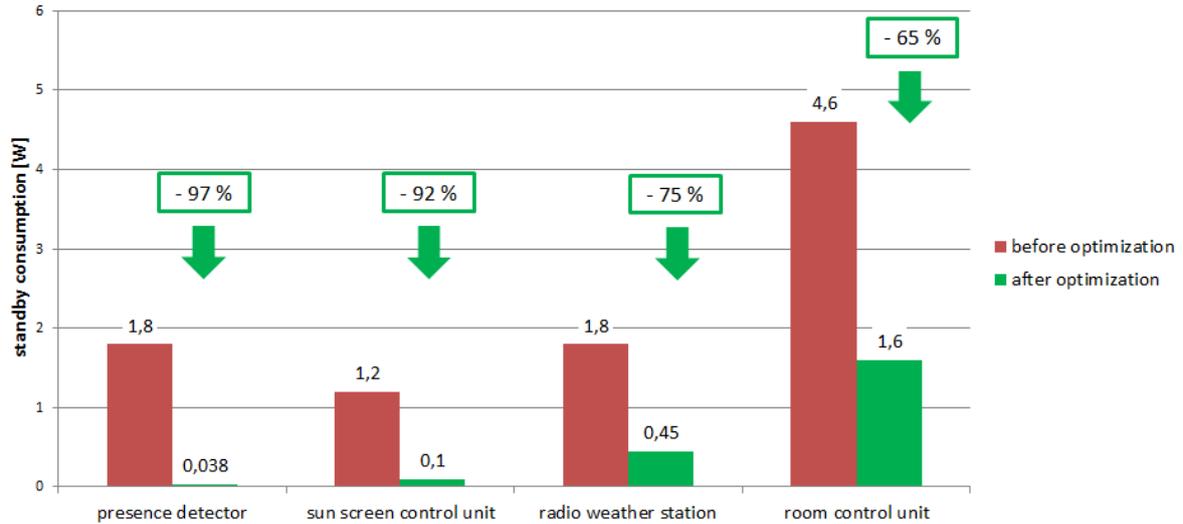
The superior goal of this project was to show that end user technologies such as presence detectors have great energy saving potentials (up to 90 %) and to document this by sketching a highly efficient presence detector which should have a standby consumption under 0,05 W after optimization. Further goals were to document the state of the art for motion detectors now available and a study how to transfer the gained knowledge to other end user technologies.

Methods

For documenting the state of the art a market and energy consumption analysis was made. The energy consumption of motion detectors and three typical control components were measured. In a saving potential analysis the most important factors for the energy consumption of these components were determined. A highly energy efficient presence detector prototype was built on basis of these results by optimizing the construction of the sensor, the power supply and the output circuit. The prototype was measured constantly and optimized to reach a standby consumption of under 0,05 W. The transfer of the gained knowledge from the development of the highly energy efficient presence detector was examined and implemented in three typical control components.

Results

A highly energy efficient presence detector was successfully sketched in this project, which undercuts the intended standby consumption of 0,05 W. The results of the energy measurement show a standby consumption of 0,0076 W (24 V version) and a standby consumption of 0,038 W (230 V version). The standby consumption in comparison to conventional motion detectors was reduced by 95 %. In addition three components were modified and optimized.



graphic 2: comparison of the standby consumption of the optimized components: presence detector, sun screen control unit, radio weather station and room control uni (data: MachineVision Robert Mudri, graphic: Schöberl & Pöll GmbH)

Prospects / Suggestions for future research

The actual technology of presence detectors is exhausted concerning the minimization of standby consumption. The next generation of presence detectors have the ability to detect motionless persons. Motion detectors available now compensate the detection of motionless persons by long follow-up times, which leads to a high energy consumption for the controlled building service components (for example lighting). The core component of these next generation detectors is the Panasonic Grid-Eye with 64 temperature points. The detection of motionless persons will be possible by the continuous analysis of the 64 temperature points. The change of presence can be detected within one second.

1 Einleitung

Passive Infrarot-Sensoren (PIR), umgangssprachlich häufig auch als Bewegungsmelder bekannt, nutzen die Wärmestrahlung, die von Menschen ausgeht, um die Anwesenheit oder Bewegung von Personen im Erfassungsbereich zu detektieren und damit nachgeschaltete Geräte oder Funktionen zu steuern. Diese Funktionen dienen je nach Anwendung einerseits zum Komfortgewinn, andererseits auch zum Sicherheitsgewinn. Bewegungsmelder sind seit vielen Jahren bewährt und werden in weiten Bereichen der Haustechnik eingesetzt. Die Sensoren werden in Beleuchtungssystemen, zur Lüftungssteuerung, für Alarmanlagen und für zahlreiche andere Systeme, bei denen eine von der Bewegung oder Anwesenheit einer Person abhängige Aktion gesetzt werden soll, eingesetzt.



Abbildung 3: konventionelle Bewegungsmelder für Wand und Deckenmontage [KIP13] [CHI13]

Vor allem in Bürogebäuden werden diese Sensoren für eine Vielzahl an Aufgaben eingesetzt. Alleine in Österreichs größtes Plus-Energie-Bürogebäude am Getreidemarkt für 300 Arbeitsplätze werden ca. 550 dieser Sensoren eingesetzt.

Die derzeit auf dem Markt erhältlichen Sensoren genügen jedoch aufgrund ihres hohen Eigenenergieverbrauchs (Standby-Verbrauch zwischen 0,8 und 1,8 W) nicht den hohen Ansprüchen eines Plus-Energie-Gebäudes. Aus diesem Grund wurde die Entwicklung eines energieeffizienten Prototypen begonnen. Es wird auch untersucht inwiefern die Erkenntnisse aus der Entwicklung des Sensor-Prototyps auf andere Endverbrauchstechnologien, wie z.B. Sonnenschutzsteuerungen umgelegt werden können.

2 Stand der Technik

2.1 Markt- und Energieverbrauchsanalyse

Bewegungsmelder werden heute von sehr vielen Herstellern weltweit angeboten und vertrieben. Von der technischen Funktion gesehen sind die Sensoren weitgehend ausgereift. Bei batteriebetriebenen Bewegungsmeldern wird dabei meist auch die Energieeffizienz der Komponenten berücksichtigt, da für Batteriewechsel möglichst lange Intervalle erreicht werden sollen. Bei netzbetriebenen Komponenten hat die Forderung nach niedrigem Energieverbrauch scheinbar geringere Priorität.

Im Zuge der Vorbereitungen zu diesem Projekt wurden unterschiedliche Bewegungsmelder hinsichtlich ihrer Standby-Verbrauchswerte gemessen. Bei zwei Standardmeldern aus Baumärkten sowie bei zwei Produkten namhafter Hersteller von Elektroinstallations-Komponenten wurde der Stromverbrauch im Betrieb und Standby gemessen:

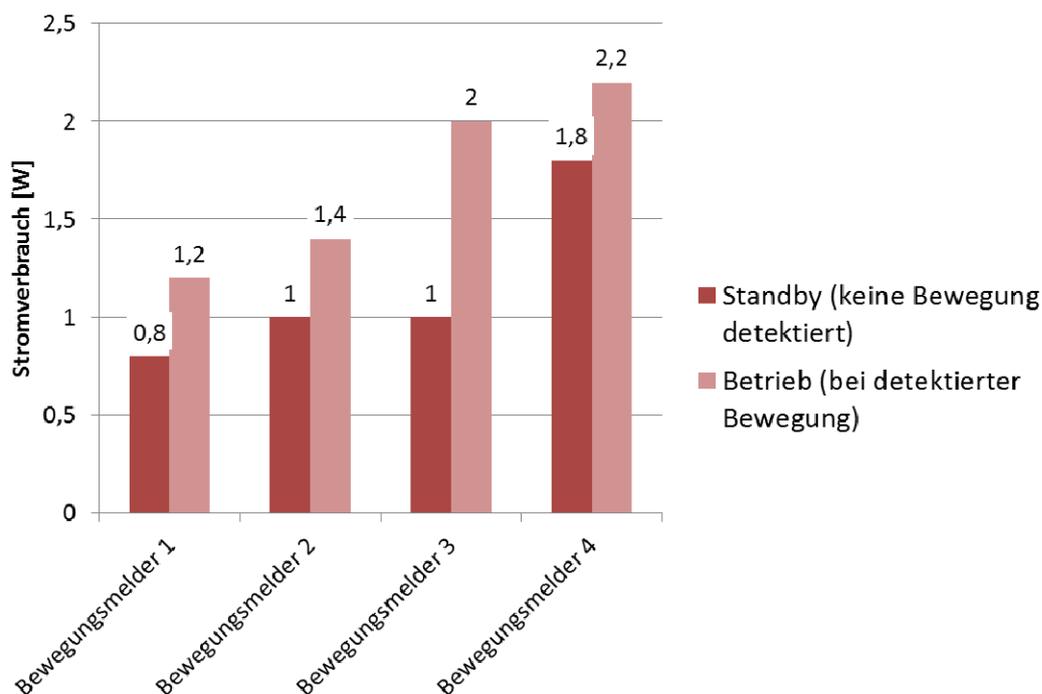


Abbildung 4: Zusammenfassung der Messergebnisse von konventionellen Bewegungsmeldern (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)

Da diese Sensoren normalerweise ganzjährig in Betrieb sind, wird ständig Strom im Standby verbraucht, unabhängig davon, ob etwas geschaltet wird oder nicht. Beispielsweise entsprechen 1,8 W einer Energiemenge von 8.672 kWh/Jahr bei 550 installierten Einheiten. Bei einem Strompreis von 0,2 €/kWh verursachen diese Bewegungsmelder Betriebskosten in Höhe von 1.734 €/Jahr. In Bürogebäuden werden oft wesentlich höhere Stückzahlen installiert. Daraus ergeben sich in Summe beträchtliche Stromkosten und Umweltbelastungen.

In ähnlicher Weise stellt sich die derzeitige Lage bei anderen Endverbrauchstechnologien dar: der Fokus liegt nicht auf dem Energieverbrauch. Untersucht wurden eine Sonnenschutzsteuerung, eine Funkt-Wetter-Station (Anzeige, Lan-Adapter für drahtlose Übertragung) und eine MSR-Raumautomationsstation.



Abbildung 5: Sonnenschutzsteuerung (Foto: Schöberl & Pöll GmbH)



Abbildung 6: Funkt-Wetter-Station (Anzeige, Lan-Adapter für drahtlose Übertragung)

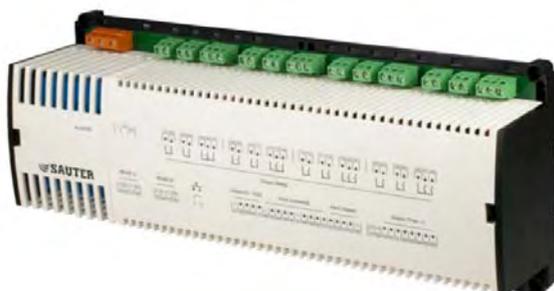


Abbildung 7: Raumautomationsstation (Quelle Produktbild: Sauter AG)

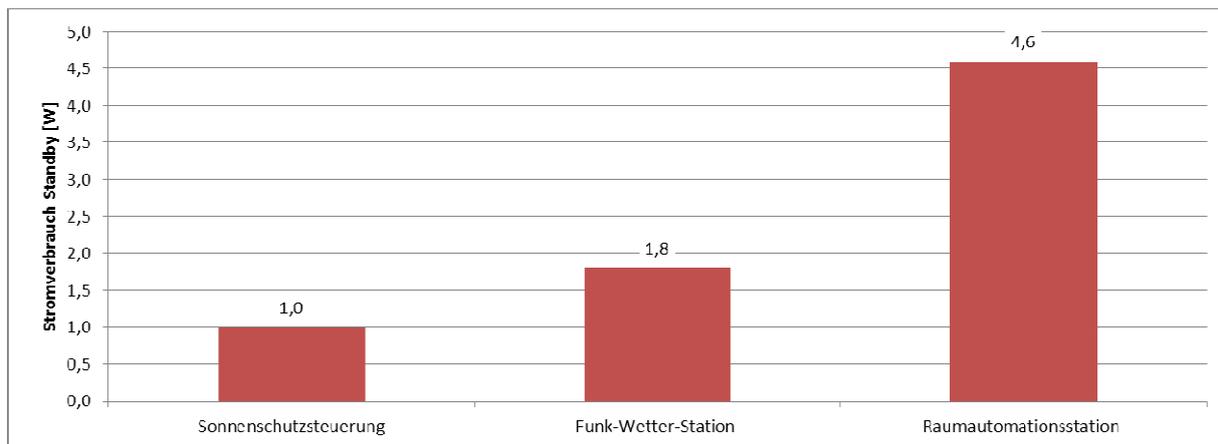


Abbildung 8: Zusammenfassung der Messergebnisse von Endverbrauchstechnologien vor der Modifikation: Sonnenschutzsteuerung, Funk-Wetter-Station und Raumautomationsstation (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)

Für Plus-Energie-Gebäude sind Komponenten mit einem hohen Standby-Verbrauch nicht geeignet. Daher ist es das Ziel, diese Komponenten im Zuge dieses Projekt energetisch zu verbessern und die Leistungsaufnahme zu reduzieren.

