

Wenn zu trockene Luft zum Problem wird

In der Praxis erweist sich häufig, dass in gut gelüfteten Räumen im Winter die **relative Luftfeuchte** unter einen kritischen Wert von 30 Prozent sinkt. Das Risiko von zu trockener Innenluft zeigt sich insbesondere **bei Niedrigenergiebauten mit kontrollierter Lüftung**. Es stellt sich dabei die Frage, mit welchen Massnahmen diesem Problem begegnet werden kann. **Text** Sven Moosberger, Beat Frei

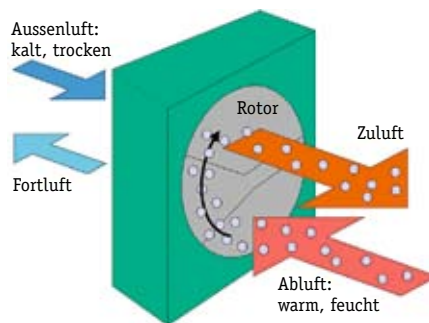
■ **UM VERSCHIEDENE** Lüftungsstrategien im Feldtest untereinander vergleichen zu können, müssten mehrere identische Haushalte mit gleichen Rahmenbedingungen betrieben werden. Dies wäre – insbesondere was das Benutzerverhalten betrifft – gar nicht durchführbar. Mit dynamischer Gebäudesimulation können demgegenüber bis auf die zu untersuchenden Parameter alle Randbedingungen exakt identisch gehalten werden.

Dynamische Gebäudesimulation ersetzt unmögliche Messungen

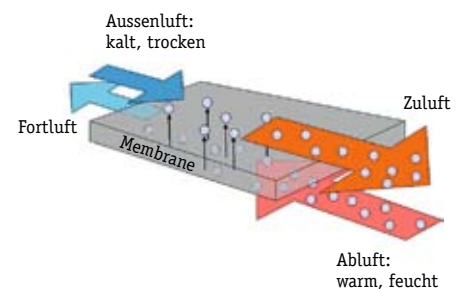
Zur Simulation des korrekten zeitlichen Verlaufs der Raumluftfeuchte sind nun aber spezielle Wandmodelle nötig, welche die Feuchtespeicherung in den einzelnen Schichten mitberücksichtigen. Solche Modelle bieten nur wenige Gebäudesimulations-Tools an. Deshalb wurde für die hier beschriebene Untersuchung auf das

Sven Moosberger, Hochschule Luzern – Technik & Architektur, Horw,
Mail sven.moosberger@hslu.ch

Feuchterückgewinnung mittels Rotor



Feuchterückgewinnung über Membrane



Untersuchte Massnahmen gegen trockene Raumluft im Winter.

vielseitige und erweiterbare Simulationsprogramm IDA ICE und ein bereits vorhandenes Modell zur Berechnung der Feuchtespeicherung in Wänden zurückgegriffen. Es wurde der Verlauf der Raumluftfeuchte eines typischen Einfamilienhauses mit 160 m² Nutzfläche und mit kontrollierter Lüftung berechnet. Dabei wurde bewusst von deutlich unterdurchschnittlichen

Feuchtelasten ausgegangen. Mit verschiedenen Varianten wurde die Wirkung von drei Massnahmen gegen zu trockene Wohnluft im Winter untersucht. Dieselbe Untersuchung erfolgte einerseits mit und ohne Berücksichtigung der Feuchtespeicherung in den Wänden und andererseits mit normaler Personenbelegung (4 Personen) und mit deutlicher Unterbelegung (2 auswärts arbeitende Personen).

Die untersuchten Massnahmen

In der Grundvariante wird die Lüftung mit konstantem Luftvolumenstrom von total 130 m³/h betrieben, was etwa einem 0,3-fachen Luftwechsel entspricht. Diese Grundvariante wird mit folgenden Massnahmen gegen trockene Luft im Winter verglichen:

■ Bedarfsregelung nach CO₂

Bei CO₂-Konzentrationen im Wohnzimmer von unter 1000 ppm wird die Zuluft rate proportional reduziert. So wird die Luftwechselrate stets auf dem für die Erhaltung der Luftqualität erforderlichen Minimum gehalten. Während der Nacht (22.00–6.00 Uhr) wird die Luftwechselrate nicht reduziert, um eine Verschlechterung der Luftqualität im Schlafzimmer zu vermeiden. Nicht in diesem Artikel enthalten sind die Resultate der Zusatzuntersu-



Fotografie und Simulationsmodell des untersuchten Einfamilienhauses.

chungen für eine kombinierte Regelung der Zulufrate nach CO₂ und Feuchte.

