

## UNTERSUCHUNG VON MASSNAHMEN GEGEN TROCKENE INNENLUFT IM WINTER

Sven Moosberger, Beat Frei  
 Hochschule Luzern - Technik & Architektur, Schweiz  
 Kontakt: sven.moosberger@hslu.ch

### KURZFASSUNG

Mit dem Simulations-Werkzeug IDA ICE wurden drei verschiedene Massnahmen gegen trockene Innenluft im Winter in Wohnhäusern mit mechanischer Lüftung untersucht und mit dem Fall ohne Massnahme verglichen. Als Test-Gebäude wurde ein Einfamilienhaus nach Passivhaus-Standard mit 160 m<sup>2</sup> Wohnfläche gewählt. Dabei wurden auch zwei unterschiedliche Belegungsdichten verglichen, sowie der Einfluss der Feuchtespeicherung in den Wänden auf die Resultate untersucht.

Je nach Personenbelegung und Benutzerverhalten wird das Problem von trockener Luft noch verschärft. Die bedarfsgesteuerte Zuluft-Regelung erweist sich als die sanftere, die Feuchterückgewinnung als die radikalere Massnahme.

### ABSTRACT

With help of the simulation tool IDA ICE, three different methods against dry indoor air during winter days in dwellings with mechanical ventilation are investigated and compared with the conventional system. As reference building, a detached house with passivhouse standard with 160 m<sup>2</sup> living space was chosen. Two different occupant densities were compared. The influence of moisture conservation in walls was investigated.

Depending on the occupant density and behavior, the problem of dry indoor air can even get worse. The demand dependent air volume rate proves to be the more gentle, the moisture recovery the more radical method.

### EINLEITUNG

In der Praxis erweist sich häufig, dass in gut gelüfteten Räumen im Winter die relative Luftfeuchte unter einen kritischen Wert von 30 % sinkt. Es stellt sich deshalb die Frage, mit welchen Massnahmen diesem Problem begegnet werden kann. Die Praxis kennt verschiedene mögliche Lösungsansätze. In der hier vorgestellten Simulationsstudie wurden drei solche Vorschläge unter gleichen Bedingungen untereinander verglichen. Die Studie wurde mit Hilfe des Simulationstools IDA ICE durchgeführt.

### UNTERSUCHTE SYSTEME

#### **Geometrie**

Als Referenzsystem wurde ein Einfamilienhaus mit 160 m<sup>2</sup> Wohnfläche gewählt, welches im Passivhaus-Standard gebaut wurde.



Abbildung 1 Simuliertes Referenz-Einfamilienhaus

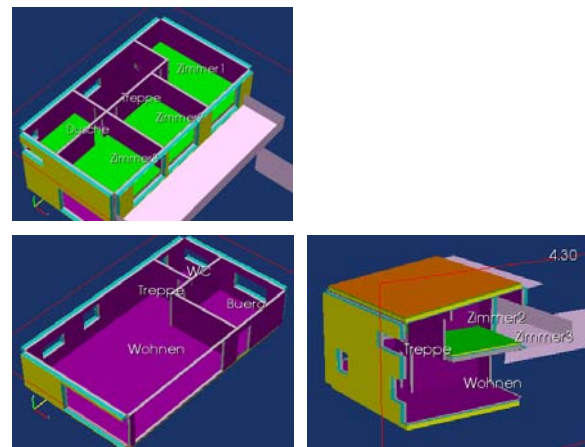


Abbildung 2 Die Zonen in 3D-Darstellung

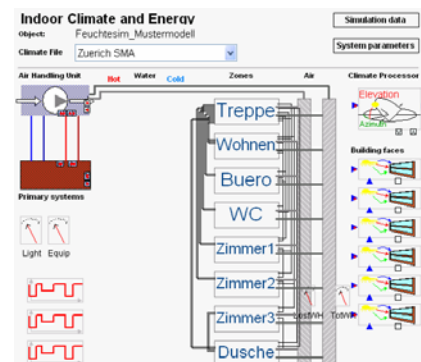


Abbildung 3 IDA ICE Modell des Referenzhauses

### Feuchtelasten

Selbstverständlich haben die Feuchtelasten einen wesentlichen Einfluss auf die Raumluftfeuchte. Zum Vergleich wurde zwischen zwei verschiedenen Benutzerprofilen unterschieden:

4Pers: Belegung durch 4köpfige Familie:

Feuchteproduktion total 6'146 g/Tag

2Pers: Belegung durch 2 berufstätige Personen:

Feuchteproduktion total 2'183 g/Tag

### Feuchtespeicherung

Die meisten Gebäudesimulationsprogramme berücksichtigen die Feuchtespeicherung in den Wänden nicht. Um den Einfluss dieser Feuchtespeicherung insbesondere auf die Extremwerte der Raumluftfeuchte zu untersuchen, wurde ein Wandmodell für IDA ICE verwendet, welches den Feuchtetransport in die Wand und die Feuchtespeicherung in der Wand mitberücksichtigt (Kurnitski et al., 2000). Die Simulationen mit und ohne Berücksichtigung der Feuchtespeicherung wurden untereinander verglichen.