2.2 Einsparpotenzial - Analyse

Als Grundlage zum Projekt wurden die Haupteinflüsse für den hohen Stromverbrauch und Einsparpotenziale bei Bewegungsmeldern und anderen Endverbrauchstechnologien untersucht und analysiert. Im Wesentlichen sind drei Hauptquellen für den Energieverbrauch von Bewegungsmeldern verantwortlich:

- **Sensorik:** Das Prinzip der Bewegungsdetektion mit PIR-Sensoren ist seit vielen Jahren in der Praxis bewährt. Wichtig ist hier, bei einer Reduktion des Stromverbrauchs die Zuverlässigkeit der Detektion zumindest auf dem gleichen Niveau zu halten.
- **Spannungsversorgung:** Alle vier untersuchten Bewegungsmelder haben für die Spannungsversorgung die klassische Kombination aus Netztrafo, Gleichrichter und Längsregler. Bei zwei Bewegungsmeldern wurde die Gleichrichtung mit einem Brückengleichrichter realisiert, die übrigen beiden waren nur mit einer einzelnen Diode für eine Einweggleichrichtung ausgestattet. Bei Sonnenschutzsteuerung und Funk-Wetter-Station wurde der Transformator für die Generierung der Niederspannung als wesentliche Verlustleistungsquelle identifiziert.
- **Ausgangsstufe:** In allen vier Bewegungsmeldern wurde die Ausgangsspannung über ein Relais geschaltet. Bei drei Bewegungsmeldern (Nr. 1, 2 und 4) wurde bei Schaltung ein Anstieg im Stromverbrauch von 0,4 W gemessen. Bei einem Bewegungsmelder (Nr. 3) verursacht das Relais zum Schalten einen zusätzlichen

Stromverbrauch von 1 W. Die Ausstattung mit einem derartigen Relais erlaubt einen Schaltstrom von 13 A, was einer schaltbare Leistung von mehr als 2.500 W entspricht. Im Hinblick auf die Energieeffizienz ist aber in den wenigsten Einsatzbereichen damit zu rechnen, dass so hohe Leistungen geschaltet werden müssen.

Zusammenfassend ergeben sich folgende Priorität für die Stromverbrauchsoptimierung. Die Verringerung des Standby-Verbrauchs hat höchste Priorität, da diese Leistung zu 100% der Betriebsdauer auftritt und Einsparungen in diesem Bereich daher den größten Nutzen bringen.

Die Auswirkung von ineffizienten Bewegungsmeldern in einem Plus-Energie-Gebäude wird anhand folgender Hochrechnung dargestellt. Dabei wird der Anteil des Standby-Verbrauchs von 550 Stück am produzierten Fotovoltaik-Strom und das große Einsparpotenzial gezeigt.

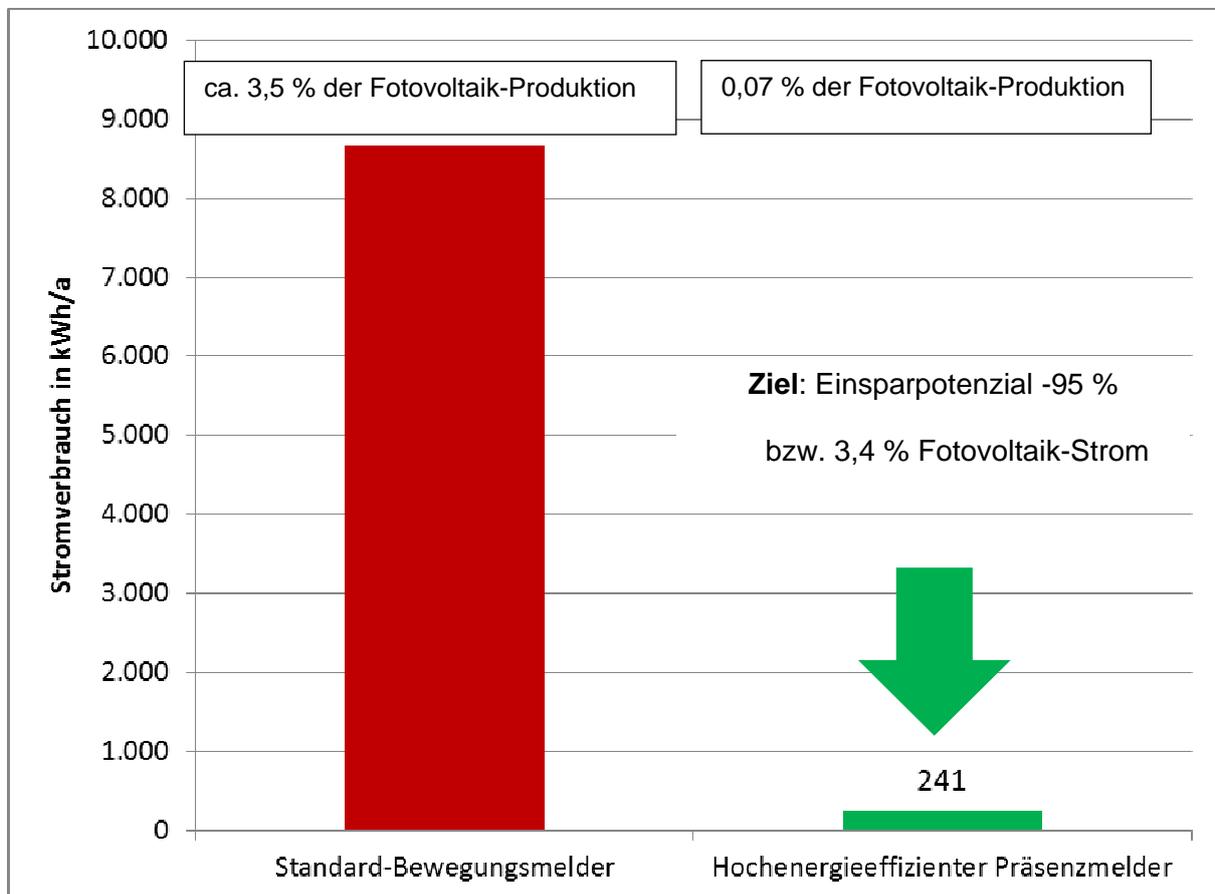


Abbildung 9: Darstellung des Anteils von konventionellen und hochenergieeffizienten Meldern am produzierten Fotovoltaik-Strom (Quelle: Schöberl & Pöll GmbH)

Die Grafik zeigt, dass nur eine einzelne Komponente 3,5 % des Fotovoltaik-Stroms verbraucht. Dies ist für ein Plus-Energie-Gebäude zu hoch. Aus diesem Grund wird in diesem Projekt ein hochenergieeffizienter Präsenzmelder-Prototyp skizziert, wo auch aufgezeigt wird, wie andere Endverbrauchertechnologien optimiert werden können.

3 Skizzierung eines hochenergieeffizienten Präsenzmelders (AP2)

3.1 Grundlage für das gegenständliche Projekt

Als wichtigste Vorarbeit zu dem gegenständlichen Projekt zählen die ersten Prototypen eines energieeffizienten Präsenzmelders, welche für das HDZ-Demoprojekt „TU Plus Energie-Bürohaus“ entwickelt wurden. Der Präsenzmelder wurde mit weltweit verbreiteten elektronischen Bauteilen gebaut. Erste Tests mit Standardkomponenten zeigen, dass bei entsprechender Optimierung eine sehr niedrige Leistungsaufnahme unter 0,05 W erreicht werden kann.

Dieser erste Prototyp wird in diesem Projekt weiterentwickelt und verbessert um die hohen Anforderungen des Bürobaus im Speziellen des Plus-Energie-Bürobaus zu erreichen. Der Fokus liegt dabei auf der extremen Reduzierung des Standby-Verbrauchs und der Optimierung der Nachlaufzeiten durch die hochsensible Bewegungserkennung.

Als Projektergebnisse sollen ausgereifte Prototypen entstehen, die zu vergleichbaren Kosten wie bisherige Sensoren produziert und angeboten werden können.

3.2 Herstellung des Prototyps

In diesem Abschnitt wird auf Basis der wichtigsten Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch (siehe Kapitel 2.2) der Prototyp eines hochenergieeffizienten Präsenzmelders skizziert.

3.2.1 Sensorik

Als Kernkomponente wird der Sensor eines batteriebetriebenen Bewegungsmelders verwendet, der vorwiegend für Funk-Alarmanlagen verwendet wird. Diese Kernkomponente arbeitet nach dem klassischen Prinzip eines PIR-Detektors (Passiv Infrarot) und ermöglicht die sichere Erfassung von bewegten Personen im Überwachungsbereich bei niedrigem Eigen-Stromverbrauch. Diese Komponenten haben aufgrund Ihrer Verwendung in batteriebetriebenen Detektoren und dem daraus resultierenden niedrigen Stromverbrauch alle notwendigen Voraussetzungen für die Konzeption eines hochenergieeffizienten Präsenzmelders. Der Sensor ist für den Betrieb mit 230 und 24 V DC geeignet bzw. adaptierbar.

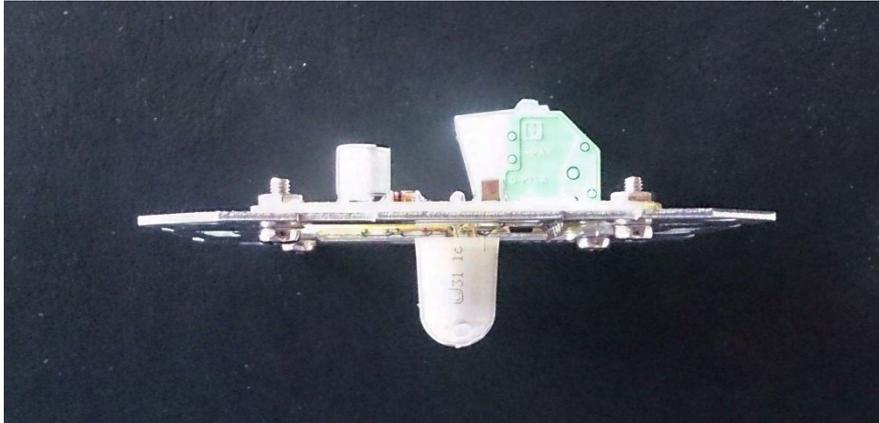


Abbildung 10: Kernkomponente des hochenergieeffizienten Präsenzmelders (Quelle: MachineVision Robert Mudri)

3.2.2 Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung der Sensoren (Eingangsstufe) beeinflusst den Standby-Verbrauch wesentlich. Häufig werden für die Generierung notwendigen Niederspannung klassische Transformatoren verwendet. Diese Transformatoren werden für die maximal notwendige Versorgungsleistung spezifiziert und sind somit überdimensioniert. Dadurch ist es in jedem Betriebszustand notwendig, immer die gesamten Ummagnetisierungsverluste der Transformatorenbleche abzudecken. Bei diesen ungünstigen Betriebszuständen werden 90 % der aufgenommenen Leistung in den Transformatoren verbraucht.

