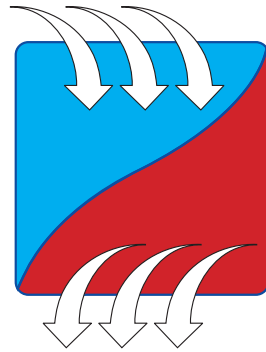


Raumlüftung



GECCO 2

GECCO 3

GECCO 4

Praxishandbuch Nr. 1

Herausgeber: GEALAN Architektenberatung

Raumlüftung

Lüftungsfenster
auf dem Prüfstand

Für die im Praxishandbuch folgenden Informationen wird keine Gewähr für die Vollständigkeit oder Richtigkeit gegeben. Die Fa. GEALAN Fenster-Systeme GmbH behält sich das Recht vor, den Inhalt der folgenden Informationen jederzeit abzuändern. Eine Verpflichtung zur Korrektur bei falschen, überholten oder ungenauen oder zur Ergänzung von unvollständigen Informationen besteht nicht. Die Empfehlungen folgen unentgeltlich. Es gilt § 675 II BGB. Vor jeglicher Verwendung der Informationen sollten diese vom Benutzer eigenständig überprüft werden. Die gemachten Informationen stellen in keiner Weise Garantien oder Zusicherungen von Eigenschaften dar. Sie sind auch keine Gebrauchsanweisung für Produkte oder sonstige der Leistungen der Fa. GEALAN Fenster-Systeme GmbH. GEALAN Fenster-Systeme GmbH übernimmt keine Haftung für die Benutzung der folgenden Informationen, mit Ausnahme der Haftung für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit. Für im Zusammenhang mit den folgenden Informationen auftretenden Rechtsansprüchen gilt das deutsche Recht unter Ausschluss der Bestimmungen des internationalen Privatrechts.

Stand: September 2015

Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

Alle Rechte vorbehalten.

Mit dem Erscheinen dieser Arbeitsunterlage verlieren alle vorherigen Ausgaben ihre Gültigkeit.

Die Beratungsleistung der Fa. GEALAN Fenster-Systeme GmbH, Hofer Straße 80, 95145 Oberkotzau, erfolgt unentgeltlich.

Inhaltsverzeichnis

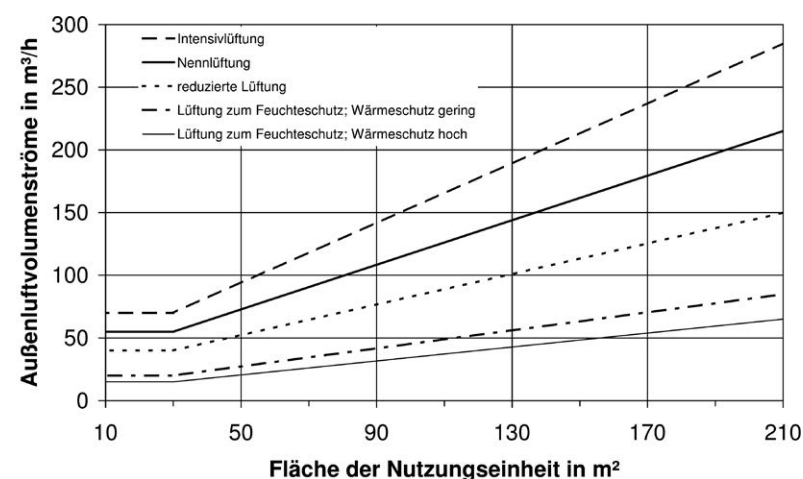
Kapitel	Seite
0.1 Lüftung auf einen Blick	7
1 Die Notwendigkeit von Lüftungsfenstern	8
2 Aufgaben der Raumlüftung	10
2.1 Regulierung der Raumluftfeuchtigkeit	10
2.2 Taupunktkurve zur Bestimmung der Taupunkttemperatur	11
2.3 Taupunkttemperatur und Schimmelpilzentstehung	15
2.4 Isothermen	16
2.5 Raumklima und Wohnhygiene	17
2.6 Erneuerung der Atemluft	17
2.7 Abtransport von Geruchs- und Schadstoffen	18
2.8 Zuluftförderung für Abluftanlagen	18
2.9 Regulierung der Raumlufttemperatur	19
2.10 Zuluftförderung für Feuerstätten	19
3 Arten der Lüftung	20
3.1 Natürliche Lüftung	20
3.1.1 Fugenlüftung	22
3.1.2 Fensterlüftung	22
3.1.3 Schachtlüftung	25
3.2 Maschinelle Lüftung	26
3.2.1 Abluftanlagen	26
3.2.2 Zuluftanlagen	26
3.2.3 Zu- und Abluftanlagen	27
4 Anforderungen an die Lüftung	28
4.1 Anforderungen aus der DIN 1946-6	28
4.1.1 Lüftungskonzept	28
4.1.2 Lüftungsstufen	29
4.1.3 Berechnungsbeispiel: Anzahl erforderlicher Fensterfalzlüfter	31
4.1.4 Informationspflicht des Fensterlieferanten	32
4.2 Anforderungen aus der DIN 18017-3	32
4.3 Anforderungen aus der Energieeinsparverordnung	32
4.4 Anforderungen aus der DIN EN 12207	33
4.5 Differenzdruck-Messverfahren - Blower-Door-Test	35
4.5.1 Einführung	35
4.5.2 Aufbau und Durchführung	35
4.5.3 Ergebnisse des Differenzdruck-Messverfahrens	35

Kapitel	Seite
5 Die Entwicklung des GECCO	37
5.1 Aufgabenstellung und Lösung	37
5.2 Dauerfunktionsprüfungen	38
5.3 Klimaprüfungen	39
5.4 Einfluss der GECCO-Systeme auf den U _F -Wert	39
5.5 Einfluss der GECCO-Systeme auf den Heizenergieverbrauch	40
5.6 Einfluss der GECCO-Systeme auf die Schalldämmung	41
6 GECCO 2 in den Systemen GEALAN S 7000 IQ und S 7000 IQ plus	44
6.1 Funktionsweise und Montage	45
6.2 Prüfergebnisse	47
7 GECCO 3 in den Systemen GEALAN S 8000 IQ, S 9000 und in Fremdsystemen	50
7.1 Funktionsweise und Montage	51
7.2 Prüfergebnisse im System GEALAN S 8000 IQ	53
7.3 Prüfergebnisse im System GEALAN S 9000	54
8 GECCO 4 systemunabhängig	56
8.1 Funktionsweise und Montage	57
8.2 Prüfergebnisse	58
9 Integration externer Lüftungseinheiten in GEALAN-Systeme	62
10 Merkblatt: Tipps zum richtigen Heizen und Lüften	63
11 Quellennachweis	64

0.1 Lüftung auf einen Blick

Ein Lüftungskonzept ist in den folgenden Fällen erforderlich:

Neubau	Sanierung MFH	Sanierung EFH
in jedem Fall	wenn mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster getauscht werden	wenn mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster getauscht bzw. mehr als 1/3 der Dachfläche abgedichtet werden



Mindestwerte der Gesamt-Außenluftvolumenströme für eine Nutzungseinheit nach DIN 1946-6, Tabelle 5

Lüftungssystem	Volumenstrom in m³/h bei					
	2 Pa	4 Pa	5 Pa	7 Pa	8 Pa	10 Pa
GECCO 2	2,0 ¹⁾	2,8 ¹⁾	3,2 ¹⁾	3,7 ¹⁾	3,9 ¹⁾	4,3
GECCO 3	2,6 ¹⁾	3,7 ¹⁾	4,2 ¹⁾	4,9 ¹⁾	5,2 ¹⁾	5,8
GECCO 4	4,2	6,1	7,1 ¹⁾	8,5 ¹⁾	9,2	10,5

¹⁾ berechnete Werte

Volumenströme durch die GECCO-Systeme

1 Die Notwendigkeit von Lüftungsfenstern

Im 3. Bauschadensbericht der Bundesregierung aus dem Jahr 1995 wird festgestellt, dass nach einer Sanierung von Fenstern 12,7 % aller Bauschäden auf Schimmelpilze zurückzuführen sind. Gemäß einer neueren Untersuchung der Universität Jena aus dem Jahr 2003 liegt in 21,9 % aller deutschen Wohnungen ein Feuchte- oder ein Schimmelschaden vor. Doch warum gibt es plötzlich so große Probleme mit Schimmelpilzbefall? Diese Thematik beschäftigt seit einigen Jahren neben Hausbesitzern und Mietern ebenfalls Gerichte, Anwälte und Sachverständige.



Das Problem der Schwitzwasserbildung in Wohnräumen war früher kaum bekannt. Vor der ersten Ölkrise 1973 und der danach folgenden Wärmeschutzverordnung vom 1.11.1977 wurde Fenster hinaus geheizt. Die alten Fenster waren nicht annähernd so dicht wie die heutigen Fenster. So setzten die Fenster dem Luftstrom nur einen geringen Widerstand entgegen. Die schmalen Rahmen verzogen sich mit der Zeit, von umlaufend anliegenden Dichtebenen konnte keine Rede sein.

Ein altes Fenster hatte einen Fugendurchlasskoeffizienten, den a-Wert, von ca. $5 \text{ m}^3/\text{hm}$ bei 10 Pascal Druckdifferenz, d.h. durch ein übliches Fenster wurde ein Luftvolumen von ca. $15 - 20 \text{ m}^3/\text{h}$ Luft getauscht – und diese Fenster galten als dicht! Die heutigen Fenster liegen mit dem a-Wert unter $0,1 \text{ m}^3/\text{hm}$.

Daraus ist leicht zu erkennen, dass über die Fensterfuge praktisch keine Selbstlüftung mehr stattfindet. Von nun an "zog" es nicht mehr und man konnte Energie sparen. Doch plötzlich trat ein völlig neues Problem auf: Feuchtigkeit. Diese zeigt sich mit den bekannten Erscheinungen wie Schwitzwasser an den Fensterscheiben, Schimmelpilzbildung, Bauschäden und Verschlechterung des Wohnklimas. Nun sind wir gefordert, richtig zu lüften. Es muss also die warme, feuchte Raumluft gegen kühlere und trockenere Außenluft ausgetauscht werden.

Wir benötigen eine Lüftungsmöglichkeit, die eine fehlerhafte oder unterlassene Lüftung zu einem gewissen Teil ausgleicht. Deshalb hat GEALAN Lüftungselemente zur Integration in das Fenster entwickelt, die einen kontrollierten Luftdurchsatz gewährleisten

und dabei der neuen Energieeinsparverordnung (EnEV) sowie den Schallschutzanforderungen gerecht werden.

Die Wärmeschutzverordnung von 1995 wurde durch die erste EnEV vom Februar 2002 ersetzt, die wiederum in den Jahren 2004, 2007, 2009 und 2014 Novellierungen erfuhr und jetzt in der Fassung vom Oktober 2013 in Kraft ist. Mit der EnEV 2014 soll in der Bundesrepublik Deutschland bis 2020 eine Reduzierung der CO_2 -Emission um 40 % gegenüber dem Stand von 1990 erreicht werden. Hier spielen die Lüftungswärmeverluste eine große Rolle. Um diese Verluste zu minimieren, werden immer höhere Anforderungen an die Dichtheit der Fenster und die Gebäudehülle gestellt.

Bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfs werden zur Berechnung der Lüftungswärmeverluste zwei Ansätze zur Wahl gestellt: der eine mit, der andere ohne eine Differenzdruckmessung nach DIN EN 13829, dem sog. Blower-Door-Test. Der Rechenansatz mit Differenzdruckmessung kann eine Verringerung von 5 – 10 % beim Gesamtenergiebedarf ergeben. Hier hat der Planer eine relativ kostengünstige Optimierungsmöglichkeit. Unsachgemäße Verarbeitung und schlampige Montage können durch die Differenzdruckmessung sehr einfach festgestellt werden. Durch die daraus resultierende, immer dichter werdende Fenstermontage treten aufgrund der vorhandenen Luftfeuchtigkeit immer mehr Feuchteschäden auf. Das ist der Bauschaden Nr. 1 in Deutschland.

Die zunehmende Verbesserung von Verglasung und Fenstersystemen in Bezug auf die Wärmedämmung hat eine Verschiebung der Bereiche, in denen Tauwasser entstehen kann, von der Verglasung in den Laibungsbereich des Fensters bewirkt. In diesem Randbereich ist durch äußere Voraussetzungen, durch Vorhandensein eines geeigneten Nährbodens auf dem Putz, die Gefahr der Schimmelpilzbildung sehr hoch.

Nach neueren Untersuchungen kann Schimmel schon bei einer Raumluftfeuchte von 80 % entstehen und nicht erst bei 100 %, wie früher angenommen. Ausgehend von 50 % Raumluftfeuchtigkeit bei 20°C erhält man diese 80 % Feuchte schon bei Oberflächentemperaturen von $12,6^\circ\text{C}$ und nicht erst bei $9,3^\circ\text{C}$, wie sie für die Schwitzwasserbildung, entsprechend 100 % Feuchte, gilt.

Diese schimmelpilzkritische Temperatur muss bei allen Lüftungstechnischen Überlegungen beachtet werden. Zur Überprüfung und zum Nachweis der Fensteranschlüsse auf ihre thermisch korrekte Ausführung wurde der Temperaturfaktor f_{Rsi} festgelegt. Weitere Ausführungen sind dem GEALAN Praxishandbuch Nr. 7 „Wärmeschutz / EnEV“, Kapitel 5.3 zu entnehmen.

2 Aufgaben der Raumlüftung

Die Lüftung von Wohngebäuden ist unter

- hygienischen und
- energetischen

Gesichtspunkten unbedingt erforderlich. Somit ist die Reduzierung der Luftfeuchtigkeit nicht die einzige Anforderung, die an eine moderne Raumlüftung gestellt wird.

Ein kontinuierlicher und ausreichender Luftaustausch ist für den Bewohner eines Gebäudes äußerst wichtig. Folgende Kriterien müssen erfüllt werden:

- Regulierung der Raumluftfeuchtigkeit
- Regulierung der Raumlufttemperatur
- Erneuerung der verbrauchten Atemluft
- Abtransport von Geruchs- und Schadstoffen
- Zuluftförderung für Abluftanlagen
- Zuluftförderung für raumluftabhängige Feuerstätten

2.1 Regulierung der Raumluftfeuchtigkeit

Unsere Raumluft enthält immer einen gewissen Anteil an Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf. Dieser Wasserdampf entsteht beim täglichen Leben: Kochen, Waschen, Duschen setzt Wasserdampf in großen Mengen frei. Auch gibt der Mensch selbst beim Atmen und Transpirieren Feuchtigkeit ab und Zimmerpflanzen reichern die Luft zusätzlich mit Feuchtigkeit an. Zusätzlich kann bei Neubauten eine große Restfeuchtigkeitsmenge aus dem Baukörper die Raumluft sättigen.

Feuchtigkeitsabgabe von:	Feuchtigkeitsmenge:
Mensch, ruhend	40 Gramm / Stunde
Mensch, leichte Tätigkeit	90 Gramm / Stunde
Topfpflanze, mittelgroß	15 Gramm / Stunde
Waschmaschine	300 Gramm / Stunde
Wäsche, geschleudert	300 Gramm / Stunde
Wäsche, tropfnass	500 Gramm / Stunde
Kochen und Feuchtreinigung	1000 Gramm / Stunde
Duschbad	2400 Gramm / Stunde

Daher ist die Regulierung der Raumluftfeuchtigkeit ein wichtiger Planungsfaktor geworden. Durch die Veränderung der Bauweise hin zu einer immer dichter werdenden Gebäudehülle und der verwendeten Materialien treten die Auswirkungen von zu hoher Feuchtigkeit heute viel deutlicher auf als in der Vergangenheit.

Früher verwendete dampfdiffusionsoffene und feuchtigkeitspuffernde Werkstoffe werden durch neuere Baumaterialien, wie Beton oder Dämmstoffe, ersetzt. Zusätzlich werden die Wandoberflächen mit dichten Anstrichen und Tapeten "versiegelt".

Die Glasscheiben der alten Fenster waren früher eindeutig der kälteste Punkt in der Fassade. Bei hoher Luftfeuchtigkeit bildete sich deutlich sichtbar Kondensat an den Scheiben und die Bewohner bemerkten sofort die zu hohe Luftfeuchtigkeit. Durch die zunehmende Verwendung von Funktionsgläsern mit extrem guten U-Werten verlagern sich die feuchtetechnisch kritischen Zonen der Gebäudehülle weg vom Fenster in den Laibungsbereich des Fensters und in die Raumecken. Dort wird die Feuchtigkeit aber oftmals viel zu spät erkannt.

Zur Vermeidung von Bauschäden ist es demzufolge unbedingt erforderlich, die in der Umgebungsluft befindliche Feuchtigkeit durch richtiges Lüften aus dem Gebäude heraus zu transportieren.

2.2 Taupunktcurve zur Bestimmung der Taupunkttemperatur

Für die Bildung von Tauwasser ist die grundlegende Eigenschaft der Luft verantwortlich, wonach warme Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann als kalte Luft. In der unten stehenden Tabelle ist aufgeführt, welche maximale Menge Wasser die Luft in Abhängigkeit von der Temperatur aufnehmen kann.

Temperatur	Sättigungsmenge
-10° C	2,14 g/m³
0° C	4,84 g/m³
10° C	9,40 g/m³
20° C	17,30 g/m³
30° C	30,30 g/m³

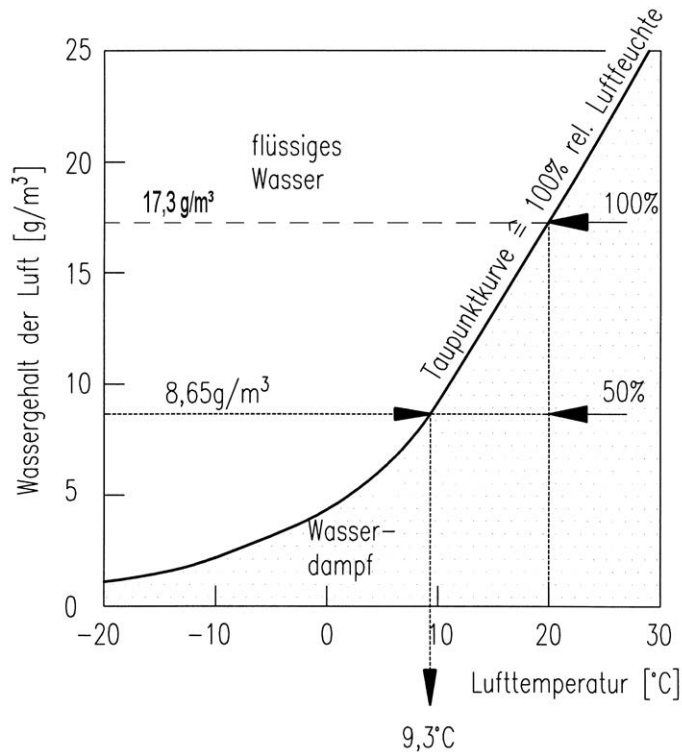
Wasserdampf-Sättigungsmenge

So kann ein Kubikmeter Luft von 20° C eine maximale Wassermenge von 17,3 Gramm aufnehmen. Dann ist die Luft zu 100 % gesättigt, d.h., die relative Luftfeuchtigkeit beträgt 100 %. Ein Wassergehalt von 8,65 g/m³ bei 20° C entspricht demzufolge einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 %. Somit sind in der Luft 50 % der maximal möglichen Menge Wasser von 17,30 g/m³ gelöst.

