

1. Dicke Luft ums Lüften

Es gibt wenige heiße Eisen in und um das Haus, über die soviel Falsches berichtet, Unsinniges geschrieben und Polemik verbreitet wird wie über das Lüften.

Ersticken wir in unseren zu dichten Häusern? Oder werfen wir noch immer zuviel Heizenergie aus undichten Fenstern? Warum scheiden sich so die Geister, wenn es um die "dicke Luft" geht? Sind die Fachleute überfordert oder sind sie gefangen in ihren Interessen? Oder lassen die physikalischen Zusammenhänge gar keine richtige Empfehlung zu? – Fragen über Fragen.

TROCAL bemüht sich seit Jahren um aktive Aufklärung durch fachliche Informationen. Dieser Abschnitt behandelt die aktuelle Thematik aus bauphysikalischer Sicht.

Folge der durch die Energiekrise der Jahre 1973/74 ausgelösten Preissituation waren große und erfolgreiche Anstrengungen mit dem Ziel:

- Einsparung von Energie
- Verminderung von Wärmeverlusten an einzelnen Bauteilen

Eine ganz große Rolle spielte dabei der Einfluss von Undichtigkeiten der Außenwände. Die Forderungen führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Verringerung des U-Wertes
2. Dichte Abschlussfugen zwischen Fenster und Mauerwerk
3. Reduzierung des Luftaustausches zwischen Rahmen und Flügel, Begrenzung der Fugendurchlasswerte (α -Wert) entsprechend der Gebäudehöhe.

Diese Maßnahmen schließen jedoch eine bedarfsgerechte Wohnraumbelüftung nicht aus. In den Bauvorschriften wird das Fenster auch als Lüftungseinrichtung für Wohnräume beschrieben. Exakt definierte Vorschriften zur Belüftung, wie sie aus Frankreich oder aus Skandinavischen Ländern bekannt sind, liegen bisher nicht vor. In Fachkreisen werden zwei unterschiedliche Standpunkte vertreten:

- a) Einmal wird vorgeschlagen, die Anforderungen des Mindestwärmeschutz noch zu erhöhen, um damit auch die raumseitigen Oberflächentemperaturen anzuheben.
- b) Andere vertreten die Auffassung, dass die Baunormen ausreichen, bis auf exakte Festlegungen zur bedarfsgerechten Belüftung der Wohnräume.

Beide Standpunkte beweisen, dass die "Lüftungsprobleme" nicht einseitig dem Fenster anzulasten sind. Es ist vielmehr richtig, dass ein geschlossenes Fenster zur Energieeinsparung beitragen muss. Die Raumbelüftung ist durch gezieltes Betätigen der Fenster oder spezieller Lüftungseinrichtungen zu gewährleisten.

Nachfolgend die eingehenden Erläuterungen zu den physikalischen Zusammenhängen.

2. Wie entsteht Feuchtigkeit in Wohnräumen?

Wohnräume werden ständig durch Feuchtigkeit beansprucht. Die Feuchtigkeit entsteht durch:

- Neubaufeuchtigkeit als Ursache der Bauherstellung,
- Wasserdampf durch Haushalt und Körperpflege sowie die Feuchtigkeitsabgabe von Menschen und Tieren,
- Wasser, das in Feuchträumen wie z.B. Bädern, Küchen usw. anfällt,
- Reinigungswasser, Gießwasser und Wasser aus schadhafte Leitungen,
- Tauwasser auf den Innenoberflächen von Bauteilen (Schwitzwasser) oder im Innern der Bauteile durch Kondensation von Wasserdampf.

Aus folgender Tabelle wird das Ausmaß der möglichen Feuchtigkeitsproduktion in Räumen deutlich:

Tabelle 1

Feuchteabgaben in Wohnungen		
Mensch	leichte Aktivität	30 – 60 g/h
	mittelschwere Arbeit	120 – 200 g/h
	schwere Arbeit	200 – 300 g/h
Bad	Wannenbad	ca. 700 g/h
	Duschen	ca. 2600 g/h
Küche	Koch- und Arbeitsvorgänge	600 – 1500 g/h
	im Tagesmittel	100 g/h
Zimmerblumen, z.B. Veilchen		5 – 10 g/h
Topfpflanzen, z.B. Farn		7 – 15 g/h
Mittelgroßer Gummibaum		10 – 20 g/h
Wasserpflanze, z.B. Seerose		6 – 8 g/h
Freie Wasseroberfläche		ca. 40 g/m ² h
Jungbäume (2 – 3 m)		2 – 4 kg/h
Ausgewachsene Bäume (25 m)		2 – 3 m ³ /h
Wäsche (4,5 kg Trommel)	geschleudert	50 – 200 g/h
	tropfnass	100 – 500 g/h

