AIC 971 1568
A123

Sanierungsplanungsmethoden hinsichtlich des Luftaustausches

J. M. Chuard

1. Auslöser der Sanierungsplanung

Der Auslöser einer Sanierungsplanung hinsichtlich des Luftaustausches lässt sich auf zwei Hauptkriterien reduzieren:

Für den Wohn- und Einfamilienhausbereich sind es in erster Linie Behaglichkeitsprobleme (Luftzug, ungenügende Raumtemperaturen);
im Bereich Industrie- und Verwaltungsbauten steht die Zielsetzung zur Reduktion des Energieverbrauches im Vordergrund (1).

Der Ursprung dieser Bedürfnisse kann in der Praxis häufig auf fehlende oder mangelnde Konstruktionsdetails und/oder auf unsorgfältige Arbeitsausführung zurückgeführt werden.

2. Möglichkeiten zum Erfassen des Ist-Zustandes

Der ideale Weg zur Erfassung des Ist-Zustandes ist ein ganzheitliches Vorgehen, wie es z.B. I. C. Ward in seiner Studie darstellt (2), d. h. der Einsatz eines theoretischen Rechenmodells, der Spurengasmethode, der Differenzdruckmethode und der Infrarot-Thermografie. In der Praxis sind diesem Vorgehen meistens Grenzen technischer und wirtschaftlicher Art gesetzt. Die Methode zum Erfassen des Ist-Zustandes ist somit folgenden Gegebenheiten anzupassen:

Gebäudeart und Volumen
(z.B. Einfamilienhaus, Spitalbau, Fabrikhalle)

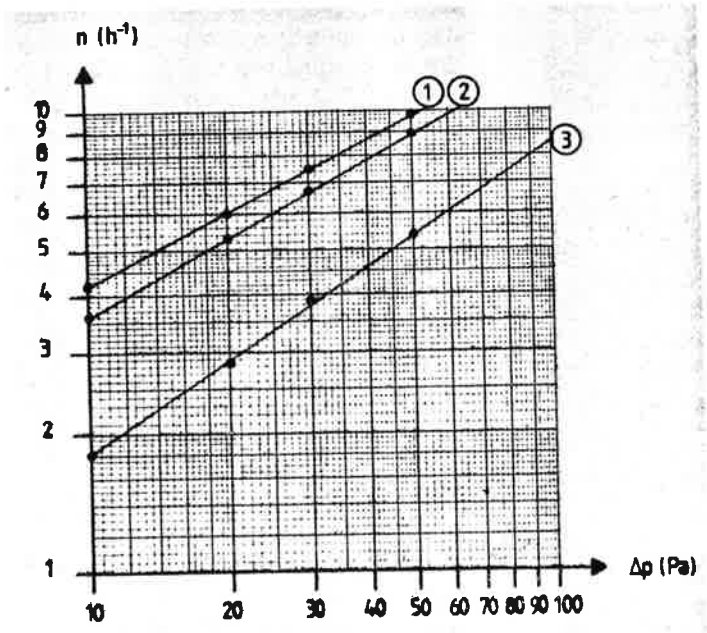
Gebäudecharakteristik
(Gebäudeform, erwartete Luftdurchlässigkeit, Aufteilbarkeit in Zonen)

Haustechnikanlagen
(Lüftungs- und Klimaanlagen, Leitungsschächte usw.)

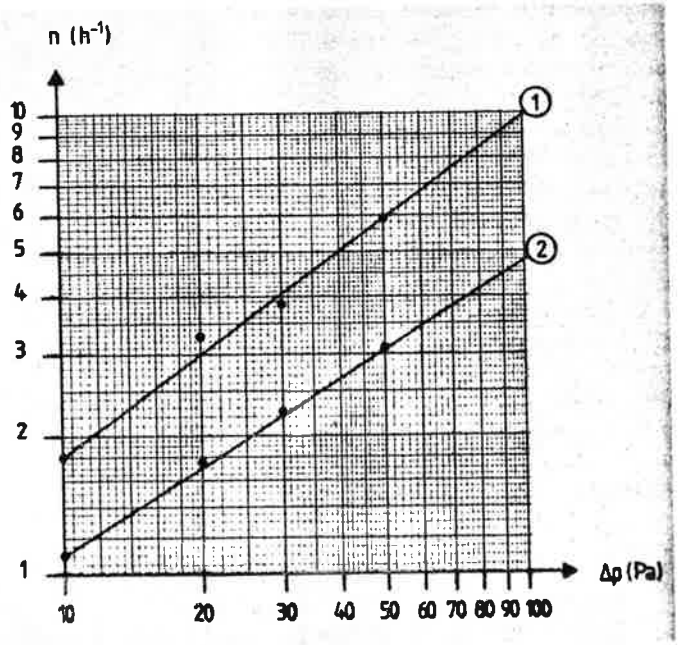
Messtechnik
(verfügbare und technisch mit vernünftigem Aufwand einsetzbare Messgeräte)

Zielsetzung
(gewünschte Aussage, erforderliche Messgenauigkeit).