■ Feuchterückgewinnung mittels Rotor mit Ionenaustauschharz

Die Luftwechselrate bleibt unverändert konstant. Die Feuchte wird mittels Rotor von der Abluft in die Zuluft übertragen.

■ Feuchterückgewinnung mittels Plattenwärmeübertrager mit Membrane

Auch hier bleibt die Luftwechselrate konstant. Die Feuchte gelangt hier aber in einem Plattenwärmetauscher über eine Membrane von der Abluft in die Zuluft.

Erstaunliche und überraschende Resultate

Die Feuchterückgewinnung erweist sich als die sicherere und planerisch einfachere Methode, im Winter die Raumluftfeuchte genügend hoch zu halten. Sie birgt jedoch die Gefahr, dass damit weiterhin auch unsorgfältig geplante Lüftungssysteme realisiert und mit überdimensioniertem Luftvolumenstrom betrieben werden können.

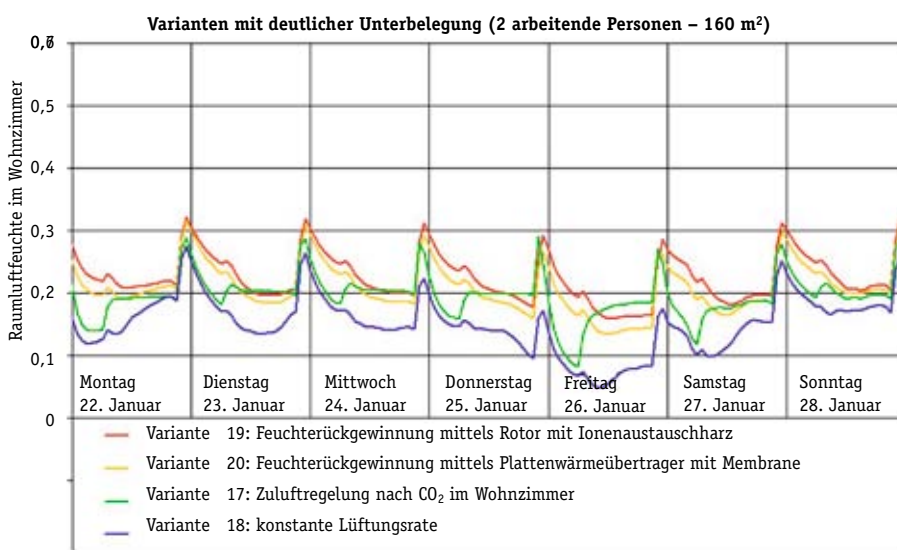
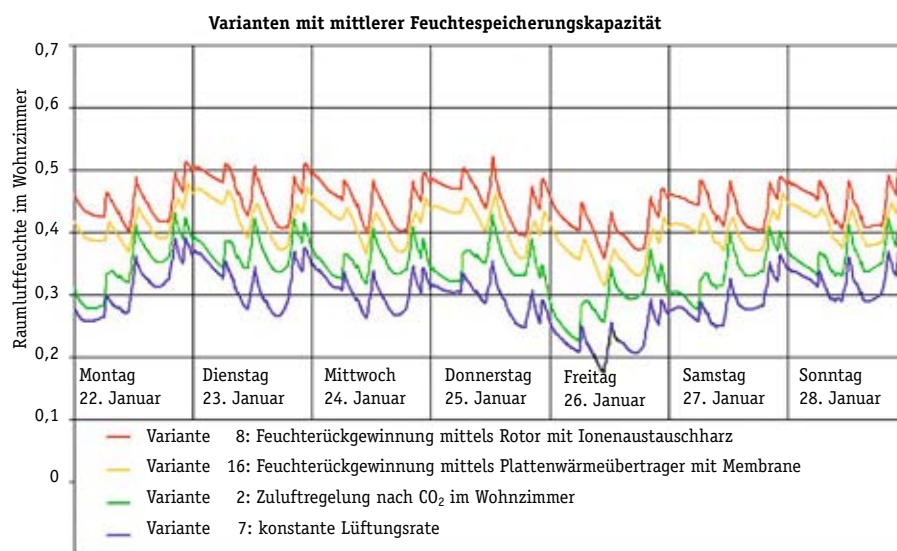
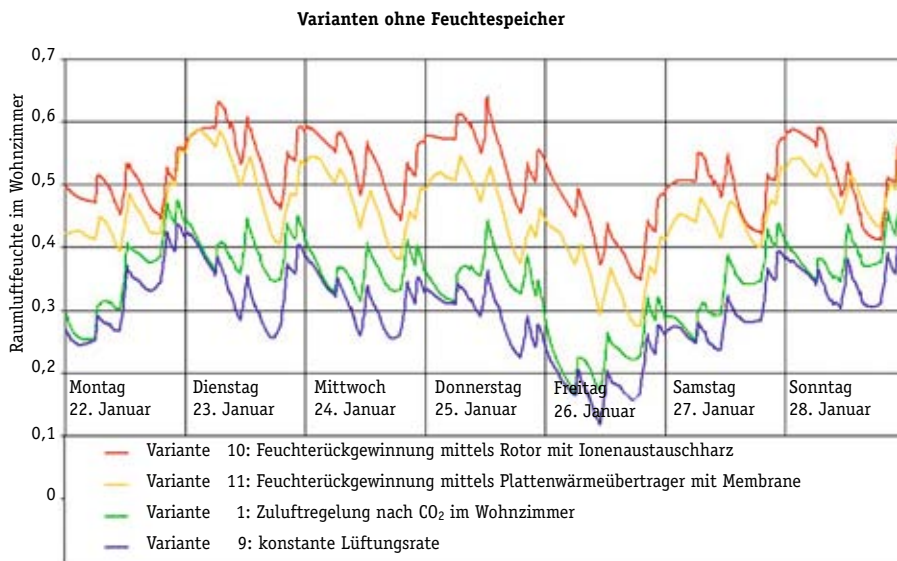
Eine bedeutend grössere Herausforderung stellt die bedarfsgesteuerte Zuluftregelung dar, welche nur bei sorgfältiger Planung zum Erfolg führt, dafür aber weitere Vorteile bietet (geringere Kontaminationsrisiken, geringerer