Basierend auf Daten des Statistischen Bundesamtes wurde "mittlere" Feuchtigkeitsbelastung von Wohnungen, klassifiziert in verschiedene Haushaltsgruppen, ermittelt.

Tabelle 2
Haushaltsgruppen

	0 kinderlos	1 1 Kind	2 2 Kinder	3 mehr als 2 kinder
tägliche Feuchtigkeitsbelastung	8 Liter/Tag	12 Liter/Tag	14 Liter/Tag	15 Liter/Tag

Die Feuchtigkeitsbelastung führt nach bestimmten physikalischen Gesetzmäßigkeiten zur Tauwasserbildung (Schwitzwasser). Die Ursachen für das Auftreten von Tauwasser sind:

- nicht ausreichende Lüftung
- nicht ausreichender Wärmeschutz der Außenwände
- konstruktiv bedingte Mängel (Kältebrücken)
- falsches Heizen, ungünstige Platzierung (nicht unter dem Fenster angeordnet)
- unsachgemäßes Nutzerverhalten, falsch verstandenes intermittierendes Heizen.

Zu hohe Dauerfeuchtigkeit zeigt sich an folgenden Symptomen:

- Besonders in Ecken und hinter Schränken treten sogenannte Stockflecken auf, welche nach einiger Zeit mit Schimmelpilzen überzogen sind.
- Fenster in Bad, Küche, oder Schlafzimmer beschlagen, Fensterbrüstungen werden durchfeuchtet.

3. Physikalische Zusammenhänge

Beeinflussbare Faktoren für das Raumklima und die Feuchtigkeitsbelastung sind relative Luftfeuchtigkeit, Raumtemperatur und Wärmeisolierung der Außenwände.

a) Relative Luftfeuchtigkeit

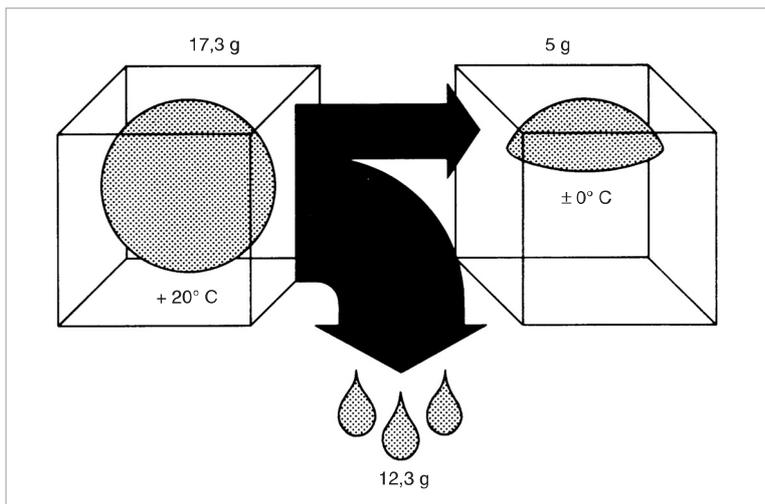
Je wärmer die Luft ist, um so mehr Feuchtigkeit kann sie aufnehmen.

Beispiel: Das Luftvolumen eines Raumes mit 50 Kubikmetern kann bei 20° C max. 865 Gramm Wasser speichern. Dann beträgt die relative Luftfeuchtigkeit 100 %. Die Luft ist gesättigt.

Ein Blick auf die Tabelle 1 über die möglichen Feuchtigkeitsproduktionen in Wohnräumen zeigt, wie schnell dieser Zustand erreicht werden kann.

Umgekehrt gilt, je kühler die Luft, umso weniger Feuchtigkeit kann sie aufnehmen.

Folgendes Bild soll dies verdeutlichen.