Ein Kubikmeter Luft von 0° C kann maximal 4,84 Gramm Wasser aufnehmen und ist dann zu 100 % gesättigt. Absolut betrachtet ist die kühlere Luft durch die geringere absolute Feuchtigkeitsaufnahme jedoch wesentlich trockener.

Liegt die relative Luftfeuchte bei 100 % und kühlt die Luft sich ab, dann führt dies bei konstantem Umgebungsdruck dazu, dass die Luft nicht mehr in der Lage ist, die ursprüngliche Menge Wasser zu speichern bzw. zu transportieren. Diese wird sich an den kälteren Flächen der Umgebung als Tauwasser oder Kondensat niederschlagen. Der gleiche Effekt tritt auf, wenn eine Getränkeflasche aus dem Kühlschrank genommen und der Raumluft ausgesetzt wird. Die Flasche beschlägt.

Als Taupunkt oder auch Taupunkttemperatur wird die Temperatur bezeichnet, bei der sich bei vorhandener Luftfeuchte auf einer Oberfläche ein Gleichgewichtszustand von kondensierendem und verdunstendem Wasser einstellt. Mit anderen Worten: die Kondensatbildung setzt gerade ein; es liegt eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 % vor.



Taupunktkurve zur Bestimmung der Taupunkttemperatur

Im oben gezeigten Diagramm lässt sich ablesen bei welcher Temperatur und Luftfeuchte gerade Tauwasser aus der gesättigten Luft austritt. Wenn ein Raumklima von 20 $^{\circ}\text{C}$ und 50 % rel. Luftfeuchte herrscht und die Temperatur eines Bauteiles geringer als 9,3 $^{\circ}\text{C}$ ist, fällt an diesem Tauwasser aus.

Im Bauwesen wird für alle Betrachtungen bezüglich Tauwasserbildung das folgende Normklima nach DIN 4108-3 zugrunde gelegt:

- Innentemperatur 20 $^{\circ}\text{C}$ / relative Luftfeuchte 50 %
- Außentemperatur -10 $^{\circ}\text{C}$ / relative Luftfeuchte 80 %.

siehe dazu auch die Tabelle im Kapitel 2.3.

Generell tritt eine Tauwasserbildung bei Materialien geringer Oberflächentemperatur auf. Gerade in Bereichen schlechter Wärmedämmung ist diese Gefahr besonders hoch (Wärmebrückenbildung). Bereits bei 5 % Durchfeuchtung eines Dämmstoffes sinkt seine Eigenschaft Wärmedämmung um 50 %. Sind das Tauwasser und die Durchfeuchtung jedoch nur von kurzer Dauer, d.h. die Feuchtigkeit kann ausreichend schnell wegtrocknen, besteht keine Gefahr für bleibende Schäden.

Luft-temp in °C	Taupunkttemperatur ϑ_s ¹⁾ in °C bei einer relativen Luftfeuchte von													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10.5	12.9	14.9	16.8	18.4	20.0	21.4	22.7	23.9	25.1	26.2	27.2	28.2	29.1
29	9.7	12.0	14.0	15.9	17.5	19.0	20.4	21.7	23.0	24.1	25.2	26.2	27.2	28.1
28	8.8	11.1	13.1	15.0	16.6	18.1	19.5	20.8	22.0	23.2	24.2	25.2	26.2	27.1
27	8.0	10.2	12.2	14.1	15.7	17.2	18.6	19.9	21.1	22.2	23.3	24.3	25.2	26.1
26	7.1	9.4	11.4	13.2	14.8	16.3	17.6	18.9	20.1	21.2	22.3	23.3	24.2	25.1
25	6.2	8.5	10.5	12.2	13.9	15.3	16.7	18.0	19.1	20.3	21.3	22.3	23.2	24.1
24	5.4	7.6	9.6	11.3	12.9	14.4	15.8	17.0	18.2	19.3	20.3	21.3	22.3	23.1
23	4.5	6.7	8.7	10.4	12.0	13.5	14.8	16.1	17.2	18.3	19.4	20.3	21.3	22.2
22	3.6	5.9	7.8	9.5	11.1	12.5	13.9	15.1	16.3	17.4	18.4	19.4	20.3	21.1
21	2.8	5.0	6.9	8.6	10.2	11.6	12.9	14.2	15.3	16.4	17.4	18.4	19.3	20.2
20	1.9	4.1	6.0	7.7	9.3	10.7	12.0	13.2	14.4	15.4	16.4	17.4	18.3	19.2
19	1.0	3.2	5.1	6.8	8.3	9.8	11.1	12.3	13.4	14.5	15.5	16.4	17.3	18.2
18	0.2	2.3	4.2	5.9	7.4	8.8	10.1	11.3	12.5	13.5	14.5	15.4	16.3	17.2
17	-0.6	1.4	3.3	5.0	6.5	7.9	9.2	10.4	11.5	12.5	13.5	14.5	15.3	16.2
16	-1.4	0.5	2.4	4.1	5.6	7.0	8.2	9.4	10.5	11.6	12.6	13.5	14.4	15.2
15	-2.2	-0.3	1.5	3.2	4.7	6.1	7.3	8.5	9.6	10.6	11.6	12.5	13.4	14.2
14	-2.9	-1.0	0.6	2.3	3.7	5.1	6.4	7.5	8.6	9.6	10.6	11.5	12.4	13.2
13	-3.7	-1.9	-0.1	1.3	2.8	4.2	5.5	6.6	7.7	8.7	9.6	10.5	11.4	12.2
12	-4.5	-2.6	-1.0	0.4	1.9	3.2	4.5	5.7	6.7	7.7	8.7	9.6	10.4	11.2
11	-5.2	-3.4	-1.8	-0.4	1.0	2.3	3.5	4.7	5.8	6.7	7.7	8.6	9.4	10.2
10	-6.0	-4.2	-2.6	-1.2	0.1	1.4	2.6	3.7	4.8	5.8	6.7	7.6	8.4	9.2

¹⁾ Näherungsweise kann geradlinig interpoliert werden.

Taupunkttemperatur ϑ_s in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Feuchte der Luft

Ablesebeispiel:

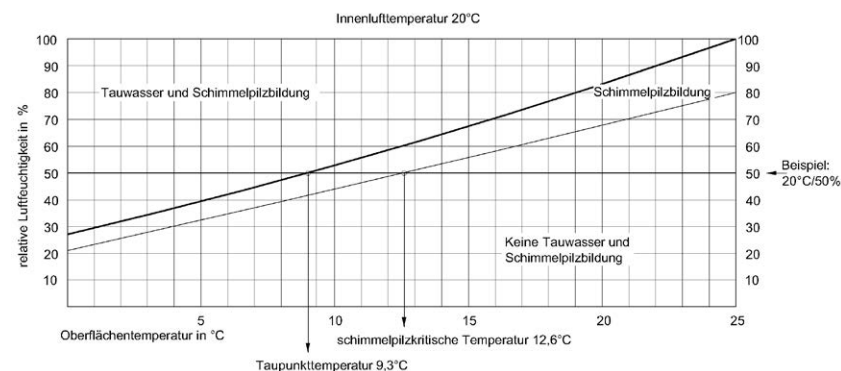
Bei einer Lufttemperatur von 20° C und einer relativen Luftfeuchte von 50 % beträgt die Taupunkttemperatur 9,3° C.

2.3 Taupunkttemperatur und Schimmelpilzentstehung

Kondensation, die Bildung von Tauwasser, ist ein schnell auftretender und sofort sichtbarer Effekt. Dagegen müssen für die Entstehung von Schimmelpilz die entsprechenden Randbedingungen über einen längeren Zeitraum vorliegen. Das sind bei unseren vorherrschenden klimatischen Bedingungen mehrere Tage. Die Normrandbedingungen sind daher für beide physikalischen Erscheinungen unterschiedlich definiert, wie in der unten stehenden Tabelle dargestellt

	Temperaturen		rel. Raumluft- Feuchte	Schadens- freiheit
	außen	innen		
Kondensation	- 10° C	20° C	50 %	≥ 9,3° C
Schimmelpilz	- 5° C	20° C	50 %	≥ 12,6° C

Im Laibungsbereich der Fenster ist aufgrund äußerer Voraussetzungen, durch Vorhandensein eines geeigneten Nährbodens auf dem Putz, die Gefahr der Schimmelpilzbildung sehr hoch. Nach neueren Untersuchungen kann Schimmel schon bei einer Oberflächenfeuchte von 80 % entstehen und nicht erst, wie früher angenommen, bei 100 %. Ausgehend von 50 % Raumluftfeuchtigkeit bei 20° C erhält man diese 80 % Oberflächenfeuchte schon bei Oberflächentemperaturen von 12,6° C.



Verhältnis Taupunkttemperatur und schimmelpilzkritische Temperatur

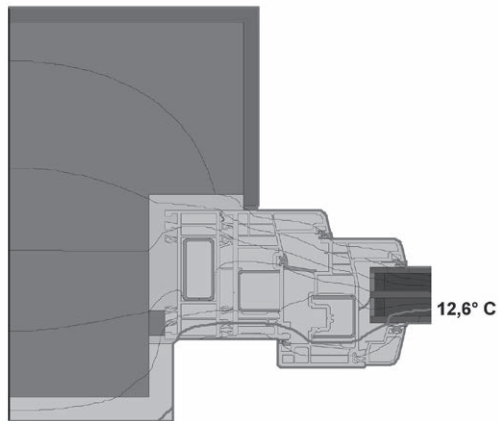
Um diese Problematik teilweise zu entschärfen, wurde von GEALAN das GECCO-Lüftungssystem entwickelt, das in den Kapiteln 6 - 8 in diesem Handbuch beschrieben ist.

Um der Gefahr der Schimmelpilzbildung entgegenzuwirken, kommt der richtigen konstruktiven Auslegung dieser Fensteranschlüsse, vor allem in Bezug auf bauphysikalische und wärmetechnischen Belange, immer mehr Bedeutung zu (siehe auch Praxishandbuch Nr. 3 „Montage“).

2.4 Isothermen

Isothermen sind Ebenen gleicher Temperatur im Baukörper.

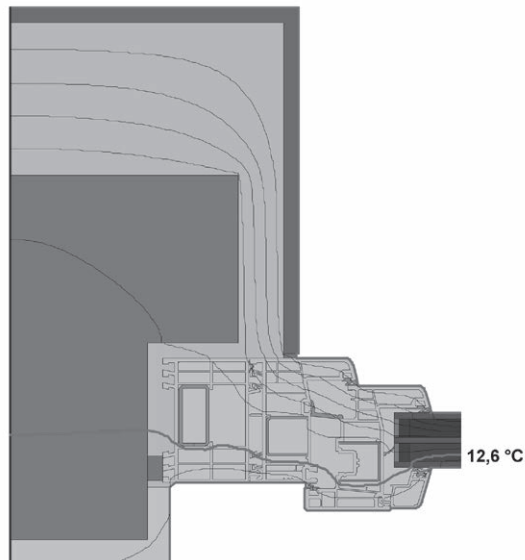
Mit Hilfe der Isothermenbetrachtung ist es möglich, eventuell auftretende Wärmebrücken schon bei der Planung des Fensteranschlusses zu erkennen. Gerade bei der Sanierung werden viele Fehler gemacht. Aufgrund fehlender oder falscher Wärmedämmung liegen die inneren Oberflächentemperaturen oft deutlich unterhalb der Schimmelpilz-kritischen Temperatur von $+12,6^{\circ}\text{C}$. Auf diese Weise sind Bauschäden vorprogrammiert. GEALAN bietet den Service von Isothermenberechnungen an. Bei Bedarf wenden Sie sich bitte an unsere Abteilung "Architektenberatung".



Anwendungsbeispiele

Der Schnitt zeigt einen Fensteranschluss in einem Altbau. Zwischen dem Fenster und Baukörper tritt die $12,6^{\circ}\text{C}$ -Isotherme aus der Konstruktion.

Hier besteht die Gefahr von **Schimmelpilzbildung!**

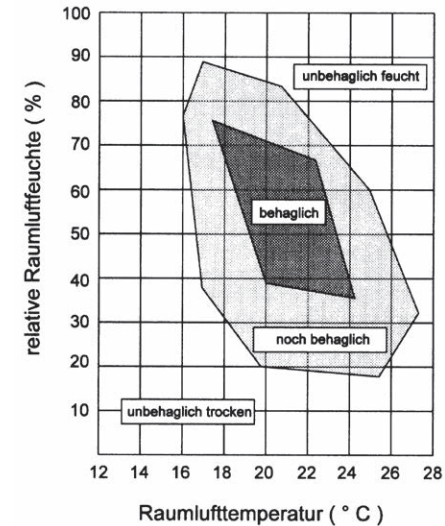


Die nächste Zeichnung zeigt den gleichen Anschluss, nur dass hier eine Außendämmung aufgebracht wurde. Es ist ganz deutlich zu sehen, dass die $12,6^{\circ}\text{C}$ -Isotherme sauber in der Konstruktion verläuft.

Hier wird unter den gleichen Bedingungen **kein Schimmelpilz** entstehen!

2.5 Raumklima und Wohnhygiene

Nicht nur für die Gebäude ist die Betrachtung der Luftfeuchtigkeit wichtig, auch für die Bewohner ist ein gesundes und hygienisches Raumklima elementar. Besonders unter dem Gesichtspunkt, dass wir bis zu 90 % unserer Zeit in geschlossenen Räumen verbringen.



Die oben stehende Abbildung zeigt das Behaglichkeitsfeld für die Parameter Raumlufttemperatur und relative Luftfeuchte nach Terhaag. Bei einer Lufttemperatur von 20°C fühlt sich der Mensch am wohlsten, wenn die relative Luftfeuchtigkeit im Bereich von 40 bis 60 % liegt. Der gesamte Bereich der Behaglichkeit kann der Abbildung entnommen werden.

Eine relative Luftfeuchte unter 35 % sorgt für trockene Schleimhäute, ein Wert über 75 % erzeugt ein Gefühl von Schwüle. Mit steigenden Raumlufttemperaturen empfinden wir immer geringere Werte der relativen Luftfeuchte als behaglich.

2.6 Erneuerung der Atemluft

Der Kohlendioxidgehalt (CO_2 -Gehalt) der Raumluft gilt als wesentlicher Indikator für die Luftqualität. Pettenkofer entwickelte einen CO_2 -Maßstab, der als so genannte "Pettenkofer Zahl" Auskunft über die Kohlendioxidgrenzen gibt. Nach Pettenkofer sollte der CO_2 -Gehalt der Luft demnach nicht über 0,1 Volumen % steigen. Bei höheren Werten gilt die Raumluft als verbraucht. Für Büros und Versammlungsräume wurde der Wert auf 0,15 Volumen % festgelegt.

Die vom Mensch ausgeatmete Luft enthält etwa 4 Volumenprozent CO_2 , so dass die hygienische Grenze u. U. schnell erreicht sein kann, da eine ruhende Person bereits ca. $2\text{--}3\text{ m}^3$ Luft pro Stunde benötigt.

Der Sauerstoffgehalt der Luft spielt hingegen eine untergeordnete Rolle, da in der Regel eine ausreichende Sauerstoffversorgung vorhanden ist. Vorsicht ist hier nur beim Betrieb von raumluftabhängigen Feuerstätten geboten (siehe Kap. 2.10).

2.7 Abtransport von Geruchs- und Schadstoffen

Die in der Raumluft vorkommenden Geruchsstoffe durch Rauchen, Küchengerüche, menschliche Ausdünstungen etc. werden bei dem Bewohner in der Regel noch vor Erreichen der CO_2 -Grenzwerte das Verlangen nach Frischluft wecken.

Als Maßeinheit für die Stärke einer Geruchsquelle gilt nach Ole Fanger:

1 olf = Geruch eines Menschen mit den Standardeigenschaften $1,8\text{ m}^2$ Hautoberfläche, sitzende Tätigkeit, 0,7 mal geduscht pro Tag, täglich frische Wäsche.

Als Maßeinheit für den wahrgenommenen Geruch führte er die Einheit dezipol ein, die sich auf eine Verdünnung mit einem Luftvolumenstrom von 10 l/s bezieht und bezeichnet wird mit:

1 decipol = 1 olf pro 10 l/s = 0,1 olf (l/s)

Aber nicht nur Geruchs-, sondern auch Schadstoffe, wie sie in neuen Möbeln, Farben und anderen Einrichtungsgegenständen vorkommen, sollten kontinuierlich abgeführt werden. Zu diesen Schadstoffen müssen auch Schwebstoffe wie Pilzsporen u. ä. gerechnet werden, die eine erhebliche gesundheitliche Belastung der Bewohner darstellen können.

2.8 Zuluftförderung für Abluftanlagen

Beim Betrieb von Abluftanlagen wird die verbrauchte Luft üblicherweise in den Feuchträumen wie Bad oder Küche abgesaugt. Innerhalb der Wohnung ist ein Lüftungsverbund durch Überstromöffnungen in den Zimmertüren sicherzustellen. Wenn keine separaten Zuluftanlagen vorhanden sind, kann über geeignete Lüftungsfenster oder Außenluftdurchlässe (ALD) die nötige Zuluft für Abluftanlagen sichergestellt werden.

Der Unterdruck, der in einer sanierten Wohnung mit dichten Fenstern und dichter Wohnungstür von der Abluftanlage aufgebaut werden kann, ist erheblich. So können sich in Ritzen und Fugen Pfeifgeräusche der zuströmenden Luft bemerkbar machen oder nach innen drehende Fenster und Türen dem Bewohner beim Öffnen entgegen schlagen.

Beim Betrieb einer Abluftanlage in Verbindung mit Fensterfalzlüftern sollte auf jeden Fall ein Fachplaner zu Rate gezogen werden.