Nach Möglichkeit ist für die Bestimmung der Luftdurchlässigkeit eines ganzen Gebäudes die Messung der Liegenschaft in einer Einheit, d.h. ohne Aufteilung in Zonen, vorzunehmen. Besonders bei Grossgebäuden ist dies aus technischen bzw. messtechnischen Gründen oft nicht möglich (1, 3, 4, 5). Bestehen keine besonderen Ansprüche an die Aussage der Messung, so kann die Messgenauigkeit in der Regel ohne weiteres Toleranzen von ±10% vertragen (1). Für eine Sanierungsplanung genügt es in der Praxis, die Grössenordnung der Luftdurchlässigkeit (n_{L50}-Wert), verbunden mit einer qualitativen Bewertung (Infrarot-Thermografie) der Leckagen, zu ermitteln. Werden zum Beispiel n_{L50}-Werte von 4,0h^{-1} und grösser gemessen, so bestehen mit Sicherheit ernsthafte Leckage-Probleme in der Bauhülle. Liegt der n_{L50}-Wert zwischen 1,5 und 3,0h^{-1}, so kann die Bauhülle als ausreichend dicht bewertet werden, es können höchstens punktuelle Probleme vorhanden sein. Bei der Beurteilung der n_{L50}-Werte muss in der Praxis immer berücksichtigt werden, dass die Leckage der Bauhülle unregelmässig verteilt ist. Der n_{L50}-Wert gibt nur einen Mittelwert für den ganzen gemessenen Volumenbereich der Liegenschaft ab. Woher diese Leckage kommt und wie sie verteilt ist, kann nur mit weitergehenden Messungen ermittelt werden.



Grafik 1 Liegenschaft mit erheblichen Leckageproblemen
1 = ganze Liegenschaft im Ist-Zustand; n_{L50} = 9,8h^{-1}
2 = ganze Liegenschaft mit Falzdichtungen in den Fenstern; n_{L50} = 9,05h^{-1}
3 = Liegenschaft ohne Obergeschoss, mit Falzdichtungen in den Fenstern; n_{L50} = 5,4h^{-1}
Die Messergebnisse zeigen, dass grössere Leckageprobleme in der ganzen Liegenschaft bestehen, wobei der Schwerpunkt im Obergeschoss liegt.



Grafik 2 Liegenschaft mit erhöhten Leckageverlusten
1 = ganze Liegenschaft im Ist-Zustand; n_{L50} = 5,9h^{-1}
2 = Liegenschaft ohne Obergeschoss im Ist-Zustand; n_{L50} = 3,1h^{-1}
Das Problem zu hoher Leckage liegt eindeutig im Obergeschoss.

3. Erfassen des Ist-Zustandes

Das Erfassen des Ist-Zustandes wird in der Praxis am besten nach folgendem, bewährtem Muster ablaufen:

Ermitteln der Randbedingungen gemäss Punkt 2.