In einem Kubikmeter Luft von 20° C können bis zu 17,3 Gramm Wasser enthalten sein. Die gleiche Luftmenge kann bei 0° C jedoch nur noch 5 Gramm Wasser aufnehmen. Kühlt nun ein mit Wasserdampf gesättigter Kubikmeter Luft (relative Feuchtigkeit 100 Prozent) von 20° C auf 0° C ab, dann fallen 12,3 Gramm Wasser als Tropfen aus.

– "Kühle" Luft ist immer "trockene" Luft.

Gerade bei Laien hört man in diesem Zusammenhang immer wieder folgendes Argument:

"Wenn im Spätherbst mit Temperaturen um 0° C und sehr hohen Luftfeuchtigkeiten (Nebel, ungefähr 90-100 % relative Luftfeuchtigkeit) die Fenster geöffnet werden, dann holen wir uns doch die Feuchtigkeit ins Haus!!" Diese Vorstellung ist falsch!

Richtig ist: bei 0° C Außentemperatur und 80 % relativer Luftfeuchtigkeit enthält die Luft ca. 4 Gramm Wasser pro Kubikmeter. Wird sie auf Raumtemperatur von 20° C erwärmt, sinkt die relative Luftfeuchtigkeit ab, da 20° C warme Luft maximal 17,3 Gramm Wasser pro Kubikmeter aufnehmen kann. Das hat zur Folge, dass mit 4 Gramm Wasser pro Kubikmeter die Luft jetzt nur noch zu 23 % gesättigt ist, also extrem trocken! Das einfachste und wirkungsvollste Mittel, übermäßige Luftfeuchte abzuführen ist eine wirkungsvolle Durchlüftung.

b) Raumtemperatur

Generell kann festgestellt werden, dass die Tauwasserbildung an Außenwänden von Räumen kein neues Problem im Bauwesen darstellt. Zu Zeiten geringerer Energiekosten wurden diese Erscheinungen regelrecht weggehiebt. Raumtemperaturen von 20–23° C waren nicht selten. Die Aufklärung über Möglichkeiten der Energieeinsparung hat leider dazu geführt, dass die Raumtemperaturen unter 20° C gesenkt wurden, nach der weit verbreiteten Faustformel:

1° Temperaturabsenkung = 6 % weniger Heizöl

Die Spar-Euphorie wurde durch die Devise "Zieht euch warm an" oft bauphysikalisch unverantwortlich übertrieben. Im Altbau kommt dann noch eine häufig unzureichende Wärmeisolierung hinzu (hoher U-Wert), was eine niedrige raumseitige Oberflächentemperatur impliziert. Im Taupunktogramm sind diese Zusammenhänge dargestellt:

Da die relative Luftfeuchte aber nur maximal 100 % betragen kann, bedeutet dies, dass Feuchte aus der Luft ausfällt. Die Temperatur, bei der die relative Luftfeuchte 100 % beträgt und damit der Tauwasserfall beginnt, nennt man Taupunkttemperatur. Die Taupunkttemperatur einer Luft von 20°C und 50 % relativer Luftfeuchte liegt bei 9,3°C.

Wassergehalt der Luft [g/m³]