2.9 Regulierung der Raumlufttemperatur

Dieser Punkt spielt bei der Raumlüftung eine untergeordnete Rolle. Bei wärmeren Temperaturen kann das Lüftungsfenster zu einem angenehmen Zuluftstrom und zur Abführung von zu warmer Luft führen.

Jedoch sind die Konstruktionen darauf ausgelegt, in der kalten Jahreszeit keinen unnötigen Verlust an Heizwärme hinzunehmen. Bei jeder Form des Luftaustausches geht Energie verloren, jedoch ist dies beim Lüftungsfenster kalkulierbar. Bei unkontrollierter Dauerlüftung mit offenen oder gekippten Fensterflügeln geht der Heizwärmeverlust in Größen, die nicht mehr greifbar sind.

Im Kap. 5.5 wird zum Einfluss der GECCO-Systeme auf den Heizwärmeverlust näher eingegangen.

2.10 Zuluftförderung für Feuerstätten

Überall dort, wo raumluftabhängige Feuerstätten wie Kohleöfen, Gasthermen, Kaminöfen etc. betrieben werden, stellt sich zusätzlich das Problem, den Verbrennungsluftbedarf sicherzustellen. Diese Anforderung kann das Lüftungsfenster mit einem Fensterfalzlüfter nicht alleine leisten.

Im Sinne der DIN 1946-6 stellt der Betrieb von Feuerstätten erhöhte Anforderungen an ein Lüftungssystem und ist projektbezogen mit dem Bauherren abzustimmen. In diesem Fall sollte unbedingt ein Fachplaner hinzugezogen werden. Dieser kann anhand der speziellen Anforderungen die Auswahl des geeigneten Lüftungssystems und die Installation eventuell erforderlicher Sicherheitseinrichtungen planen.

3 Arten der Lüftung

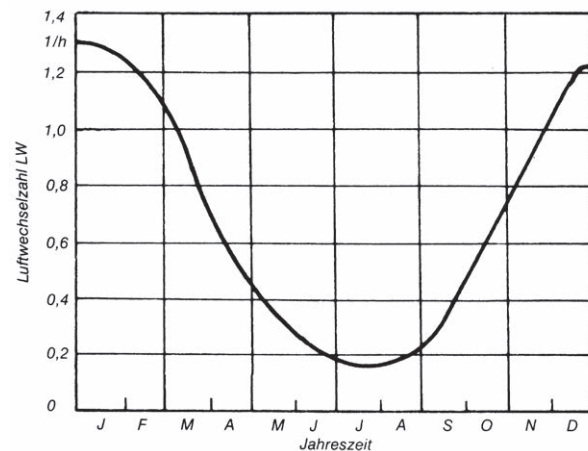
Generell wird zwischen zwei Hauptkategorien der Lüftung unterschieden, die nochmals unterteilt werden, wie es die folgende Aufstellung zeigt.

Natürliche Lüftung	Maschinelle Lüftung
1. Fugenlüftung	1. Abluftanlagen
2. Fensterlüftung	2. Zuluftanlagen
3. Schachtlüftung	3. Zu- und Abluftanlagen

3.1 Natürliche Lüftung

Bei der natürlichen oder auch freien Lüftung werden die von der Natur gegebenen frei verfügbaren Energiequellen genutzt. Unter Ausnutzung der natürlichen Druckunterschiede infolge von Wind und/oder Temperaturdifferenzen zwischen außen und innen erfolgt der Luftaustausch.

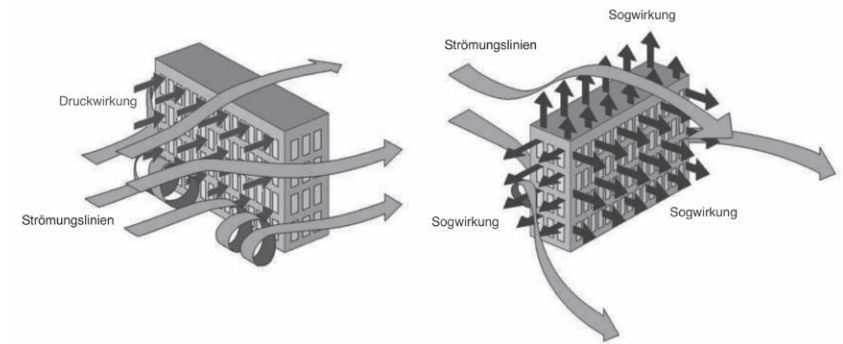
Grundsätzlich beruht die natürliche Lüftung auf der Tatsache, dass warme Luft leichter ist als kalte Luft. Dadurch entstehen automatisch Luftströmungen. Aufgrund der größeren Temperaturdifferenzen in der kalten Jahreszeit ergeben sich demzufolge im Winter auch höhere Luftwechselraten. Im folgenden Bild ist der Einfluss der Jahreszeiten auf die natürliche Lüftung gezeigt.



Jahreszeitliche Abhängigkeit der Luftwechselzahl durch Selbstlüftung (nach Georgii)

Windanströmung am Gebäude

Die Strömungsrichtungen und -stärken der Luft sind bei der Beurteilung der Lüftung wichtig. Die nachstehende Darstellung zeigt, dass auf der dem Wind zugewandten Seite (Luv) des Gebäudes ein Druck und auf der dem Wind abgewandten Seite (Lee) ein Sog aufgebaut wird, wobei der Druck größer als der Sog ist. An den Gebäudekanten können durch Verwirbelungen wesentlich größere Sog- und Druckkräfte auftreten als in der Gebäudemitte.



Sog- und Druckwirkung durch Windanströmung am Gebäude; Quelle: Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen

Optimal ist es, wenn eine Wohnung Fenster auf der Luv- und auf der Lee-Seite hat. Auf diese Weise kann eine sehr gute Durchströmung der Räume sichergestellt werden. Fenster, die im Winkel von 90° zueinander stehen, stellen die Durchströmung nur teilweise sicher. Bei Wohnungen, in denen Fenster nur zu einer Seite orientiert sind, ist ein Luftwechsel nur eingeschränkt gewährleistet. Hier sollte eine maschinelle Lüftung angewendet werden.

Windgeschwindigkeit

Aufgrund von langjährigen Messungen der Wetterämter kann in Deutschland von durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten von ca. 3 – 5 m/s (10 – 18 km/h) ausgegangen werden. Windgeschwindigkeiten über 10 m/s (36 km/h) treten in der Regel nur unter 1 % auf. Setzt man diese durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten mit Staudrücken ins Verhältnis, so muss man von ca. 5 – 15 Pa ausgehen. Für höhere Windgeschwindigkeiten sind in der folgenden Tabelle die entsprechenden Staudrücke aufgeführt.

Staudruck in Pascal	bis 150	bis 300	bis 600
Windstärke ca.	7	9	11
Bezeichnung	steifer Wind	Sturm	orkanartiger Sturm
Geschwindigkeit	ca. 55 km/h	ca. 80 km/h	ca. 110 km/h

3.1.1 Fugenlüftung

Die Fugenlüftung ergibt sich aus der Summe aller auftretenden Leckagen an der Gebäudehülle. Das sind zum einen bautechnisch nicht vermeidbare Undichtigkeiten des Baukörpers an Wänden, Dach etc., zum anderen aber auch Undichtigkeiten von Fenstern und Türen. Die Fugenlüftung wird durch den natürlich verursachten Differenzdruck bewirkt (siehe vorheriges Kapitel). In der aktuellen Normensprache wird die Fugenlüftung auch als **Infiltration** bezeichnet.

Diese Infiltration stellte früher einen Großteil des Luftwechselvolumens dar. Bei älteren Gebäuden muss von einer Luftwechselrate zwischen $n = 3 - 10 \text{ h}^{-1}$ ausgegangen werden. Bei neuen Gebäuden liegen die Luftwechselraten oft unter $n < 1 \text{ h}^{-1}$. Dies ist ohne zusätzliche Maßnahmen für eine ordnungsgemäße Lüftung der Gebäude nicht mehr ausreichend.

Die Fugenlüftung ist stets unkontrolliert, daher ist sie eine der Ursachen von Energieverschwendung und oftmals auch von Bauschäden.

3.1.2 Fensterlüftung

Die Fensterlüftung ist die einfachste und effektivste Art der Lüftung. Mit der Fensterlüftung kann ganz gezielt und in kurzer Zeit ein großer Luftaustausch geschaffen werden, siehe die unten stehende Tabelle. Die Lufttemperatur, die Luftqualität und die Luftfeuchtigkeit lassen sich individuell regeln.

Der große Nachteil der Fensterlüftung ist, dass sie vom Verständnis und Handeln des Bewohners abhängig ist. So können, je nach Empfinden jedes Einzelnen, enorme Unterschiede beim Lüften gemacht werden.

Bei Menschen mit großem Frischluftbedürfnis bleiben die Fenster oft den ganzen Tag gekippt. Das führt zu einem unkontrollierten Energieverlust und zu einer starken Auskühlung des Baukörpers.

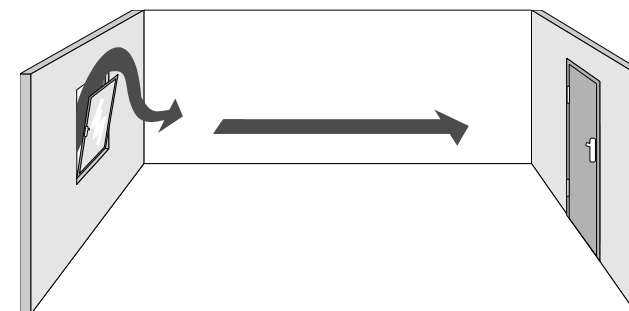
Wesentlich öfter wird aber zu wenig gelüftet, woraus die bereits erwähnten Bauschäden entstehen. Auch wird während der Urlaubszeit oft überhaupt nicht gelüftet.

Fensterstellung	Luftwechselrate h^{-1}
Fenster geschlossen	0,1 – 0,3
Fenster gekippt, Rollläden geschlossen	0,3 – 1,5
Fenster gekippt, ohne Rollläden	0,8 – 4,0
Fenster vollständig geöffnet	9,0 – 15,0
Fenster vollständig geöffnet, Querlüftung	ca. 40

Quelle: schimmelpilz-sanieren.de

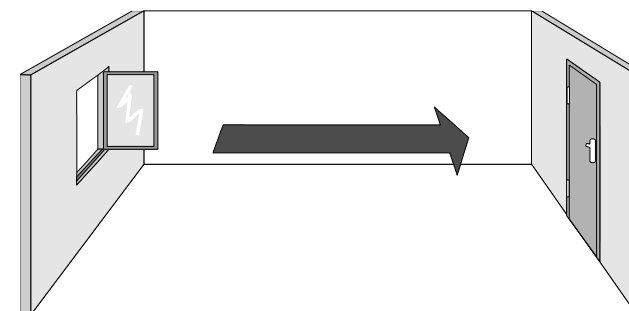
Die Spaltlüftung

Bei der Spaltlüftung wird das Fenster nur zu einem gewissen Teil geöffnet. Bei den Standard Dreh-Kipp-Fenstern wird dazu in der Regel der Flügel gekippt. Da durch die Spaltlüftung nur ein geringer Luftaustausch erfolgt, bleiben die Fenster meist über einen langen Zeitraum gekippt. Dies wiederum führt in der kalten Jahreszeit zu hohen Energieverlusten. Durch die starke Auskühlung der Fensterlaibung nimmt die Gefahr von Tauwasserschäden noch zu!



Die Stoßlüftung

Die wesentlich effektivere Art, die Raumluft auszutauschen, ist die Stoßlüftung. Der Fensterflügel wird dabei ganz geöffnet und die Luft wird innerhalb von 4 - 10 Minuten komplett ausgetauscht. Bei der Stoßlüftung werden, verglichen mit der Spaltlüftung, Energieverluste minimiert. Dadurch, dass der Luftaustausch sehr schnell stattfindet, tritt nur eine geringe Auskühlung der Bauteile auf.



Das nachfolgende Diagramm zeigt, wie effektiv die Stoßlüftung funktioniert:

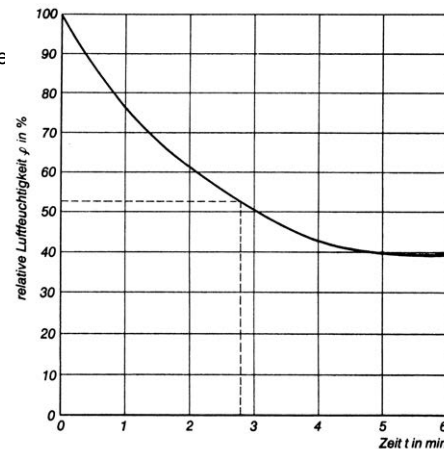
Nach einer starken Feuchtigkeitsbelastung der Raumluft steigt die Luftfeuchtigkeit von ursprünglich 53 % auf 100 % an. Bei einer Temperaturdifferenz von $\Delta\theta = 13\text{ K}$ und einer vollständig freien Öffnung von 1,00 m x 1,20 m wird die Luftfeuchtigkeit in 2,8 Minuten wieder auf den anfänglichen Wert von 53 % abgebaut.

Anfangsklima: 16°C / 100 % rel. Feuchte

Außenklima: 3°C / 80 % rel. Feuchte

Raumvolumen: 40 m³

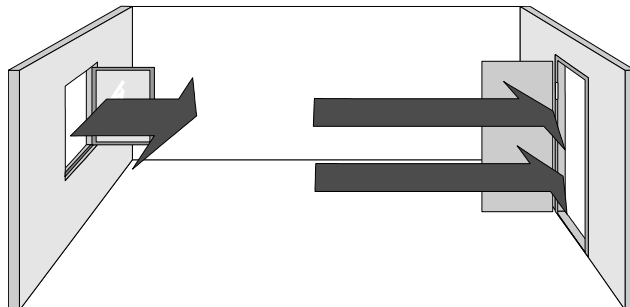
Öffnung: 1,00 m x 1,20 m



Abbau der rel. Luftfeuchtigkeit bei Stoßlüftung in Abhängigkeit der Zeit (nach Dahler)

Die Querlüftung

Bei der Querlüftung geht der Luftaustausch noch schneller vonstatten. Schon innerhalb von 2 – 4 Minuten wird die Raumluft komplett ausgetauscht. Dazu müssen alle Fenster und Türen geöffnet werden, so dass ein Durchzug entsteht.



Normalerweise reicht es nicht aus, ein Mal am Tag stoß- oder querzulüften. Zur kontrollierten Feuchteabfuhr muss der Vorgang mehrmals täglich wiederholt werden. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass von der Stoßlüftung sehr wenig Gebrauch gemacht wird. Das Gardinenverschieben und Abräumen der Fensterbank schreckt viele Menschen vom Öffnen der Flügel ab und animiert zum Kippen der Fenster.

3.1.3 Schachtlüftung

In diesem Abschnitt werden ausschließlich Schachtlüftungen ohne Ventilatoren beschrieben.

Einzelschachtanlagen

Einzelschachtanlagen sind dadurch gekennzeichnet, dass für jede zu lüftende Wohneinheit ein eigener, über Dach führender Abluftschacht eingebaut ist. Dieser Abluftschacht befindet sich üblicherweise in einem innen liegenden Raum. Man unterscheidet in Wesentlichen drei Arten von Einzelschachtsystemen:

Berliner Lüftung: Einzelschachtanlage mit Zuluft aus Undichtigkeiten

Für die Berliner Lüftung ist charakteristisch, dass die Belüftung über Undichtigkeiten des Baukörpers oder über Lüftungsfenster erfolgt. Die Zuluft innerhalb der Wohneinheit wird über Überströmöffnungen in den Türen geführt. Durch die Luftzufuhr über Undichtigkeiten in der Gebäudehülle kommt es bei der Berliner Lüftung oft zu Zugerscheinungen in den Wohnungen.

Mit neuen dichten Kunststoff-Fenstern kann oftmals nicht genug Frischluft zuströmen. Deshalb sollte die Zuluftmenge über Lüftungsfenster geplant werden. Nur wenn gewährleistet ist, dass genügend Frischluft in die Nebenräume einströmen kann, ist die Funktion dieses Systems gesichert.

Dortmunder Lüftung: Einzelschachtanlage mit Zuluft aus zentralem Schacht

Bei der Dortmunder Lüftung erfolgt die Versorgung der Wohneinheit mit Zuluft über einen Schacht, der in die Diele mündet. Die Luftverteilung innerhalb der Wohnung erfolgt ebenfalls über Überströmöffnungen in den Türen. Durch ein Temperieren der Diele wird eine Beeinträchtigung der Bewohner durch Zugerscheinungen vermindert.

Dieses Lüftungssystem arbeitet unabhängig von dichten Fenstern.

Kölner Lüftung: Einzelschachtanlage mit Zuluft aus separaten Schächten

Bei der Kölner Lüftung wird die Zuluft für jeden Raum direkt über einen Zuluftkanal in diesen geführt. Diese Art der Luftführung kann zu Zugerscheinungen innerhalb der Räume führen.

Dieses Lüftungssystem arbeitet unabhängig von dichten Fenstern oder fehlenden Überströmöffnungen an den Innentüren.

Sammel- bzw. Verbundschachtanlagen

Die Abluft der einzelnen Räume wird über einen wohnungseigenen Nebenschacht in den gemeinsamen Sammelschacht geleitet, der die Abluft zentral für das gesamte Gebäude über das Dach führt.

Sammelschachtanlagen werden in dieser Form nicht mehr gebaut. Sie sind überwiegend noch in den neuen Bundesländern vorhanden.

Fazit

Generell sind alle Schachtlüftungen ohne mechanischen Antrieb sehr stark von der Schachthöhe und den meteorologischen Einflüssen wie Luftdruck, Temperatur und Wind abhängig. Eine gleichmäßige und kontrollierte Entlüftung eines Gebäudes ist damit nur schwer möglich.

3.2 Maschinelle Lüftung

Die maschinelle Lüftung arbeitet frei von meteorologischen Einflüssen und unabhängig von der Jahreszeit. Die Lüftungsleistung ist genau berechen- und regelbar.

An dieser Stelle soll nur ein kurzer Überblick über mechanisch unterstützte Lüftungsanlagen gegeben werden. Für die weiter reichende Informationen wird auf die einschlägige Literatur verwiesen.

3.2.1 Abluftanlagen

Bei den mechanischen Abluftanlagen wird die Abluft mit einem Ventilator über Entlüftungsleitungen ins Freie gefördert. Die unbehandelte Zuluft strömt dabei entweder über Undichtigkeiten in der Gebäudehülle, über Außenwanddurchlässe (ALD) oder über Lüftungsfenster in die Wohneinheit. Die Verteilung der Zuluft in der Wohneinheit kann über Überströmöffnungen in den Türen oder über ein Luftleitungsnetz erfolgen.

