

Lüftung von Gebäuden
**Berechnungsverfahren zur Bestimmung von
Luftvolumenströmen in Wohnungen**
Deutsche Fassung prEN 13465 : 1999

DIN
EN 13465

Einsprüche bis 31. Mai 1999

ICS 91.140.30

Ventilation for buildings – Calculation methods for the determination of air flow rates in dwellings; German version prEN 13465:1999

Ventilation des bâtiments – Méthodes de calcul pour la détermination des débits d'air dans les logements; Version allemande prEN 13465:1999

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten an den Normenausschuß Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...*)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf wurde im Technischen Komitee CEN/TC 156 (Lüftung von Gebäuden, Sekretariat: Vereinigtes Königreich) erarbeitet.

*) Wird bei Herausgabe der Norm festgelegt.

Fortsetzung 44 Seiten prEN

Normenausschuß Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

– Leerseite –

ICS ...

Deskriptoren: ...

Deutsche Fassung

Lüftung von Gebäuden

Berechnungsverfahren zur Bestimmung von Luftvolumenströmen in Wohnungen

Ventilation for buildings – Calculation methods for the determination of air flow rates in dwellings

Ventilation des bâtiments – Méthodes de calcul pour la détermination des débits d'air dans les logements

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Definitionen	6
4 Symbole und Kurzzeichen	7
5 Klassifizierung	9
5.1 Gebäudetypen	9
5.2 Wohnungstypen	9
5.3 Windschutzklasse	10
6 Eingabedaten	11
6.1 Klimadaten	11
6.1.1 Allgemeines	11
6.1.2 Zustand der Außenluft	11
6.2 Angaben zum Gebäude und zur Wohnung	11
6.2.1 Allgemeines	11
6.2.2 Gebäudehöhe	11
6.2.3 Gebäudetyp	11
6.2.4 Gesamtdurchlässigkeitswert und Durchlässigkeitsexponent für die Wohnung	11
6.2.5 Durchlässigkeitsverteilung	11
6.2.6 Volumen der Wohnung	11
6.2.7 Windschutz des Gebäudes	12
6.2.8 Wohnungstyp	12
6.2.9 Lufttemperatur der Wohnung	12
6.3 Angaben zum System	12
6.3.1 Allgemeines	12
6.3.2 Lüftungsöffnungen und Fenster	12
6.3.3 Senkrechte Luftleitung	12
6.3.4 Maschinelles Lüftungssystem	12
6.3.5 Verbrennungsgerät	12
7 Luftvolumenströme für das gesamte Haus - Explizites Verfahren	13
7.1 Flußdiagramm des Berechnungsverfahrens	13
7.2 Gesamt-Luftvolumenstrom je Einfamilienhaus oder Wohnung	15
7.3 Außenluft-Volumenstrom	15
7.4 System-Volumenstrom	15
7.4.1 Allgemeines	15
7.4.2 Infiltrations-Volumenstrom	16
7.4.3 System-Volumenstrom für freie Lüftungssysteme	19
7.4.4 System-Volumenstrom für maschinelle Entlüftungssysteme	21
7.4.5 System-Volumenstrom für ein kombiniertes Be- und Entlüftungssystem	21
7.5 Volumenstrom infolge des Lüftens	21
7.6 Durch Verbrennung hervorgerufener Volumenstrom	22
7.7 Innenvolumenstrom	23
8 Luftvolumenströme für das gesamte Haus - Implizites Verfahren	24
8.1 Allgemeines	24
8.2 Eingabeparameter und Darstellung des Gebäudes	24
8.3 Gesamt-Luftvolumenstrom je Einfamilienhaus oder Wohnung	25
8.4 Außenluft-Volumenstrom	25
8.4.1 System-Volumenstrom	26
8.4.2 Allgemeines	26
8.4.3 Volumenstrombilanzgleichung	26
8.4.4 Einzelvolumenströme	26
8.5 Volumenstrom infolge des Lüftens	26
8.6 Durch Verbrennung hervorgerufener Volumenstrom	26
8.7 Anwendung des impliziten Verfahrens auf Gebäude vom APT-Typ	26

9	Berechnungsverfahren für Raumluf-Volumenströme	28
9.1	Allgemeines	28
9.2	Definition von Raumluf-Volumenströmen	28
9.3	Bestimmung des Gesamt-Raumlufvolumenstromes	28
9.3.1	Gesamt-Raumlufvolumenstrom	28
9.3.2	System-Raumlufvolumenstrom	28
9.3.3	Raumluf-Volumenstrom infolge des Lüftens	29
9.3.4	Innenraumluf-Volumenstrom	30
10	Bestimmung von durchschnittlichen Luftvolumenströmen	30
11	Ergebnisse	30
11.1	Darstellung der Ergebnisse	30
11.2	Angabe von Zahlenwerten	30
Anhang A (informativ): Auswahl der Eingabedaten		31
Anhang B (informativ): Berechnungsbeispiele		38
Anhang C (informativ): Literaturverzeichnis		44

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 "Lüftung von Gebäuden" erarbeitet.

