

Nicht-invasives Messsystem zur Analyse von Raumluftqualität und Energieverbrauch in Gebäuden (NIM-System)

Das NIM-System ist ein einfach zu installierendes und technisch nicht in das Gebäude eingreifendes (d.h. nicht-invasives) Messsystem, welches energetisch relevante Größen sowie die Raumluftqualität erfassen kann. Dies dient der Analyse von Problemfällen im Gebäude, wie zu hoher Energieverbrauch oder Schimmelbefall. Die relevanten Parameter für die Raumluftqualität sind Lufttemperatur, Luftfeuchte und CO₂. Das NIM-System ermöglicht, für einen Zeitraum von Wochen oder Monaten, ein Gebäude zu analysieren und durch die Fernauslesung die Daten auch schon während der Erfassungsperiode zu überprüfen und auszuwerten.

Projektleitung
 Prof. Dr.
 Udo D. J. Gieseler

Zeitraum
 2011 - 2014

Förderung
 Hochschulinterne
 Forschungsförderung

Mitarbeit
 Dipl.-Ing. (FH)
 Björn Jansen
 Uwe Brüne

Kooperationspartner
 Europäisches
 Testzentrum für
 Wohnungslüftungs-
 geräte (TZWL) e.V.
 Dortmund

Hintergrund

Moderne Gebäude wie Niedrigenergie-, Passiv- und Plusenergiehäuser zeichnen sich durch effiziente Ausnutzung der eingesetzten Energie aus. Dennoch besteht auch in solchen Häusern oft noch deutliches Optimierungspotential beim Einsatz regenerativer Energien für die Endenergiebereitstellung. Große Energieeinsparpotentiale sind auch im Bereich der sanierten Bestandsgebäude gegeben. Heizungsanlagen werden dort oft nicht auf den tatsächlichen Bedarf abgestimmt, woraus unnötig hohe Energieverbräuche resultieren.

Weiterer Bedarf besteht, um Gebäude zu analysieren, in denen energetische und/oder Komfortanforderungen nicht den Erwartungen entsprechen. Beispiele hierfür sind unerklärlich hoher Energieverbrauch oder Feuchteprobleme (Schimmelbefall).

Ursachen für zu hohen Energieverbrauch können sein:

- zu hohe Innenraumtemperatur
- zu hoher Luftaustausch
- Baumängel (Wärmebrücken)

Ursachen für Schimmelbefall können sein:

- zu geringer Luftaustausch

- zu hohe Feuchtelast
- zu niedrige Innentemperatur
- Baumängel (Wärmebrücken)

Die genaue Bestimmung der Ursachen bei einer bestehenden Problematik ist nicht trivial. Oft besteht hierüber Uneinigkeit zwischen dem Nutzer und dem Eigentümer einer Immobilie. Mit dem NIM-System kann eine solche Problematik im Rahmen einer einfachen Messkampagne durch Aufstellen des Systems im entsprechenden Gebäude, z.B. für etwa einen Monat, analysiert werden. Der Aufwand ist dann im Wesentlichen auf die Analyse der Daten reduziert. Ggf. kann zum Auffinden von Wärmebrücken die Thermografiekamera eingesetzt werden. Darüber hinaus können, falls nötig, zur Beurteilung der äußeren Einflüsse Wetterdaten vom Deutschen Wetterdienst bezogen werden.

Technische Umsetzung

Das NIM-System bietet die Möglichkeit, in einem Messobjekt die realen Abläufe der End- und Nutzenergiebereitstellung mit den zugehörigen objektbezogenen Abhängigkeiten zu erfassen. Die erfassbaren Messparameter sind (siehe auch Tabelle 1):

- Temperatur (ggf. zusätzlich Wärmebilder)
- relative Luftfeuchte

- CO₂-Konzentration
- elektrische Arbeit
- Gasverbrauch
- Wärmemengen

Tabelle 1: Analytische Elemente des NIM-Systems mit ihren Messgrößen und den davon abgeleiteten Zielgrößen bzw. deren Einsatzzweck.

Gerät	Messgröße	Zielgröße bzw. Zweck
„Datenlogger“ (5 Stück)	Temperatur	Nutzenergieverbrauch Komfort
	rel. Feuchte	Komfort
	CO ₂ -Konzentration	Raumluftqualität, innere Gewinne durch Personen Lüftungereignisse
Ultraschall- Durchflussmessgerät + Temperatursensoren	Wärmemenge	Nutzenergieverbrauch
Optischer Messaufsatz Gaszähler	Gasverbrauch	Endenergieverbrauch
Optischer Messaufsatz Stromzähler	Elektrische Arbeit	Interne Gewinne durch Geräte
ggf. ergänzend: Thermografiekamera	Temperaturverteilung	Wärmebrücken

Die Messgrößen werden dezentral an verschiedenen Orten des Messobjektes (Anschlussraum, Technikraum, Wohnräume) aufgenommen und über geeignete Übertragungsverfahren (LAN, WLAN und 866 MHz) an eine zentrale Datenspeicherung vor Ort gesendet. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über die grundsätzliche Struktur

des Systems. Das Einbringen der Messgeräte ins Gebäude findet dabei ohne Störung des Betriebsablaufs statt. Dies bedeutet, dass Leitungen nicht aufgetrennt oder umgeleitet werden müssen. Spezielle Voraussetzungen für den Einsatz des Messsystems sind nicht gegeben, einzig eine ausreichende Anzahl an Steckdosen muss vorhanden sein.