Eine Alternative dazu wäre der Einsatz von Schaltnetzteilen, die die primäre Eingangsspannung (230V AC) gleichrichten und mit Schalttransistoren daraus die entsprechende Niederspannung generieren. Der Aufwand dafür ist aber vor allem für geringe Ausgangsleistungen sehr hoch und wurde daher nicht weiter verfolgt.

Klassische längsgeregelte Spannungsversorgungen sind für den Einsatz bei Netzspannung nicht geeignet, da die Verluste in den notwendigen Vorwiderständen viel zu hoch wären.

Eine im Sinne der Energieeffizienz interessante Alternative ergibt sich bei Wechselspannungs-Anwendungen durch den Einsatz von Kondensatoren für die Strombegrenzung. Diese bieten den wesentlichen Vorteil, dass an ihnen keine Verlustleistung anfällt, da im Gegensatz zu Widerständen an Kondensatoren nur Blindleistungsanteile anfallen, die keinerlei Erwärmung verursachen und somit der Stromverbrauch reduziert werden kann:

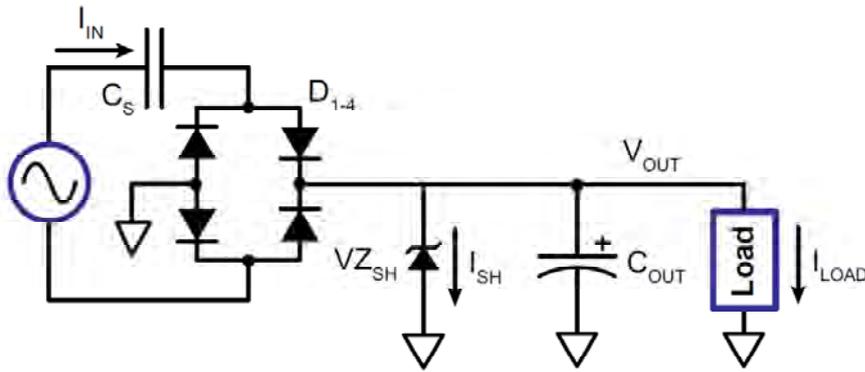


Abbildung 11: Aufbau der Schaltung für 230 V: Spannungsversorgung – Schritt 1 (Quelle: MachineVision Robert Mudri)

In diesem Schaltungsbeispiel dient der Kondensator C_S zur Strombegrenzung, es fallen neben den relativ geringen Verlustleistungen in den Gleichrichterdioden D_1 bis D_4 lediglich die Verluste in der spannungsstabilisierenden Zenerdiode an.

Um die Verluste weiter zu minimieren, wird in Schritt 2 die Zenerdiode durch eine Seriodiode und einen Schalttransistor ersetzt:

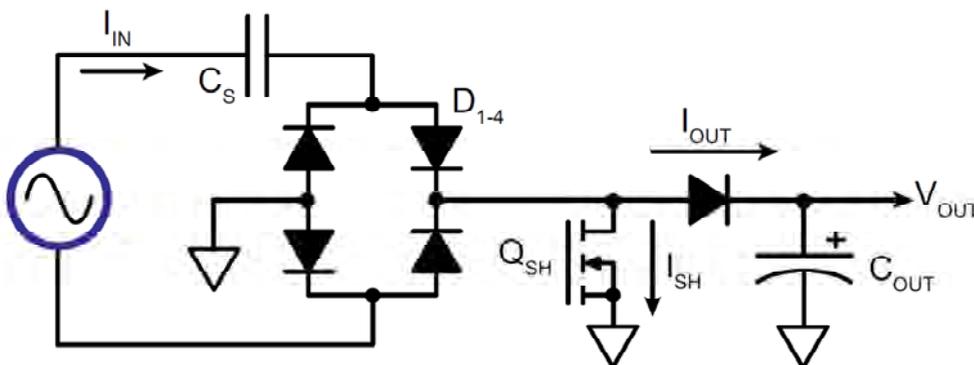


Abbildung 12: Aufbau der Schaltung 230 V: Spannungsversorgung – Schritt 2 (Quelle: MachineVision Robert Mudri)

Das Prinzipbild in Abbildung 13 zeigt die Funktionsweise der Schaltung. Grundsätzlich wird die Eingangsspannung über einen Vollweg-Gleichrichter gleichgerichtet. Zur Strombegrenzung wird ein Serienkondensator verwendet, an dem aufgrund der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung praktisch keine Verlustleistung auftritt. Die Eingangsspannung wird immer nur solange auf den Ausgang durchgeschaltet, bis die gewählte Ausgangsspannung erreicht wird. Zu diesem Zeitpunkt wird der Transistor durchgeschaltet und verhindert ein weiteres Ansteigen der Ausgangsspannung. Das Netz wird mit derartigen Schaltungen weitestgehend gleichmäßig belastet, da der fließende Strom praktisch nur durch den Serienkondensator C_S bestimmt wird. Es fallen nur sehr geringe Verlustleistungen in den Gleichrichterdioden und im Schalttransistor an. Neben der geringen Verlustleistung bietet diese Schaltungsvariante noch den Vorteil, dass Spannungsrückwirkungen und Oberwellen in der Netzspannung auf ein Minimum reduziert werden.

Synchronous CCSS Timing

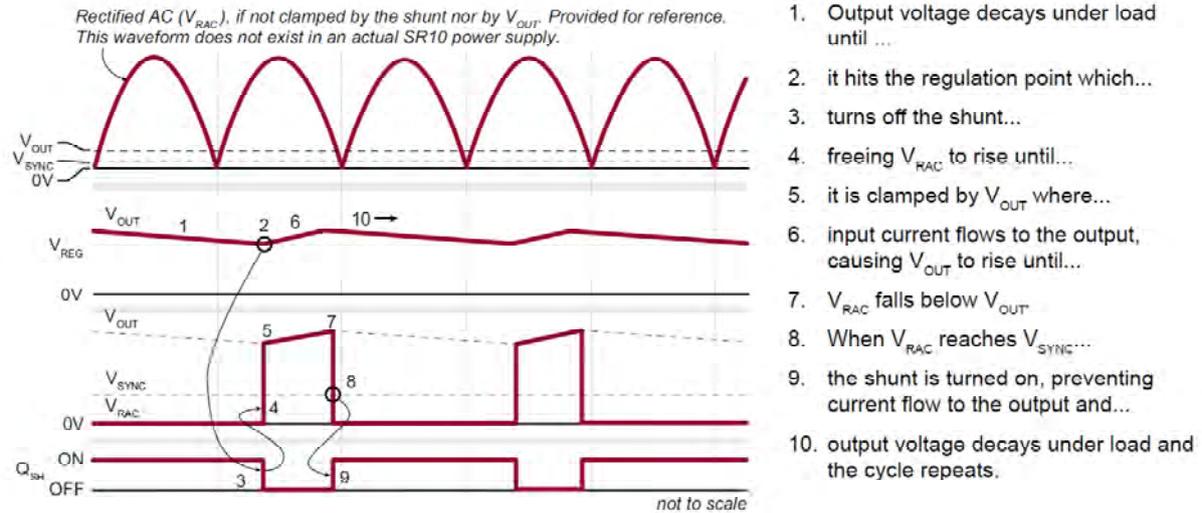


Abbildung 13: Darstellung des Prinzips einer CCSS-Schaltung (Quelle: Supertex Inc.)

3.2.3 Ausgangsstufe

Die Ausgangsstufe ist für die Aktivierung von nachgeschalteten Komponenten (Beleuchtung, Lüftung, usw.) verantwortlich. Der Stromverbrauch reduziert sich daher auf den Moment des Schaltens. Das Einsparungspotenzial ist hier also deutlich geringer als bei der ständig aktiven Eingangsstufe (Spannungsversorgung).

Als Ausgangsstufe bei konventionellen ineffizienten Bewegungsmeldern werden oft überdimensionierte Relais verwendet, welche für große Schaltströme (10 Ampere, teilweise sogar 16 Ampere) ausgelegt sind. Derartige Relais brauchen auch entsprechend dimensionierte Relaispulen, um die Kontakte zuverlässig zu bewegen. Dies führt zu einem Mehrverbrauch beim Schalten in konventionellen Bewegungsmeldern. Hohe Leistungen von 0,4 W und mehr sind hier übliche Größenordnungen (siehe Messergebnisse Kapitel 2.1).

Derart große Schaltströme sind für die Steuerung von nachgeschalteten Komponenten z.B. Beleuchtung nicht notwendig. 1 Ampere bei 230 V ist ausreichend, um Beleuchtungskörper mit 200 W ohne Probleme zu schalten. Dadurch können entweder die Relais entsprechend kleiner dimensioniert werden oder auch Thyristoren bzw. Optokoppler mit Thyristorstufen verwendet werden. Auf diese Weise lässt sich die für die Ausgangsstufe notwendige Verlustleistung auf 0,1 bis 0,2 W zu reduzieren. Diese Verbräuche treten nur während des Schaltens für extrem kurze Zeitabschnitte auf und haben keinen Einfluss auf den Standby-Verbrauch.

3.2.4 Prototyp

Der fertiggestellte Sensor wurde in ein Blindgehäuse eines namhaften Herstellers zur optisch unauffälligen Integration in die übrigen Elektroinstallationen eingebaut.



Abbildung 14: Fertiggestellter Präsenzmelder-Prototyp (Quelle: MachineVision Robert Mudri)



Abbildung 15: Erste Anwendung in einem Gangbereich zur Schaltung der Beleuchtung (Foto: Schöberl & Pöll GmbH)

Der Prototyp findet bereits in Österreichs größten Plus-Energie-Bürogebäude [PLUS14] Anwendung, wo ca. 550 dieser Präsenzmelder verbaut sind und im Plus-Energie-Dachgeschoßausbau [SCH12].



Abbildung 16: Anwendung in Österreichs größtem Plus-Energie-Bürogebäude am Getreidemarkt zur Schaltung der Beleuchtung (Foto: Schöberl & Pöll GmbH)

3.3 Stromverbrauchsmessung

3.3.1 Messaufbau

Im Zuge des Projekts wurden Stromverbrauchsmessungen von konventionellen Bewegungsmeldern und dem skizzierten Prototyp durchgeführt. Die Leistung der Standard-Bewegungsmelder (siehe auch Kapitel 2.1) wurde mit dem Leistungsmessgeräten Voltcraft SBC-500 durchgeführt.