3.2.2 Zuluftanlagen

Die Zuluft wird durch eine Lüftungsanlage oder mehrere dezentrale Zuluftseinheiten in das Gebäude gefördert. Die Verteilung der Zuluft kann ebenfalls mittels Überströmöffnungen in den Türen oder über ein Luftleitungsnetz erfolgen. Die Abluft strömt entweder über Lüftungsschächte, Außenwanddurchlässe (ALD) oder über die Undichtigkeiten in der Gebäudehülle aus der Nutzungseinheit.

3.2.3 Zu- und Abluftanlagen

Bei den Zu- und Abluftanlagen wird die Zu- und die Abluft mechanisch gefördert, durch Leitungsnetze verteilt und wieder gesammelt. Die Optionen zur Filterung der Zuluft und zur Wärmerückgewinnung können hier voll genutzt werden. Die in der Abluft enthaltene Wärme wird über Wärmetauscher auf die Frischluft übertragen, so dass diese in der kalten Jahreszeit kaum mehr aufgeheizt werden muss. Auch Schallschutzanforderungen können leicht erfüllt werden.

Diese Möglichkeit zum Luftwechsel ist am genauesten steuerbar, weil alle Störgrößen ausgeschaltet werden können. Es ist jedoch die aufwendigste Lösung mit dem größten Planungsaufwand und den höchsten Kosten.

4 Anforderungen an die Lüftung

Die Anforderungen, die eine moderne Raumlüftung zu erfüllen hat, werden in verschiedenen Normen, Richtlinien und Gesetzen definiert. In diesem Kapitel soll ein Überblick über die wichtigsten Regelwerke zur Lüftung gegeben werden.

4.1 Anforderungen aus der DIN 1946-6

Die konsequente Umsetzung der Energieeinsparverordnung (EnEV) und der Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden aus der DIN 4108-2 bedingen eine weitgehend luftdichte Gebäudehülle. Gleichzeitig fordert die aktuelle EnEV, dass bei Neubauten der „zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt ist.“

Wie diese gegensätzlichen Zielsetzungen umgesetzt werden können, ist in der Neufassung der sog. „Lüftungsnorm“ DIN 1946-6 vom Mai 2009 festgelegt. Sie gilt für die freie und die ventilatorgestützte Lüftung von Wohnungen. In dieser Norm sind die Randbedingungen für die Lüftung unter Berücksichtigung bauphysikalischer, lüftungstechnischer, hygienischer und energetischer Gesichtspunkte definiert. Sie gilt sowohl für den Neubau als auch bei Sanierungen.

4.1.1 Lüftungskonzept

Eine wesentliche Forderung der DIN 1946-6 ist die Erstellung eines Lüftungskonzepts. Ein solches Konzept ist für Neubauten immer erforderlich und bei Renovierungen, wenn

- im Mehrfamilienhaus mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht werden,
- im Einfamilienhaus mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht werden bzw. mehr als 1/3 der Dachfläche neu abgedichtet werden.

Ziel eines Lüftungskonzepts ist es, unter dem Gesichtspunkt der Hygiene und des Bautenschutzes, den notwendigen Luftaustausch in der Wohneinheit nutzerunabhängig sicherzustellen. Im Rahmen eines Lüftungskonzepts wird festgestellt, ob eine Lüftung durch Infiltration ausreicht oder ob lüftungstechnische Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Zur Erstellung eines Lüftungskonzepts liefert die DIN 1946-6 Hilfsmittel zur Auslegung der Volumenströme und beschreibt die Anforderungen an die Anlagentechnik. Dieses Lüftungskonzept kann von jedem Fachmann erstellt werden, der in Planung, Ausführung oder Instandhaltung von lüftungstechnischen Maßnahmen oder in Planung und Modernisierung von Gebäuden tätig ist. Der Planer muss in diesem Konzept festlegen, wie aus Sicht der Hygiene und des Bautenschutzes der notwendige Luftaustausch erfolgen kann.

Eine lüftungstechnische Maßnahme ist eine geplante Einrichtung zur freien oder zur ventilatorgestützten Lüftung. Die Fensterlüftung ist keine nutzerunabhängige Lüftungsmaßnahme, weil diese einerseits vom Nutzer abhängt und andererseits nicht kalkulierbar ist.

4.1.2 Lüftungsstufen

Ein Lüftungskonzept erfordert die Berechnung der Infiltration und die Berechnung der Volumenströme für die einzelnen Lüftungsstufen. In der DIN 1946-6 sind die folgenden vier Lüftungsstufen mit den dabei angegebenen Nutzungsgewohnheiten definiert:

Lüftung zum Feuchteschutz (FL):

notwendige Lüftung des Bautenschutzes (Feuchte) unter üblichen Nutzungsbedingungen bei teilweise reduzierten Feuchtelasten, während zeitweise längerer Abwesenheit von Nutzern, z. B. durch Urlaub

Die Lüftung zum Feuchteschutz stellt die Minimalanforderung dar. Der Planer muss diesen Luftwechsel auf jeden Fall garantieren. Darüber hinausgehende Lüftungsmaßnahmen sind optional und müssen als solche gesondert zwischen dem Bauherrn und dem Planer vereinbart werden.

Reduzierte Lüftung (RL):

notwendige Lüftung zur Sicherstellung der hygienischen Mindestanforderungen und des Bautenschutzes unter üblichen Nutzungsbedingungen bei teilweise reduzierten Feuchtelasten, z. B. bei zeitweiliger Abwesenheit von Nutzern

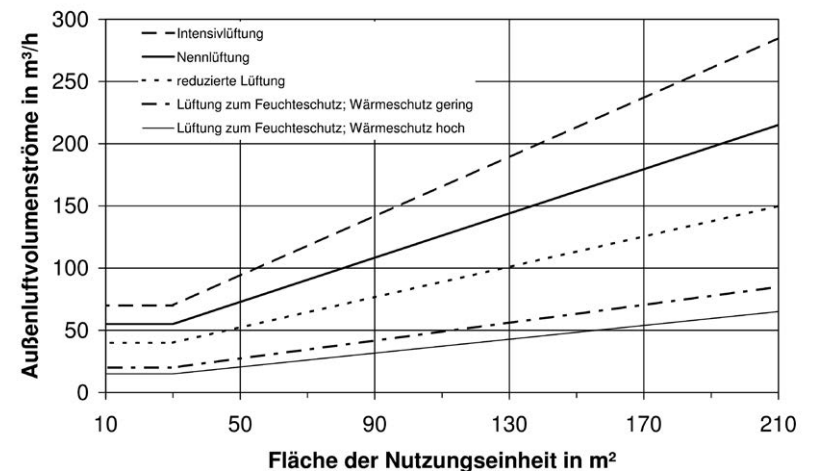
Nennlüftung (NL):

notwendige Lüftung zur Gewährleistung der hygienischen und gesundheitlichen Erfordernisse bei Anwesenheit der Nutzer. Diese Lüftungsart ist der Normalbetrieb.

Intensivlüftung (IL):

zeitweilig notwendige erhöhte Lüftung zum Abbau von Lastspitzen, Lastbetrieb

Abhängig vom Niveau des Wärmeschutzes und der geforderten Lüftungsstufe sind die Volumenströme gemäß Tabelle 5 der DIN 1946-6 sicherzustellen. Die Werte der Tabelle 5 sind in dem folgenden Diagramm angenähert dargestellt.



Für die Auslegung von Fensterfalzlüftern (z. B. GECCO) in **freien** Lüftungssystemen, d.h. ohne Ventilatorunterstützung, sind die Volumenströme nach der Tabelle 10 der DIN 1946-6 zu berücksichtigen. Diese ist nachfolgend in Auszügen wiedergegeben.

Lüftungssystem		Windgebiet	Auslegungs-Differenzdruck Δp	
			eingeschossige Nutzungseinheit, typisch im MFH	mehrgeschossige Nutzungseinheit, typisch im EFH
freie Lüftung	Querlüftung	windschwach	2 Pa	5 Pa
		windstark	4 Pa	7 Pa
	Schachtlüftung	windschwach	5 Pa	
		windstark	8 Pa	

Nach der DIN 1946-6 sind windschwache Gebiete solche mit einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von $\leq 3,3$ m/s in 10 m Höhe über Grund in einer hindernisfreien Umgebung; windstarke Gebiete sind solche mit durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten von $> 3,3$ m/s. Die windstarken Gebiete sind in der Tabelle H.1 der DIN 1946-6 aufgelistet; nicht gelistete Gebiete sind windschwache.

Die in der Lüftungsnorm DIN 1946-6 benutzten Begriffe eingeschossige und mehrgeschossige Nutzungseinheit sind wie folgt zu verstehen:

eingeschossige Nutzungseinheit

ist eine Wohnung in einem Mehrfamilienhaus, die sich über eine Etage erstreckt

mehrgeschossige Nutzungseinheit

ist eine Wohnung in einem Einfamilienhaus, die sich über mehrere Etagen erstreckt

Zur Unterstützung und ersten Abschätzung, ob eine Lüftungstechnische Maßnahme erforderlich ist oder nicht, gibt es vom VfW Bundesverband für Wohnungslüftung e.V. ein

„Planungstool Lüftungskonzept - Notwendigkeit Lüftungstechnischer Maßnahmen nach DIN 1946-6“

das im Internet zum kostenlosen Download unter der Adresse

<http://wohnungslueftung-ev.de>

angeboten wird. Die Verwendung dieses hilfreichen Planungswerkzeugs entbindet den Fensterbauer aber nicht von der Pflicht, einen Fachmann hinzuzuziehen.

4.1.3 Berechnungsbeispiel: Anzahl erforderlicher Fensterfalzlüfter

Im folgenden Beispiel soll gezeigt werden, wie für eine Wohnung die Anzahl der erforderlichen Fensterfalzlüfter ermittelt wird. Eingesetzt werden soll der GECCO 3 zur Mindestlüftung zum Feuchtschutz.

Dazu wird eine eingeschossige Wohnung betrachtet, die sich in einem Mehrfamilienhaus mit mehreren Etagen befindet, das in einem windstarken Windgebiet liegt. Der Wärmeschutz des Gebäudes entspricht mindestens der Wärmeschutzverordnung von 1995 (WSchVO 95) und die Wohnung hat eine Fläche von 90 m^2 .

- 1) Im ersten Schritt ist der **erforderliche Außenluftvolumenstrom** nach DIN 1946-6 zu bestimmen. Dies kann anhand der Tabelle 5 der Norm oder mit einer geeigneten Planungssoftware erfolgen. In unserem Beispiel ergäbe sich ein erforderlicher Außenluftvolumenstrom von

$$Q_{V, \text{gesNE FL}} = 35 \text{ m}^3/\text{h}.$$

- 2) Anschließend muss der Luftvolumenstrom durch **Infiltration** für die Nutzungseinheit berechnet werden. Entweder wird die Infiltration mittels der Formel aus Kap. 6.2 der DIN 1946-6 oder mittels Planungssoftware berechnet. Für die betrachtete Wohnung ergibt sich ein Luftvolumenstrom durch Infiltration von ca.

$$Q_{V, \text{inf, wirk}} = 31 \text{ m}^3/\text{h}$$

- 3) Lüftungstechnische Maßnahmen sind erforderlich, wenn der erforderliche Außenluftvolumenstrom größer ist als der Luftvolumenstrom durch Infiltration.

$$Q_{V, \text{gesNE FL}} > Q_{V, \text{inf, wirk}}$$

In unserem Beispiel ist der erforderliche Außenluftvolumenstrom mit $Q_{V, \text{gesNE FL}} = 35 \text{ m}^3/\text{h}$ höher als der Luftvolumenstrom durch Infiltration von $Q_{V, \text{inf, wirk}} = 31 \text{ m}^3/\text{h}$, d.h., durch die Lüftungstechnische Maßnahme muss ein Volumenstrom von

$$Q_{V, \text{LFT, fr}} = Q_{V, \text{ges}} - Q_{V, \text{inf}} = 35 \text{ m}^3/\text{h} - 31 \text{ m}^3/\text{h} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$$

bereitgestellt werden.

- 4) Der Außenluftvolumenstrom durch die Lüftungstechnische Maßnahme soll durch den Fensterfalzlüfter GECCO 3 bereitgestellt werden. Die Luftmengen, die durch ein Fenster mit dem GECCO 3 strömen, sind abhängig von der Druck-Volumen-Kennlinie des GECCO 3 und dem Auslegungs-Differenzdruck nach der Tabelle 10 der DIN 1946-6. Dabei sind auch die Lage und die Bauform des Gebäudes zu berücksichtigen. Die Auslegungs-Differenzdrücke für die freie Querlüftung sind in der Tabelle auf Seite 30 wiedergegeben.

In unserem Beispiel ist für die freie Querlüftung in einem windstarken Gebiet ein Auslegungs-Differenzdruck von $\Delta p = 4 \text{ Pa}$ anzusetzen. Der GECCO 3 hat bei diesem Differenzdruck einen Volumenstrom von

$$Q_{V, \text{GECCO}} = 3,7 \text{ m}^3/\text{h}.$$

- 5) Die Anzahl der erforderlichen Fensterfalzlüfter vom Typ GECCO 3 ergibt sich damit zu

$$n = q_{V,LT,fr,ges} / q_{V,GECCO} = 4 \text{ m}^3/\text{h} / 3,7 \text{ m}^3/\text{h} = 1,1$$

Damit wären in der Beispielwohnung **2 Fensterfalzlüfter GECCO 3** zur Lüftung zum Feuchteschutz (FL) erforderlich.

4.1.4 Informationspflicht des Fensterlieferanten

Bei Neubauten wird das erforderliche Lüftungskonzept vom Planer erstellt oder in Auftrag gegeben. Sanierungsmaßnahmen werden jedoch oft vom Bauherrn ohne Hinzuziehen eines Fachplaners durchgeführt. In diesem Fall hat der Fensterlieferant die Hinweispflicht, dass bei der Umsetzung einer solchen Maßnahme ein Lüftungskonzept erforderlich ist.

Diese Hinweispflicht ergibt sich aus den sog. vertraglichen Nebenpflichten; d.h., der Fensterlieferant muss als Fachbetrieb darauf hinweisen, dass durch die Verwendung seines Produkts, des Fensters vom Verbraucher besondere Verhaltensweisen, nämlich Lüften bzw. ein verändertes Lüftungsverhalten, verlangt wird.

Aufgrund von bauphysikalischen Gegebenheiten, wie unzulänglicher Wärmeschutz der Gebäudehülle oder vorhandener Wärmebrücken, besteht die Gefahr, dass Lüften zur Vermeidung von Bauschäden eventuell nicht mehr ausreicht. Da der Fensterbauer den bauphysikalischen Zustand des Gebäude nicht kennen kann und üblicherweise auch kein Lüftungsplaner ist, reicht der Hinweis, dass durch die Verwendung seines Produkts eventuell weitere Maßnahmen erforderlich sein können, nämlich ein Lüftungskonzept, wie es von der DIN 1946-6 gefordert wird.

Unterlässt der Fensterbauer diesen Hinweis, kann er für Folgeschäden, wie Schimmelbildung nach dem Tausch der Fenster, in Regress genommen werden. Zur eigenen Absicherung sollte der Fensterhersteller bereits im Beratungsgespräch auf diesen Sachverhalt hinweisen und sich im Auftragsfall von seinem Kunden schriftlich bestätigen lassen, dass er einen entsprechenden Hinweis gegeben hat.

4.2 Anforderungen aus der DIN 18017-3

Die DIN 18017-3 gilt für die Entlüftung von fensterlosen Ablufträumen wie Bädern und Toiletten mit Ventilatoren. Es handelt sich dabei meist nur um relativ kleine Abluftvolumenströme, so dass die benötigte Luft aus den übrigen Wohnräumen zugeführt werden kann. Die Normen DIN 1946-6 und DIN 18017-3 sind vom Normungsausschuss aufeinander abgestimmt worden. Bei der Lüftungsplanung ist die DIN 18017-3 mit einzubeziehen.

4.3 Anforderungen aus der Energieeinsparverordnung

Zentrale Forderung aus der EnEV 2014 ist der § 6, der einerseits eine dichte Gebäudehülle, andererseits aber auch die Sicherstellung eines Mindestluftwechsels zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung fordert.

An die **Dichtigkeit von Fenstern** stellt die EnEV 2014 keine speziellen Anforderungen, weil diese bereits in der DIN EN 12207 geregelt sind.

Die **Dichtigkeit der gesamten** Gebäudehülle kann gemäß EnEV 2014 mit dem Differenzdruckverfahren nach DIN EN 13829, dem sog. Blower-Door-Test, gemessen werden. Dabei beträgt der Differenzdruck zwischen dem Gebäudeinneren und -äußeren 50 Pa. Bei diesem Differenzdruck darf das Gebäude oder die Wohneinheit einen Volumenstrom, bezogen auf das beheizte Luftvolumen, die folgenden Grenzwerte nicht überschreiten:

- ohne raumluftechnische Anlagen $3,0 \text{ h}^{-1}$
- mit raumluftechnischen Anlagen $1,5 \text{ h}^{-1}$

Wird auf diesen Test der Dichtigkeit der Gebäudehülle verzichtet, dann wird diese im gewählten Berechnungsverfahren pauschal berücksichtigt, siehe auch Kapitel 4.5.1. Weitere Informationen hierzu und zur EnEV sind im GEALAN-Praxishandbuch Nr. 7 „Wärmeschutz / EnEV“ enthalten.

4.4 Anforderungen aus der DIN EN 12207

In der DIN EN 12207 wird die Fugendurchlässigkeit neu definiert. Der sog. „a-Wert“ kommt darin nicht mehr vor. Neu ist die Gesamtluftdurchlässigkeit (Q). Diese beschreibt jetzt den Luftstrom in m^3/h , der über die Fugen zwischen Flügel und Blendrahmen in Folge einer am Fenster vorhandenen Druckdifferenz (p) hindurchströmt. Mit dieser Norm wird der Begriff Referenzluftdurchlässigkeit (Q100) eingeführt. Die bei einem bestimmten Prüfdruck (p) gemessene Gesamtluftdurchlässigkeit (Q) wird dazu auf einen Referenzdruck (p) von 100 Pa umgerechnet.

Es wird nicht mehr, wie in der DIN 18055, 1981-10, nach den Beanspruchungsgruppen A, B und C (und in die Sondergruppe D), sondern in die Klassen 0 bis 4 klassifiziert. In der Klasse 0 werden dabei keinerlei Anforderungen an die Fugendurchlässigkeit gestellt.