### Untersuchte Massnahmen

Tabelle 1 Auslegung der Wohnungslüftung

Zone	Zuluft [m <sup>3</sup> /h]	Abluft [m <sup>3</sup> /h]
Wohnen/Kochen	40	60
Zimmer 1	30	
Zimmer 2 und 3, sowie Büro	3 x 20	
Bad		45
WC		25
<b>Total</b>	<b>130</b>	<b>130</b>

Folgende von verschiedenen Kompaktlüftungsgeräte-Herstellern angebotene Massnahmen gegen trockene Luft im Winter wurden untersucht und mit dem Fall ohne Massnahmen verglichen:

#### CO<sub>2</sub>: Nach CO<sub>2</sub>-Gehalt geregelter Zuluftstrom

Nach diesem Vorschlag wird die Lüftung in der Nacht (22:00 - 06:00) mit dem Auslegungsvolumenstrom betrieben. Tagsüber wird die Luftmenge im zentralen Gerät in Abhängigkeit des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Zone „Wohnen“ wie nach Abbildung 4 gezeigt geregelt.

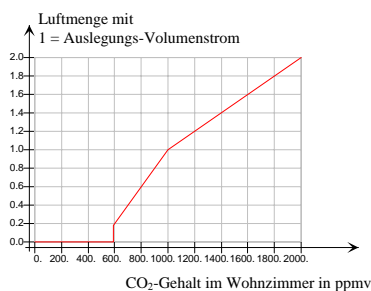


Abbildung 4 Regelung der Zuluft nach CO<sub>2</sub>

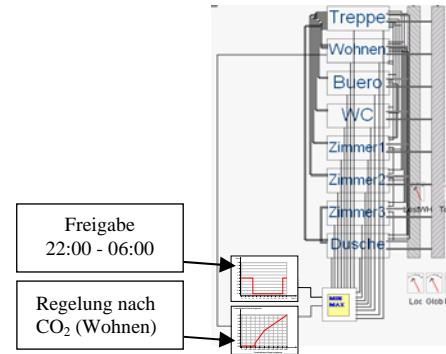


Abbildung 5 CO<sub>2</sub>-Regelung im IDA ICE Modell

#### Feuchterückgewinnung mittels Plattenwärmeübertrager mit Membrane

Bei diesem Prinzip wird die Feuchte der Abluft im Plattenwärmetauscher über eine Membrane in die Zuluft übertragen. Es wird so eine konstante Feuchterückgewinnzahl von 0.6 erreicht (Tschui et al., 2006).

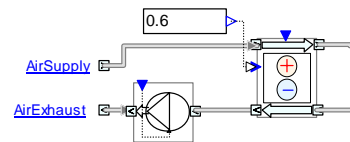


Abbildung 6 Konstante Feuchterückgewinnzahl im IDA ICE Modell

#### Feuchterückgewinnung mittels Rotor mit Ionenaustauscharz

Auch hier wird die Feuchte der Abluft in die Zuluft übertragen, diesmal aber im Rotationswärmetauscher mit Ionenaustauscharz. Die Wärmerückgewinnzahl kann mit der Drehzahl des Rotors variiert werden. Typische Systeme regeln diese in einem Bereich zwischen 0 und 20 °C Aussenlufttemperatur linear von 0.7 runter auf 0.1.

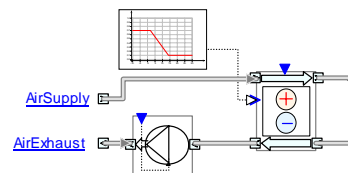


Abbildung 7 Feuchterückgewinnzahl in Abhängigkeit der Aussentemperatur im IDA ICE Modell

### Wetterdaten

Für den Vergleich der Varianten wurden die Wetterdaten während der 4. Woche des Wetterdatensatzes „Zürich SMA“ verwendet (Abbildung 8).



Abbildung 8 Verlauf der Aussentemperatur

## RESULTATE

### Einfluss der Feuchtespeicherung

Die Resultate zeigen deutlich die Glättung der Spitzen der Raumlufffeuchte durch die Feuchtespeicherung in den Wänden (Abbildung 9). Die Wahl einer gut feuchtespeichernden Wandoberfläche ist insbesondere in den Räumen wichtig, in welchen während den Anwesenheitszeiten mit relativ geringer Feuchteproduktion zu rechnen ist. Dies betrifft beispielsweise die Schlafzimmer.