Abbildung 17: Strommessgerät Voltcraft SBC-500 (Quelle: Voltcraft)

Tabelle 1: Technische Daten Voltcraft SBC-500 (Quelle: Voltcraft)

| Parameter | Wert | Genauigkeit* |
|------------------------------------|----------------------|------------------|
| Betriebsspannung: | 230 V/AC, 50 Hz | --- |
| Knopfzellen-Batterien: | 2 x 1,5 V (Typ LR44) | --- |
| Eigen-Verbrauch: | < 1 W | --- |
| Netzfrequenz: | 40 - 70 Hz | --- |
| Max. Leistung/Strom/Spannung: | 1150 W / 5 A / 230 V | --- |
| Min. messbare Leistung: | 0,05 W (0,0002 A) | --- |
| Mess-/Anzeigebereich Wirkleistung: | 0,05 W - 2 W | ± (5 % / 0,05 W) |
| | 2 W - 500 W | ± 3 % |
| Anzeigebereich kWh: | 0 - 9999 kWh | ± 3 % |
| Auflösung Leistung: | 0,01 W (< 20 W) | --- |
| | 0,1 W (≥ 20 W) | --- |
| Betriebstemperatur: | +5 °C bis +40 °C | --- |
| Betriebluftfeuchtigkeit: | max. 90 % rF | --- |
| Betriebshöhe: | max. 2000 m | --- |
| Abmessungen (B x H x T): | 54 x 133 x 61mm | --- |
| Gewicht: | ca. 156 g | --- |

*Die Genauigkeit ist unter folgenden Bedingungen gegeben:

Netzfrequenz: 45 - 65 Hz

Raumtemperatur: 23 °C ± 5 °C

Gesamte harmonische Verzerrung (Total Harmonic Distortion = THD): < 15 %

Ladestrom: ≥ 1 A, Sinus, 50 - 60 Hz

Die Leistung des skizzierten hochenergieeffizienten Präsenzmelder-Prototyps wurde aufgrund der niedrigen Leistungsaufnahme und des hohen kapazitiven Stromanteils mit einem Mehrkanal-Oszilloskop durchgeführt. Folgende Geräte wurden bei den Messungen verwendet:

Fluke Scopemeter 196



Abbildung 18: 2-Kanal-Oszilloskop Fluke Scopemeter 196 (Quelle: Fluke Corporation)

Dieses 2-Kanal-Oszilloskop bietet interne mathematische Verknüpfungen der Eingangskanäle an. An jeden Kanal A wird die Eingangsspannung angelegt, an Kanal B wird über eine Strommesszange der aufgenommene Strom gemessen. Mithilfe der integrierten Multiplikationsfunktion ($A \times B$) erfolgt die Ermittlung der Wirkleistung unter Berücksichtigung des Phasenwinkels zwischen Strom und Spannung. Damit ist auch eine zuverlässige Leistungsmessung bei den kleinen Phasenwinkeln möglich, die am verbrauchsoptimierten Präsenzmelder auftreten.

Picoscope Modell 2205 (USB-Oszilloskop mit zwei Kanälen für PC-Anschluss)



Abbildung 19: USB-Oszilloskop mit zwei Kanälen Picoscope Modell 2205 (Quelle: Pico Technology)

Dieses Gerät bietet die vergleichbare Funktionalität wie das Fluke Scopemeter. Folgende grundsätzlichen Unterschiede sind beim Einsatz der beiden Geräte zu berücksichtigen: Da das Picoscope-Gerät an einen PC angeschlossen wird, muss der zu messende Bewegungsmelder über einen Trenntransformator betrieben werden, um Kurzschlüsse und Fehlmessungen durch Erdschleifen zu verhindern. Das Fluke Scopemeter ist daher in der praktischen Anwendung einfacher einsetzbar.

Da das Picoscope-Gerät den PC für die Auswertung und Anzeige von Messwerten verwendet, ist die Dokumentation von Messungen durch Erstellen von Screenshots, etc. einfacher möglich.

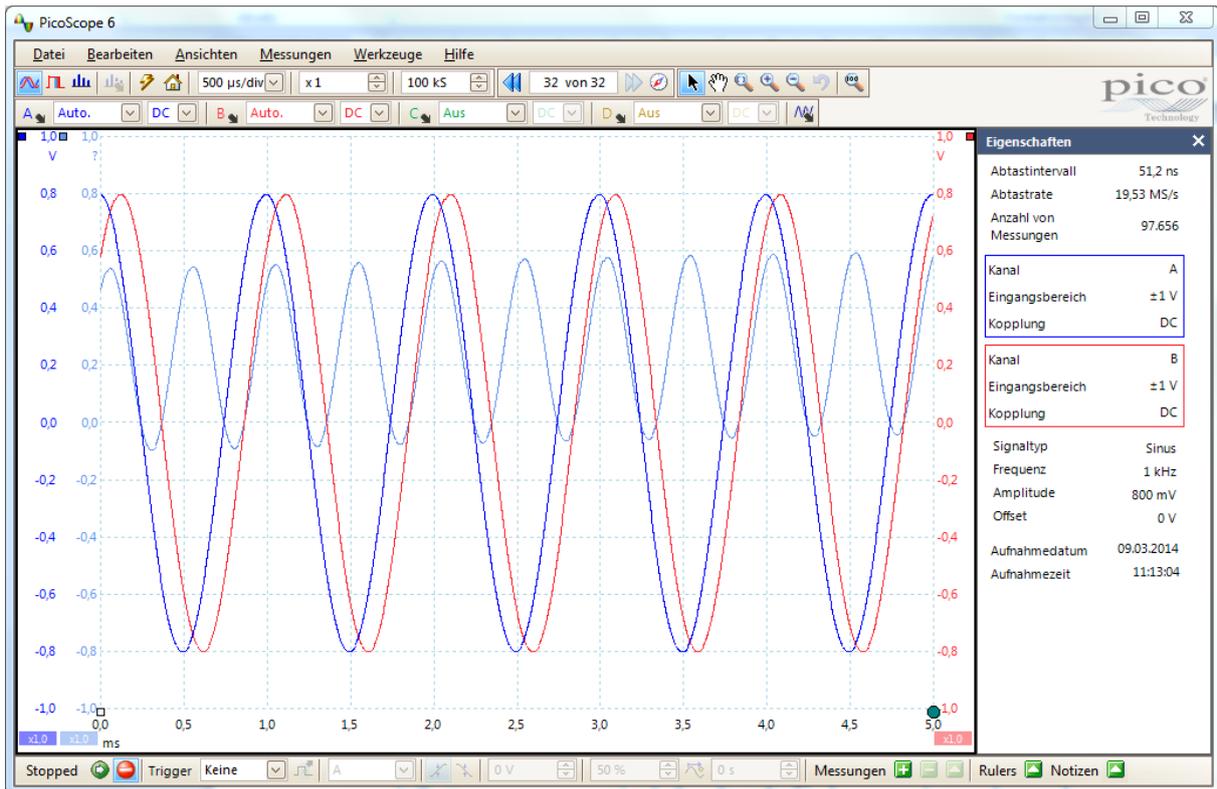


Abbildung 20: Auszug aus der Auswertung mit dem Picoscope Modell 2205 und PicoScope 6 (Quelle: MachineVision Robert Mudri)

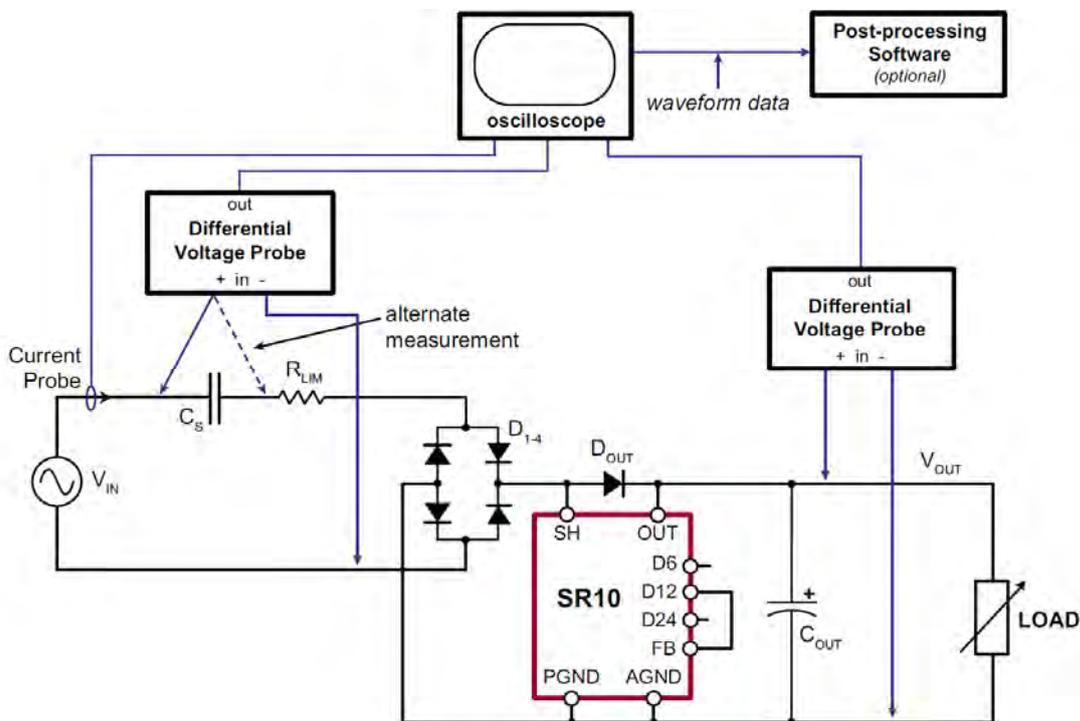


Abbildung 21: Messaufbau zur Stromverbrauchsmessung des Präsenzmelder-Prototypen mittels Mehrkanal-Oszilloskop (Quelle: MachineVision Robert Mudri)

3.3.2 Messergebnisse - konventionelle Bewegungsmelder

Die Messergebnisse für die konventionellen Bewegungsmelder stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 2: Messergebnisse konventionelle Bewegungsmelder (Quelle: MachineVision Robert Mudri)

| | Standby-Verbrauch [W] | Verbrauch bei Schaltung [W] |
|-------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Bewegungsmelder 1 | 0,8 | 1,2 |
| Bewegungsmelder 2 | 1 | 1,4 |
| Bewegungsmelder 3 | 1 | 2 |
| Bewegungsmelder 4 | 1,8 | 2,2 |

3.3.3 Messergebnisse – hochenergieeffizienter Präsenzmelder-Prototyp

Die Messergebnisse für den hochenergieeffizienten Präsenzmelder-Prototyp stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 3: Messergebnisse hochenergieeffizienter Präsenzmelder-Prototyp (Quelle: MachineVision Robert Mudri)

| | Standby-Verbrauch [W] | Verbrauch bei Schaltung [W] |
|--|--------------------------|--------------------------------|
| Prototyp 24 V | 0,0076 W (< 0,01W) | 0,0076 W (< 0,01W) |
| Prototyp 230V mit CCSS- Eingangsschaltung | 0,038 W (< 0,05W) | 0,144 W (< 0,15W) |

Erläuterung zu den Messergebnissen

- 24V-Ausführung z.B. für Einsatz bei Lüftungssteuerung: 0,0076 W (< 0,01W). Die Ausgangsstufe ist für die angeschlossene Schaltung optimiert und verursacht keinen relevanten Zusatzverbrauch.
- 230V-Ausführung mit CCSS-Eingangsschaltung:
 - abgeschaltete Ausgangsstufe (Standby-Betrieb): 0,038 W (<0,05 W)
 - eingeschaltete Ausgangsstufe (Verbraucher eingeschaltet): 0,144 W (<0,15 W)