Die vorliegende Europäische Norm wurde unter dem bestätigten Auftrag BC/CEN/91/04/0-66 erarbeitet, der CEN von der Kommission der Europäischen Gemeinschaften erteilt wurde.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis spätestens [Monat, Jahr], und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis spätestens [Monat, Jahr] zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Einleitung

In dieser Einleitung wird der allgemeine Berechnungsansatz für die in dieser Norm angegebenen Verfahren gemeinsam mit einigen Hintergrundinformationen beschrieben; die Literaturangaben, die den vorgestellten Verfahren zugrundeliegen, sind im Anhang C aufgeführt. Spezielle technische Hintergrundinformationen zu den in dieser Norm aufgeführten Gleichungen sind im Technischen Bericht von CEN (siehe [20] in Anhang C) angegeben.

Die vorliegende Norm behandelt Luftvolumenströme für Wohnungen, und diese Angaben können in unterschiedlichen Anwendungsbereichen benötigt werden, wie beispielsweise:

- Berechnung von Energieverlusten aufgrund der Lüftung;
- Bestimmung der Bemessungs- oder der größten Heizlast infolge der Lüftung;
- Bewertung der Innenluftqualität.

Je nach der Anwendung und dem Gebäudetyp werden entweder nur Außenluft-Volumenströme oder sowohl Außen- als auch Innenströme betrachtet. Zusätzlich können unterschiedliche Anwendungen einen veränderlichen Vereinfachungsgrad erfordern. Dies ist für die Verfahren nicht direkt zulässig, jedoch für den Grad der erforderlichen Einzelheit für die Eingabeparameter und die Anzahl der zu benutzenden Parametergruppen. Standardwerte und Hinweise zur Auswahl der geeigneten Eingabedaten sollten in den Normen angegeben werden, die sich mit einzelnen Anwendungen beschäftigen.

Diese Norm basiert auf Volumenströmen, mit Bezug zur Innenlufttemperatur. Ein auf Massenströmen beruhender Berechnungsansatz wäre genauer, dies wird jedoch als zu weitführend für die Anwendung dieser Norm angesehen.

In der vorliegenden Norm werden sowohl Verfahren zur Bestimmung von Luftvolumenströmen für die gesamte Wohnung (als Gesamtgebäude-Luftvolumenströme bezeichnet) als auch zur Bestimmung von Raumluf-Volumenströmen behandelt. Die angegebenen Verfahren werden, im Gegensatz zu verfügbaren Mehrfachzonen-Modellen für Luftvolumenströme, als vereinfachte Verfahren angesehen.

Zur Bestimmung der Luftvolumenströme des Gesamtgebäudes werden zwei Verfahren angegeben:

- Explizites Verfahren (Abschnitt 6);
- Implizites Verfahren (Abschnitt 7).

Das erste Verfahren wird als explizites Verfahren bezeichnet, weil die Berechnung schrittweise durchgeführt werden kann, wenn sämtliche Eingabedaten bekannt sind.

Das zweite Verfahren wird als implizites Verfahren bezeichnet, weil dieses Verfahren auf einem Einzel-Zonen-Modell basiert, wobei eine einfache Volumenstrom-Bilanzgleichung verwendet wird, die iterativ nach dem unbekannten Innendruck aufgelöst wird. Für diesen Prozeß wird üblicherweise ein Computer benötigt. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die Wechselwirkungen zwischen dem durch Wind hervorgerufenen Volumenstrom, dem durch Auftrieb hervorgerufenen Volumenstrom und dem Volumenstrom von einem möglicherweise vorhandenen maschinellen System in korrekter Weise berücksichtigt werden. Wegen der Nichtlinearität dieser Wechselwirkungen werden beim expliziten Verfahren empirische Faktoren und Näherungsfaktoren benötigt, um diese Wechselwirkungen zu charakterisieren.

Das Verfahren zur Bestimmung der Raumluf-Volumenströme ist im Abschnitt 8 angegeben. Dieses Verfahren ist ausschließlich bei Heizlastberechnungen anwendbar. Für die Bewertung der Innenluftqualität werden Angaben zu den Innenströmen benötigt, die nur mit Hilfe eines Mehrfachzonen-Modells ermittelt werden können. Bei Energieberechnungen stellen die Raumluf-Volumenströme eine zu vernachlässigende Größe dar.