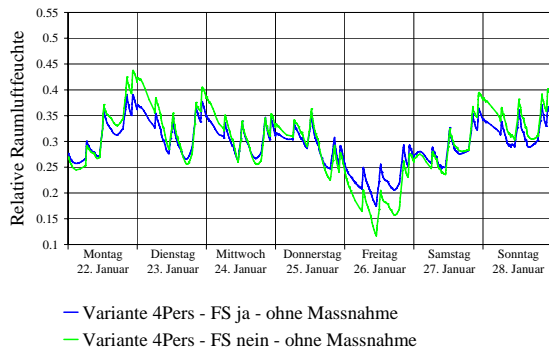


Abbildung 9 Vergleich mit/ohne Feuchtespeicherung

### Vergleich der Massnahmen

Die Feuchterückgewinnung erweist sich als die sicherere und planerisch einfachere Methode, im Winter die Raumlufffeuchte genügend hoch zu halten (Abbildung 10). Sie birgt jedoch die Gefahr, dass weiterhin auch unsorgfältig geplante und überdimensionierte Lüftungssysteme realisiert und betrieben werden können.

Eine bedeutend grössere Herausforderung stellt die bedarfsgesteuerte Zuluftregelung dar, welche nur bei sorgfältiger Planung zum Erfolg führt, dafür aber weitere Vorteile bietet (keine Kontaminationsrisiken, geringerer Stromverbrauch, sanfterer Betrieb, weniger Wartungsaufwand). Dabei stellen sich folgende projektspezifische Fragen: Wo soll der CO<sub>2</sub>-Fühler angebracht werden? Was würde eine Einzelraum-Regulierung für Zusatznutzen bringen? Wie soll in der Nacht die Zuluft der Schlafzimmer geregelt sein (CO<sub>2</sub> vs. Feuchte)? Ist genügend Feuchtespeicherungskapazität vorhanden?

Wesentlich sensibler auf die Raumlufffeuchte reagiert das System bei deutlicher Unterbelegung und entsprechend stark reduzierter interner Feuchteproduktion (Abbildung 11). So wird beispielsweise deutlich sichtbar, dass das Ausschalten der CO<sub>2</sub>-Regelung während der Nacht sich sehr negativ auswirkt, sich die Raumlufffeuchte aber jeweils nach dem Einschalten der CO<sub>2</sub>-Regelung um 06:00 Uhr sehr schnell wieder verbessert. Im Bereich Wohnen erreicht das System mit CO<sub>2</sub>-Regelung gar bessere Werte als die Systeme mit Feuchterückgewinnung.

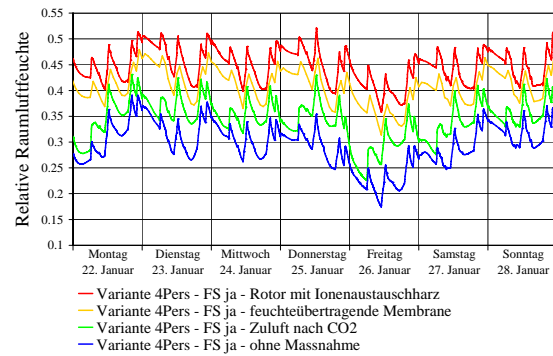


Abbildung 10 Vergleich für die 4-Personen-Belegung

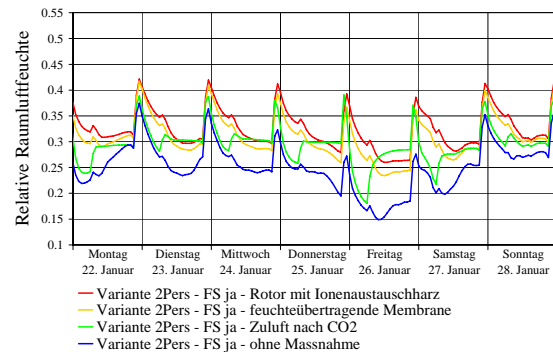


Abbildung 11 Vergleich für die 2-Personen-Belegung

## ERKENNTNISSE UND AUSBLICK

Die dynamische Gebäudesimulation stellt sich als unentbehrliches Hilfsmittel für die Optimierung einer CO<sub>2</sub>-Regelung heraus. Eine solche muss flexibel auf den CO<sub>2</sub>-Bedarf (abhängig von der Personenbelegung) und das Feuchteangebot (abhängig vom Benutzerverhalten allgemein) reagieren können. Eine weiterführende interessante Fragestellung ist die, ob es mit geeignetem Wandaufbau gelingen würde, eine saisonale Feuchtespeicherung zu erreichen. Weitere Untersuchungen sind deshalb geplant.

## LITERATUR

- Frei, B. 2007. Feuchte in Niedrigenergiebauten. BFE Schlussbericht.
- Moosberger, S. 2007. Thermisch-hygrische Raumsimulation zur Ermittlung des Einflusses der Lüftungsstrategie auf die Raumlufffeuchte. Teilbericht zu (Frei, 2007).
- Tschui, A., Emmenegger, T. 2004. Raumlufffeuchte in Wohnungen. Diplomarbeit, Hochschule Luzern - Technik & Architektur.
- Kurnitski, J., Vuolle, M. 2000. Simultaneous Calculation of Heat, Moisture and Air Transport in a Modular Simulation Environment. Proc. Estonian Acad. Sci. Eng., 6, 1, 25-47.
- www.equa.se. 2008. IDA ICE 4.