	Gesamtfläche	Fugenlänge	
Klasse nach DIN EN 12207	Referenzluftdurchlässigkeit bei 100 Pa $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	Referenzluftdurchlässigkeit bei 100 Pa $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m})$	maximaler Prüfdruck Pa
0	nicht geprüft		
1	50	12,50	150
2	27	6,75	300
3	9	2,25	600
4	3	0,75	600

Übersicht über die neuen Klassen und der darin definierten Anforderungen

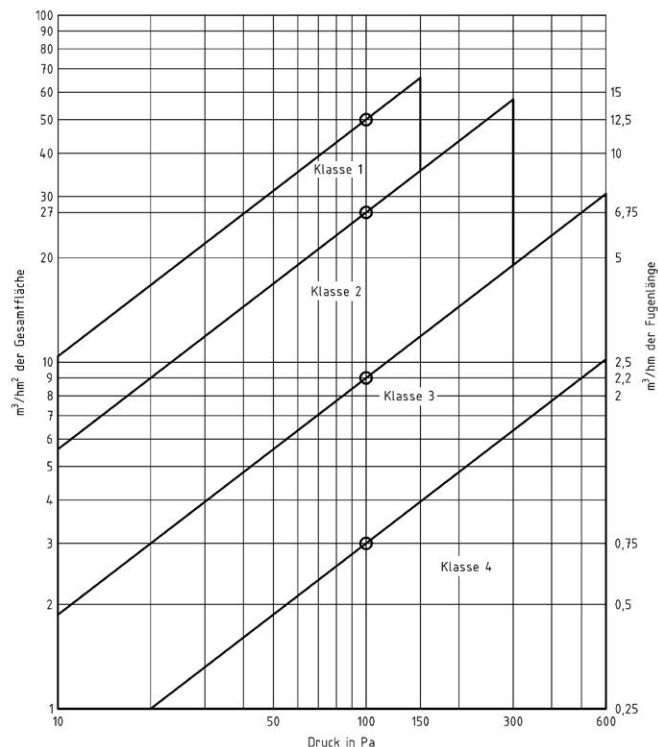
In Spalte 2 ist die Referenzdurchlässigkeit bei 100 Pa, bezogen auf die Gesamtfläche, angegeben, in Spalte 3 die Referenzdurchlässigkeit bei 100 Pa, bezogen auf die Fugenlänge.

Zur Klassifizierung der Fenster werden die im Prüfstand ermittelten Messdaten auf die Fugenlänge und die Fensterfläche umgerechnet. Anschließend werden die umgerechneten Werte in ein Diagramm mit doppelt logarithmischem Maßstab eingetragen, gemäß Bild 1 der DIN EN 12207. Das Ergebnis kann direkt im Diagramm abgelesen werden.

Gemäß des folgenden Auszugs aus der DIN EN 12207, Kap. 4.6 ist die Klassifizierung wie folgt vorzunehmen:

Wenn die fugenbezogene und flächenbezogene Klassifizierung

- dieselben Klassen ergeben, dann ist der Prüfkörper ein und derselben Klasse zuzuordnen
- zwei benachbarte Klassen ergeben, dann ist der Prüfkörper der günstigsten Klasse (d.h. der mit der geringeren Rate) zuzuordnen
- einen Unterschied von zwei Klassen ergibt, dann ist der Prüfkörper der mittleren Klasse zuzuordnen;
- einen Unterschied von mehr als zwei Klassen ergibt, dann darf der Prüfkörper keiner Klasse zugeordnet werden.



4.5 Differenzdruck-Messverfahren - Blower-Door-Test

4.5.1 Einführung

Die Lüftungsverluste über eine undichte Gebäudehülle gehen in die Ermittlung des Heizenergiebedarfs mit ein. Bei der Berechnung der Lüftungswärmeverluste hat der Planer zwei Ansätze zur Wahl:

- Berechnung der Luftdichtheit der Gebäudehülle nach dem eingesetzten Berechnungsverfahren
- Berechnung der Luftdichtheit der Gebäudehülle nach dem eingesetzten Berechnungsverfahren **und** der Dichtheitsprüfung.

Der Rechenansatz mit der Dichtheitsprüfung ergibt deutlich geringer anzusetzende Wärmeverluste und damit einen geringeren Jahres-Primärenergiebedarf. Hier kann sich eine Verringerung von 5 bis 10 % ergeben. Da gemäß der EnEV 2014 der angegebene maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf relativ knapp bemessen und das Differenzdruck-Messverfahren mittlerweile recht preisgünstig ist, hat der Planer hier eine kostengünstige Optimierungsmöglichkeit.

Bei der Berechnung ohne Dichtheitsprüfung sind die anzusetzenden Verlustwerte durch die Undichtigkeiten der Gebäudehülle relativ hoch, so dass diese durch eine entsprechende Erhöhung der Heizleistung oder andere Maßnahmen kompensiert werden müssen. Diese Kompensationsmaßnahmen sind erfahrungsgemäß deutlich teurer als die Durchführung einer Dichtheitsprüfung.

4.5.2 Aufbau und Durchführung

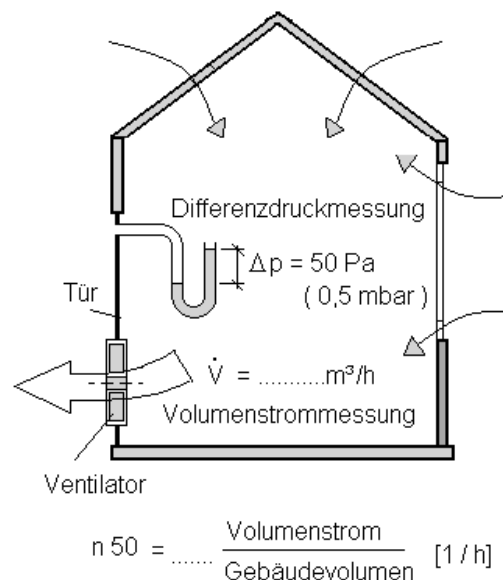
Die Differenzdruckmessung nach DIN EN 13829, umgangssprachlich als Blower-Door-Test bezeichnet, wird zur Überprüfung der Dichtigkeit der Gebäudehülle eingesetzt und ist als Prüfverfahren in der EnEV 2014 ausdrücklich vorgesehen.

Beim Blower-Door-Test wird in eine Tür ein Ventilator in einem am Türrahmen dicht schließenden Metallrahmen eingesetzt, es kann die Haustür oder eine Balkontür sein. Mit dem Ventilator wird das Gebäude unter Unter- oder Überdruck von 50 Pa gegenüber der Umgebung gesetzt, dies entspricht etwa der Windstärke 5. Bei der Messung wird so viel Luft entweder aus dem Gebäude heraus- oder hereingedrückt, wie über die Undichtigkeiten der Gebäudehülle nachströmt. Ein Messinstrument misst den Volumenstrom, der zur Aufrechterhaltung dieser Druckdifferenz von 50 Pa erforderlich ist.

4.5.3 Ergebnisse des Differenzdruck-Messverfahrens

Der nach dem zuvor beschriebenen Verfahren gemessene Volumenstrom wird durch das Volumen des Gebäudes geteilt. Dieser Wert wird als Luftwechselrate n50 oder einfach als „n50-Wert“ bezeichnet, weil er bei einer Druckdifferenz von 50 Pa gemessen wurde. Der n50-Wert kann mit anderen Gebäuden oder Normen verglichen werden. Der Blower-Door-Test bietet die Möglichkeiten

- die Lage und Stärke von Undichtigkeiten qualitativ zu bestimmen
- den Luftstrom durch die Summe aller Leckagen quantitativ zu ermitteln
- die stündliche Luftwechselrate n50 zu messen



Prinzipieller Aufbau bei der Differenzdruck-Messung (Blower-Door-Test)

Das Differenzdruck-Messverfahren dient ausschließlich der Feststellung der Gesamtdichtheit eines Gebäudes.

Es gibt in der DIN EN 13829 keine Grenzwerte für die Dichtigkeit einzelner Bauteile der Gebäudehülle.

Trotzdem werden im Fall des Verfehlens der Grenzwerte häufig die Fenster verantwortlich gemacht. In diesen Streitfällen ist zusammen mit dem Durchführenden der Differenzdruckmessung eine qualifizierte Betrachtung aller Undichtheiten der Gebäudehülle durchzuführen. - Das die Fenster den Anforderungen an die Fugendurchlässigkeit gemäß DIN EN 12207 genügen, sollte selbstverständlich sein.

Passive Lüftungseinrichtungen wie z.B. der GECCO oder andere Lüftungseinrichtungen haben keinen Einfluss auf die Dichtigkeitsprüfung und müssen während der Prüfung abgedichtet werden, siehe auch DIN EN 13829

Auszug aus DIN EN 13829 „Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden“ Absatz 5.2.3:

„Die Luftdurchlässe von mechanischen Lüftungsanlagenteilen werden verschlossen. Andere Lüftungsöffnungen (Öffnungen für natürliche Lüftung) werden für die Zwecke des Messverfahrens geschlossen oder abgedichtet.“

5 Die Entwicklung des GECCO

5.1 Aufgabenstellung und Lösung

Die Unterstützung der Raumlüftung durch Lüftungsfenster hat sich in den letzten Jahren gut bewährt. Gerade die kritischen Zonen in der Fensterlaibung, die oft von Pilzsporen befallen werden, können über den kontinuierlichen Luftstrom entschärft werden. Auch wird über die Lüftungsfenster eine tägliche Mindestlüftung zum Feuchteschutz sichergestellt.

Jedoch darf man nicht vergessen, dass bei allen Öffnungen, die zwischen Raum- und Außenklima bestehen, Zugserscheinungen auftreten können. Besonders in den kälteren Jahreszeiten, bei den Herbst- und Frühlingsstürmen, kann für den Bewohner ein unangenehmes Wohnklima entstehen. Bei Hochhäusern muss in den oberen Etagen immer mit störender Zugluft gerechnet werden.

Durch den Bewohner einstellbare Lüftungseinrichtungen haben sich in der Praxis häufig als unbrauchbar erwiesen, da oft das Verständnis zur gezielten Lüftung fehlt. Im Pflichtenheft für eine neue verbesserte Raumlüftung standen folgende Punkte, die zusammen mit Planern und Wohnungsbaugesellschaften erarbeitet wurden:

- optimaler Luftaustausch bei normalen Luftdrücken
- eine Grundlüftung ist ständig gewährleistet, auch nachts oder bei längerer Abwesenheit
- keine Zugserscheinungen bei hohen Windgeschwindigkeiten
- automatisch arbeitend, dadurch keine Fehlbedienung durch den Nutzer
- hoher Schallschutz
- guter Wärmeschutz
- Einhaltung aller gesetzlichen Vorschriften und Normen
- kostengünstig
- keine Pfeifgeräusche durch Zugluft
- nachrüstbar bzw. entfernbar
- einfache Demontage zur Reinigung
- keine sichtbaren Löcher oder Schlitze auf der Rauminnenseite
- komplettes Bauteil in einem Gehäuse
- Durch Austausch der Lüftungsdichtung kann sofort wieder ein dichtes Fenster hergestellt werden.

Diese Problemstellung wurde bereits 1998 im System GEALAN S 6000 mit dem GECCO richtungweisend gelöst. Schon im Jahr 2000 wurde diese Erfolgsgeschichte mit dem GECCO 2 für das System GEALAN S 7000 IQ fortgesetzt.

5.3 Klimaprüfungen

Um die Funktion des GECCO bei verschiedenen Klimazuständen zu prüfen, wurde das System dem folgenden Prüfzyklus unterzogen:

1. Das Fensterelement wurde im Prüfstand auf der Außenseite kalter Luft mit einer Temperatur von -10°C und auf der Innenseite dem Raumklima mit 20°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % ausgesetzt. Anschließend folgte die Funktionsprüfung im Prüfstand.
2. Unmittelbar danach wurde das Fenster auf der Außenseite heißer Luft von $+60^{\circ}\text{C}$ und auf der Innenseite einem Raumklima von 20°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % ausgesetzt. Anschließend erfolgte wiederum die Funktionsprüfung im Prüfstand.

Ergebnis:

Sowohl bei der Kälte- als auch bei der Hitzeprüfung ist die Funktion des GECCO voll erfüllt.

5.4 Einfluss der GECCO-Systeme auf den U-Wert

Das Grundlüftungssystem GECCO hat keinen Einfluss auf den U-Wert des Fensters. Alle für die Funktion der GECCO-Systeme erforderlichen Durchdringungen zur Raum- und zur Umgebungsluft sind kleiner als 2 mm. Gemäß der DIN EN ISO 10077-1, in der die Randbedingungen für die Berechnung von U_f-Werten von Fensterprofilen festgelegt sind, sind Schlitze dieser Größe als geschlossene Luftkammer zu betrachten. Da der Wärmeleitwert von stehender Luft geringer ist als der von PVC, würde sogar im direkten Bereich des GECCO ein minimal besserer U-Wert berechnet werden.

Diese Betrachtung wird durch die ift-Richtlinie LU-01/1 Fensterlüfter bestätigt, in der unter Punkt 3.15 die wärmetechnische Eigenschaft von Fensterlüftern wie folgt beschrieben wird:

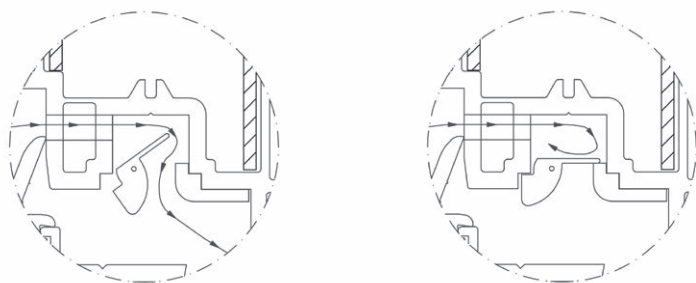
Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) einer Lüftungseinrichtung ist in der Regel keine relevante Größe in Bezug auf die Berechnung der Transmissionswärmeverluste eines Gebäudes. Der Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters U_w wird durch den Fensterlüfter nicht signifikant verändert.

Der Einfluss des Luftstroms wird bei der Berechnung des U-Wertes nicht berücksichtigt, da bei der Ermittlung des U-Wertes immer von stehender Luft ausgegangen wird. Dieser Volumenstrom wird in der Energiebilanz des jeweiligen Gebäudes im gewählten Berechnungsverfahren berücksichtigt, siehe GEALAN-Praxishandbuch Nr. 7 „Wärmeschutz, EnEV, Kap. 3.

Mit dem Mitteldichtungssystem S 7000 IQ und den Anschlagdichtungssystemen S 3000 und S 8000 IQ hat GEALAN die Basis für eine wesentlich verbesserte Raumlüftung geschaffen. Diese wurde bei der Entwicklung der neuen Systeme S 7000 IQ plus und S 9000 konsequent fortgeführt. Schon bei der Konstruktion der Profile wurde die Lüftung über das Fenster als wichtiges Kriterium in den Vordergrund gestellt. Das Ergebnis der Entwicklung ist der

GECCO (GEALAN Klima Control).

Das Herzstück aller GECCO-Systeme ist eine drehbar gelagerte, sich selbst regulierende Lüftungsclappe aus Aluminium. Im Ruhezustand befindet sich diese Lüftungsclappe in ihrem Gehäuse in der Lüftungsposition, d.h., die Luft strömt um die Clappe herum in den zu belüftenden Raum (linkes Bild). Wird die Lüftungsclappe durch anstehenden Wind angeströmt, verschließt sie den Luftkanal und vermeidet auf diese Weise Zugerscheinungen für die Bewohner (rechtes Bild). Sobald der Wind abflaut, öffnet sich die Lüftungsclappe und die Luftzirkulation findet wieder ungehindert statt.



Prinzipielle Funktion des GECCO

Der übliche Prüfumfang in Hinblick auf Luftdurchlässigkeit, Schlagregendichtheit und Schalldämmung wurde für alle GECCO-Systeme noch wesentlich erweitert und durch Prüfungen an einem neutralen Prüfinstitut bestätigt. Auf dem firmeneigenen modernen Fensterprüfstand mit Klimakammer wurden im GEALAN-Technikum außerdem weitere Prüfungen durchgeführt.

5.2 Dauerfunktionsprüfungen

Auf dem Prüfstand wurden Druck- und Sogwechsel simuliert. Dabei wurde das Fenster mit einem Druck von 200 Pa beaufschlagt, der die Clappe 10 Sekunden auf die Dichtung presst. Nach dieser Haltezeit wurde ein Sog von -200 Pa aufgebaut, der die Clappe für 10 Sekunden in entgegengesetzte Richtung zieht. Dieses Wechselspiel wurde über eine Spanne von 3.000 Zyklen geprüft, was die in der Praxis auftretenden Zyklen bei weitem übertreffen dürfte.

Ergebnis:

Nach 3.000 Schließ- und Öffnungsvorgängen waren keinerlei Fehlfunktionen oder mechanischer Verschleiß feststellbar.

5.5 Einfluss der GECCO-Systeme auf den Heizenergieverbrauch

Eine oft gestellte Frage ist: „Heizen wir mit dem GECCO nicht zum Fenster hinaus?“ Wir tun es nicht, wie die folgende Betrachtung zeigt.

Unsere Umgebungsluft ist thermodynamisch betrachtet ein Gemisch aus Luft und Wasserdampf, dessen Zustandsgrößen

- Luftfeuchtigkeit
- Temperatur
- Luftdruck

in engem Zusammenhang miteinander stehen. Dieses Luft-Wasserdampf-Gemisch enthält innere Energie, den Wärmehalt, auch Enthalpie genannt. Der Einfluss der Temperatur und der relativen Luftfeuchte auf die Enthalpie ist in der folgenden Tabelle gezeigt. Nimmt bei gleich bleibender Temperatur die relative Luftfeuchte zu, so steigt die Enthalpie der Luft.

Enthalpie der Luft in kJ/kg					
Temperatur	relative Feuchte				
	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %
19° C	32,9	36,4	39,9	43,5	47,0
20° C	34,8	38,6	42,3	46,1	49,8
21° C	36,8	40,8	44,8	48,8	52,8
22° C	38,8	43,1	47,3	51,6	55,9

Dieser Effekt entsteht auch bei nicht ausreichender Lüftung. Die Luftfeuchte im Raum steigt an und damit auch die Enthalpie der Luft. Bei gleich bleibendem Druck, wie er näherungsweise beim Beheizen eines Raumes vorliegt, ist der Aufwand an Heizenergie proportional zur Enthalpie der Luft. Je höher die Enthalpie der Luft ist, desto mehr Energie ist zu ihrer Beheizung erforderlich.

In der nachfolgenden Tabelle ist der relative Mehraufwand an Heizenergie, abhängig von Temperatur und relativer Feuchte, angegeben. Als Basis wird die Enthalpie beim Normklima - 20° C, 50 % relative Luftfeuchte - gewählt und zu „Null“ gesetzt. Der jeweilige Mehraufwand an Heizung gegenüber diesem Normklima ist durch positive Prozentzahlen angegeben.