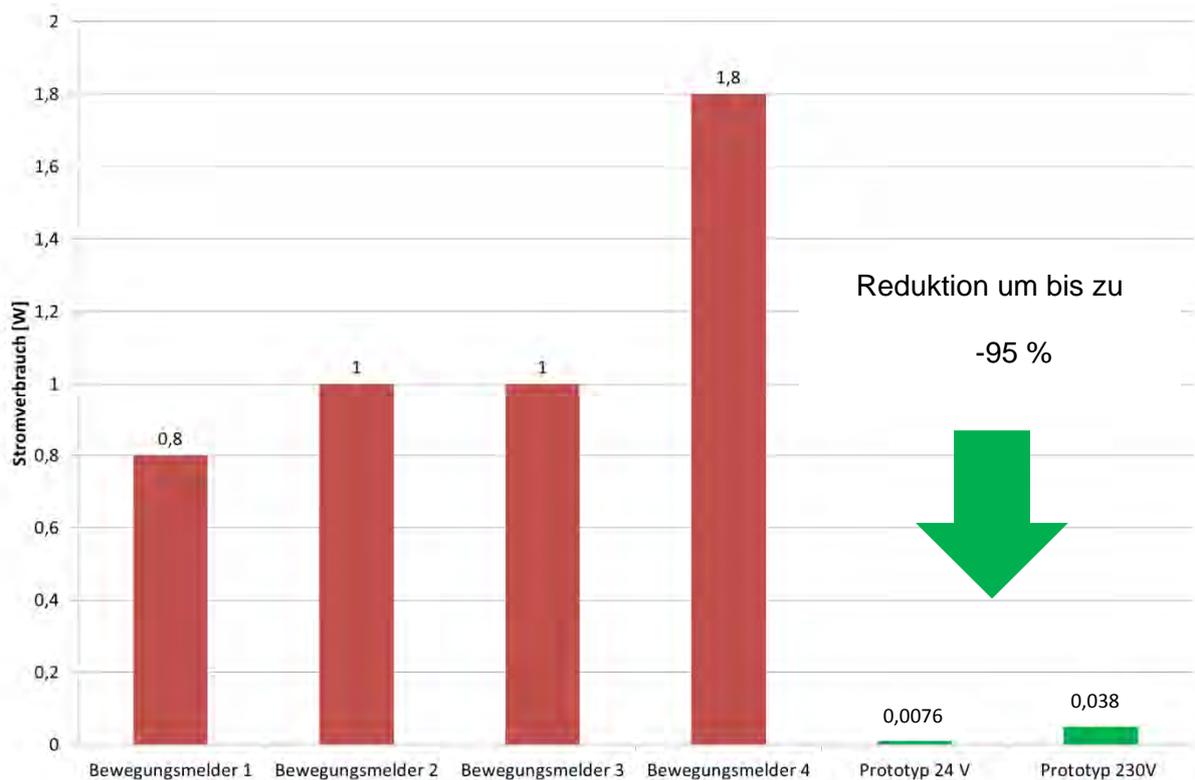


Abbildung 22: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche der konventionellen Bewegungsmelder und des Präsenzmelder-Prototyps (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)

Die Messergebnisse zeigen, dass bei richtiger Auswahl von handelsüblichen Elektronikkomponenten und Optimierung von Eingangs-, Ausgangsstufe und Sensorik eine Reduktion des Standby-Verbrauchs von bis zu 95 % auf unter 0,01 W möglich ist.

3.4 Weiterer Forschungsbedarf

Die Berücksichtigung der Umgebungshelligkeit ist ein wesentliches Kriterium zur weiteren Energieeinsparung und zur Verbesserung der praktischen Anwendbarkeit, um ein unerwünschtes Einschalten von Verbrauchern (Beleuchtung, usw.) bei ausreichender Helligkeit zu verhindern. Die bei zahlreichen handelsüblichen Bewegungsmeldern integrierte Helligkeitsauswertung ist bei dem in diesem Projekt entwickelten Präsenzmelder nicht direkt übernehmbar, da aus Designgründen keine zusätzliche optische Einheit für die Messung der Umgebungshelligkeit integriert werden soll.

Erste Testmessungen erfolgten durch die Blindabdeckung hindurch. Dabei zeigte sich, dass die Abdeckung der Sensoren ungefähr 99% der auftreffenden Lichtmenge absorbiert. Mithilfe entsprechender Signalaufbereitung soll bei zukünftigen Sensorgenerationen auch eine hinreichend genaue Helligkeitsmessung integriert werden, die eine zuverlässige Erkennung von Schaltschwellen auch bei niedrigen Helligkeitspegeln erlaubt. Erste Versuche in einem Büro haben dabei schon vielversprechende Ergebnisse gezeigt.

Ein weiterer Punkt für die Verbesserung aktueller Bewegungsmelder ist die Verbesserung und Weiterentwicklung der Sensortechnologie. Derzeit am Markt vorhandene Bewegungsmelder und auch der gegenständliche Prototyp arbeiten mit PIR-Sensoren (Passiv Infrarot). Diese Sensoren benötigen kleine Bewegungen, um die Anwesenheit von Personen zu erkennen. Im Regelfall weisen die Sensoren einen einzigen Erfassungsbereich in unterschiedlichen Durchmessern auf. In Bereiche innerhalb dieser Erfassungsbereiche eines Melders kann jedoch nicht unterschieden werden (1-Zonen-Bewegungssensor). So werden z.B. NutzerInnen beim Vorbeigehen an einer Stehlampe erfasst und die Beleuchtung aktiviert, obwohl der Arbeitsplatz nicht genutzt wird:

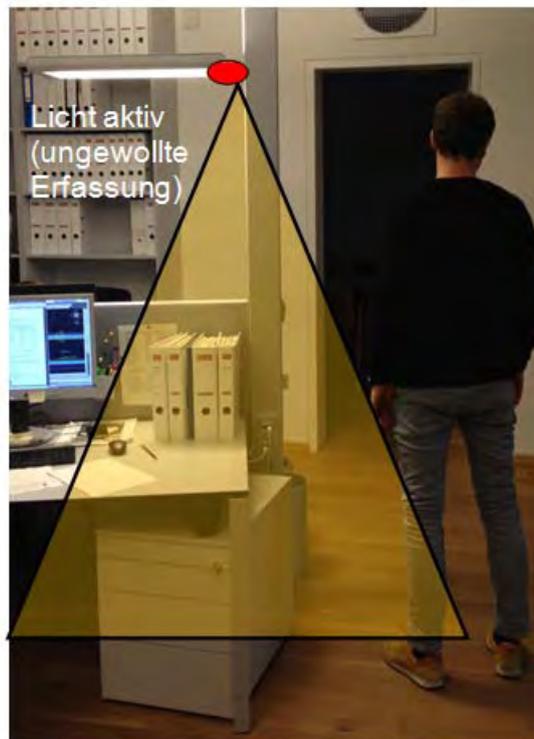


Abbildung 23: Darstellung der Problematik eines konventionellen „1-Zonen-Bewegungssensors“: ungewollte Erfassung beim Vorbeigehen (Foto: Schöberl & Pöll GmbH)

Eine Weiterentwicklung dieser Sensoren liegt darin, Bereiche mit einfachen Hilfsmitteln auszublenden, um eine ungewollte Erfassung zu vermeiden:



Abbildung 24: Ausblenden von Erfassungsbereichen mit einfachen Hilfsmitteln: Winkel
(Quelle: Schöberl & Pöll GmbH)



Abbildung 25: Darstellung vereinfachter Lösungsansatz bei konventionellem „1-Zonen-Bewegungssensor“: Vermeidung der ungewollten Erfassung beim Vorbeigehen mit Winkel
(Foto: Schöberl & Pöll GmbH)

Obiges Problem der ungewollten Erfassung kann damit gelöst werden, dies muss bei jedem Sensor einzeln vorgenommen werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei Bewegungsmeldern ist die Nachlaufzeit: wie lange bleiben geschaltete Komponenten aktiv, damit die Aufgabe und Funktion dieser Komponente nicht beeinträchtigt wird?

Derzeit erhältliche Sensoren haben lange Nachlaufzeiten. Dies führt im Worst-Case zu sehr geringen Energieeinsparungen im Gegensatz zu einer händischen Betätigung oder einem Zeitprogramm. Eine Optimierung der Nachlaufzeiten birgt daher großes Einsparpotenzial. Folgendes Beispiel soll den Vorteil von Präsenzmeldern mit optimalen Nachlaufzeiten gegenüber Bewegungsmeldern verdeutlichen: Das Licht wird beim Betreten des Sanitärraums aktiviert. Während des Aufenthalts erkennt der Sensor die Präsenz auch bei sehr kleinen Bewegungen noch. Maximal 1 Minute nach dem Verlassen wird das Licht wieder deaktiviert. Übliche und lange Nachlaufzeiten von 15 Minuten für das Licht, um das Deaktivieren des Lichts während Aufenthalts zu verhindern, sind nicht mehr notwendig. Eine Optimierung der Nachlaufzeiten ist auch davon abhängig, wie empfindlich der Bewegungsmelder ist, um auch noch kleine Bewegungen zu erkennen.

Die nächste Generation von Präsenzmeldern wird durch seine Konzeption und speziellen Sensoren zur Erfassung von ruhenden Personen und selektiver Erfassung in der Lage sein. Nachlaufzeiten können somit auf nahezu null gesetzt werden, ungewollte Erfassung bzw. genaue Erfassung in unterschiedlichen Bereichen wird möglich. Das Einsparpotenzial für nachgeschaltete Komponenten (z.B. Beleuchtung) kann voll ausgeschöpft werden.

Basiskomponente dieser Sensoren ist der Panasonic Grid-Eye. Der Grid-Eye verfügt über 64 Temperaturpunkte, die eine Temperaturdetektion auf einer zweidimensionalen Fläche ermöglichen (8x8 Pixel) und über Detektion der Temperaturunterschiede zwischen 64 Abschnitten in seinem Erfassungsbereich differenzieren kann. Der Sensor arbeitet wie eine einfache Wärmebildkamera und ist in der Lage zwischen regungslosen und bewegten Personen und anderen Wärmequellen im Raum (Heizkörper, Haustiere usw.) zu unterscheiden. [PAN14]

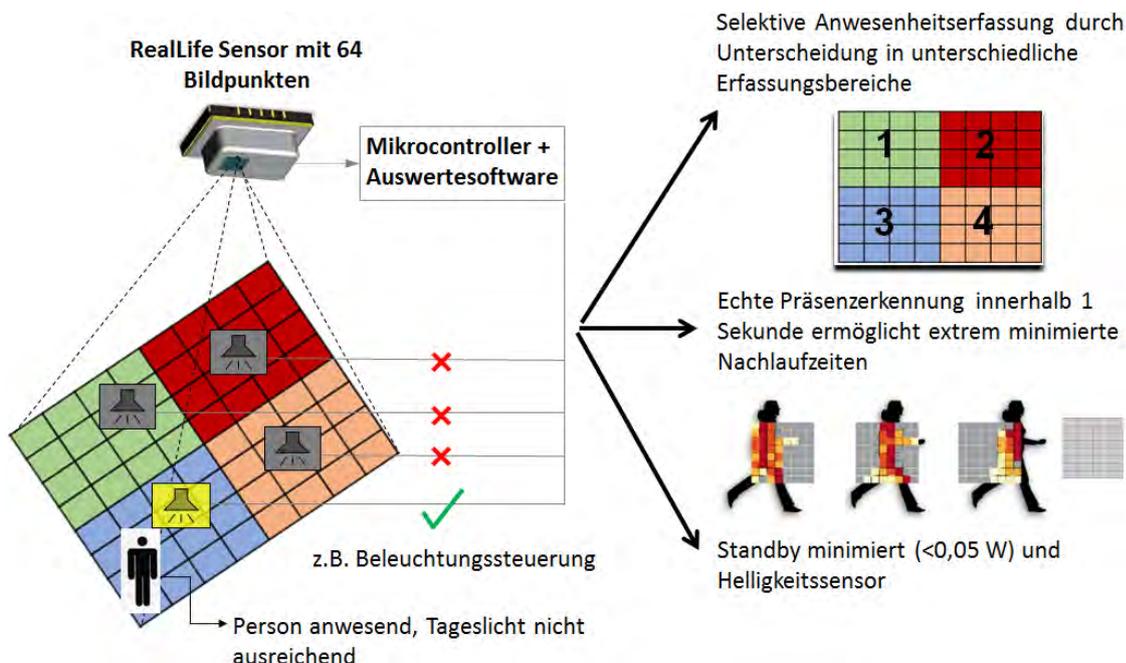


Abbildung 26: Darstellung eines Präsenzmelders mit Panasonic Grid-Eye, Mikrocontroller, Auswertesoftware und Beleuchtungssteuerung (Quelle Grafik: Schöberl & Pöll GmbH, Bildelement Grid-Eye Quelle: Panasonic: Infrarot-Array-Sensor, Grid-Eye [PAN14])

Eine weitere Möglichkeit der Erfassung von Objekten und Personen stellt die Mikrowellen- und Ultraschalltechnologie dar. Diese werden zum Teil eingesetzt um Objekte zu erkennen (z.B. parkende Autos), sind jedoch nicht zur Erfassung von Personen geeignet, da sie nicht zwischen Personen und Objekt (z.B. Einrichtungsgegenstände, usw.) unterscheiden können.