Stromverbrauch, sanfterer Betrieb, weniger Wartungsaufwand). Dabei stellen sich folgende projektspezifische Fragen: Wo soll der CO₂-Fühler angebracht werden? Nach welcher Strategie soll geregelt werden? Was würde eine Einzelraum-Regulierung für Zusatznutzen bringen? Wie soll in der Nacht die Zuluft der Schlafzimmer geregelt sein (CO₂ vs. Feuchte)? Ist genügend Feuchtespeicherkapazität vorhanden?

Wesentlich sensibler auf die Raumluftfeuchte reagiert das System bei deutlicher Unterbelegung und entsprechend stark reduzierter interner Feuchteproduktion (Grafik unten rechts). Wir beschränken uns bei der Betrachtung der Resultate auf die Varianten mit mittlerer Feuchtespeicherkapazität. Deutlich sichtbar wird aber bereits hier, dass das Ausschalten der CO₂-Regelung während der Nacht sich sehr negativ auswirkt (Angleichung der grünen Kurve an die blaue Kurve) und wie sich die Raumluftfeuchte jeweils nach dem Einschalten der CO₂-Regelung um 06.00 Uhr sehr schnell verbessert. Im Bereich Wohnen erreicht das System mit CO₂-Regelung gar bessere Werte als das System mit Feuchterückgewinnung mittels Plattenwärmeübertrager mit Membrane.