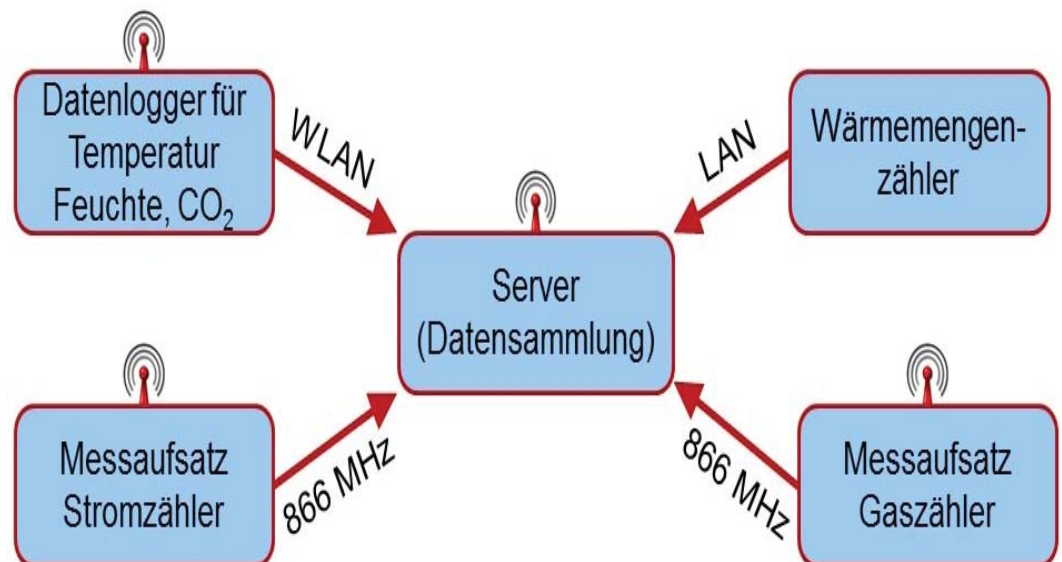


Abb. 1: Übersicht zur Vernetzung der Komponenten des NIM-Systems

Kontakt
 Prof. Dr.
 Udo D. J. Gieseler
 Fachbereich
 Informations- und
 Elektrotechnik
 Fachhochschule
 Dortmund
 Sonnenstr. 96
 44139 Dortmund
 Tel.: 0231 9112-282
 E-Mail:
 udo.gieseler@
 fh-dortmund.de

Zentrales Bauteil des NIM-Systems ist der **Messdatenserver**. Dieser ist im Prinzip ein kleiner PC mit Anschlussmöglichkeiten für vielfältige Peripheriegeräte. Weiterhin bietet der Server ein eigenes WLAN-Netzwerk für die Anbindung externer Datenlogger. Die Messdaten können mittels eines angeschlossenen PCs mit Internetbrowser direkt und komfortabel ausgewertet werden, ein Download für weitergehende Untersuchungen ist ebenfalls möglich. Bei großen Messobjekten lässt sich die WLAN-Reichweite über zwei flexibel einsetzbare

WLAN-Accesspoints beliebig erweitern. Diese werden über jeweils zwei Powerline-Adapter, die das Ethernet-Signal über die Stromleitung transportieren, an den Messdatenserver angebunden. Die WLAN-Abdeckung für die Datenlogger kann so flexibel gehandhabt werden. WLAN-Expander und Powerline-Adapter sind nach einmaliger Konfiguration völlig wartungsfrei einsetzbar. Für eine flexible Datenfernauslesung über das Internet wird der Messdatenserver mit einem UMTS-USB-Stick versehen. Abbildung 2 zeigt das NIM-System mit diesen Details und Vernetzungsmöglichkeiten.