So ist der Tabelle zu entnehmen, dass in Bezug zum Normklima bei einer Raumtemperatur von 20° C und einer Luftfeuchte von 70 % bereits 19 % mehr an Heizenergie aufgewendet werden muss um dieses Temperatur- und Luftfeuchteniveau zu halten.

relativer Mehraufwand an Heizenergie					
Temperatur	relative Feuchte				
	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %
19° C	- 15 %	- 6 %	+ 3 %	+ 13 %	+ 22 %
20° C	- 10 %	Basis = 0	+ 10 %	+ 19 %	+ 29 %
21° C	- 5 %	+ 6 %	+ 16 %	+ 26 %	+ 37 %
22° C	0 %	+ 12 %	+ 23 %	+ 34 %	+ 45 %

Dieser unnötig hohe Mehrverbrauch an Heizenergie wäre nicht erforderlich, wenn die Luftfeuchte durch eine kontinuierliche Lüftung auf einem Niveau von 50 % relativer Feuchte gehalten wird. Dieses geschieht bei normaler Nutzung durch den GECCO, welcher als nutzerunabhängiger Fensterfalzlüfter für eine Grundlüftung sorgt. Bei sehr starker Nutzung der Räume kann es erforderlich sein, dass je nach Bedarf zusätzlich über die Fenster gelüftet werden muss.

Die geregelte nutzerunabhängige Lüftung mit dem GECCO sorgt für die Feuchteabfuhr und dient damit der Senkung der Heizkosten.

5.6 Einfluss der GECCO-Systeme auf die Schalldämmung

Der Einfluss von Lüftern auf die Schalldämmung eines Fensters kann generell auf zwei unterschiedlichen Wegen erfolgen:

- Messung der Schalldämmung des Fensters mit dem Lüftungselement, durchgeführt mit den Systemen GECCO 2 und GECCO 3.
- Messung der Schalldämmung des Lüftungselements, durchgeführt mit dem System GECCO 4; anwendbar auf den Einsatz von Fremdlüftern in den GEALAN-Systemen

Messung der Schalldämmung bei Fenstern mit Fensterfalzlüfter

Durch ihre Einbausituation gelten die Lüftungssysteme GECCO 2 und GECCO 3 als integraler Bestandteil des Fensters. Umfangreiche Schalldämm-Prüfungen wurden daher an kompletten Fenstern mit eingebauten GECCO-Lüftern durchgeführt. Da für die Schalldämmung von Fenstern der Einfluss des Glases maßgeblich ist, wurden diverse Messungen mit verschiedenen Glasaufbauten durchgeführt. Auf deren Darstellung wird an dieser Stelle aus Gründen der Aktualität verzichtet.

Beim direkten Vergleich der Ergebnisse stellt sich heraus, dass die GECCO-Systeme das Schalldämmmaß eines Fensters um ca. 1 - 3 dB absenken. Diese Differenz ist abhängig von vielen Parametern, so dass keine generelle Aussage getroffen werden kann, um welchen Betrag das Schalldämmmaß eines Fensters durch den Einbau eines GECCO-Systems abgesenkt wird. Daher muss im konkreten Fall auf die entsprechenden Prüfzeugnisse zurückgegriffen werden.

Die aktuellen Prüfzeugnisse können entweder auf der Internetseite von GEALAN unter

www.gealan.de

eingesehen oder beim Bautechnischen Dienst der Fa. GEALAN angefordert werden.

Messung der Schalldämmung des Lüfters

Die Schalldämmung von Lüftungselementen wird nach der DIN EN ISO 10140-2 für kleine Bauteile geprüft. Berücksichtigt werden dabei die verschiedenen Betriebszustände, im Fall des GECCO 4 bedeutet das, mit offener und mit geschlossener Lüftungsklappe.

Das Ergebnis dieser Messungen wird mit den beiden im Folgenden aufgelisteten Kenngrößen beschrieben:

- bewertete Normschallpegeldifferenz $D_{n,e,w}$ bezogen auf eine Fläche von 10 m^2
- bewertetes Schalldämmmaß R_w bezogen auf die Stirnfläche des Lüfterelementes

Beide Größen beschreiben die gleiche Eigenschaft eines Lüftungselements, weichen aber in ihren Zahlenwerten um ca. 20 – 25 dB voneinander ab. Ursache dieser Differenz sind die unterschiedlichen Bezugsflächen beider Größen.

Daher darf die bewertete Normschallpegeldifferenz $D_{n,e,w,Lü}$ des Lüfters auch nicht direkt mit dem Schalldämmmaß des Fensters verknüpft werden, sondern muss umgerechnet werden in ein bewertetes Schalldämmmaß des Lüfters nach den Formeln

$$R_{w,Lü} = D_{n,e,w,Lü} - 10 \cdot \log\left(\frac{A_0}{S_{Lü}}\right) \text{dB}$$

$$R_{w,Lü,R} = R_{w,Lü} - 2 \text{dB}$$

Eine Erklärung der Parameter dieser Formeln wird am Ende dieses Kapitels gegeben.

Resultierende Schalldämmung von Fenster und Lüfter

Liegen zu einem Fenster und einem Lüftungselement die einzelnen Schalldämmmaße vor, so müssen diese zur Gesamtschalldämmung des Gesamtelements zusammengefasst werden gemäß der nachstehenden Formel:

$$R_{w,Lü+F,R} = -10 \cdot \lg\left(\frac{S_F}{S_{Lü} + S_F} \cdot 10^{-0,1R_{w,F,R}} + \frac{S_{Lü}}{S_{Lü} + S_F} \cdot 10^{-0,1R_{w,Lü,R}}\right)$$

Liegt für ein Lüfterelement kein bewertetes Schalldämmmaß vor, weil dieses sehr klein ist, dann kann das Gesamtschalldämmmaß direkt mittels der bewerteten Normschallpegeldifferenz $D_{n,e,w,Lü}$ berechnet werden. Hierbei wird die Bezugsfläche des Lüfters auf $A_0 = 10 \text{ m}^2$ gesetzt.

$$R_{w,Lü+F,R} = -10 \cdot \lg\left(\frac{S_F}{S_{Lü} + S_F} \cdot 10^{-0,1R_{w,F,R}} + \frac{A_0 [= 10 \text{m}^2]}{S_{Lü} + S_F} \cdot 10^{-0,1D_{n,e,w,Lü,R}}\right)$$

Hier muss das Vorhaltemaß von -2 dB ebenfalls berücksichtigt werden.

$$D_{n,e,w,Lü,R} = D_{n,e,w,Lü} - 2 \text{dB}$$

Mit Hilfe dieser Gesamtschalldämmung von Fenster mit Lüfter kann anschließend die Schalldämmung der Außenbauteile berechnet werden

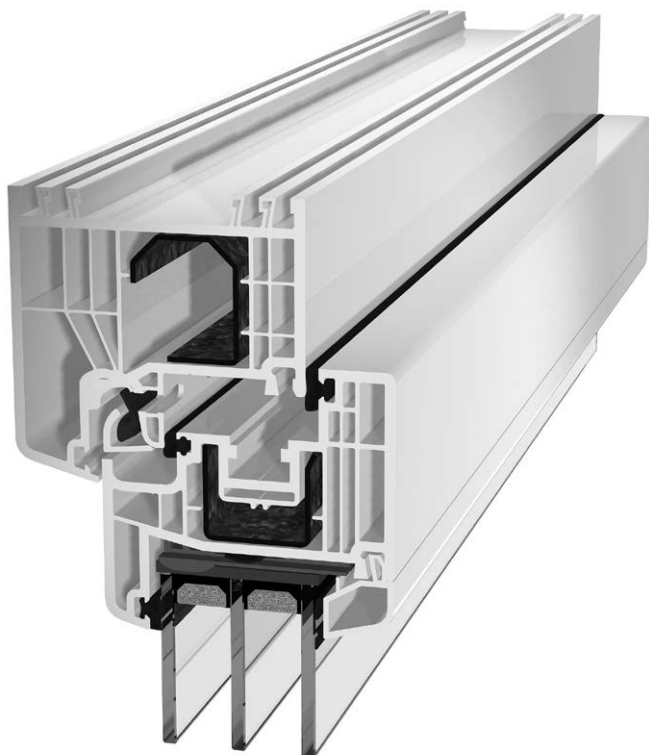
Parameter

A_0	Bezug-Absorptionsfläche, 10 m^2
$D_{n,e,w,Lü}$	bewertete Normschallpegeldifferenz des Lüfters
$D_{n,e,w,Lü,R}$	Rechenwert der Normschallpegeldifferenz des Lüfters
$R_{w,F,R}$	Rechenwert des bewerteten Schalldämmmaßes des Fensters
$R_{w,Lü,R}$	Rechenwert des bewerteten Schalldämmmaßes des Lüfters
$R_{w,Lü}$	bewertetes Schalldämmmaß des Lüfters
$R_{w,Lü+F,R}$	Rechenwert des Gesamtschalldämmmaßes von Fenster und Lüfter
S_F	Fläche des Fensters
$S_{Lü}$	Fläche des Lüfters

Hinweis

Der GECCO unterstützt die Lüftung zum Feuchteschutz wirkungsvoll, was durch unzählige praktische Einsätze bewiesen ist; verkaufte GECCO-Systeme ca. 700.000 (Stand 10/2015). Er ersetzt jedoch nicht das bedarfsgerechte Lüften, das nach einem erhöhten Feuchteaufkommen erforderlich ist. Der Nutzer einer Wohnung ist durch den Einbau des GECCO also nicht von seiner Pflicht entbunden z.B. beim Kochen oder nach dem Duschen verantwortungsvoll zu Lüften.

6 GECCO 2 in den Systemen GEALAN S 7000 IQ und S 7000 IQ plus

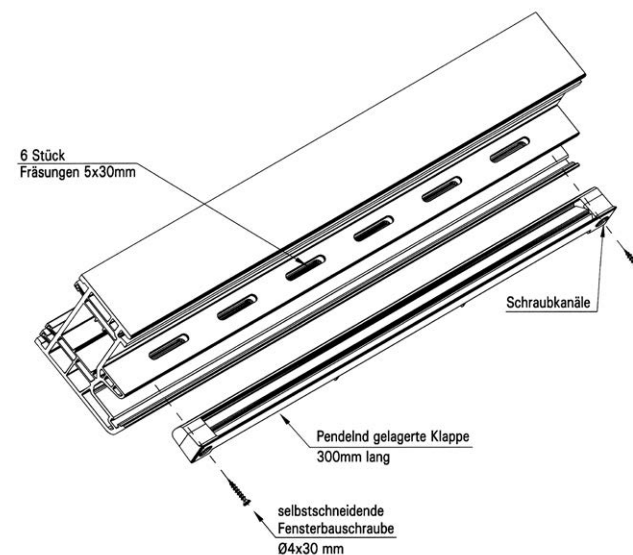


6.1 Funktionsweise und Montage

Der GECCO 2 ist ein Fensterfalzlüfter, der sich in einem separaten Gehäuse befindet. Er wird in den oberen Rahmenholm des Fensters montiert, welches dadurch zu einem Lüftungsfenster wird.

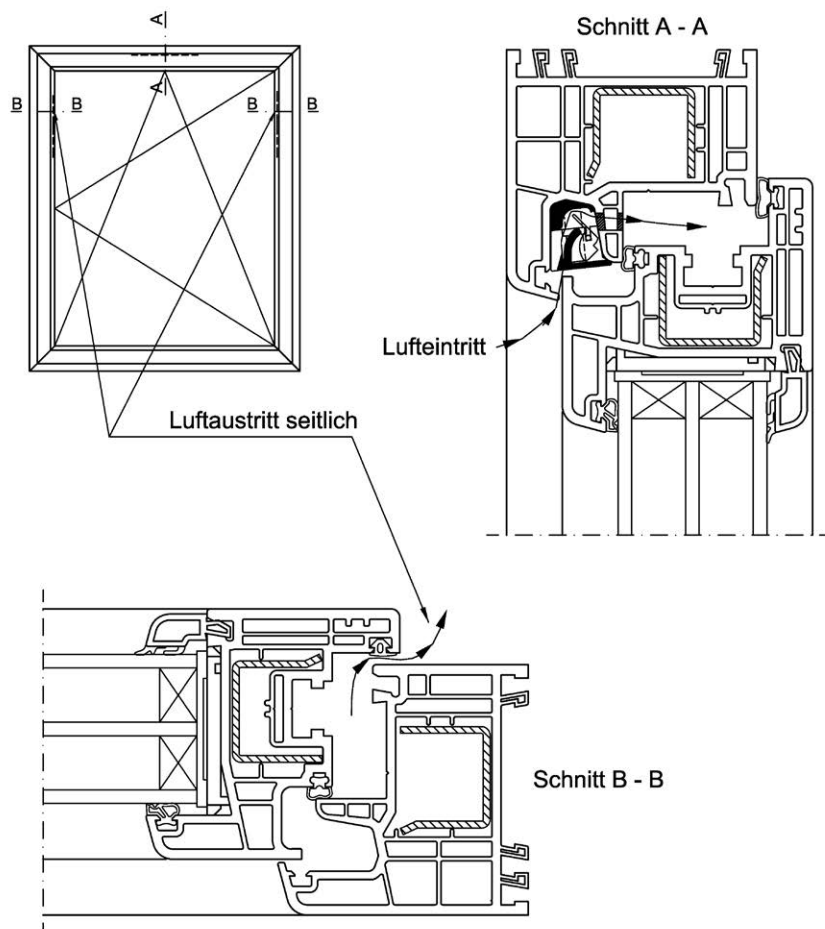
In den Systemen S 7000 IQ und S 7000 IQ plus werden Lüftungsschlitze in den Mitteldichtungsüberschlag eingefräst und der GECCO 2 wird mit zwei selbstschneidenden Fensterbauschrauben eingeschraubt. Für die raumseitigen Lufteintrittsöffnungen muss links und rechts im oberen senkrechten Bereich des Fensters die Dichtung herausgenommen werden.

Die GECCO-Lüftungsklappe steht in der Ruhestellung offen und die Luft kann ungehindert in den Fensterfalz einströmen. Im Falz wird die Luft umgelenkt und tritt über die GEALAN-Lüftungsdichtung in den Raum ein. Der GECCO 2 ist so konstruiert, dass er frühzeitig auf Luftdruckdifferenzen reagiert; er schließt bereits bei einer Druckdifferenz von ca. 50 Pa. Wird die GECCO-Lüftungsklappe bei höheren Windgeschwindigkeiten angeströmt, verschließt sie den Luftkanal und vermeidet auf diese Weise Zugerscheinungen für die Bewohner. Sobald der Wind abflaut, öffnet sich die GECCO-Lüftungsklappe und die Luftzirkulation findet wieder ungehindert statt.



Perspektivische Darstellung des GECCO 2

Funktion der Lüftungsklappe im GECCO 2



Fensterfalzlüfter GECCO 2 für die Mitteldichtungssysteme
S 7000 IQ und S 7000 IQ plus

6.2 Prüfergebnisse

Luftdurchlässigkeit nach DIN EN 12207

In der folgenden Tabelle ist der Luftdurchgang gemäß DIN EN 12207 durch ein Prüfenster mit dem GECCO 2 im System S 7000 IQ aufgelistet. Die Abmessungen des Prüfensters waren dabei 1,23 m x 1,48 m, woraus sich eine Fensterfläche von 1,82 m² und eine Fugenlänge von 4,95 m ergeben.

Pa	10	40	50	100	150	200	300	400	500	600
m ³ /h	4,3	8,5	3,6	4,9	6,5	7,0	8,5	9,0	10,0	13,0
m ³ /hm	0,87	1,72	0,73	0,99	1,31	1,41	1,72	1,82	2,02	2,63
m ³ /hm ²	2,36	4,67	1,98	2,69	3,57	3,85	4,67	4,94	5,49	7,14

Zur Beurteilung der Fugendurchlässigkeit werden die Prüfergebnisse in ein doppellogarithmisches Diagramm eingetragen (siehe unten). Dem Diagramm kann man entnehmen, dass der GECCO 2 der

Luftdichtigkeitsklasse 3

nach DIN EN 12207 entspricht.

Die Funktion des GECCO 2 ist im folgenden Diagramm gut zu erkennen. Bis zu einem Luftdruck von ca. 50 Pa nimmt der Luftvolumenstrom durch das Fenster kontinuierlich zu. An diesem Punkt schließt der GECCO 2, wie am verringerten Volumenstrom abzu-
lesen ist.

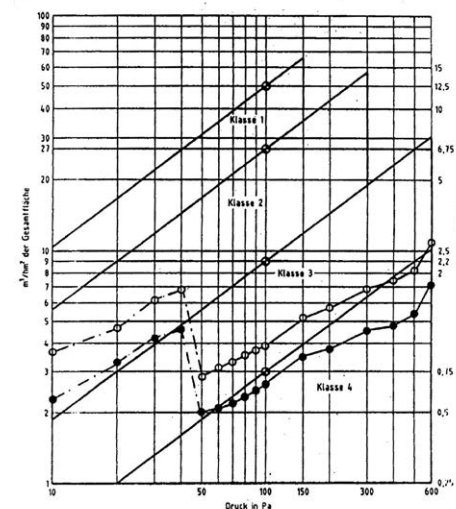


Diagramm zur längenbezogenen und flächenbezogenen Fugendurchlässigkeit nach DIN EN 12207 mit erweiterten Prüfstufen unter 50 Pa

Für die Auslegung der Anzahl von benötigten Fensterfalzlüftern gemäß der Lüftungsnorm DIN 1946-6 müssen die Volumenströme bei den in der Tabelle 10 maßgeblichen Differenzdrücken Δp ermittelt werden. Diese sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

Pa	2	4	5	7	8	10
m³/h	2,0 ¹⁾	2,8 ¹⁾	3,2 ¹⁾	3,7 ¹⁾	3,9 ¹⁾	4,3

¹⁾ berechnete Werte

Volumenströme durch ein Fenster mit dem GECCO 2 bei den Auslegungs-Differenzdrücken nach DIN 1946-6, Tabelle 10

Schlagregendichtheit nach DIN EN 12208

Die Schlagregendichtheit eines Fensters mit dem GECCO 2 wurde nach der nicht mehr geltenden DIN 18055 ermittelt. Dabei wurden die Anforderungen an die Gruppe C erfüllt. Gemäß der Korrelationstabelle in der DIN EN 12208 entspricht dies der

Schlagregendichtheit der Klasse 9 A

Schallschutz

Die Prüfungen zur Schalldämmung von Fenstern mit dem GECCO 2 wurden an einem unabhängigen Prüfinstitut durchgeführt. Der höchste gemessene Schallschutz ergab sich mit einem Glas 10 VSG SI / 16 / 8 VSG SI zu

$$R_w = 44 \text{ dB}$$

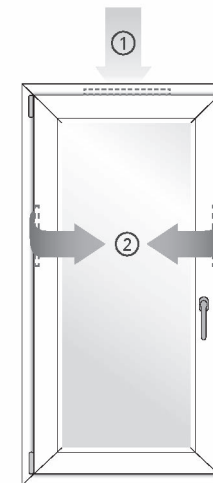
entsprechend der Schallschutzklasse 4, Prüfbericht 161 32485/Z70 des ift Rosenheim.