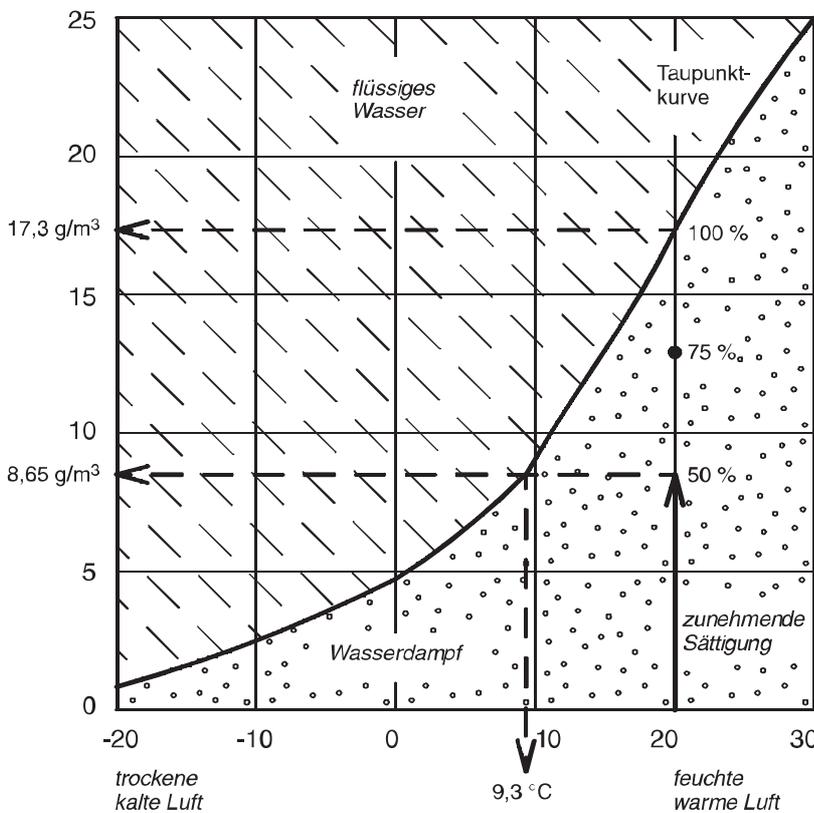


Abb. 1
Wasserdampfsättigungs- oder Taupunkt-kurve der Luft

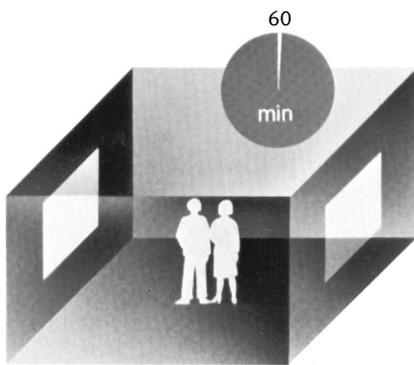
Abb. 1 zeigt die Zusammenhänge nochmals in einem Diagramm. Um die Situation, dass Tauwasser ausfällt, zu erreichen, muss aber nicht die gesamte Luft abgekühlt werden, sondern es ist schon ausreichend, wenn die Temperatur einer Fläche, welche an die Luft angrenzt, unter der Taupunkttemperatur liegt.

4. Luftwechsel aus hygienischen Gründen

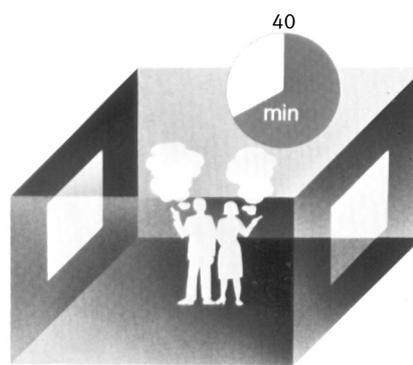
Neben der Feuchtigkeit sind auch andere Einflussfaktoren, wie z.B. CO₂-Gehalt, Geruchsstoffe usw. für das Lüftungsverhalten ausschlaggebend. Als Maßstab für die Luftqualität wird schlechthin der "Kohlensäure-Maßstab" (CO₂-Gehalt) nach Pettenkofer angesehen. Die Obergrenze wird mit 0,1 Vol % CO₂ angegeben. Liegen die Werte höher so bedeutet dies: Verbraachte Luft. Berücksichtigt man, dass die ausgeatmete Luft beim Menschen ca. 4 Vol % CO₂ enthält, so kann die 0,1 Vol % - Grenze in kleinen Räumen oder bei Anwesenheit mehrerer Personen, schnell erreicht werden. Für speziell genutzte Räume, wie z.B. Versammlungsräume oder Büros wird die Grenze auf 0,15 % CO₂ angehoben. Für Industrierräume können die Grenzwerte noch wesentlich höher liegen. Mit diesen Angaben können die notwendigen Luftwechszahlen in Abhängigkeit von Raumgröße, Personenzahl und der Tätigkeit ermittelt werden.

Zur Verdeutlichung ein Beispiel:

Abb. 2 Richtig Lüften



Menschen sind lufthungrig. Zwei Personen (Nichtraucher) verbrauchen 48 m³ in rund 60 Minuten. Dieser Raum ist hier dargestellt.