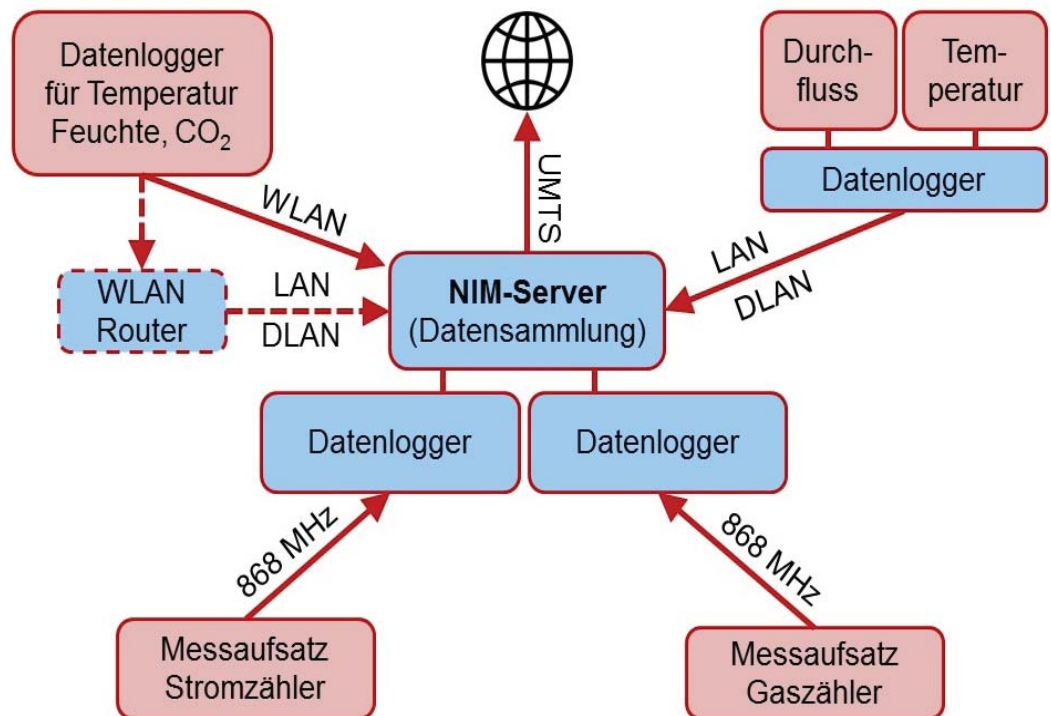


Abb. 2: Details der Vernetzung der Komponenten des NIM-Systems. Durch die Erweiterung der Kommunikation zu den Datenloggern über DLAN sind die Geräte flexibel platzierbar und für nahezu jede Gebäudesituation anzupassen. Im Bedarfsfall kann die WLAN-Reichweite über zwei WLAN-Router erweitert werden (gestrichelte Linien).

Für die **Messung der Raumluftqualität** werden Datenlogger DL1-W der Firma HERMESA Electronic (Essen) eingesetzt (siehe Abbildung 3). Dieses Gerät ist im Rahmen einer Diplomarbeit an der FH Dortmund entwickelt worden und bietet die Möglichkeit, wichtige Parameter der Raumluftqualität über einen langen Zeitraum aufzuzeichnen. Die aufgezeichneten Messdaten sind Temperatur, relative Luftfeuchte und CO₂. Der Datenlogger bietet über eine WLAN-Schnittstelle die Möglichkeit, die aufgenommenen Daten auszulesen.



Abbildung 3: Zentrales Element zur Erfassung der Komfortsituation ist der Datenlogger für CO₂, Feuchte und Lufttemperatur. Aufgrund der Kommunikation über WLAN wird am Anschlussort lediglich eine Steckdose benötigt.

Zur **Bestimmung des Energieverbrauchs** wird ein Energiemonitor EM 1010 der Firma ELV eingesetzt. Dieser verfügt über Funkmesssonden zur Aufnahme der Zählerimpulse von Strom- und Gaszähler. Die Auslesung der Sonden-Messdaten wird über eine Empfangseinheit vorgenommen, die per USB mit dem NIM-Server verbunden wird. Dieser fragt die Daten über eine Software periodisch von der Empfangseinheit ab. Bei digitalen Messgeräten besteht die Möglichkeit, diese mittels eines optischen Messkopfes nach EN 62056 auszulesen.

Werden nur Teile eines Gebäudes oder einzelne Räume messtechnisch untersucht, ist es erforderlich, die über die Heizung zugeführte **Wärmemenge** zu bestimmen. Diese wird mittels eines Aufschnall-Durchflussmessers „Krohne OPTISONIC 6300“ und einer vergleichenden Temperaturmessung durch Temperatursensoren an Vor- und Rücklauf der Heizungen vorgenommen. Zur Auswertung der Messdaten wird ein spezieller Datenlogger entwickelt, der diese Parameter aufnimmt und per Ethernet an den Messdatenserver weitersendet.

Das gesamte Messsystem inklusive aller Strom- und Netzkabel wird in einem stabilen Koffer der Größe 49 cm x 39 cm x 47 cm aufbewahrt. Hierdurch kann das System leicht zum Einsatzort transportiert werden.

Fazit

Das NIM-System ist ein flexibel einsetzbares Messsystem, welches geeignet ist, Problemstellungen im Bereich Energie

und/oder Komfort in Gebäuden analysieren zu können. Die Kommunikation über Funk (WLAN) und Stromleitungen (DLAN) ermöglicht die Anpassung an nahezu jede Gebäudesituation.

Referenzen

[1] Björn Jansen: Entwicklung eines Datenloggers für das energieeffiziente, vernetzte Haus, Diplomarbeit FH Dortmund, 2011