Abschnitt 9 behandelt die Bestimmung von durchschnittlichen Volumenströmen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Betriebszustände des Systems (Luftleitungen und Lüftungsöffnungen geöffnet oder geschlossen, Ventilatoren und Verbrennungsgeräte (Feuerstätten) in Betrieb oder außer Betrieb).

Abschnitt 10 behandelt die Darstellung der Ergebnisse bezüglich von Annahmen, der Erfassung in einem Modell und der Genauigkeit der Ergebnisse.

Die betrachtete Wohnung wird im Modell als einzelne Zone mit zwei wichtigen Fassaden erfaßt. Weitere Fassaden können in das Modell einbezogen werden, wenn die entsprechenden Angaben bezüglich der Undichtheit und der Windverteilung verfügbar sind.

Für das explizite Verfahren gelten die folgenden zusätzlichen Annahmen:

- Der Luftstrom wird von einer einzigen angenommenen Undichtheit, die als Hauptdurchlässigkeit bezeichnet wird, beherrscht. Tatsächlich repräsentiert diese Undichtheit die Summe sämtlicher Durchlässigkeiten in der vom Wind angeströmten Außenfläche. Weil die Undichtheiten bei Infiltration als Strömungswiderstand wirken, ist die Hauptundichtheit nicht die größte Undichtheit in der Umschließungsfläche des Gebäudes.
- Durch diese Undichtheit herrscht eine wirksame Druckdifferenz, die sich aus der Summe der Drücke auf der dem Wind zugewandten und der dem Wind abgewandten Seite ergibt. Beim Innendruck wird angenommen, daß dieser einen Wert nahe des Druckes auf der dem Wind abgewandten Seite annimmt.
- Die Winddruckkoeffizienten gelten für einen Windsektor von etwa $\pm 60^\circ$ zur Fassadenachse. Auf die Windrichtung wird nicht tiefer eingegangen.

Weil beide dargestellten vereinfachten Berechnungsverfahren auf einer Anzahl von Annahmen beruhen, kann keine hohe Genauigkeit angenommen werden. Gewöhnlich liegt die größte Unsicherheit jedoch bei den Eingabedaten, deren Genauigkeit für zuverlässige Modellvoraussagen entscheidend ist. Die Verfahren selbst unterliegen ebenfalls gewissen Einschränkungen und die absolute Genauigkeit kann nicht so gut sein wie die der detailliertesten Modelle; die Tendenz der Ergebnisse kann jedoch als gut und wertvoll zur Bewertung unterschiedlicher Entwürfe eingeschätzt werden. Die Ergebnisse des Verfahrens sind üblicherweise wesentlich genauer als die Schätzwerte von Fachleuten oder sämtliche auf Richtlinien in bestehenden Normen basierenden Werte.

Die Wechselwirkung zwischen den durch Wind und Auftrieb hervorgerufenen Volumenströmen wird nur mit dem impliziten Verfahren in korrekter Weise erfaßt. Aus diesem Grund wird empfohlen, möglichst immer das implizite Verfahren anzuwenden.

Aus demselben Grund sollte das explizite Verfahren nicht für tiefergehende Anwendungen, z. B. die Bewertung der Innenluftqualität, herangezogen werden.

Das Verfahren zur Berechnung von Raumluf-Volumenströmen geht von den ungünstigsten Fällen bezüglich der Heizlast aus und darf deshalb nur bei Heizlastberechnungen angewendet werden.

Die in dieser Norm angegebenen Hintergrundinformationen zu den Verfahren und Werten sind im einzelnen in [3] aufgeführt.

Die für die drei in dieser Norm angegebenen Berechnungsverfahren benötigten Eingabedaten sind größtenteils identisch und sie werden in Abschnitt 5 beschrieben.

Für die Anwendung der in dieser Norm behandelten Verfahren werden Angaben zu den folgenden Hauptkenngrößen des Gebäudes, der betrachteten Wohnung, des Lüftungssystems und der Außenbedingungen benötigt:

Gebäude und Wohnung:

- Gebäudetyp;
- Gebäudehöhe;
- Windschutz;
- Anzahl der dem Wind ausgesetzten Fassaden der Wohnung;
- Luftdurchlässigkeit der Wohnung;
- Verteilung der Luftdurchlässigkeit über die Umschließungsfläche.

Lüftungssystem:

- Art des Systems;
- Leistung des Lüftungssystems;
- Öffnungen für freie Lüftung;
- maschinell erzeugte Volumenströme;
- angenommene Betriebsdauer dieses Systems.