Bei zwei Rauchern in einem Raum gleicher Größe sollte die die Luft bereits nach 40 Minuten ausgetauscht werden.

Zu bedenken ist zusätzlich, dass die Außenluft bereits erhebliche CO₂-Anteile beinhalten kann:

- Ländliche Gebiete: ca. 0,03 Vol %
- Stadtgebiete: ca. 0,05 Vol %
- Ballungsgebiete: ca. 0,08 Vol %

In Verbindung mit dem CO₂-Anteil der ausgeatmeten Luft kann unter diesen Aspekten unter Umständen sehr schnell die obere Grenze (nach Pettenkofer 0,1 Vol % CO₂) erreicht sein. In der Fachliteratur werden Luftwechszahlen von 0,5-0,8 pro Stunde zur Gewährleistung von Mindestluftwechseln beschrieben.

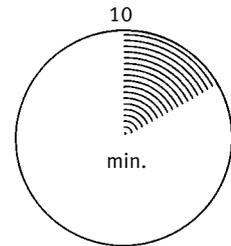
Die Stoßlüftung, also das minutenschnelle Durchlüften, sollte immer eine Zuglüftung sein. Wenn die Fenster sich dabei gegenüber stehen oder gar diagonal, ist diese Lüftungsart besonders schnell und erfrischend wirkungsvoll. Die mechanische Lüftung soll hier der Vollständigkeit halber mit erwähnt werden.

Bei Räumen mit einem exakt vorgeschriebenen Luftaustausch werden elektrisch betriebene Lüftungsgeräte eingesetzt. Die mechanische Lüftung wird wegen ihrer Kosten im privaten Bereich kaum verwendet.

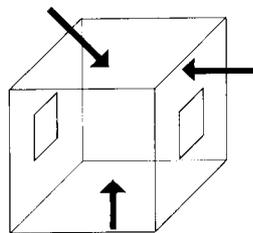
6. Welche Lüftungsart ist die beste?

Die Grafik zeigt es: Völlig unzureichend ist die Selbstlüftung. Selbst nach zwei Stunden ist die Luft noch immer hygienisch bedenklich. Um eine "ausreichende" Selbstbelüftung zu erzeugen, müsste wirklich ständig der "Wind durchs Haus pfeifen". Mit der Gemütlichkeit wär's dann vorbei.

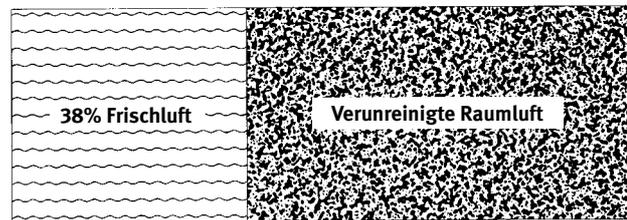
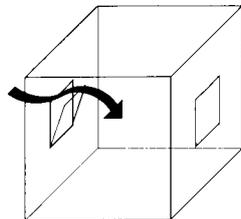
Abb. 3
Wirkungsvergleich
verschiedener Lüftungsarten
nach 10 Minuten



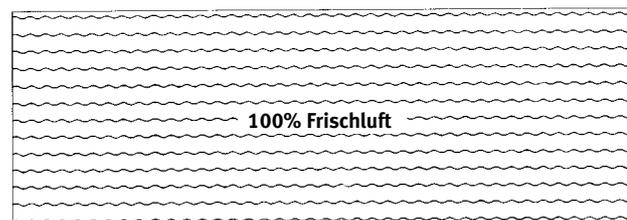
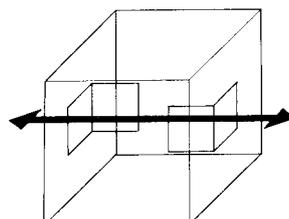
Basis: Verunreinigte Raumluft (enthält 0,2 Vol.-% CO₂)



Selbstlüftung: Bei geschlossenen Fenstern und Türen durch Undichtigkeiten (Frischlufte < 0,05 Vol.-% CO₂)



Dauerlüftung: Ständig leicht geöffnetes Fenster durch Spaltlüfter oder mittels Kippbeschlägen



Stoßlüftung: Durchzug durch geöffnete, gegenüberliegende Fenster

Die Dauerbelüftung braucht mehr als eine Stunde, bis der Mensch wieder frisch durchatmen kann. Das ist also eine richtige Sommerlüftung, wenn es draußen so warm wie drinnen ist. Im Winter dagegen führt die Dauerlüftung zu empfindlichen Wärmeverlusten, da sich alles - Wände, Decken, Möbel - entsprechend abkühlen und immer wieder aufgeheizt werden müssen.