Erkenntnisse und Ausblick

Die dynamische Gebäudesimulation stellt sich als unentbehrliches Hilfsmittel für die Optimierung einer CO₂-Regelung heraus. Eine solche muss flexibel auf den CO₂-Bedarf (abhängig von der Personenbelegung)

Simulationsresultate



Simulationsresultate für die kälteste Woche im Januar.

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.

chungen für eine kombinierte Regelung der Zulufrate nach CO₂ und Feuchte.

■ Feuchterückgewinnung mittels Rotor mit Ionenaustauschharz

Die Luftwechselrate bleibt unverändert konstant. Die Feuchte wird mittels Rotor von der Abluft in die Zuluft übertragen.

■ Feuchterückgewinnung mittels Plattenwärmeübertrager mit Membrane

Auch hier bleibt die Luftwechselrate konstant. Die Feuchte gelangt hier aber in einem Plattenwärmetauscher über eine Membrane von der Abluft in die Zuluft.

Erstaunliche und überraschende Resultate

Die Feuchterückgewinnung erweist sich als die sicherere und planerisch einfachere Methode, im Winter die Raumluftfeuchte genügend hoch zu halten. Sie birgt jedoch die Gefahr, dass damit weiterhin auch unsorgfältig geplante Lüftungssysteme realisiert und mit überdimensioniertem Luftvolumenstrom betrieben werden können.

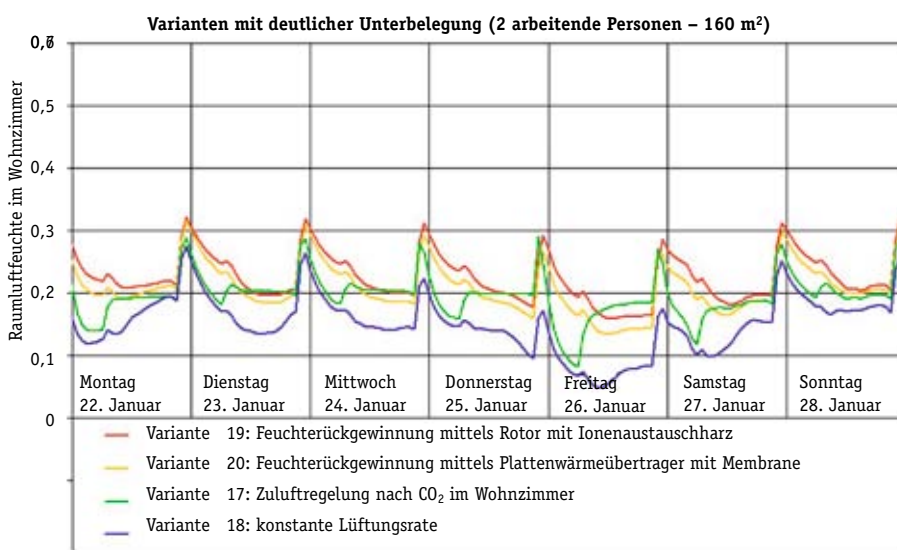
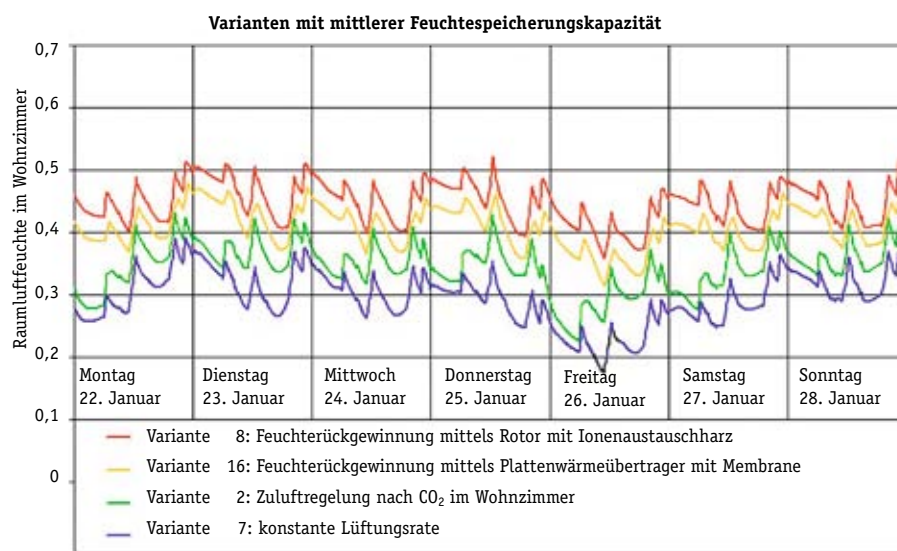
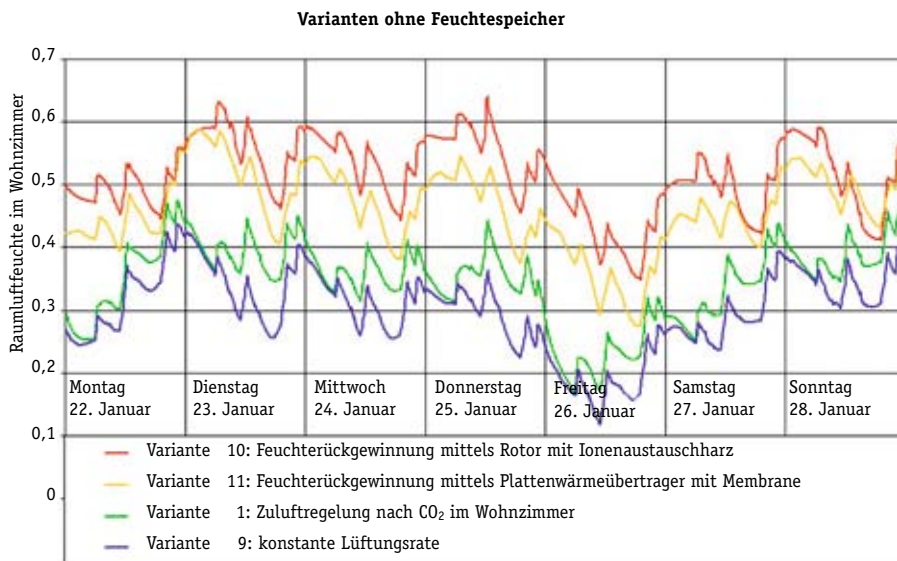