Klimadaten:

- Außentemperatur;
- Windgeschwindigkeit.

Je nach dem Zweck, für den die Luftvolumenströme berechnet werden, können unterschiedliche Eingabedaten festgelegt werden. Dies gilt besonders für Klimadaten. Hinweise dazu, welche Arten von Angaben für jede Anwendung erforderlich sind, werden in A.5 gegeben.

- Zustand der Bestandteile des Lüftungssystems, Betriebsweise und Regelung;
- zeitliche Simulation und Durchschnittswerte.

Die angegebenen Verfahren basieren auf einem quasi-statischen Berechnungsansatz und sind deshalb auf sämtliche betrachteten Zeitspannen anwendbar, wobei die berechneten Volumenströme Durchschnittswerte für die gewählte Zeitspanne darstellen.

Trotzdem erhält man mit Hilfe der beschriebenen Verfahren und Gleichungen Volumenströme für einen bestimmten Zustand der Bauteile der Lüftungsanlage, d. h. der Luftleitungen und Lüftungsöffnungen (geöffnet oder geschlossen), des Ventilators und des Verbrennungsgerätes (in Betrieb oder außer Betrieb), und für ein bestimmtes Wertepaar für die Innentemperatur und die Klimadaten für die äußere Umgebung. Zur Bestimmung der zeitlichen Entwicklung dieser Luftvolumenströme muß das Berechnungsverfahren für jeden Zustand des Systems (und für jede Kombination der Temperatur- und Winddaten, falls zutreffend) wiederholt werden. Die mittleren Volumenströme sind entsprechend den jeweiligen Anteilen der Öffnungs- und Betriebsdauer der einzelnen Bauteile zu berechnen. Dies ist im einzelnen in Abschnitt 9 beschrieben.

Lüften wird davon abweichend behandelt und die Werte für die Luftvolumenströme infolge des Lüftens werden für Zeitspannen von einem Tag und darüber berechnet.

Bei der Wahl des Zeitintervalls ist außerdem die vorgesehene Anwendung zu berücksichtigen. Die Eingabewerte, besonders die Klimadaten, sind nach der/den gewählten Zeitspanne(n) festzulegen. Einige Hinweise zur Festlegung und Auswahl geeigneter Werte für diese Eingabeparameter werden in A.5 gegeben. Es wird davon ausgegangen, daß Angaben zur richtigen Auswahl derartiger Daten den Normen über Sonderanwendungen, z. B. Energiebedarfsberechnungen, entnommen werden können.

Eine Simulation mit kleinen Zeitintervallen ermöglicht außerdem die Berücksichtigung der Wirkung einer Regelung, z. B. von feuchtegeregelten Luftübertragungseinrichtungen.

Die inhaltliche Gliederung des vorliegenden Dokumentes erfolgt nach der für Normen geforderten Strukturierung, wobei die Verfahren im einzelnen von den Grundgleichungen ausgehend beschrieben und anschließend die einzelnen, in diesen Grundgleichungen benutzten Glieder abgeleitet werden.

Folglich ist die in dieser Norm angegebene Reihenfolge der Gleichungen nicht mit der identisch, die bei der Anwendung der Verfahren einzuhalten ist.

Für die Anwendung des Verfahrens wird empfohlen, nach dem in 6.1 angegebenen Flußdiagramm des Berechnungsverfahrens vorzugehen oder die in den Beispielen in Anhang B ausgeführten Berechnungsschritte zu befolgen.

Das implizite Verfahren ist für die Benutzung eines Computers vorgesehen, das explizite Verfahren hingegen wurde für schriftliche Berechnungen oder für einfache Tabellenkalkulationsprogramme entwickelt.

Wegen der stärkeren Näherungen für die Berechnungsansätze beim expliziten Verfahren sollte die Anwendung dieses Verfahrens auf Energie- und Heizlastberechnungen beschränkt werden.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Norm legt Verfahren zur Berechnung der Grundwerte von Gesamtgebäude-Luftvolumenströmen für Einfamilienhäuser und Einzel-Wohnungen bis zu einer Größe von etwa 1 000 m³ fest, die bei Anwendungen wie beispielsweise Energieverlustberechnungen, Heizlastberechnungen und die Bewertung der Innenluftqualität heranzuziehen sind.

Für diese unterschiedlichen Anwendungen gelten dieselben Grundverfahren, wobei die Eingabeparameter nach den Anforderungen der jeweiligen Anwendung auszuwählen sind.