Die Stoß- oder Zugbelüftung schneidet ganz deutlich am besten ab - schon nach fünf Minuten ist die Luft wieder erträglich - nach zehn Minuten ist die Luft praktisch komplett ausgetauscht. Der Durchzug ist deshalb im Winter die einzige richtige Belüftung, weil sich in fünf oder zehn Minuten natürlich nicht Wände, Decken und Möbel abkühlen, sie behalten weitgehend ihre Eigentemperatur. Damit entfällt das erneute "Aufheizen". Werden die Fenster geschlossen, erwärmt sich der Raum entsprechend schnell wieder. Die Stoßlüftung spart - bei gleicher Luftwechsellmenge gegenüber Dauerbelüftung - Heizenergie.

Eine weitere Tabelle veranschaulicht mögliche Luftwechsellzahlen in Abhängigkeit von verschiedenen Fenster- bzw. Rolladenstellungen. Die relativ großen Streuungen in der Praxis sind aufgrund zuvor beschriebener Einflussgrößen erklärbar.

Fensterstellung	Luftwechsellzahl in h ⁻¹
Fenster zu, Türen zu	0 bis 0,5
Fenster gekippt, Rolladen zu	0,3 bis 1,5
Fenster gekippt, kein Rolladen	0,8 bis 4,0
Fenster halb offen	5 bis 10
Fenster ganz offen	9 bis 15
Fenster und Türen ganz offen (gegenüberliegend)	etwa 40

7. Verordnungen und Normen

a) Landesbauordnung:

Diese Vorschrift ist gesetzliche Grundlage für die Errichtung von Gebäuden. Bezüglich der Wohnungslüftung sind die Anforderungen weitgehendst allgemein gefasst. Fenster werden als " Lüftungseinrichtungen" in Wohn- und Aufenthaltsräumen zwingend vorgeschrieben. Sie sollen so angeordnet sein, dass eine Querbelüftung bzw. Lüftung über Ecken in jeder Wohnung gewährleistet ist. Man setzt selbstverständlich voraus, dass die Wohnungsnutzer individuell und der Raumnutzung angepasst, für die richtige Lüftung der Räume sorgen. Zusätzliche Bestimmungen sieht das öffentliche Recht nicht vor.

b) Energie-Einsparverordnung

Die Abkürzung EnEV steht für den Begriff Energie-Einsparverordnung. Diese Verordnung dient dazu, den derzeitigen Energieverbrauch und damit den CO₂-Ausstoß zur Beheizung von Gebäuden um weitere 30% zu reduzieren. Im Gegensatz zu bisherigen Verordnungen vereint die EnEV die

Bestimmungen der Wärmeschutzverordnung mit der Heizungs- und Warmwasseranlagen-Verordnung. Betroffen sind Neu- und Altbauten. Die EnEV fordert darüber hinaus einen Ausweis über die Energieverbrauchswerte (Energiebedarfsausweis).

c) DIN 4108

Dies ist die zentrale Norm bezüglich des Wärmeschutzes im Hochbau. Darin wird ein ausreichender Luftaustausch für Wohnräume aus hygienischen Gründen und zur Begrenzung der Luftfeuchtigkeit beschrieben. Ein Mindestluftwechsel von 0,5 h⁻¹ (das bedeutet: innerhalb einer Stunde wird die Hälfte der Raumluft ausgetauscht.) aufgrund normaler Lüftung wird in DIN 4701 als Rechenwert angegeben. Zur weiteren Differenzierung der Thematik Lüftung hat sich ein Normenausschuss gebildet, mit dem Hauptziel, für Planer und Bau-schaffende abschätzbare Empfehlungen zu erarbeiten.