Es wurden mit den Systemen S 7000 IQ und S 7000 IQ plus diverse Messungen mit verschiedenen Glasaufbauten durchgeführt. Auf deren Darstellung wird an dieser Stelle aus Gründen der Aktualität verzichtet.

Wenn über das hier gezeigte Ergebnis hinaus weitere aktuelle Prüfzeugnisse benötigt werden, so können diese entweder auf der Internetseite von GEALAN unter

www.gealan.de

eingesehen oder beim Bautechnischen Dienst der Fa. GEALAN angefordert werden.

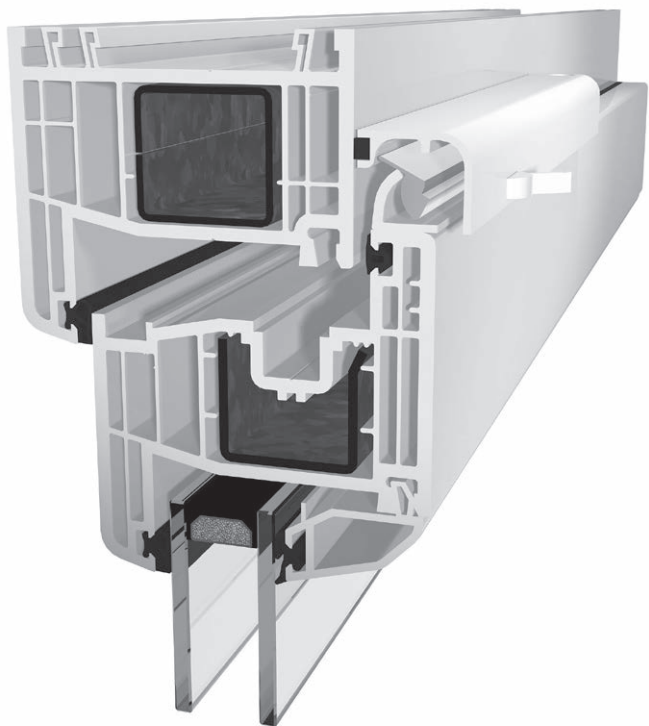


Luftführung durch ein Fenster mit dem GECCO 2

1) Lufteintritt auf der Außenseite

2) Luftaustritt auf der Innenseite

7 GECCO 3 in den Systemen GEALAN S 8000 IQ, S 9000 und in Fremdsystemen



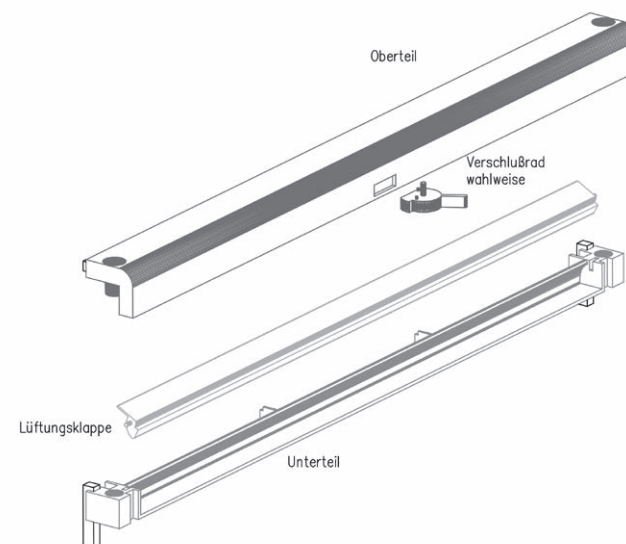
7.1 Funktionsweise und Montage

Für den GECCO 3 wurde die bewährte Geometrie des GECCO 2 aus dem System S 7000 IQ übernommen. Der GECCO 3 wurde geringfügig überarbeitet und reagiert noch früher auf Luftdruckdifferenzen, so dass er bereits bei einer Druckdifferenz von ca. 30 Pa schließt.

Der GECCO 3 ist ein Fensterfalzlüfter, der sich in einem separaten Gehäuse befindet. Dieses wird raumseitig mit zwei selbstschneidenden Fensterbauschrauben auf den oberen Flügelholm des Fensters montiert, welches dadurch zu einem Lüftungsfenster wird. Für die Luftführung muss sowohl die innere als auch die äußere Dichtung in genau definierten Bereichen ausgeschnitten werden.

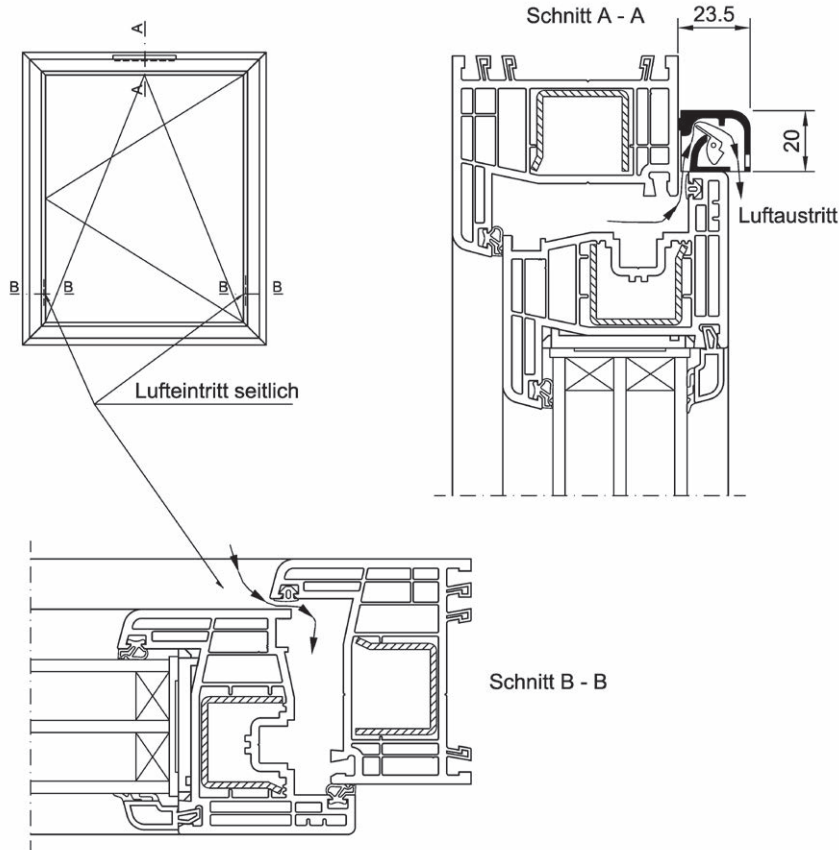
Die äußere Dichtebene des Fensterrahmens muss rechts und links im unteren senkrechten Bereich ausgeschnitten werden. Die innere Dichtebene des Fensterflügels wird oben zwischen den Dichtungen des GECCO 3 ausgeschnitten. Somit kann eine Luftzirkulation stattfinden. Die Luft strömt unten in den Falzbereich ein, wird dort umgelenkt und tritt über die, in Ruhestellung geöffnete, Lüftungsclappe in den Raum ein. Wird die Klappe bei höheren Windgeschwindigkeiten angeströmt, verschließt sie den Luftkanal. Sobald der Wind abflaut, öffnet sich die Klappe von selbst und die Luftzirkulation findet wieder ungehindert statt.

Der GECCO 3 lässt sich problemlos bei fast allen Anschlagdichtungssystemen nachrüsten. Dazu darf der innere Falzüberschlag inklusive Dichtung eine Tiefe von ca. 18 mm nicht überschreiten und der Winkel zwischen der inneren und der oberen Falzüberschlagsfläche muss 90° betragen.



Perspektivische Darstellung des GECCO 3

Funktion der Lüftungsklappe im GECCO 3



Fensterfalzlüfter GECCO 3 für die Anschlagdichtungssysteme
S 8000 IQ, S 9000 und für Fremdsysteme

7.2 Prüfergebnisse im System GEALAN S 8000 IQ

Luftdurchlässigkeit nach DIN EN 12207

In der folgenden Tabelle ist der Luftdurchgang gemäß DIN EN 12207 durch ein Prüfenster mit dem GECCO 3 im System S 8000 IQ aufgelistet. Die Abmessungen des Prüfensters waren dabei 1,23 m x 1,48 m, woraus sich eine Fensterfläche von 1,82 m² und eine Fugenlänge von 5,1 m ergeben.

Pa	10	20	30	50	100	150	200	250	300	450	600
m ³ /h	5,86	8,27	1,85	2,4	3,96	5,33	6,49	7,61	8,64	11,69	15,78
m ³ /hm	1,15	1,62	0,36	0,47	0,78	1,04	1,27	1,49	1,69	2,29	3,09
m ³ /hm ²	3,22	4,55	1,02	1,32	2,17	2,93	3,57	4,18	4,75	6,43	8,67

Zur Beurteilung der Fugendurchlässigkeit werden die Prüfergebnisse in ein doppeltlogarithmisches Diagramm eingetragen (siehe unten). Dem Diagramm kann man entnehmen, dass der GECCO 3 der

Luftdichtigkeitsklasse 4

nach DIN EN 12207 entspricht.

Die Funktion des GECCO 3 ist im folgenden Diagramm gut zu erkennen. Bis zu einem Luftdruck von ca. 30 Pa nimmt der Luftvolumenstrom durch das Fenster kontinuierlich zu. An diesem Punkt schließt der GECCO 3, wie am verringerten Volumenstrom abzu-
lesen ist.

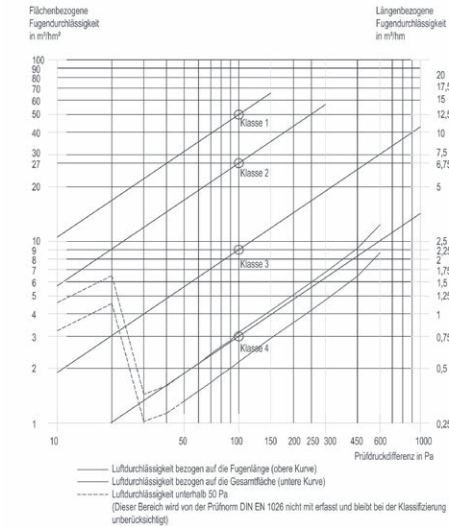


Diagramm zur längenbezogenen und flächenbezogenen Fugendurchlässigkeit nach DIN EN 12207 mit erweiterten Prüfstufen unter 50 Pa

Für die Auslegung der Anzahl von benötigten Fensterfalzlüftern gemäß der Lüftungsnorm DIN 1946-6 müssen die Volumenströme bei den in der Tabelle 10 maßgeblichen Differenzdrücken Δp ermittelt werden. Diese sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

Pa	2	4	5	7	8	10
m³/h	2,6 ^{*)}	3,7 ^{*)}	4,2 ^{*)}	4,9 ^{*)}	5,2 ^{*)}	5,8

^{*)} berechnete Werte

Volumenströme durch ein Fenster mit dem GECCO 3 bei den Auslegungs-Differenzdrücken nach DIN 1946-6, Tabelle 10

Schlagregendichtigkeit nach DIN EN 12208

Die Schlagregendichtigkeit eines Fensters mit dem GECCO 3 wurde nach der DIN EN 12208 ermittelt. Dabei wurden die Anforderungen an die

Schlagregendichtigkeit der Klasse 9 A

erfüllt.

Schallschutz

Die Prüfungen zur Schalldämmung von Fenstern mit dem GECCO 3 wurden an einem unabhängigen Prüfinstitut durchgeführt. Der höchste gemessene Schallschutz ergab sich mit einem Glas 10 VSG SI / 16 / 8 VSG SI zu

$$R_w = 44 \text{ dB}$$

entsprechend der Schallschutzklasse 4, Prüfbericht 161 32485/Z82 des ift Rosenheim.

Es wurden mit den Systemen S 8000 IQ sowohl in der 4- als auch in der 6-Kammerversion diverse Messungen mit verschiedenen Glasaufbauten durchgeführt. Auf deren Darstellung wird an dieser Stelle aus Gründen der Aktualität verzichtet.

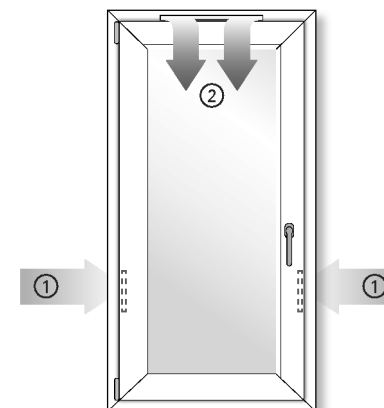
Wenn über das hier gezeigte Ergebnis hinaus weitere aktuelle Prüfzeugnisse benötigt werden, so können diese entweder auf der Internetseite von GEALAN unter

www.gealan.de

eingesehen oder beim Bautechnischen Dienst der Fa. GEALAN angefordert werden.

7.3 Prüfergebnisse im System GEALAN S 9000

Vorversuche mit dem GECCO 3 im System S 9000 haben ergeben, dass die Werte bezüglich Luftdurchlässigkeit und Schlagregendichtigkeit in etwa denen mit dem System S 8000 IQ entsprechen. Messungen zu Schlagregendichtigkeit, Luftdichtigkeit und Schalldämmung an einem neutralen Prüfinstitut sind zur Zeit der Drucklegung, Oktober 2015, geplant und werden in Kürze durchgeführt.

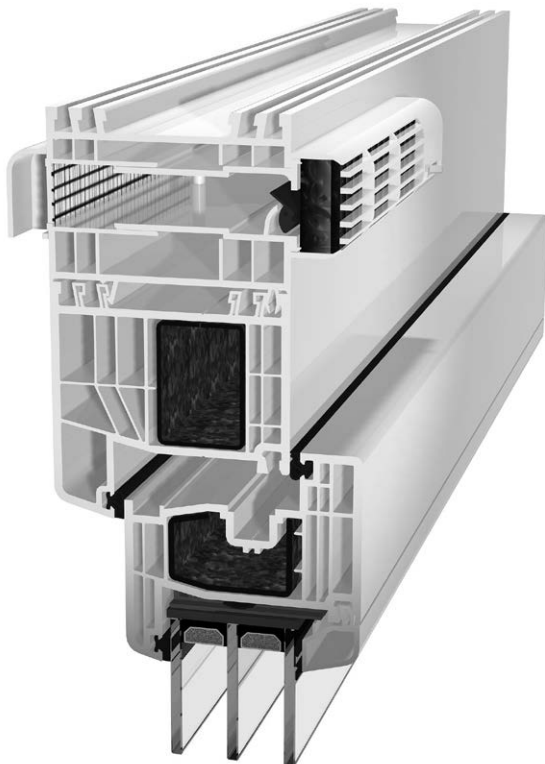


Luftführung durch ein Fenster mit dem GECCO 3

1) Lufteintritt auf der Außenseite

2) Luftaustritt auf der Innenseite

8 GECCO 4 systemunabhängig

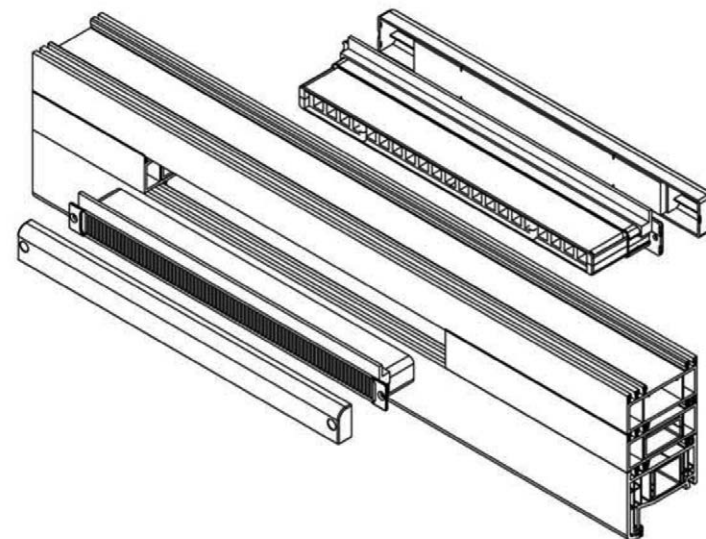


8.1 Funktionsweise und Montage

Der GECCO 4 ist im Gegensatz zu dem GECCO 2 und GECCO 3 kein Fensterfalzlüfter, sondern ein Aufsatzelement. Als eigenständiges Lüftungselement ist er getrennt vom Fenster zu betrachten. Er kann in den Blendrahmen integriert oder auf den Blendrahmen in eine Verbreiterung montiert werden.

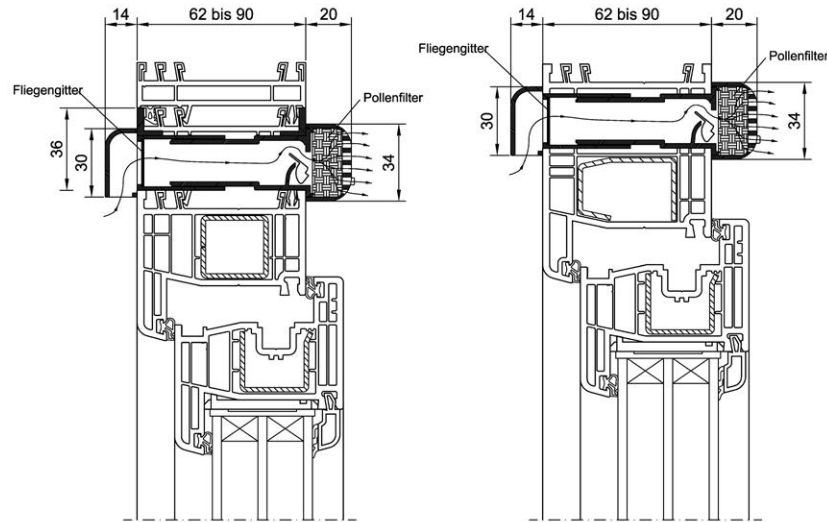
Der große Vorteil des GECCO 4 liegt in seiner universellen Anwendung. Das Lüftungselement ist für alle Profilsysteme, sowohl Kunststoff als auch Holz, von 62 mm bis 90 mm Bautiefe einsetzbar. Es bietet Zusatznutzen wie Staub- und Pollenfilter, Insektenschutz und eine Regenhaube. Für den Einsatz des GECCO 4 muss vor der Montage bereits eine Öffnung in der Blendrahmenverbreiterung vorgenommen werden. Danach kann er entweder gleich beim Verarbeiter eingesetzt werden oder später vor Ort auf der Baustelle.