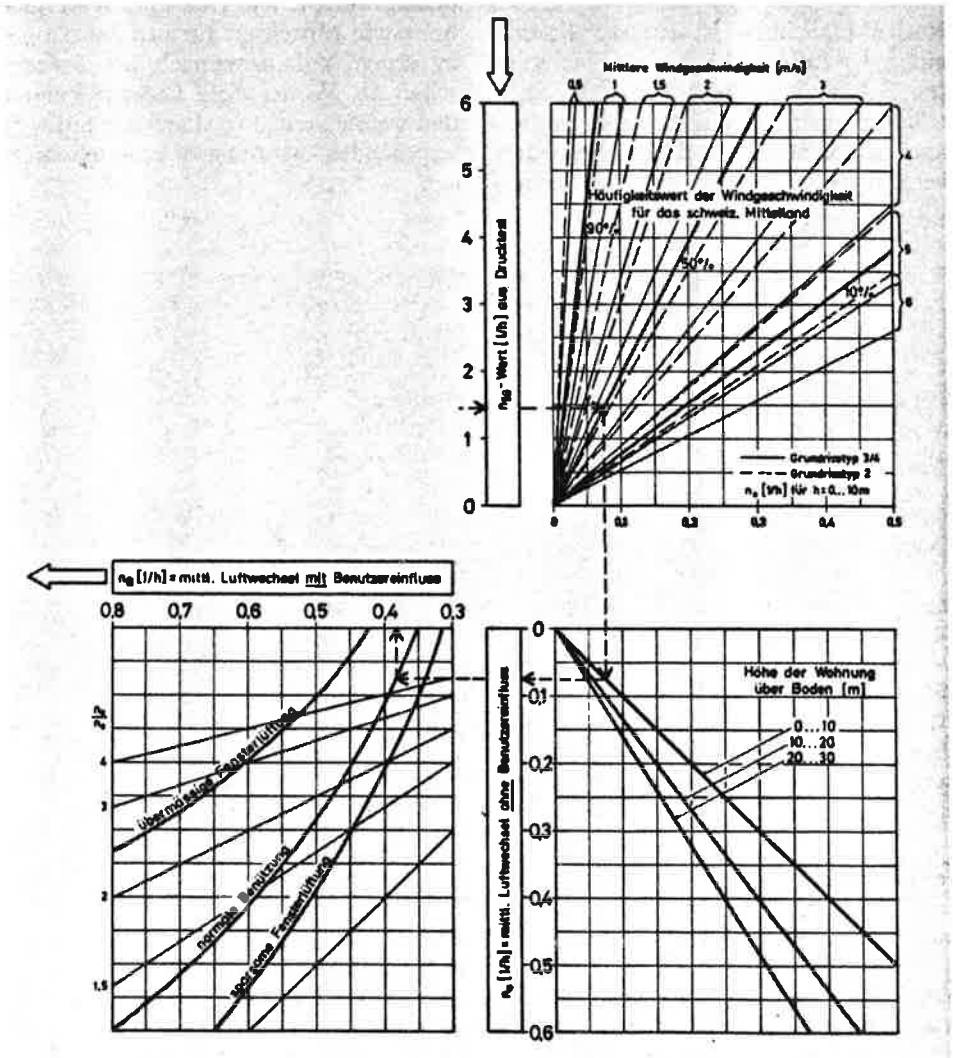
In den meisten Fällen wird ein Messprogramm, bestehend aus einer oder mehreren Differenzdruckmessungen, verbunden mit einer qualitativen Bewertung der Leckagen (Infrarot-Thermografie), zum Einsatz gelangen.

Ermitteln einer ersten Luftdurchlässigkeitskennlinie und des n_{L50}-Wertes.

Qualitative Beurteilung der Bauhülle mittels Infrarot-Thermografie.

Bild 1 Infrarotaufnahme des Firstbereiches bei 15 Pa Unterdruck. Klar erkennbar sind die Leckagen im Firstbereich. Hinter dem Deckentäfer zirkuliert Kaltluft.

Bild 2 Infrarotaufnahme einer Zimmerdecke im Obergeschoss. Der Anschluss der Leichtbaudecke an die Innenwand weist auf der ganzen Länge Leckageverluste auf. Die seitlichen Anschlüsse des Rolladenkastens sind nicht dicht.



Grafik 3 Grafik zur Bestimmung des approximativen Luftwechsels unter Berücksichtigung des Benützerverhaltens, ausgehend von Differenzdruckmessungen bei Δp = 50 Pascal.

Je nach den erzielten Ergebnissen ist es sinnvoll, das Gebäude in Zonen abzuschotten, um den Einfluss von besonders schwachen Bereichen genau zu ermitteln. Die Aufnahme der Luftdurchlässigkeitskennlinie ist so weit mit abgeschotteten Gebäudezonen zu wiederholen, bis klar feststeht, wo und in welchem Ausmass besondere Leckagen bestehen.

Für jede Leckstelle ist eine eindeutige Erklärung zu suchen. Wenn erforderlich, darf vor einem Öffnen der Konstruktion nicht zurückgeschreckt werden.

Eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Sanierungsplanung ist eine genaue Kenntnis des konstruktiven Aufbaues der Gebäudehülle sowie aller aktiven Einflüsse wie Kanäle, Steigschächte usw., aber auch vorhandener Lüftungs- und Klimaanlagen inklusive derer Charakteristiken. Das Erfassen dieser Grundlagen kann wesentlich aufwendiger werden als die Durchführung der eigentlichen Messungen und beeinflusst das Messprogramm entsprechend (1, 6).