4 Übertragung auf andere Endverbrauchstechnologien (AP3)

4.1 Allgemein

In Plus-Energie-Gebäuden müssen effiziente Haustechnik- und Elektro-Komponenten verbaut werden, sonst ist das Plus am Standort nicht zu schaffen. Dies reicht von Präsenzmeldern über Steuerungen hin zu größere Komponenten wie Pumpen, Beleuchtungskörper oder Lüftungsanlagen. Bei der großen Stückzahl von verbauten Kleinkomponenten sind diese oft ausschlaggebend, ob das Plus erreicht werden kann.

Aus diesem Grund wird in diesem Projekt untersucht, inwieweit die gewonnenen Erkenntnisse aus der Entwicklung des effizienten Präsenzmelder-Prototyps auf Kleinkomponenten für deren Einsatz in zwei wichtigen österreichischen Plus-Energie-Projekten (Plus-Energie-Dachgeschoßausbau [SCH12] und Plus-Energie-Bürogebäude der TU Wien am Getreidemarkt [PLUS14]) übertragen werden können.

4.2 Optimierung Sonnenschutz-Steuerung

Optimiert wurde eine typische Steuereinheit für einen außenliegenden Sonnenschutz, welche auch im Plus-Energie-Dachgeschoßausbau [SCH12] eingesetzt wird. Der gemessene Stromverbrauch vor Umbau beträgt 1,2 W.



Abbildung 27: Sonnenschutzsteuerung (Foto: Schöberl & Pöll GmbH)

Als wesentliche Energieverbrauchsquelle wurde der Transformator für die Generierung der Niederspannung identifiziert. Da im Gebäude, wo diese Komponente eingebaut und getestet wurde, auch eine Versorgung mit 24V DC möglich war, wurde der vorhandene Transformator

entfernt und durch eine Gleichrichterschaltung mit entsprechender Schutzschaltung ersetzt. Dadurch konnte die Standby-Leistung (also kein angesteuerter Motor) von 1,2 auf 0,1 W reduziert werden. Die Ausgangsstufen wurden nicht verändert, dadurch ist die volle Schaltleistung für die nachgeschalteten Jalousiemotoren gegeben.

Wie beim Präsenzmelder-Prototyp war die Spannungsversorgung der Punkt zur Reduzierung des Standby-Verbrauchs. Die Sonnenschutzsteuerung wurde an das 24 V Netzgerät der Lüftungsanlage angeschlossen, womit kein Stromverbrauch durch ein zusätzliches Netzgerät auftritt.

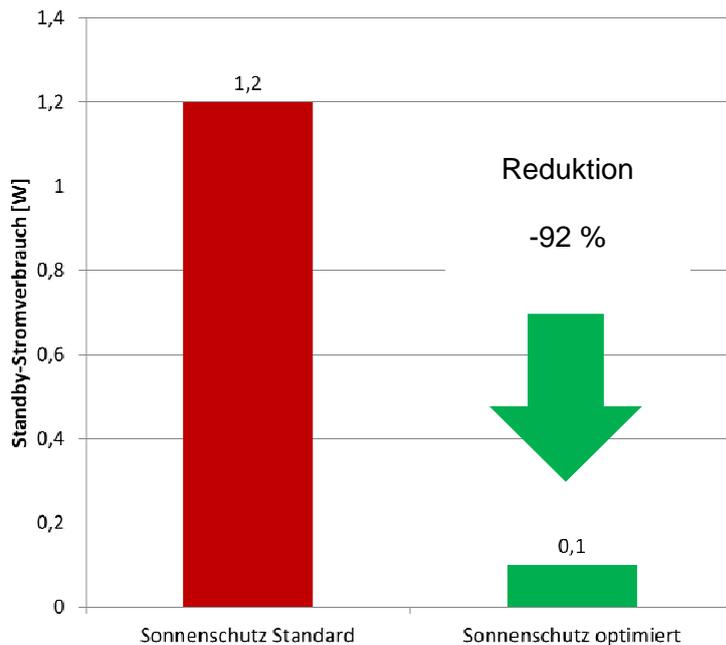


Abbildung 28: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche vor und nach Optimierung der Sonnenschutzsteuerung (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)

Die folgende Abbildung zeigt den Schaltplan der Komponente vor und nach Umbau:

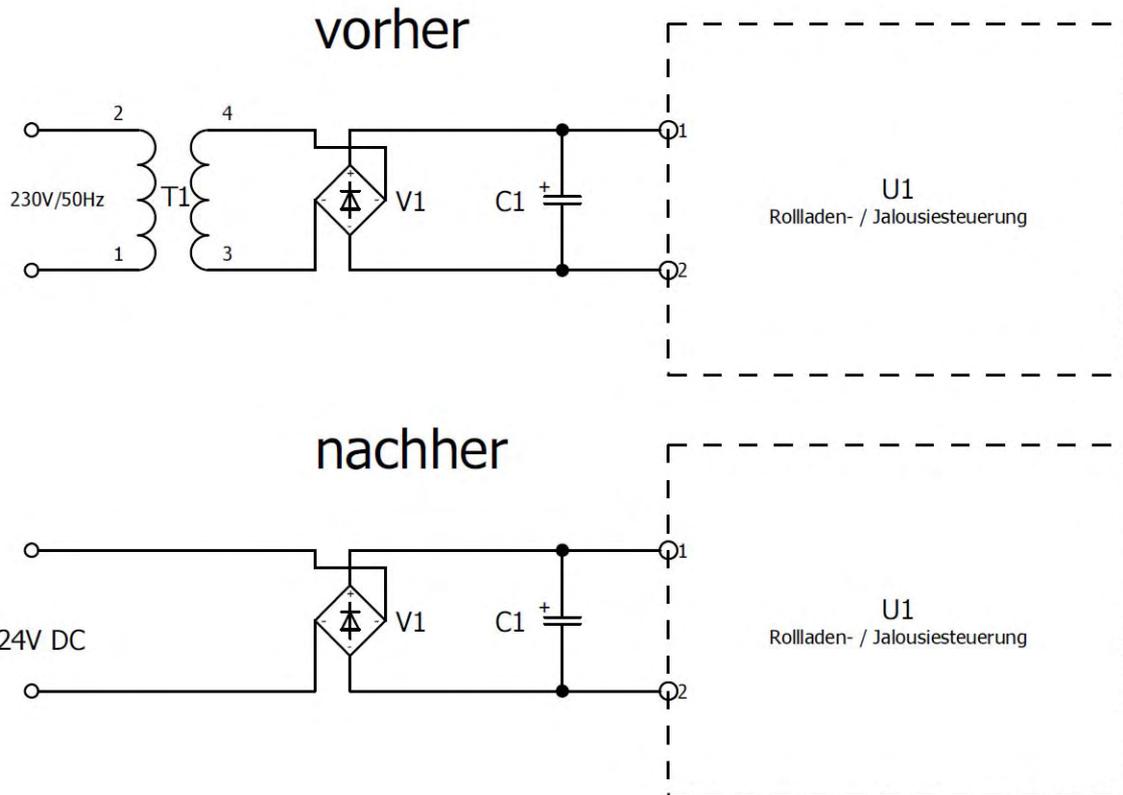


Abbildung 29: Schaltplan Sonnenschutzsteuerung vorher nachher (Quelle: MachineVision Robert Mudri)

4.3 Optimierung Funk-Wetterstation

Optimiert wurde eine Funk-Wetterstation (BenutzerInnenfeedbackstation), welche nach manueller Festlegung des Standorts Wetterprognosedaten aus dem Internet ladet und auch im Plus-Energie-Dachgeschoßausbau eingesetzt wird. Der gemessenen Stromverbrauch vor Umbau beträgt bei 1,8 W.



Abbildung 30: Funkt-Wetter-Station (Anzeige, Lan-Adapter für drahtlose Übertragung)

Der Transformator wurde wesentlich als Verlustquelle identifiziert. Durch Umbau auf 24V DC Versorgung konnte die Verlustleistung von 1,8 auf 0,45 W reduziert werden. Die BenutzerInnenfeedbackstation wurde an das 24 V Netzgerät der Lüftungsanlage angeschlossen, womit kein Stromverbrauch durch ein zusätzliches Netzgerät auftritt.

Wie beim Präsenzmelder-Prototyp war die Spannungsversorgung der Punkt zur Reduzierung des Standby-Verbrauchs.

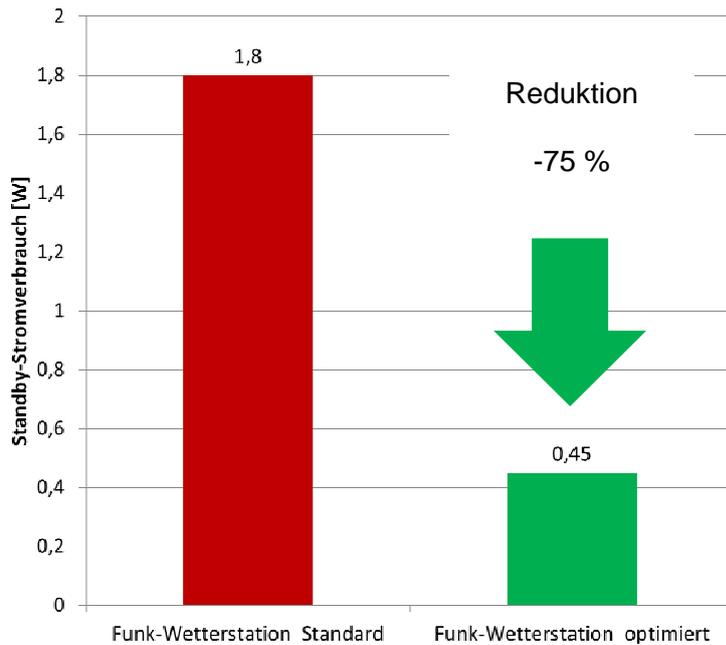


Abbildung 31: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche vor und nach Optimierung der Funk-Wetterstation (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)

Die folgende Abbildung zeigt den Schaltplan der Komponente vor und nach Umbau:

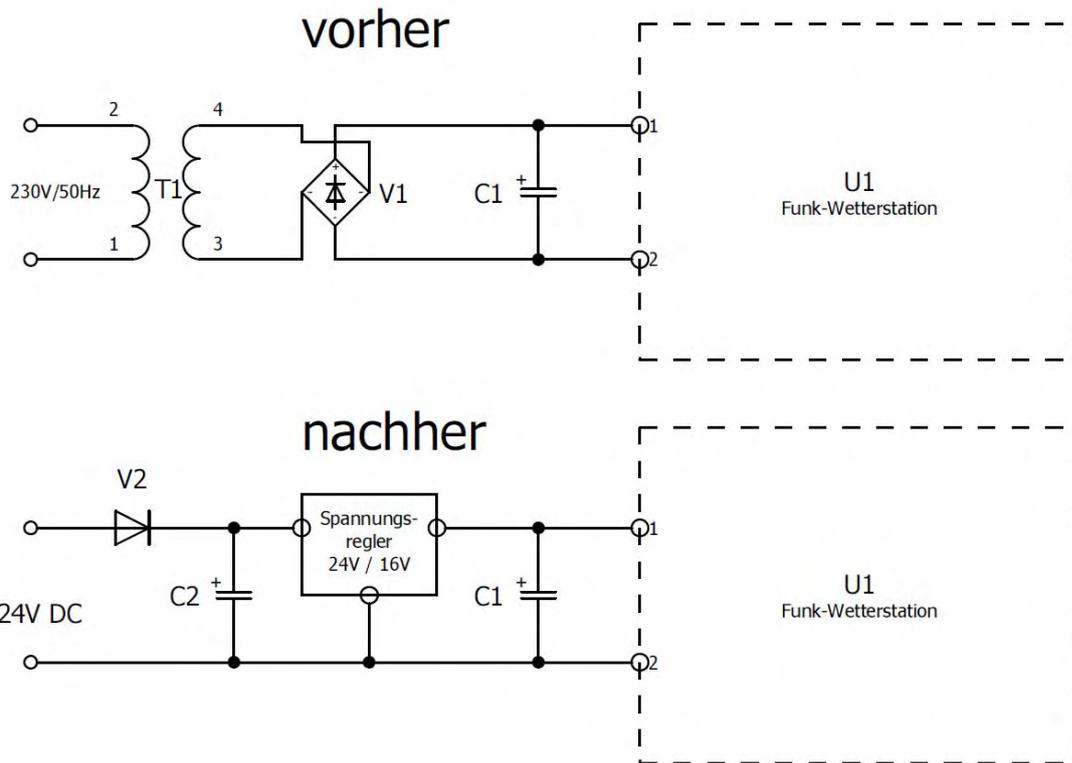


Abbildung 32: Schaltplan Funk-Wetterstation vorher nachher (Quelle: MachineVision Robert Mudri)