Im geöffneten Zustand schließt der GECCO 4 automatisch bei einer Druckdifferenz von ca. 30 Pa, so dass Zugserscheinungen erst gar nicht auftreten können. Lässt der Winddruck nach, öffnet sich die Klappe von selbst und die Luftzirkulation findet wieder ungehindert statt. Bei Bedarf kann das Lüftungssystem auch manuell verschlossen werden.



Perspektivische Darstellung des GECCO 4 in einer Blendrahmenverbreiterung

Funktion der Lüftungsklappe im GECCO 4



Aufsatzlüfter GECCO 4; systemunabhängig

8.2 Prüfergebnisse

Luftdurchlässigkeit nach EN 13141-1

Die Luftdurchlässigkeit von Aufsatzelementen wie dem GECCO 4 wird nach der EN 13141-1 gemessen. Die entsprechenden Messwerte sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben. Dabei wurden 2 Prüfkurven aufgenommen, eine bei zunehmendem und eine bei abnehmendem Außendruck.

Pa	2	4	8	10	15	20	30	40	60	80	100
	Messung bei zunehmendem Überdruck auf der Außenseite →										
m³/h	4,2	6,1	9,2	10,6	13,2	15,6	19,6	2,6	3,3	3,9	4,3
	← Messung bei abnehmendem Überdruck auf der Außenseite										
m³/h	4,1	6,0	9,2	10,5	13,1	1,6	2,1	2,6	3,3	3,8	4,3

Die Lüftungseigenschaften des GECCO 4 nach der EN 13141-1 sind in der folgenden Tabelle gezeigt.

	Lüfterstellung geschlossen	Lüfterstellung selbstregelnd Regelklappe offen / Regelklappe geschlossen
Luftströmungskenngröße	K = 0,17	K = 2,80 / 0,26
Strömungsexponent	n = 0,72	n = 0,57 / 0,61

Zur grafischen Darstellung werden die Prüfergebnisse in ein doppellogarithmisches Diagramm eingetragen (siehe unten). Die Funktion des GECCO 4 ist im folgenden Diagramm gut zu erkennen. Bis zu einem Luftdruck von ca. 30 Pa nimmt der Luftvolumenstrom durch das Aufsatzelement kontinuierlich zu. Kurz oberhalb dieses Druckes schließt der GECCO 4, wie am verringerten Volumenstrom abzulesen ist.

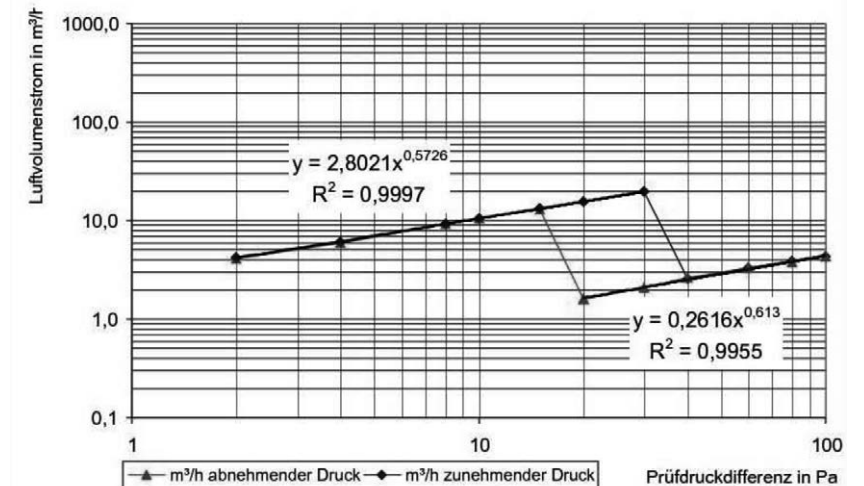


Diagramm zum Luftvolumenstrom nach EN 13141-1

Für die Auslegung der Anzahl von benötigten Aufsatzelementen gemäß der Lüftungsnorm DIN 1946-6 müssen die Volumenströme bei den in der Tabelle 10 maßgeblichen Differenzdrücken Δp ermittelt werden. Diese sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

Pa	2	4	5	7	8	10
m³/h	4,2	6,1	7,1 ^{*)}	8,5 ^{*)}	9,2	10,5

^{*)} berechnete Werte

Volumenströme durch ein Aufsatzelement GECCO 4 bei den Auslegungs-Differenzdrücken nach DIN 1946-6, Tabelle 10

Schlagregendichtheit nach DIN EN 12208

Die Schlagregendichtheit eines Fensters mit dem GECCO 4 wurde nach der DIN EN 12208 ermittelt. Dabei wurden die Anforderungen an die

Schlagregendichtheit der Klasse 9 A

erfüllt.

Schallschutz

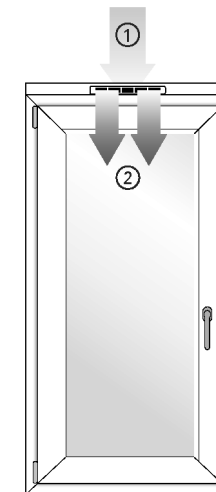
Die Schalldämmung des GECCO 4 wird als Aufsatzelement ohne ein Fenster nach der DIN EN ISO 10140-2 geprüft, siehe auch Kapitel 5.6. Die bewertete Normschallpegeldifferenz des GECCO 4 beträgt

$$D_{n,e,w,Lü.} = 37 \text{ dB}$$

Diese Normschallpegeldifferenz muss zusammen mit dem Schalldämmmaß des Fensters zu einem Gesamtschalldämmmaß von Fenster und Lüfter berechnet werden, siehe die unten stehende Tabelle. Der Rechenweg ist im Kapitel 5.6 ausführlich beschrieben.

Normschallpegel-Differenz Lüfter	Schalldämmmaß Fenster	Schalldämmmaß Fenster + Lüfter	
$D_{n,e,w,Lü.}$ [dB]	R_w [dB]	R_w [dB]	R'_w [dB]
37	35	28	26
37	38	29	27
37	41	29	27
37	44	29	27
37	47	29	27

Resultierendes Schalldämmmaß von Fenstern mit dem GECCO 4; Klappe geschlossen



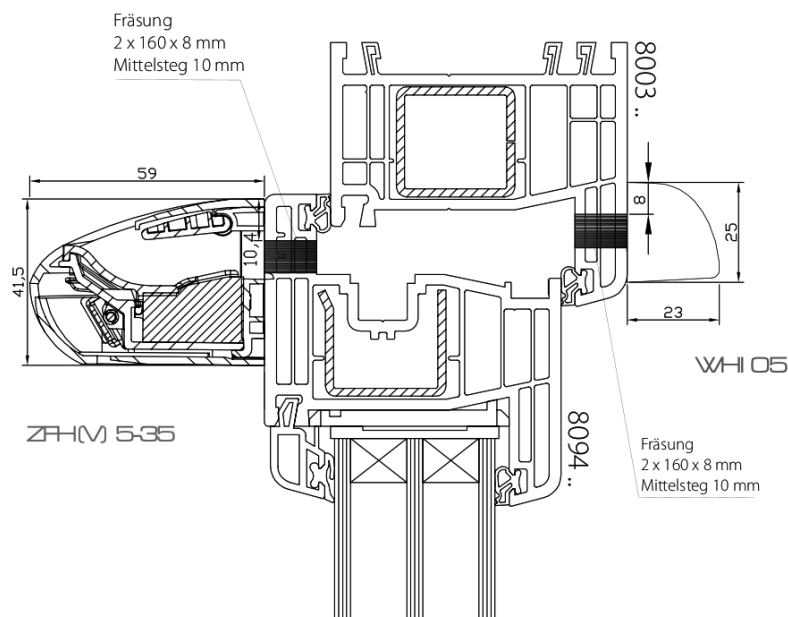
Luftführung durch ein Fenster mit dem GECCO 4

1) Lufteintritt auf der Außenseite

2) Luftaustritt auf der Innenseite

9 Integration externer Lüftungseinheiten in GEALAN-Systeme

Sind größere Luftmengen gefordert, als sie durch die GECCO-Systeme gehen, lassen sich in die Fenstersysteme von GEALAN auch Lüftungseinheiten externer Hersteller einbinden. Am Beispiel eines Aufsatzelements von aereco wird gezeigt, wie sich dieses in das Profilsystem GEALAN S 8000 IQ integrieren lässt.



Weitere Informationen zu externen Lüftungseinheiten können im Internet unter den folgenden Adressen abgerufen werden:

<http://www.aereco.de/>

<http://www.aerex.de>

<http://www.aldes.de/>

<http://deutschland.renson.be/>

<http://www.siegenia-aubi.de/de/products/ventilation/>

Diese Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

10 Merkblatt

Tipps zum richtigen Heizen und Lüften

Kondenswasser entsteht immer dann, wenn sich unter bestimmten Klimaverhältnissen Luftfeuchtigkeit an kalten Oberflächen niederschlägt. Glas, Rahmen oder andere Bauteile beginnen zu "schwitzen". Dieser Effekt basiert auf der Tatsache, dass warme Luft wesentlich mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann als kalte. Beim Zusammentreffen der warmen Luft mit einer kalten Oberfläche kühlt diese Luft ab. Die Feuchtigkeitsmenge, die bei dieser niedrigen Temperatur nun nicht mehr aufgenommen werden kann, wird als Kondenswasser sichtbar. Diese Erscheinung tritt besonders dann auf, wenn hohe Feuchtigkeit und tiefe Oberflächentemperaturen aufeinander treffen.

Im Folgenden geben wir Hinweise, wie Sie die Tauwasserbildung durch richtiges Heizen und Lüften weitgehend vermeiden können:

- Die relative Luftfeuchtigkeit im Haus sollte 60 % nicht übersteigen. Zur Messung kann ein normales Luftfeuchtemessgerät (Hygrometer) eingesetzt werden.
- 2 - 4 mal täglich stoßlüften, also Fenster für einige Minuten ganz öffnen (3 - 5 Minuten je nach Stärke des Durchzugs und Unterschied zwischen Innen- und Außenlufttemperatur). Dadurch kann die feuchte Innenraumluft optimal durch Frischluft ausgetauscht werden, wodurch die relative Luftfeuchtigkeit sinkt. Bei Abwesenheit am Tage genügt es, morgens und abends in den Wohn- und Schlafräumen einen kompletten Luftwechsel durch Stoßlüften vorzunehmen. Die Kippstellung ist relativ wirkungslos und führt bei dauerhaft gekipptem Fenster zu Energieverschwendung.
- Räume genügend heizen, ca. 20° C, da die relative Luftfeuchtigkeit bei gleichem Feuchtegehalt, aber höherer Temperatur niedriger ist.
- Innentüren zwischen unterschiedlich beheizten Räumen geschlossen halten. Ansonsten wird feuchte Luft in den kühleren Raum transportiert und erhöht dort die relative Luftfeuchtigkeit. Temperaturunterschiede zwischen offenen Räumen sollten nicht mehr als 4° C betragen.
- Bad nach dem Duschen oder Baden sofort lüften. Während des Duschens die Tür geschlossen halten, damit sich der Wasserdampf nicht in der ganzen Wohnung verteilt.
- Küchentür beim Kochen geschlossen halten und Wasserdampf möglichst sofort nach außen leiten oder Dunstabzug einsetzen.
- Räume, die zum Trocknen der Wäsche genutzt werden, öfter lüften und die Tür geschlossen halten. Auch nach dem Bügeln lüften.
- Vorhänge, die bis auf die Fensterbänke reichen, sollten geöffnet werden, damit die warme Raumluft an die Fensterelemente kommt und deren Oberflächentemperaturen erhöhen kann.

Bei Beachtung all dieser Punkte kann eine Tauwasserbildung deutlich minimiert, allerdings bei extremen Minusgraden nicht ganz ausgeschlossen werden.

11 Quellennachweis

Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände e.V. (AgV), "Feuchtigkeit und Schimmelbildung in Wohnräumen"

Brasche, S. et al; Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen; Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 8 2003, S. 683ff

Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung e.V. -BAKA-, "Richtig lüften - behaglich wohnen"

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau; DRITTER BERICHT über Schäden an Gebäuden, 1995

Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks - Zentralinnungsverband (ZIV) -, "Arbeitsblatt Nr.301 Lüftungsanlagen"

Dahler, R., Feuchtigkeitssabfuhr aus Wohnungen durch natürliche Lüftung, Fenster und Fassade 11 (1984) Heft 1, Seite 7 bis 14

DIN 1946-6, 2009-05, Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen, Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung, Beuth-Verlag

DIN 18017-3, 2009-09, Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster - Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren

DIN EN 12207, 2000-06, Fenster und Türen, Luftdurchlässigkeit, Klassifizierung

DIN EN 13829, 2001-02, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden - Differenzdruckverfahren (ISO 9972:1996, modifiziert)

DIN EN ISO 10140-2: 2010-12, Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 2: Messung der Luftschalldämmung

EN 13141-1, 2004-05, Lüftung von Gebäuden - Leistungsprüfungen von Bauteilen / Produkten für die Lüftung von Wohnungen - Teil 1: Außenwand- und Überströmungsluftdurchlässe

Energieeinsparverordnung 2014

Georgii, H.-W., Untersuchung über den Luftaustausch zwischen Wohnräumen und Außenluft, in: Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serologie, B 5/1954

Holzfragen, http://www.holzfragen.de/seiten/lfe_rechner.html; (Zugriff am 20.08.2015)

ift-Richtlinie LU-01/1, Fensterlüfter, Teil 1 Leistungseigenschaften, Juni 2007

ift-Richtlinie LU-02/1, Fensterlüfter, Teil 2 Empfehlungen für die Umsetzung von Lüftungstechnischen Maßnahmen im Wohnungsbau, März 2010

Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen; «Schadensverminderung an Gebäudehüllen unter extremer Windeinwirkung» – Schlussbericht; Autoren: Hertig, J.-A., Zimmerl, B., 2010

[schimmelpilz-sanieren.de](http://www.schimmelpilz-sanieren.de); <http://www.schimmelpilz-sanieren.de/info/fe/fe04.htm>; (Zugriff am 20.08.2015)

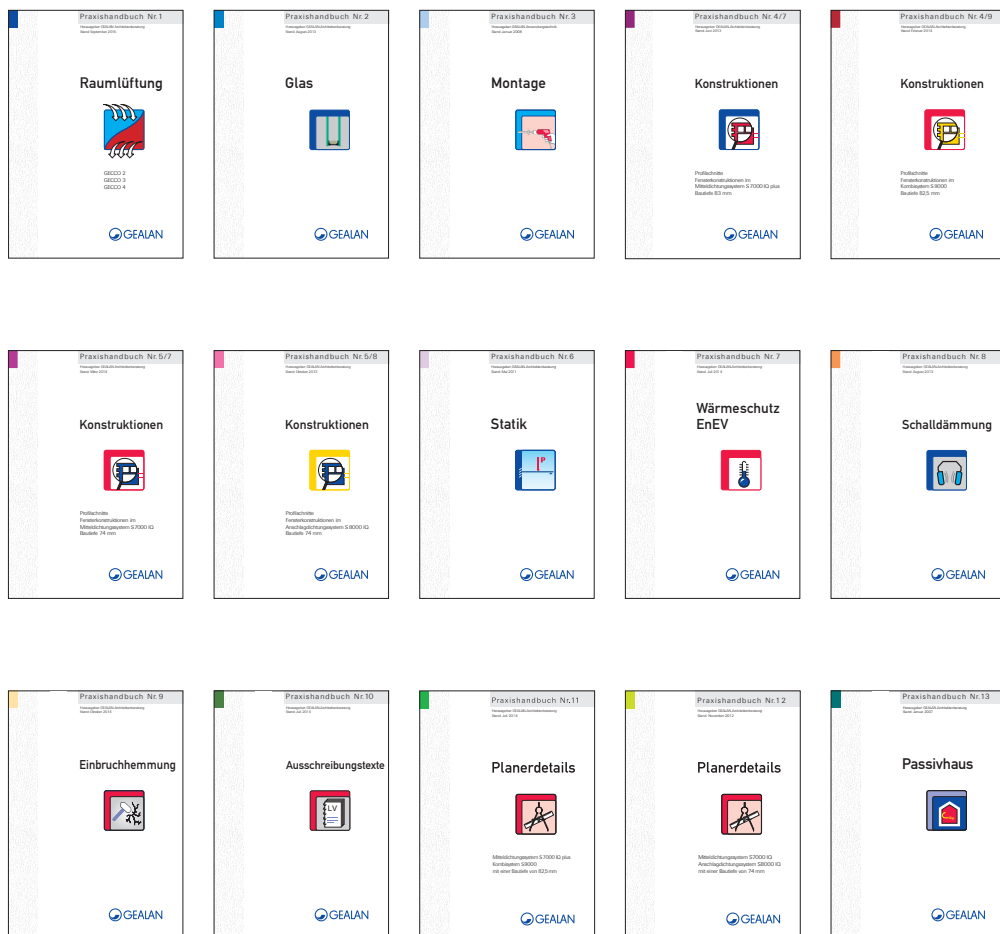
L. Terhaag, Thermische Behaglichkeit – Grundlagen; in: Gesundes Wohnen. Wechselbeziehungen zwischen Mensch und gebauter Umwelt; Hrsg: J. Beckert et al Düsseldorf: Beton-Verlag GmbH 1986

Impressum

Herausgeber:
GEALAN-Architektenberatung
Hofer Straße 80
D-95145 Oberkotzau
Telefon 0 92 86/77-0
Telefax 0 92 86/77-22 22
e-Mail: info@gealan.de
Internet: <http://www.gealan.de>

Gestaltung, Litho, Satz und Druck:
Müller Fotosatz & Druck
Johannes-Gutenberg-Straße 1
95152 Selbitz
Telefon 0 92 80/9 71-0
Telefax 0 92 80/9 71-71
e-Mail: info@druckerei-gmbh.de
Internet: www.druckerei-gmbh.de

Bisher von GEALAN veröffentlichte Praxishandbücher:



GEALAN Fenster-Systeme GmbH
Hofer Straße 80
D-95145 Oberkotzau
Telefon 0 92 86/77-0
Telefax 0 92 86/77-22 22
E-Mail: info@gealan.de
Internet: www.gealan.de