Diese Norm behandelt freie Lüftungs-, maschinelle Entlüftungs- sowie kombinierte Be- und Entlüftungsanlagen. Volumenströme infolge des Öffnens von Fenstern werden ebenfalls berücksichtigt, jedoch nur als einseitige Wirkung (d. h. keine Querlüftung) behandelt.

Das Verfahren für Raumluft-Volumenströme ist nur bei Heizlastberechnungen anwendbar.

ANMERKUNG: Die vorgestellten Verfahren sind grundsätzlich auf weitere Gebäudetypen anwendbar, jedoch werden sowohl die grundlegenden Berechnungsansätze als auch sämtliche hierin angegebenen quantitativen Aspekte auf die Situation angepaßt, mit der üblicherweise in Wohnungen zu rechnen ist.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte und undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Norm nur zu dieser Europäischen Norm, wenn sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

ISO 9972

Thermal insulation - Determination of building air tightness - Fan pressurization method

prEN 13141-1

Lüftung von Gebäuden - Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen - Teil 1: Außenwand- und Überström-Luftdurchlässe

prEN 13141-2

Lüftung von Gebäuden - Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen - Teil 2: Abluft- und Zuluftdurchlässe

prEN 13141-5

Lüftung von Gebäuden - Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen - Teil 5: Hauben und Dach-Fortluftdurchlässe

CR 12792

Ventilation for buildings - Symbols and terminology

CR 1749

European scheme for the classification of gas appliances according to the method of evacuation of products of combustion (types)

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in CR 12792 angegebenen zusammen mit den folgenden Definitionen:

3.1 Gebäudehöhe: Höhe des Gebäudes vom Geländeniveau im Eingangsbereich bis zur Dachspitze.

3.2 Gebäudetyp: Klassifizierung eines Gebäudes bezüglich des Haus- oder Wohnungstyps, der Gebäudehöhe und der Anordnung des Treppenhauses (siehe 5.1).

3.3 Senkrechte Luftleitung: Luftleitung oder -schacht, einschließlich von Abzugsleitungen oder des Schornsteins, die senkrecht angeordnet und nicht geschlossen sind.

3.3 Wohnung: Gebäude oder Teil eines Gebäudes, wo normalerweise Personen leben, schlafen, kochen und essen.

3.4 Wohnungstyp: Klassifizierung einer Wohnung bezüglich der Windbeanspruchung (siehe 5.2).

3.5 Durchlässigkeit der Wohnung: Gesamtdurchlässigkeit der Wohnung, die durch den Luftvolumenstrom durch die Umschließungsfläche bei einer gegebenen Druckdifferenz charakterisiert wird.

3.6 Volumen der Wohnung: Das Volumen der Wohnung, das zur Berechnung der Durchlässigkeit der Wohnung angesetzt ist.

3.7 Lufttemperatur der Wohnung: Mittlere Lufttemperatur der zur Wohnung gehörenden Räume.

3.8 Luftdurchlaß: Öffnung, die zur Luftübertragung vorgesehen ist.

3.9 Bezugs-Windgeschwindigkeit auf der Baustelle: Windgeschwindigkeit auf der Baustelle unter Bedingungen eines ungestörten Windschutzes, in einer Höhe von 10 m.

ANMERKUNG 1: Der Windschutz ist bei den Winddruckkoeffizienten berücksichtigt.

ANMERKUNG 2: In einigen Ländern wird die Bezugs-Windgeschwindigkeit den vor Ort verfügbaren meteorologischen Daten gleichgesetzt. Falls nicht, wird ein Näherungsverfahren zur Extrapolation von der meteorologischen Windgeschwindigkeit auf die Bezugs-Windgeschwindigkeit auf der Baustelle angewendet (siehe Anhang A.5).

3.10 Effektiver Winddruckkoeffizient $c_{p\text{eff}}$: Dimensionslose Druckdifferenz über die Hauptdurchlässigkeit.

3.11 Windschutz: Wirkung, die nach der Höhe, der Breite und dem Abstand von für das Gebäude zu berücksichtigenden Hindernissen klassifiziert wird (siehe 5.3).

3.12 Freies Lüftungssystem: Lüftungssystem, bei dem die Luft von natürlichen Kräften durch Undichtheiten (Infiltration), außen befestigte Luftübertragungseinrichtungen (Belüftung) und Fenster (Lüften) in die Wohnung befördert wird und durch Undichtheiten, außen befestigte Luftübertragungseinrichtungen, Fenster, Schachtaufsätze oder Dachaustrittsöffnungen, einschließlich von senkrechten Fortluftleitungen, aus dem Gebäude entweicht.