4.4 Raumautomationsstation

Optimiert wurde eine Raumautomationsstation, wie sie in Bürogebäuden eingesetzt wird. Sie dient als Schnittstelle und ermöglicht die raumweise Raumtemperaturregelung, Lüftungssteuerung, Beleuchtungssteuerung und Jalousiesteuerung. Bei der Überprüfung der Komponente wurde festgestellt, dass durch einen einfachen Eingriff (Umgehung des Transformators, direkte Speisung mit 12-24 V statt mit 230 V) eine extreme Reduktion der Leistungsaufnahme von 4,6 W auf 1,6 W möglich ist (kein Relais aktiviert, zusätzlich 0,225 W pro aktiviertem Relais). Bei 130 Stück ist dies eine Einsparung von 3.420 kWh pro Jahr. [PLUS14]

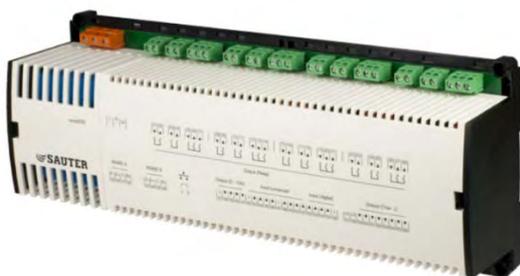


Abbildung 33: ecos500 Raumautomationsstation – Produktbild und modifizierte Variante (Quelle Produktbild: Sauter AG, Quelle Foto: Schöberl & Pöll GmbH, [PLUS14])

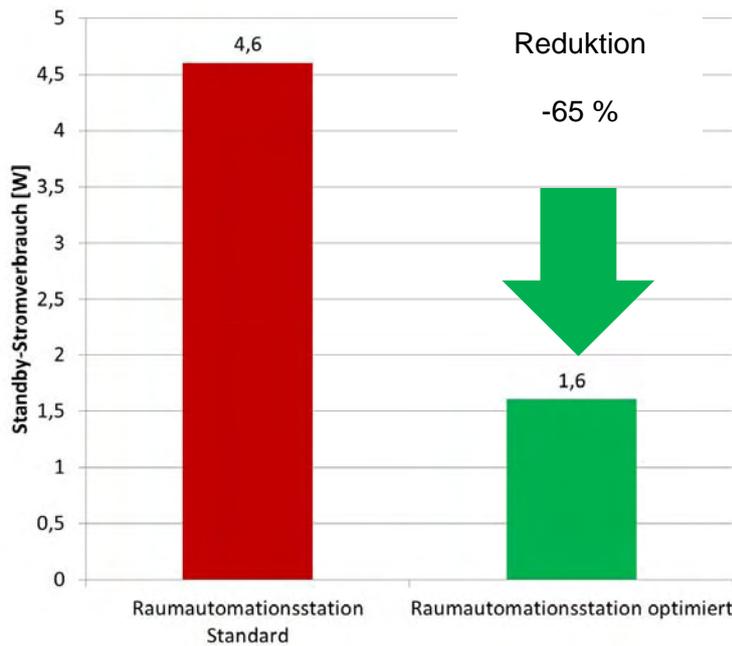


Abbildung 34: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche vor und nach Optimierung der Raumautomationsstation (Quelle: Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)

Aufgrund der Vorgabe, das Steuergerät möglichst geringfügig zu verändern, wurden Transformator und Gleichrichter nicht umgebaut, sondern es wurde lediglich eine zusätzliche verpolungssichere Einspeisestation für Gleichspannung vorgesehen. Das nachgeschaltete Steuergerät ist mit einem sehr effizienten Schaltnetzteil ausgestattet, sodass bei Gleichspannungen zwischen 12 und 24 V kein Unterschied in der aufgenommenen Leistung besteht.

Die folgende Abbildung zeigt den Schaltplan der Komponente vor und nach Umbau:

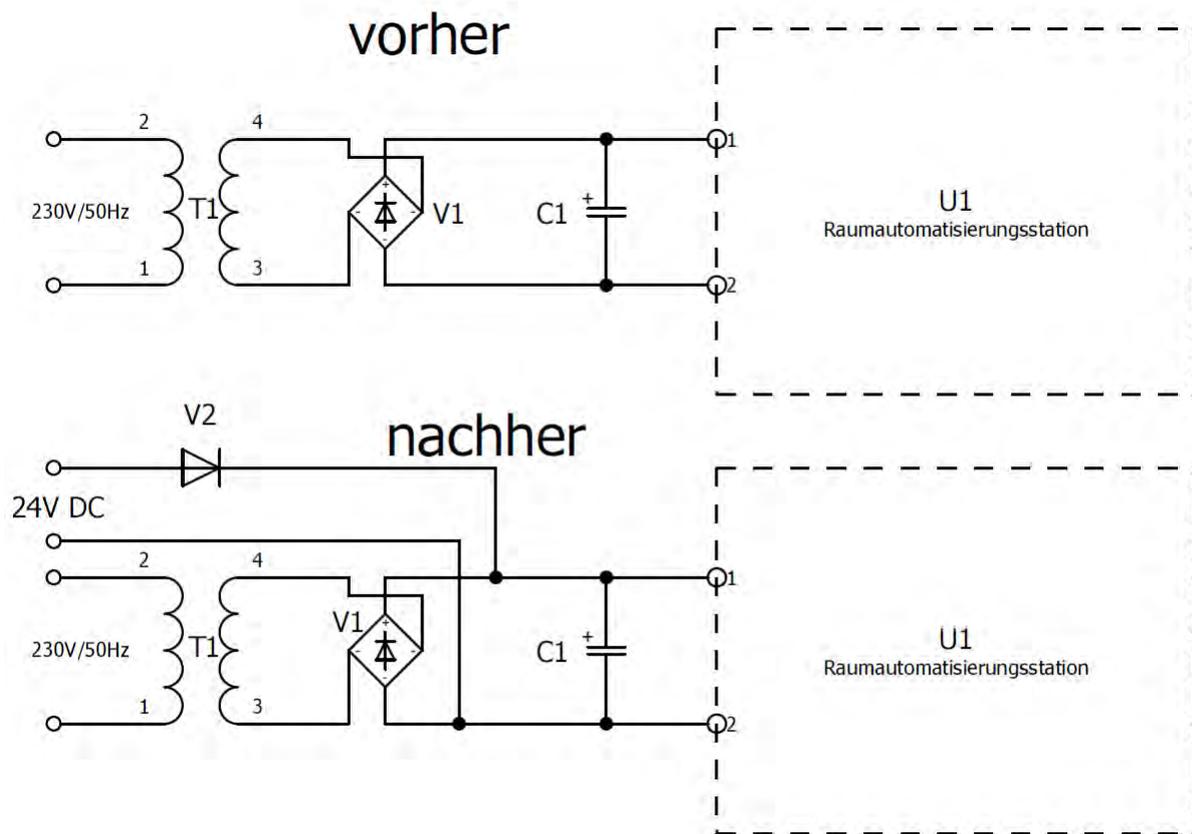


Abbildung 35: Schaltplan Raumautomationsstation vorher nachher (Quelle: MachineVision Robert Mudri)

5 Zusammenfassung der Projektergebnisse

Im Projekt wurde ein hochenergieeffizienter Präsenzmelder ausgehend von einer Markt- und Energieverbrauchsanalyse skizziert, welcher den angestrebten Standby-Energieverbrauch von 0,05 W unterschreitet. Die wichtigsten Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch sind die Sensorik, die Spannungsversorgung und die Ausgangsstufe.

Die Stromverbrauchsmessung hat ergeben, dass in der 24 V Version ein Standby-Verbrauch von 0,0076 W und in der 230 V Version ein Standby-Verbrauch von 0,038 W erreicht wird. Der Standby-Verbrauch wird um bis zu 95 % gegenüber konventionellen Bewegungsmeldern reduziert.

Die Vorgangsweise hat sich auch bei anderen Endverbrauchstechnologien und Komponenten bestätigt, wobei drei Komponenten umgebaut wurden. Dabei hat sich der Transformator jeweils als Verlustquelle identifiziert:

- Sonnenschutzsteuerung: Reduktion von 1,2 auf 0,1 W
- BenutzerInnen-Feedback-Stationen (Display Wetterstationen): Reduktion von 1,8 auf 0,45 W

- Raumautomationsstation: Reduktion von 4,6 auf 1,6 W

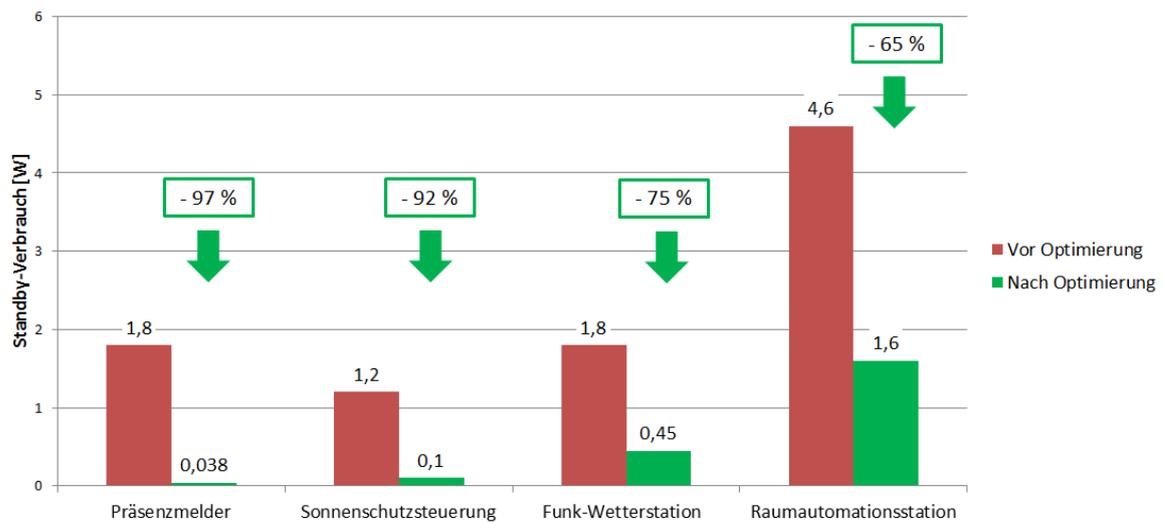


Abbildung 36: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche der optimierten Komponenten: Präsenzmelder, Sonnenschutzsteuerung, Funk-Wetterstation, Raumautomationsstation (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)

Die Projektergebnisse werden für zukünftige Plus-Energie-Projekte genutzt, um Einsparpotenziale bei Komponenten besser nutzen zu können. Energieeffiziente Kleinkomponenten sind einer der Schlüsselpunkte zur Erreichung des Plus-Energie-Standards und Endverbrauchstechnologien und liefern einen wichtigen Beitrag zur Senkung des Energieverbrauches von Büro- und Wohngebäuden. Auf Basis des gegenständlichen Projekts sind auch weitere Projekte zur Weiterentwicklung von Präsenzmeldern angedacht.

