

Zusammenfassung. Wo stehen wir heute – Ausblick

U. Wyssling in Zusammenarbeit mit den Referenten

1. Bedeutung der Lüftungsverluste für den Energieverbrauch

Der Energieverbrauch zur Deckung der Lüftungsverluste ist proportional zur Temperaturdifferenz zwischen aussen und innen und zum Aussenluftwechsel. Der Lüftungsverlust ist bei gegebener Druckdifferenz über die Fassade abhängig von den vorhandenen Undichtheiten.

Die Erfahrung lehrt, dass durch den Benutzer mit der Fensterlüftung der Ener-

gieverbrauch infolge Lüftungsverluste nahezu konstant gehalten wird; d. h. an kalten Tagen wird weniger häufig und wesentlich kürzer gelüftet als an wärmeren Tagen. Das Benutzerverhalten kann stark beeinflusst werden durch individuelle Heizkostenabrechnung sowie durch ein knapp dimensioniertes und einwandfrei geregeltes Heizungssystem, welches nach längerer Fensterlüftung nur ein langsames Wiederaufsteigen der Raumlufttemperatur ermöglicht. Der Erfolg von Benutzerinformationen allein ist gemäss bisherigen Untersuchungen meist beschränkt.

Mit mechanischen Lüftungsanlagen

kann bei dichter Gebäudehülle der gewünschte Luftwechsel immer erreicht werden, und er ist praktisch unabhängig von äusseren Einflüssen wie Wind und Auftrieb. Die Problematik des Benutzereinflusses besteht jedoch auch mit mechanischen Lüftungsanlagen, solange die Fenster frei geöffnet werden können, was aus anderen Gründen sicher als wünschenswert erscheint.

Generell gilt, dass eine gute globale Dichtheit der Gebäudehülle nicht allein die Gewähr dafür ist, dass keine Zugerscheinungen auftreten. Auch einzelne grössere Leckstellen können zu örtlichen Zugerscheinungen führen.

2. Minimaler/optimaler Luftwechsel

Es gilt, einen Kompromiss zu finden zwischen minimalem Energieverbrauch auf der einen Seite und Garantierung von Ansprüchen bezüglich Komfort, Hygiene, Bauphysik auf der andern Seite.

In einem Raum fallen im wesentlichen Luftverunreinigungen aus drei Quellengruppen an.

a) Verunreinigungen, welche mit der Aussenluft eindringen

Von aussen eindringende Verunreinigungen können durch geeignetes Lüftungsverhalten oder durch ein mechanisches Lüftungssystem mit Luftaufbereitung reduziert werden.

b) Emissionen von Baumaterialien und Inneneinrichtungen

Mit Vorschriften soll die Emission von schädlichen Stoffen aus Baumaterialien und Inneneinrichtungen reduziert werden. Weitere Arbeiten sind im Gange, um das Ausmass und die Gefährlichkeit von solchen Emissionen zu erfassen. Bei Neubauten empfiehlt es sich evtl. ein stärkeres Lüften in der ersten Zeit.

c) Von den Bewohnern selber verursachte Emissionen

Die Emissionen der Bewohner können nicht reduziert werden und verlangen entsprechende Lüftungsraten.

Bei der Festlegung des notwendigen Luftwechsels bzw. bei der Wahl des Lüftungssystems sind die zu erwartenden Emissionen aus den Quellengruppen a) bis c) zu berücksichtigen.

Für den Wohnungsbau werden aus heutiger Sicht etwa folgende optimale Frischluftstraten pro Person empfohlen:

10–20 m³/h · Person für Räume mit Nichtraucher.

20–30 m³/h · Person für Räume mit Rauchern.

Diese Empfehlung ergibt bei Wohnbauten einen Luftwechsel von 0,2–0,3 1/h. Bei sehr dichten Bauten werden heute mittlere Luftwechsel unter 0,1 1/h gemessen. Ohne zusätzliche mechanische Lüftungsanlagen kann dies bereits zu Problemen führen.

Heizungsanlagen werden heute auf einen Aussenluftwechsel von mindestens 0,3 1/h dimensioniert.

3. Natürliche/mechanische Lüftung

Im Wohnungsbau in der Schweiz sind heute vorwiegend Gebäude ohne Lüftungseinrichtungen oder nur mit Abluftanlagen für geschlossene Sanitärräume anzutreffen. Lösungen mit geführter Zu- und Abluft, was den Einsatz einer Wärmerückgewinnung ermöglicht, stellen heute und in naher Zukunft eher eine Ausnahme dar. Zukunftsgerichtete Anla-

gen sind in Einzelfällen erstellt und sollten intensiv erprobt werden.

Bei Gebäuden mit mechanischer Lüftung ist immer eine gute «Fassadendichtheit» anzustreben, d. h. $n_{L50} = \text{ca. } 1 \text{ l/h}$, damit die mechanische Lüftung den Luftaustausch eindeutig dominiert und damit bei geführter Zu- und Abluft eine möglichst weitgehende Wärmerückgewinnung möglich ist. Es bestehen Bestrebungen, einen angepassten Luftaustausch zu erreichen, indem die Frischluftstraten aufgrund von Messungen der CO₂-Konzentration, Feuchte o. ä. geregelt werden.

Bei Gebäuden ohne mechanische Lüftung gilt es, durch gezielte Öffnungen eine angepasste Fassadendichtheit zu erreichen, welche auch bei Schwachwindlagen und Abwesenheit der Bewohner einen noch genügenden Luftwechsel über etwa 0,2 1/h gewährleistet, bei stärkeren Winden aber nicht zu Zugerscheinungen führt. Diese Forderung lässt erkennen, dass für gewisse Situationen, wie hohe oder stark windexponierte Gebäude, eine Lösung ohne mechanische Lüftung problematisch sein kann.