8. Räume mit Feuerstätten

a) Maßnahmen zur Belüftung:

Es ist eine bekannte Tatsache, dass Feuerstätten Verbrennungsluft benötigen. Die aus Gründen des Wärmeschutzes und der Verringerung von Lüftungswärmeverlusten erforderliche und gesetzlich vorgeschriebene Dichtheit der Gebäudehülle, lässt es nicht zu, dass die Verbrennungsluft ständig in ausreichender Menge von außen her über Fenster und sonstige Bauteilfugen nachströmt. Da der Betrieb von Feuerstätten gefahrlos möglich sein muss, sind bei Aufstellung von Feuerstätten gesetzliche Regelungen der jeweiligen obersten Bauaufsichtsbehörde des entsprechenden Bundeslandes zu beachten.

b) Vorschriften, Verordnungen und Empfehlungen:

1. Muster-Feuerverordnung vom Januar 1980 (M-FeuVO)
2. Feuerverordnung der Bundesländer. Die Feuerverordnungen der Bundesländer entsprechen im wesentlichen der M-FeuVO. Sie wurde jedoch noch nicht in allen Bundesländern eingeführt. So werden z.B. unter Absatz 4 M-FeuVO zwischen Bad und Flur obere und untere Verbrennungsluftöffnungen von mindestens je 150 cm² gefordert.
3. DVGW-Arbeitsblatt G 600 (DVGW-TRGI 1972) Entwurf April 1980

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass zur Klärung der Probleme im Zusammenhang mit der Belüftung von Aufstellräumen mit offenen Feuerstätten stets der Schornsteinfeger eingeschaltet werden sollte. Die hier wiedergegebenen Darstellungen können nur dazu dienen, auf die Zusammenhänge aufmerksam zu machen.

9. Folgerungen für das Fenster

Aufgrund aufgetretener Bauschäden durch unzureichende Wohnraum-Belüftung wird speziell für den Altbau von verschiedenen ausschreibenden Stellen eine "Zwangselüftung" vorgeschrieben. Diese soll Wartungs- und bedienungsfrei sein und den Lichteinfall nicht beeinträchtigen. Zusätzlich soll sich der Luftaustausch innerhalb der DIN 18055 bewegen, d.h. a -Wert = max. 2,0 (Gebäude bis 8 m Höhe) bzw. 1,0 (Gebäude über 8 m Höhe). Solche Zwangselüftungen sind dazu geeignet, im Fenster-Anschlussbereich einen erhöhten Luftaustausch zu gewährleisten, um speziell im Altbau, bei schlecht isoliertem Mauerwerk Tauwasserschäden zu verhindern, wenn alle Lüftungsappelle an den Wohnungsnutzer nichts nutzen.

Für die Raumbelüftung ist der mögliche Luftaustausch einer "Zwangselüftung" völlig unzureichend. So werden weder Feuchtschäden an anderen Wandbereichen (z.B. in Ecken oder hinter Schränken) noch hygienisch unerträgliche Luftqualitäten verhindert. Fachkreise weisen außerdem darauf hin, dass es durch solche Konstruktionen zu Zugerscheinungen kommen kann, was wiederum dazu führt, dass die Woh-

nungsnutzer reklamieren oder die Lüftungsöffnungen zukleben. Wir können diese Argumentation nur unterstreichen.

Die wichtigste und damit effektivste Lüftungsart ist die gezielte Fensterlüftung

Ausnahme sind neben den Räumen mit Feuerstätten, die Wohnungen in lärmbelästigten Bereichen. Hier sind für einen ausreichenden Schallschutz ab bestimmten Werten spezielle Schalldämm-Lüftungsgeräte notwendig.

Aufgrund der Forderungen nach Fenstern mit a -Werten am oberen Grenzbereich (max. 1,0) hat TROCAL verschiedene Varianten überprüft. Je nach Konstruktionsausführung liegen die geprüften a -Werte zwischen 0,5 und 1,0. Gleichzeitig wurde die Schalldämmung überprüft. Die Ergebnisse belegen:

Bis Schallschutzklasse 4 können solche Sonderlösungen eingesetzt werden.

Jede Menge Möglichkeiten, an frische Luft zu kommen.

