Themeneingabe Diplomarbeit: "Vernetzte Raumklimasteuerung: IoT-System zur automatischen Regulierung von Lüftung und Luftwäsche"

Übersicht Beteiligte

Studierende Person(en)

	Person 1	**Person 2**	**Person 3**
Name	Wicki		
Vorname	Mario		
Strasse, PLZ Ort	Falkenweg 13, 3110 Münsingen		
Telefon mobil	079 543 58 37		
E-Mail	mario.wicki@edu.teko.ch		
Klasse	B-TSY-23-T-a		

(Firma / Auftraggeber)

Privates Projekt.

(Fachperson)

Name	
Vorname	
Strasse, PLZ Ort	
Telefon mobil	
E-Mail	
Rolle/Funktion	

(Gewünschte Betreuungsperson)

Name	Rickli
Vorname	Jürg

Anmerkung: Die Zuteilung der genannten Person kann nicht garantiert werden.

Themenbeschreibung

Ausgangslage und Problemstellung

Die Ausgangslage ergibt sich aus der Beobachtung, dass die vorhandene Komfortlüftung in der Wohnung der Partnerin möglicherweise nicht ausreichend saubere und gefilterte Aussenluft in die Innenräume befördert. Dies zeigt sich darin, dass die installierten Luftwäscher der Firma Venta in allen drei Räumen (Schlafzimmer 1, Schlafzimmer 2 und Wohnbereich) nahezu permanent im Betrieb sein müssen, um eine akzeptable Luftfeuchtigkeit aufrechtzuerhalten.

Die Problemstellung besteht darin, dass unklar ist, welche Qualität und Menge an Frischluft durch die Komfortlüftung tatsächlich nach innen gelangt, und inwieweit Verunreinigungen (Pollen, Schadstoffe, etc.) sowie Temperatur- und Feuchtigkeitswerte der zugeführten Aussenluft die Raumklimaverhältnisse beeinflussen. Eine intelligente, datengestützte Steuerung der Lüftungs- und Reinigungssysteme könnte hier Abhilfe schaffen und zu einer optimalen Raumklimagestaltung sowie Energieeffizienz beitragen.

Messparameter zur Bestimmung der Luftqualität

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- CO2
- Feinstaubpartikel
- Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Messprinzip

1. **CO2-Messung beim Adafruit SCD-41 (NDIR-Verfahren)**
    - Das SCD-41 nutzt das NDIR-Verfahren (Non-Dispersive Infrared)
    - Funktionsweise: Ein Infrarotlicht wird durch die Messgaskammer gesendet. CO2-Moleküle absorbieren das Infrarotlicht bei einer spezifischen Wellenlänge (~4,26 µm)
    - Die Absorption wird durch einen IR-Detektor gemessen; je höher die CO2-Konzentration, desto mehr Infrarotlicht wird absorbiert
    - Dies ermöglicht eine zuverlässige, kalibrierfreie CO2-Messung im Bereich 0-40.000 ppm
2. **Luftdruck-Messung beim BME280 (Piezoresistiver Sensor)**
    - Das BME280 verwendet einen piezoresistiven Drucksensor
    - Funktionsweise: Eine flexible Membran verformt sich unter Druckeinwirkung; diese Verformung wird durch piezoresistive Elemente in eine Widerstandsänderung und damit in ein messbares Spannungssignal umgewandelt
    - Der Sensor erfasst den absoluten Luftdruck und berechnet daraus die Höhenlage
    - Messbereich: typischerweise 300–1100 hPa
3. **Temperatur-, Feuchte-, VOC- und Feinstaubmessung beim Sensirion SEN54 (Multisensor-Verfahren)**
    - Das SEN54 kombiniert mehrere Sensoren in einem Modul:
        - **Temperatur & Feuchte**: Kapazitiver Sensor, der Änderungen in der elektrischen Kapazität misst. Diese ändern sich proportional zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit
        - **VOC (Flüchtige organische Verbindungen)**: Metal-Oxide-Halbleiter (MOx), der flüchtige Gase durch Oberflächenoxidation erfasst; die elektrische Leitfähigkeit des Sensors ändert

sich mit der Gaskonstellation
- **Feinstaubpartikel (PM2,5 und PM10)**: Optisches Streulicht-Verfahren (Nephelometrie). Ein LED-Licht wird in die Messzelle emittiert; Feinstaubpartikel streuen dieses Licht. Ein optischer Detektor misst die gestreute Lichtintensität, aus der die Partikelkonzentration berechnet wird

Regelungsvorgaben und Referenznormen

Die Steuerung und Regelung des Raumklimas orientiert sich an den Richtlinien und Empfehlungen des **Bundesamts für Gesundheit (BAG) der Schweiz**. Diese bilden die Referenz für gesunde Innenraumluftqualität und sichere Arbeits- und Wohnbedingungen. Besondere Bedeutung kommt dabei der **CO2-Konzentration** zu, da sie ein direkter Indikator für die Luftqualität und Belüftungseffektivität ist:

- **CO2-Grenzwerte gemäss BAG**:
  - Optimal: < 1.000 ppm
  - Akzeptabel: 1.000 – 1.400 ppm
  - Erhöht/Unbefriedigend: > 1.400 ppm

Diese Vorgaben dienen als Sollwerte für die automatische Regelung der Komfortlüftung und des Luftwäschers, um eine optimale Raumklimaqualität zu gewährleisten und den Energieverbrauch zu minimieren.

Zielsetzung

Muss-Ziele:

1. Bis zum Abschluss der Diplomarbeit ein System mit Sensoren, Mikrocontroller und sonstigen elektronischen Komponenten entwickeln und aufbauen, das Temperatur, Luftfeuchtigkeit, CO2, flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Feinstaub für ein Demonstrationszimmer erfasst und die Komfortlüftung sowie der Luftwäscher automatisch steuern kann.

2. Bis zum Abschluss der Diplomarbeit ein funktionsfähiges Demonstrationsmodell mit einem Zimmer aus Sperrholz erstellen und dokumentieren, das die Steuerungslogik eines einzelnen Raums veranschaulicht und damit die Regelbarkeit des Raumklimas validiert.

Kann-Ziele:

1. Optional ein Sperrholz-Modell für alle drei Räume aufbauen, um die Priorisierung von Schlafzimmern gegenüber dem Wohnbereich abzubilden.

2. Optional ein Dashbord erstellen damit die Daten visualisiert werden können.

Technische Komponenten: Arduino UNO R4-Mikrocontroller, Sensirion SEN54 Temperatur-/Feuchte-/Flüchtige organische Verbindungen VOC und Feinstaub, SCD-41 für CO2, BME280 für den Luftdruck, Aktoren zur Lüfter-/Wäscher-Steuerung (geschätzte Beschaffungszeit: 3 Wochen inkl. Lieferzeit). Ein Raspberry Pi 4 als zentraler Server/Koordinator, um Daten zu sammeln, Auswertung und Visualisierung zu übernehmen.