Längerfristig sind Wege zu einer verbesserten Kontrolle des Luftaustausches anzustreben, sei es durch eine mit Indikatoren unterstützte Fensterlüftung oder mechanische Lüftungen mit Wärmerückgewinnung bei Neubauten.

4. Hinsichtlich Luftaustausch geeignete Konstruktion von Bauteilen

Aus den Erfahrungen der letzten Jahre erscheinen vor allem Dachanschlüsse in beheizten Räumen als problematisch. Häufig sind auch ältere Rolladenkastenkonstruktionen undicht, ebenso Anschlüsse bei Fensterbrettern und Fugen bei Leichtbauelementen.

Im Handbuch des AIC (Air Infiltration Control in Housing, AIC, Bracknell U.K., zus. mit Swedish Council for Building Research), 1982 (erhältlich bei EMPA, Abt. 176) sind einige Ausführungsvorschläge aufgezeigt, welche sich in der Praxis bewährt haben. Eine Übersetzung der für die Schweiz interessierenden Teile des Handbuches ist geplant.

5. Bedeutung der Lüftungsverluste für die Heizungsdimensionierung

Nach der Empfehlung SIA 384/2 «Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden» werden Heizflächen heute auf einen Aussenluftwechsel von mindestens 0,3 1/h dimensioniert.

Die eigentliche Berechnung der Lüftungsverluste erfolgt heute noch mit Rechenwerten für die Fugendurchlässigkeit von Fenstern, Türen und Rolladenkästen unter Berücksichtigung von vorhandenen Lüftungs- und Cheminéeanlagen.

Im Berechnungsschema nach der SIA 384/2 ist eine Berücksichtigung der globalen Fassadendichtheit vorgesehen. Wenn entsprechende Angaben bekannt sind, sollen sie berücksichtigt werden.

6. Überprüfungsmöglichkeiten, Messmöglichkeiten

In der Empfehlung SIA 384/2 sind die Bedingungen für die Einhaltung der garantierten Raumlufttemperaturen detailliert angegeben, und es wird auch auf die Verantwortlichkeiten der Beteiligten eingegangen. Es soll vermieden werden, dass unnötig hohe Lüftungsverluste durch verstärktes Heizen kompensiert werden.

Die Überprüfung der Gebäude-Luftdurchlässigkeit von Wohnbauten kann mit Messungen nach der Differenzdruckmethode relativ einfach erfolgen; für Grossbauten sind solche Messungen etwas aufwendiger, ausser es wäre eine interne Lüftungsanlage vorhanden. Klare Verhältnisse werden geschaffen, wenn die zu erreichende Gebäude-Luftdurchlässigkeit bereits im Planungsstadium durch Festlegung eines Bereiches für die Kennwerte beschrieben wird.

Aussagen über die tatsächlichen Luftwechsel sind nur mit Tracergasmessungen oder ähnlichen Verfahren möglich. Bei Gebäuden mit dominierender mechanischer Lüftung genügt eine Kurzzeitmessung, andernfalls soll die Messperiode einige Tage betragen und die gleichzeitig herrschenden Randbedingungen (Windgeschwindigkeit, evtl. -richtung, Aussen- und Innentemperatur) sind ebenfalls zu erfassen.

7. Ausblick

Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, dass in den letzten Jahren viele Forschungsergebnisse bekannt geworden sind, dass man eine geeignete Messtechnik aufbauen konnte und somit der Luftaustausch-Istzustand in unseren Bauten besser bekannt ist.

Andererseits ist aber auch das Verständnis für die Luftaustauschvorgänge beim praxisbezogenen Planer noch relativ klein, sind erst wenige unterstützende Planungshilfsmittel vorhanden, geschweige denn zutreffende, richtungsweisende Bauvorschriften.

Wir stehen also in vielen Belangen an einem Anfang. Glücklicherweise besteht ein gutes Einvernehmen zwischen Fachverbänden, Behörden, Forschungsinstituten, so dass die Aufbauarbeit im Hinblick auf eine Kontrolle des Luftaustausches mit vereinten Kräften angepackt werden kann. Die Arbeit, die vorteilhafterweise im Rahmen eines koordinierten Projektplanes (mit entsprechenden finan-

ziellen Mitteln) ablaufen sollte, könnten sich etwa folgendermassen gliedern:

- Festlegung der Grenzbedingungen, wie sie in Räumen bestimmter Nutzung einzuhalten sind;
- Konzeptstudie über die Wahl einer optimalen Lüftungsmethode für bestimmte Räume;
- Aufbereitung weiterer Grundlagen zu

Lufthygiene-Anforderungen, Berechnungsmethoden, Strömungstechnik bei Gebäuden usw.;

- Erprobung der in der Konzeptstudie ermittelten optimalen Systeme an Typbauten;
- Übertragung der Erkenntnisse bezüglich günstiger Lüftungsmethode in
- geeignete Planungsrichtlinien und

- entsprechende konstruktivere Lösungen.

Diese Aufgabe ist nicht einfach, ist auch nicht in ein, zwei Jahren durchführbar, ist aber deswegen reizvoll, weil sie eine Aufwertung des Wohlbefindens des Menschen in Räumen gewährleistet bei gleichzeitiger Schonung unserer natürlichen Ressourcen.