

## **Titel: Entwicklung eines innovativen Klimakomfortsystems**

**Einleitung:** Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung eines Klimakomfortsystems. Dabei wird eine vorhandene Lichtkuppel, inklusive Motor und Beschattung mit einer Steuereinheit, Sensorik sowie Klimageräten ergänzt. Ziel des Klimakomfortsystems ist es das Raumklima im definierten Behaglichkeitsbereich des Menschen zu halten. Das Modul ist nach dem Internet of Things Prinzip aufgebaut und in 2 eigenständige Einheiten gegliedert. Die separate Inneneinheit misst die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit, den CO<sub>2</sub> Wert sowie die Beleuchtungsstärke und übermittelt diese drahtlos an die Steuereinheit. Im Außenbereich werden ebenfalls die Klimawerte erfasst. Die Steuereinheit veranlasst bei verbrauchter Luft eine Lüftung über den verbauten Lufttaucher oder durch Öffnen der Kuppel. Dabei entscheidet die Steuereinheit auf Basis des energetisch besten Prinzips, sowie der Wetterbedingungen, welches Lüftungsevent ausgeführt werden soll. Das verbaute Heiz-Klimagerät ist bei stark unterschiedlichen Außen- und Innensolltemperaturen für die Regelung der Raumtemperatur zuständig. Über eine App können die Sensorwerte angezeigt sowie von der automatisierten Regelung in den manuellen Modus umgeschaltet werden. Diese App läuft einerseits direkt im Haus der Anlage (z.B. für eine Wandmontage) und andererseits auf allen Plattformen (iOS, Android und Windows) für einen weltweiten Zugriff. Großer Wert dabei wurde auf eine cloudbasierte Architektur [2] gelegt. Alle notwendigen Services (REST Schnittstellen, Datenbank, etc.) sind cloudbasiert und redundant ausgeführt.

**Methode:** Die entscheidenden Faktoren für ein behagliches Raumklima sind die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit, sowie die CO<sub>2</sub> Konzentration. Als CO<sub>2</sub>-Richtwert für gute Luftqualität gilt eine Konzentration von <1000ppm. Der Zusammenhang zwischen Temperatur und Feuchtigkeit ist in einem Ausschnitt eines Mollier-h-x-Diagramms in Abbildung 1 dargestellt. Der Behaglichkeitsbereich, welcher in rot markiert ist, bewegt sich zwischen 20°C und 25°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 30% und 80%.

Die Entscheidung, welches Lüftungsevent durchgeführt werden soll, wird auf Basis der Berechnung der Enthalpiedifferenz zwischen Außen- und Innenluft anhand von Gleichung (1) durchgeführt.

$$h = \bar{c}_{p,L} * T + x * (r_0 + \bar{c}_{p,D} * T), \quad (1)$$

Wobei h die Enthalpie in [kJ/kg], T die Temperatur in [K] sowie  $\bar{c}_{p,L}$  bzw.  $\bar{c}_{p,D}$  die mittlere spezifische Wärmekapazität von trockener Luft bzw. Wasserdampf in [kJ/kgK] darstellt. X stellt die Gewichtung von Wasserdampf zu trockener Luft in [kg/kg] dar und  $r_0$  die

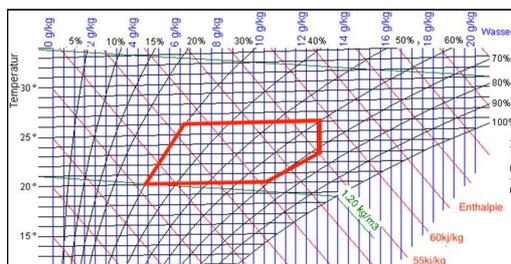


Abb. 1: Mollier-h-x-Diagramm, Behaglichkeitsbereich [1]

Verdampfungsenthalpie bei 0°C in [kJ/kg]. Dabei wird die Energie, welche für die Lüftung durch die Kuppel und anschließender Temperierung benötigt wird, mit der Energie, welche für den Betrieb des Enthalpielufttauschers (Rückgewinnung von Wärme und Feuchtigkeit aus der Abluft) benötigt wird, verglichen. Als Ausgangsbasis für die Energieberechnung dient ein Raum mit 100m<sup>3</sup> Luftvolumen.

**Ergebnisse:** Es wurde ein Prototyp mit Raummodul, Steuereinheit und Dachmodul aufgebaut und erfolgreich getestet. Die Kommunikation mit den Sensoren sowie die Ansteuerung der Klimageräte, des LED-Dimmers und der Motoren erfolgt über die App und funktioniert einwandfrei. Weiters konnte die manuelle Steuerung des Klimakomfortsystems, welche den Automatikmodus überschreibt, auf Funktion überprüft werden. Im Automatikmodus wird ein Lüftungsevent entweder durch ein Verlassen des Behaglichkeitsbereichs der Temperatur oder durch eine CO<sub>2</sub> Konzentration >900ppm ausgelöst. Die Steuereinheit entscheidet auf Basis der Enthalpie-Differenz von Außen- zu Innenluft welches das energetisch beste Prinzip der Lüftung ist.

**Diskussion/Conclusio:** Der Prototyp des Klimakomfortsystems ist in der Lage schlechte Umgebungsluft zu detektieren und ein automatisiertes Lüftungsevent zu starten. Dabei werden im Innen- sowie Außenbereich die dafür relevanten Klimawerte erfasst. Außerdem ist das Klimakomfortsystem dazu in der Lage, die Raumtemperatur über das Heiz-Klimagerät bzw. durch Öffnen der Lichtkuppel in einem definierten Behaglichkeitsbereich zu halten. Das Funktionsprinzip des Klimakomfortsystems konnte vollständig getestet werden, in den weiteren Schritten muss dieses unter realen Bedingungen erprobt werden, um Rückschlüsse auf Lüftungsdauer, Klimaparameter sowie Energieeinsparung zu gewinnen.

Quellen:

[1] Dolder M., 2018. Mollier h, x-Diagramm für feuchte Luft, Available from: [https://www.dolder-ing.ch/wissen/Lueftung-Klima/h-x-diagramm/Mollier\\_h-x-diagramm\\_Bild.html](https://www.dolder-ing.ch/wissen/Lueftung-Klima/h-x-diagramm/Mollier_h-x-diagramm_Bild.html) Accessed: 2018.11.29

[2] Hasan Derhamy et al, 2015. A Survey of Commercial Frameworks for the Internet of Things, IEEE Communications Society, 2015. article id 7301661