3.13 Maschinelles Entlüftungssystem: Lüftungssystem, bei dem die Luft mit Hilfe eines Ventilators und unter Verwendung von Abluftdurchlässen, Luftleitungen und Dach-/Wand-Austrittsöffnungen aus der Wohnung abgezogen wird, wobei das Eindringen der Zuluft in die Wohnung über außen befestigte Luftübertragungseinrichtungen, Fenster und Undichtheiten erfolgt.

3.14 Kombiniertes maschinelles Be- und Entlüftungssystem: Lüftungssystem, bei dem die Luftzufuhr in das Gebäude mit Hilfe eines Ventilators, von Luftleitungen und Zuluftdurchlässen erfolgt und Luft durch einen anderen Ventilator, durch Luftleitungen, Abluftdurchlässe, Schachtaufsätze oder Dach-/Wand-Austrittsöffnungen aus dem Gebäude abgezogen wird.

3.15 Lüften: Freie Lüftung durch das Öffnen von Fenstern.

ANMERKUNG: In dieser Norm werden nur einseitige Lüftungswirkungen behandelt, dies bedeutet, daß die Lüftungswirkung durch das Öffnen eines Fensters unabhängig von weiteren geöffneten Fenstern oder zusätzlichen Volumenströmen des Lüftungssystems betrachtet wird.

4 Symbole und Kurzzeichen

Symbol	Beschreibung	Einheit
A_{eff}	Effektive Fläche eines Luftdurchlasses	m^2
$A_{\text{eff-airing}}$	Mittlere Öffnungsfläche geöffneter Fenster	m^2
C	Strömungskoeffizient der Durchlässigkeit oder der Lüftungsöffnung	dm^3/s bei 1 Pa
C_{inf}	Durchlässigkeitskoeffizient der Umschließungsfläche der Wohnung	dm^3/s bei 1 Pa
C_{int}	Durchlässigkeitskoeffizient innerer Durchlässigkeiten	dm^3/s bei 1 Pa
c_p	Winddruckkoeffizient	-

cp_{eff}	Effektiver Winddruckkoeffizient	-
f_d	anteilige Zeitdauer, während der eine Luftleitung geöffnet ist	-
f_{fan}	anteilige Zeitdauer, während der ein Ventilator in Betrieb ist	-
f_{wo}	Faktor für die Fensteröffnung	-
f_v	anteilige Zeitdauer, während der Lüftungsöffnungen geöffnet sind	-
H_b	Gebäudehöhe	m
H_d	Abstand zwischen dem Erdboden und dem oberen Abschluß der Luftleitung	m
H_f	Höhe der Hauptfassade	m
H	Gravitationshöhe	m
H_{WD}	durchschnittliche Höhe von der Unterseite von Fensteröffnungen zu deren Oberseite	m
n	Strömungsexponent	-
n_{50}	Gesamtdurchlässigkeit der Wohnung	Luftwechsel je h bei 50 Pa
P	Nennleistung des Verbrennungsgerätes	kW
p	Druck (bezogen auf den Luftdruck)	Pa
Δp	Druckdifferenz	Pa
q_v	Luftvolumenstrom	dm ³ /s
$RATF$	Raumluft-Übertragungsflächenfaktor	-
RFF	Durchlässigkeit der Raumfassaden und Faktor der Öffnungsanteile	-
V	Volumen der Wohnung	m ³
v	Bezugs-Windgeschwindigkeit	m/s
v_{airing}	Strömungsgeschwindigkeit infolge des Lüftens	m/s
X	Korrekturfaktor für Auftriebs- bzw. Windwirkungen	-
Y	Faktoren für Temperatur- bzw. Windwirkungen	-
θ	Lufttemperatur	°C
ρ	Luftdichte	kg/m ³

Indizes

av	Mittelwert
R	raumbezogene Parameter
int	bezogen auf den angrenzenden Innenraum
out	bezogen auf die äußere Umgebung
st	bezogen auf Auftriebswirkungen
w	bezogen auf Windwirkungen
airing	bezogen auf das Öffnen eines Fensters
comb	bezogen auf Verbrennung
extr	bezogen auf den Nenn-Fortluftvolumenstrom
inf	bezogen auf Infiltration
leak	bezogen auf eine einzelne Undichtheitsstelle
in	bezogen auf den Volumenstrom in den Raum oder in die Wohnung
nat	bezogen auf freie Lüftung
supply	bezogen auf den Nenn-Zuluftvolumenstrom
syst	bezogen auf das Lüftungssystem
tot	bezogen auf den Gesamt-Luftvolumenstrom
transfer	bezogen auf den Übertragungs-Luftvolumenstrom
vent	bezogen auf Lüftungsöffnungen
s	bezogen auf einen bestimmten Zustand des Systems
t	bezogen auf Temperaturwirkungen
wo	bezogen auf das Öffnen eines Fensters

5 Klassifizierung

5.1 Gebäudetypen

Gebäudetypen werden nach Tabelle 1 und Bild 1 klassifiziert.