Eine bedeutend grössere Herausforderung stellt die bedarfsgesteuerte Zuluftregelung dar, welche nur bei sorgfältiger Planung zum Erfolg führt, dafür aber weitere Vorteile bietet (geringere Kontaminationsrisiken, geringerer Stromverbrauch, sanfterer Betrieb, weniger Wartungsaufwand). Dabei stellen sich folgende projektspezifische Fragen: Wo soll der CO₂-Fühler angebracht werden? Nach welcher Strategie soll geregelt werden? Was würde eine Einzelraum-Regulierung für Zusatznutzen bringen? Wie soll in der Nacht die Zuluft der Schlafzimmer geregelt sein (CO₂ vs. Feuchte)? Ist genügend Feuchtespeicherkapazität vorhanden?

Wesentlich sensibler auf die Raumluftfeuchte reagiert das System bei deutlicher Unterbelegung und entsprechend stark reduzierter interner Feuchteproduktion (Grafik unten rechts). Wir beschränken uns bei der Betrachtung der Resultate auf die Varianten mit mittlerer Feuchtespeicherkapazität. Deutlich sichtbar wird aber bereits hier, dass das Ausschalten der CO₂-Regelung während der Nacht sich sehr negativ auswirkt (Angleichung der grünen Kurve an die blaue Kurve) und wie sich die Raumluftfeuchte jeweils nach dem Einschalten der CO₂-Regelung um 06.00 Uhr sehr schnell verbessert. Im Bereich Wohnen erreicht das System mit CO₂-Regelung gar bessere Werte als das System mit Feuchterückgewinnung mittels Plattenwärmeübertrager mit Membrane.

Erkenntnisse und Ausblick

Die dynamische Gebäudesimulation stellt sich als unentbehrliches Hilfsmittel für die Optimierung einer CO₂-Regelung heraus. Eine solche muss flexibel auf den CO₂-Bedarf (abhängig von der Personenbelegung)

Simulationsresultate



Simulationsresultate für die kälteste Woche im Januar.

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.