Durch die hohe Energieeffizienz des entwickelten Präsenzmelder-Prototyps könnten nicht nur dessen Einsatzmöglichkeiten und Weiterentwicklungen in anderen Forschungsprojekten bearbeitet, sondern auch weitere Forschungsprojekte stimuliert werden. Durch diese neuen Projekte könnten neue Innovationen auf den Markt kommen und zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden.

6 Ausblick und Empfehlungen

Hinsichtlich der Energieeffizienz und der Minimierung der Nachlaufzeiten wurde die aktuelle Technologie beim Betrieb von Präsenzmeldern ausgereizt und ein Standby-Verbrauch von 0,0076 W (24 V) bzw. 0,038 (230 V) erreicht. Auch bei großen Stückzahlen sind solche Verbräuche kaum merkbar. Die Weiterentwicklung wird daher Richtung erweiterten Funktionen und Verbesserung der Erfassung gehen. Weiterer Forschungsbedarf besteht noch in der Anbindung eines Helligkeitssensors. Andere Sensor- bzw. Erfassungstechnologien (Mikrowellen, Ultraschall) haben sich als nicht zielführend herausgestellt, da sie nicht zwischen Personen und Objekten unterscheiden können.

Ein Möglichkeit zur Weiterentwicklung von Präsenzmeldern stellt das Panasonic Grid-Eye mit 64 Temperaturpunkten (Sensorkomponente) dar. Damit wird eine echte Erkennung von regungslosen Personen und eine bereichsweise, selektive Erfassung mit einem Sensor möglich.

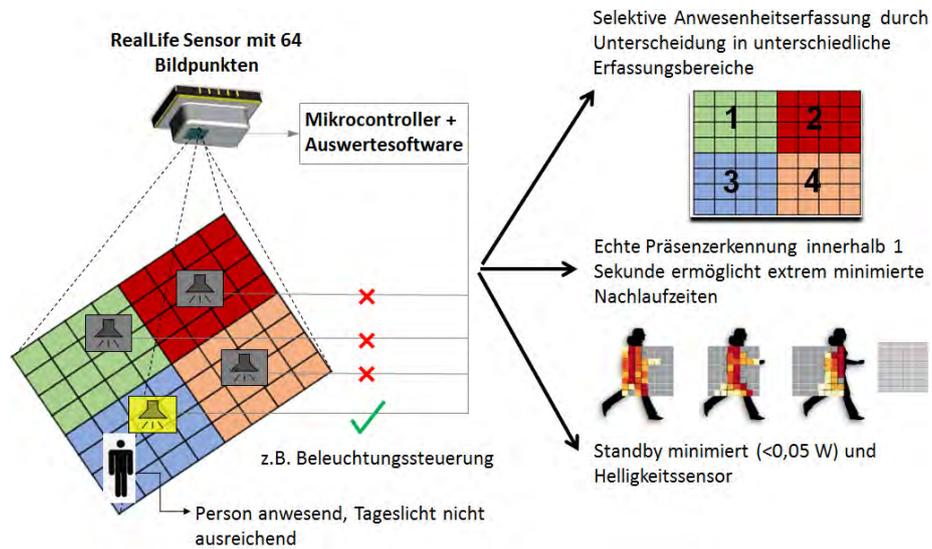


Abbildung 37: Darstellung des Funktionsprinzips eines Präsenzmelders mit Panasonic Grid-Eye (Quelle Grafik: Schöberl & Pöll GmbH, Bildelemente Grid-Eye Quelle: Panasonic: Infrarot-Array-Sensor, Grid-Eye)

7 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

7.1 Literaturverzeichnis

- [CHI13] Homepage ChiliTec GmbH, Decken-Einbau-Bewegungsmelder 360°
http://www.chilitec.de/html/de/2/artId/___19826/gid/___50905010905010790/article.html
(abgerufen am 12. November 2013; 14:30)
- [KIP13] Homepage Elektro Klippel, Bewegungsmelder
<http://www.elektro-klippel.de/html/bewegungsmelder.htm>
(abgerufen am 12. November 2013; 14:30)
- [PAN14] Panasonic Homepage Gridsensor
<http://www.panasonic-electric-works.com/peweu/de/html/28707.php>
(abgerufen am 8. Jänner 2014, 14:15)
- [SCH12] Schöberl Helmut, Handler Simon: Passiv-Dachgeschossausbau eines typischen Gründerzeithauses mit aktiver Energiegewinnung, Haus der Zukunft, Endbericht, Wien 2012
- [PLUS14] Schöberl Helmut, Bednar Thomas et al.: Österreichs größtes Plus-Energie-Bürogebäude am Standort Getreidemarkt der TU Wien, Haus der Zukunft, Endbericht Wien 2014 (erscheint voraussichtlich Sommer 2014)

7.2 Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche der optimierten Komponenten: Präsenzmelder, Sonnenschutzsteuerung, Funk-Wetterstation, Raumautomationsstation (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll) | 10 |
| graphic 2: comparison of the standby consumption of the optimized components: presence detector, sun screen control unit, radio weather station and room control uni (data: MachineVision Robert Mudri, graphic: Schöberl & Pöll GmbH) | 12 |
| Abbildung 3: konventionelle Bewegungsmelder für Wand und Deckenmontage [KIP13] [CHI13] | 13 |
| Abbildung 4: Zusammenfassung der Messergebnisse von konventionellen Bewegungsmeldern (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH) .. | 14 |
| Abbildung 5: Sonnenschutzsteuerung (Foto: Schöberl & Pöll GmbH) | 15 |
| Abbildung 6: Funkt-Wetter-Station (Anzeige, Lan-Adapter für drahtlose Übertragung) | 15 |
| Abbildung 7: Raumautomationsstation (Quelle Produktbild: Sauter AG) | 15 |
| Abbildung 8: Zusammenfassung der Messergebnisse von Endverbrauchstechnologien vor der Modifikation: Sonnenschutzsteuerung, Funk-Wetter-Station und Raumautomationsstation (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)..... | 16 |
| Abbildung 9: Darstellung des Anteils von konventionellen und hochenergieeffizienten Meldern am produzierten Fotovoltaik-Strom (Quelle: Schöberl & Pöll GmbH)..... | 17 |
| Abbildung 10: Kernkomponente des hochenergieeffizienten Präsenzmelders (Quelle: MachineVision Robert Mudri) | 19 |
| Abbildung 11: Aufbau der Schaltung für 230 V: Spannungsversorgung – Schritt 1 (Quelle: MachineVision Robert Mudri) | 20 |
| Abbildung 12: Aufbau der Schaltung 230 V: Spannungsversorgung – Schritt 2 (Quelle: MachineVision Robert Mudri) | 20 |
| Abbildung 13: Darstellung des Prinzips einer CCSS-Schaltung (Quelle: Supertex Inc.) | 21 |
| Abbildung 14: Fertiggestellter Präsenzmelder-Prototyp (Quelle: MachineVision Robert Mudri) | 22 |
| Abbildung 15: Erste Anwendung in einem Gangbereich zur Schaltung der Beleuchtung (Foto: Schöberl & Pöll GmbH) | 22 |
| Abbildung 16: Anwendung in Österreichs größtem Plus-Energie-Bürogebäude am Getreidemarkt zur Schaltung der Beleuchtung (Foto: Schöberl & Pöll GmbH) | 23 |
| Abbildung 17: Strommessgerät Voltcraft SBC-500 (Quelle: Voltcraft) | 23 |
| Abbildung 18: 2-Kanal-Oszilloskop Fluke Scopemeter 196 (Quelle: Fluke Corporation) | 24 |
| Abbildung 19: USB-Oszilloskop mit zwei Kanälen Picoscope Modell 2205 (Quelle: Pico Technology)..... | 25 |
| Abbildung 20: Auszug aus der Auswertung mit dem Picoscope Modell 2205 und PicoScope 6 (Quelle: MachineVision Robert Mudri) | 26 |
| Abbildung 21: Messaufbau zur Stromverbrauchsmessung des Präsenzmelder-Prototypen mittels Mehrkanal-Oszilloskop (Quelle: MachineVision Robert Mudri)..... | 26 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 22: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche der konventionellen Bewegungsmelder und des Präsenzmelder-Prototyps (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)..... | 28 |
| Abbildung 23: Darstellung der Problematik eines konventionellen „1-Zonen-Bewegungssensors“: ungewollte Erfassung beim Vorbeigehen (Foto: Schöberl & Pöll GmbH) | 29 |
| Abbildung 24: Ausblenden von Erfassungsbereichen mit einfachen Hilfsmitteln: Winkel (Quelle: Schöberl & Pöll GmbH)..... | 30 |
| Abbildung 25: Darstellung vereinfachter Lösungsansatz bei konventionellem „1-Zonen-Bewegungssensor“: Vermeidung der ungewollten Erfassung beim Vorbeigehen mit Winkel (Foto: Schöberl & Pöll GmbH)..... | 30 |
| Abbildung 26: Darstellung eines Präsenzmelders mit Panasonic Grid-Eye, Mikrocontroller, Auswertsoftware und Beleuchtungssteuerung (Quelle Grafik: Schöberl & Pöll GmbH, Bildelement Grid-Eye Quelle: Panasonic: Infrarot-Array-Sensor, Grid-Eye [PAN14])..... | 31 |
| Abbildung 27: Sonnenschutzsteuerung (Foto: Schöberl & Pöll GmbH) | 32 |
| Abbildung 28: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche vor und nach Optimierung der Sonnenschutzsteuerung (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)..... | 33 |
| Abbildung 29: Schaltplan Sonnenschutzsteuerung vorher nachher (Quelle: MachineVision Robert Mudri) | 34 |
| Abbildung 30: Funkt-Wetter-Station (Anzeige, Lan-Adapter für drahtlose Übertragung) | 34 |
| Abbildung 31: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche vor und nach Optimierung der Funk-Wetterstation (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH) ... | 35 |
| Abbildung 32: Schaltplan Funk-Wetterstation vorher nachher (Quelle: MachineVision Robert Mudri) | 36 |
| Abbildung 33: ecos500 Raumautomationsstation – Produktbild und modifizierte Variante (Quelle Produktbild: Sauter AG, Quelle Foto: Schöberl & Pöll GmbH, [PLUS14])..... | 36 |
| Abbildung 34: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche vor und nach Optimierung der Raumautomationsstation (Quelle: Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)..... | 37 |
| Abbildung 35: Schaltplan Raumautomationsstation vorher nachher (Quelle: MachineVision Robert Mudri) | 38 |
| Abbildung 36: Gegenüberstellung der Standby-Verbräuche der optimierten Komponenten: Präsenzmelder, Sonnenschutzsteuerung, Funk-Wetterstation, Raumautomationsstation (Daten: MachineVision Robert Mudri, Grafik: Schöberl & Pöll GmbH)..... | 39 |
| Abbildung 37: Darstellung des Funktionsprinzips eines Präsenzmelders mit Panasonic Grid-Eye (Quelle Grafik: Schöberl & Pöll GmbH, Bildelemente Grid-Eye Quelle: Panasonic: Infrarot-Array-Sensor, Grid-Eye) | 40 |

7.3 Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Technische Daten Voltcraft SBC-500 (Quelle: Voltcraft) | 24 |
| Tabelle 2: Messergebnisse konventionelle Bewegungsmelder (Quelle: MachineVision Robert Mudri) | 27 |
| Tabelle 3: Messergebnisse hochenergieeffizienter Präsenzmelder-Prototyp (Quelle: MachineVision Robert Mudri) | 27 |