4. Analyse des Ist-Zustandes, Sanierungsmassnahmen

Zwei Beispiele aus der Praxis sollen die Möglichkeiten des Erfassens und Analysierens des Ist-Zustandes verdeutlichen:

Beispiel 1: Einfamilienhaus in ausgesprochen exponierter Windlage

Das Problem bestand darin, dass ungenügende Raumtemperaturen, verbunden mit einem starken Zuggefühl, vorhanden waren. Es bestand allgemein die Ansicht, dass die undichten Fenster die Schuld an diesem Zustand trugen.

Die Grafik 1 zeigt die ermittelten Luftdurchlässigkeitskennlinien; Bild 1 und Bild 2 geben einen Eindruck der ermittelten Thermografieaufnahmen. Die Messungen haben eindeutig bewiesen, dass:

- ein extrem hoher Luftwechsel in der Liegenschaft vorhanden ist;
- die Fenster nicht in dem erwarteten Masse Schuld an diesem Zustand sind;
- klar eingrenzbare Mängel in der Dachisolation, im Anschluss Dach–Aussenwand und im Bereich der Rollladenkasten vorhanden sind.

Beispiel 2: Einfamilienhaus in geschützter Lage

Der Hausbesitzer bemängelte die zu tiefen Raumtemperaturen im Obergeschoss.

Die Grafik 2 zeigt, dass in der Liegenschaft der Luftwechsel mit Obergeschoss wesentlich höher als ohne Obergeschoss ist. Thermografieaufnahmen haben anlässlich der Messungen verdeutlicht, dass

das Problem beim Anschluss der Leichtbaudecke an das massive Mauerwerk liegt.

Grundsätzlich sind die gefundenen Ursachen vorhandener Luftdurchlässigkeit zu klassieren bezüglich (7, 8, 9)

- Lage am Baukörper
- Typ des Konstruktionsdetails
- Bedeutung für die Luftdurchlässigkeit der gesamten Bauhülle.

Weiter ist der gemessene Gesamtluftwechsel (n_{L50}-Wert) zu beurteilen. Dies kann bei Wohnbauten z.B. mittels der Grafik 3 erfolgen (10), wodurch eine aussagekräftige Interpretation in energietechnischer Hinsicht erzielt wird.
Anhand dieser Analysen lässt sich nun der erforderliche Schwerpunkt einer Sanierung ableiten. Die Planung der eigentlichen Sanierungsarbeiten hat unter Beachtung der bauphysikalischen Grundsätze zu erfolgen, wie sie in verschiedenen Handbüchern und Studien beschrieben werden (7, 8, 11).

5. Durchsetzen der Sanierungsmassnahmen, Erfolgskontrolle

Einmal festgelegte Sanierungsmassnahmen bedürfen, für die Sicherung deren fachgerechten Ausführung, einer intensiven Begleitung durch den Planer. In der Praxis spielt die Tatsache eine wesentliche Rolle, dass es sich in vielen Fällen (zumindest im Wohn- und Einfamilienhausbereich) um Korrekturarbeiten handelt, die im Rahmen von Garantiearbeiten erfolgen. Solche Sanierungsarbeiten gehen oft über das übliche Mass an «Finish» am Baukörper hinaus, so dass sich nebst dem psychologischen und finanziellen Druck ein Unverständnis bezüglich den «hohen» Anforderungen, infolge Informations- und Wissensmangels bei Planer und Handwerker, hinzugesellt. Fehlt das führende Element, so droht in solchen Fällen die Sanierung in ein Pröbeln zu zerfallen.
Entsprechend den unter Punkt 4 gefundenen Prioritäten soll die Sanierung etappenweise vorangetrieben werden. Erfolgskontrollen (z.B. n_{L50}-Wert) ermöglichen die Beurteilung der erzielten Auswirkung (z.B. anhand der Grafik 1) und ergeben ein objektives Kriterium für einen allfälligen Entscheid über das Ende oder die Fortführung des Sanierungsprogrammes (1, 8, 9).

6. Schlussfolgerungen

Die qualitative und quantitative Messung der Luftdurchlässigkeit ist eine wesentliche Voraussetzung für die Planung einer wirksamen Sanierung im Bereich des Luftaustausches. Das Vorgehen zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, die unter anderem auch von wirtschaftlichen Überlegungen eingegrenzt werden müssen.
Die Praxis zeigt deutlich, dass die Problematik der zu hohen Luftdurchlässigkeit sowohl im Planungsstadium wie auch bei der Ausführung zu wenig beachtet wird.