Tabelle 1: Gebäudetypen

Gebäudetyp	Kurzbezeichnung	nachgeordneter Typ	Deckenhöhe des obersten Geschosses	Kurzbezeichnung
Einfamilienhaus	SFH			
Wohnung	APT	geringe Geschoßanzahl	unter 15 m	APTL
Wohnung	APT	mittlere Geschoßanzahl	15 m bis 50 m	APTM
Wohnung	APT	hohe Geschoßanzahl	> 50 m	APTH

Die drei Gebäude vom Typ 1 bis 3 werden außerdem nach der auf Bild 1 dargestellten Anordnung des Treppenhauses klassifiziert:

APT Typ 1: keine senkrechte Verbindung zwischen den Stockwerken, kein Flur, kein außen befindliches Treppenhaus;

APT Typ 2: Flur und Treppenhaus oder Typ 1 mit senkrechten inneren Undichtheitsstellen;

APT Typ 3: in senkrechter Richtung offenes Treppenhaus, Vorhalle.

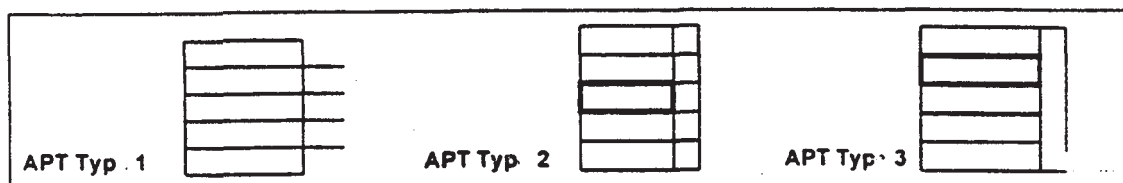


Bild 1: Wohnungstypen, Einteilung nach der Anordnung des Treppenhauses

5.2 Wohnungstypen

Die Klassifizierung der Wohnungstypen erfolgt nach der Anzahl der vom Wind angeströmten Fassaden (siehe Bild 2).

Typ 1: zwei oder mehrere Fassaden der Wohnung werden vom Wind angeströmt;

Typ 2: nur eine Fassade der Wohnung wird vom Wind angeströmt.

BEISPIELE:

Typ1: Einfamilienhaus, Reihenhaushaus, Wohnung im Obergeschoß des Gebäudes (Maisonette- oder Penthousetyp) oder in einer Gebäudeecke;

Typ 2: Wohnung in einem Mehrfamilienhaus

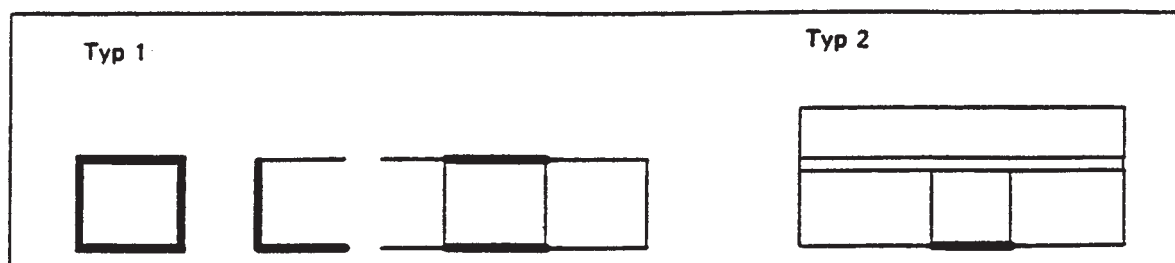


Bild 2: Wohnungstypen, Einteilung bezüglich der vom Wind angeströmten Fassaden

5.3 Windschutzklasse

Für unterschiedliche Windrichtungen können unterschiedliche Windschutzklassen festgelegt werden (siehe Bild 3 und Tabelle 2). Ein Hindernis wird als ein Gebäude oder Objekt definiert, für das folgendes gilt: $H_{\text{obst}}/H_b > 0,3$ und $B_{\text{obst}}/H_b > 0,3$.

Dabei sind:

H_b Höhe des Gebäudes;

H_{obst} Höhe des nächstgelegenen Hindernisses (windwärts, wenn die Windrichtung berücksichtigt wird);

B_{obst} Breite des nächstgelegenen Hindernisses;

D Abstand zwischen dem nächstgelegenen Hindernis und dem Gebäude.