TROCAL AirMatic MD

Die Lüfterleiste mit selbstregulierender Luftstromregelung sorgt für eine permanente Grundlüftung mit wohldosiertem Austausch von Außen- und Innenluft bei geschlossenen Fenstern. Ohne Zugluft und ohne nennenswerte Energieverluste. TROCAL AirMatic, raumseitig eingebaut im oberen Bereich des Mitteldichtungssystems, ist nahezu unsichtbar und deshalb eine rundem saubere Lösung. Bei steigendem Winddruck von außen machen seine Klappen automatisch dicht und verschließen sich. Das System ist auch zum Nachrüsten bereits bestehender Fenster geeignet.



Geöffnet: Luftzufuhr



Bei Wind geschlossen

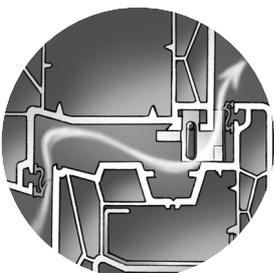


TROCAL AirMatic AD

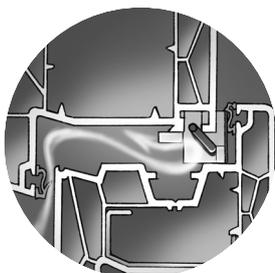
Auch für Fenster mit Anschlagdichtung bietet TROCAL eine erfrischende Lösung.

AirMatic AD ist ebenfalls eine Lüfterleiste mit selbstregulierender Luftstromregelung. Und arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie das oben beschriebene Mitteldichtungssystem. Nur eben für Fenster mit Anschlagdichtung.

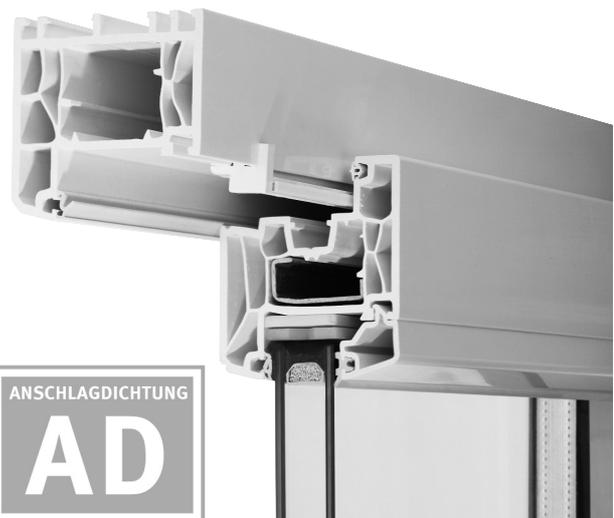
Dieses System ist ebenfalls zum Nachrüsten bestehender Fenster geeignet.



Geöffnet: Luftzufuhr



Bei Wind geschlossen



Schalldämmprüfzeugnisse mit TROCAL AirMatic

Profil InnoNova 2000	Scheibenaufbau (mm)	Schalldämmwert Glas	R _w -P (dB) R _w -R (dB)	Prüf-Nr.
52 01 10 / 52 06 30 mit Stahl im Blendrahmen und Flügel	10/20/6 (G)	40 dB	38 36	161 26137/1.3.0
Profil InnoNova _70.M5				
51 03 00 / 52 06 00 mit Stahl im Flügel	4/16/4 (G)		32 30	PIB S 2005 / 09
51 03 00 / 52 06 00 mit Stahl im Flügel	6/16/4 (G)	35 dB	34 32	PIB S 2005 / 10
51 03 00 / 52 06 00 mit Stahl im Flügel	8/16/4 (G)	37 dB	35 33	PIB S 2005 / 11
51 03 00 / 52 06 00 mit Stahl im Flügel	10/16/4 (G)	38 dB	37 35	PIB S 2005 / 14

Systemprüfzeugnisse mit TROCAL AirMatic

Profil InnoNova 2000	Luftdurchlässigkeit (DIN EN 12207)	Schlagregendichtheit (DIN EN 12208)	Luftvolumen bei 10 Pa	Prüf-Nr.
51 01 00 / 52 01 30 mit Stahl im Flügel	Klasse 4	Klasse 9A	4,9 m³/h	102 25879
Profil InnoNova _70.A5				
61 01 00 / 62 06 00 mit Stahl im Flügel	Klasse 3	Klasse 9A	4,7 m³/h	PIB F 2005/59