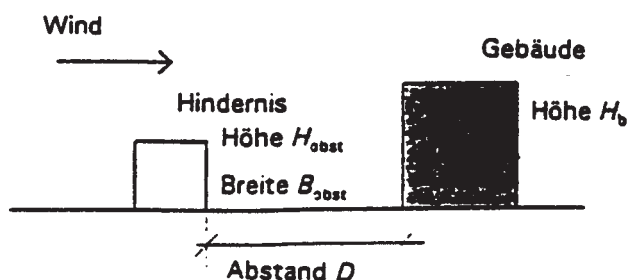


Bild 3: Hindernis und Gebäude

Tabelle 2: Windschutzklassen in Abhängigkeit von der Höhe des Hindernisses und dem relativen Abstand

Windschutzklasse	relativer Abstand D/H_{obst}
offen	> 4
normal	1,5 bis 4
geschützt	$< 1,5$

6 Eingabedaten

6.1 Klimadaten

6.1.1 Allgemeines

Die folgenden Klimadaten sind bezogen auf die Anwendung und die betrachtete Zeitspanne festzulegen:

- Außentemperatur θ_{out} ;
- Bezugs-Windgeschwindigkeit auf der Baustelle in 10 m Höhe, ungestört.

6.1.2 Zustand der Außenluft

Zur Regelung der Lüftungsöffnungen und/oder der Ventilatoren sind die Luftfeuchte und weitere Verunreinigungen in den Faktoren für die Anteile der Zeitdauer, während die Lüftungsöffnungen geöffnet und die Ventilatoren in Betrieb sind, zu berücksichtigen, sie brauchen jedoch nicht explizit definiert zu werden.

6.2 Angaben zum Gebäude und zur Wohnung

6.2.1 Allgemeines

Die folgenden Angaben sind aufzuzeichnen:

6.2.2 Gebäudehöhe

Die Höhe des Gebäudes nach 3.1.

6.2.3 Gebäudetyp

Der Gebäudetyp nach 5.1.

6.2.4 Gesamtdurchlässigkeitswert und Durchlässigkeitsexponent für die Wohnung

Die Durchlässigkeiten der Umschließungsfläche sind bei den einzelnen Gebäudetypen wie folgt zu berücksichtigen:

- bei Einfamilienhäusern: die Durchlässigkeit des gesamten Hauses;
- bei Wohnungen: die Durchlässigkeit der Fassade und die inneren Durchlässigkeiten zur/zu den benachbarten Wohnung(en) und zum Flur.

Die Durchlässigkeit wird durch eine Potenzgleichung zwischen dem Gesamt-Luftvolumenstrom und der Druckdifferenz über die Umschließungsfläche charakterisiert, die durch folgende Gleichung wiedergegeben wird:

$$q_v = C (\Delta p)^n \quad (1)$$

Dabei ist C der Strömungskoeffizient, normalisiert auf eine Druckdifferenz von 1 Pa, und n ist der Strömungsexponent.

ANMERKUNG: Der Durchlässigkeitskennwert kann nach ISO 9972 gemessen werden.

Die Durchlässigkeit kann auch als Äquivalentfläche der Durchlässigkeit angegeben werden.

Der n_{50} -Wert ist als Quotient aus dem Volumenstrom über die Umschließungsfläche bei einer Druckdifferenz von 50 Pa und dem Volumen des Gebäudes oder der Wohnung festgelegt.

Bezüglich der Umrechnung der n_{50} -Werte in C -Werte wird auf A.2 verwiesen. Der n_{50} -Wert der Wohnung und der Strömungsexponent sind durch Messung zu ermitteln oder auf der Grundlage der Gesamtdurchlässigkeit der Wohnung bzw. des Gebäudes oder der aus den für die einzelnen Undichtheitsstellen gemessenen oder geschätzten Werte festzulegen.

Typische n_{50} -Werte für Gebäude unterschiedlicher Bauart sind in A.1 angegeben.

6.2.5 Durchlässigkeitsverteilung

Das Verhältnis der Durchlässigkeit der Fassade zur Gesamtdurchlässigkeit der Wohnung.

ANMERKUNG: Als Standardwert kann ein oberflächengewichtetes Verhältnis benutzt werden.

6.2.6 Volumen der Wohnung

Das für den n_{50} -Wert festgelegte Volumen der Wohnung (siehe 6.2.4).

6.2.7 Windschutz des Gebäudes

Die Windschutzklasse nach 5.3.

6.2.8 Wohnungstyp

Der Wohnungstyp nach 5.2.

6.2.9 Lufttemperatur der Wohnung

Durchschnittliche Lufttemperatur der Räume in der betrachteten Wohnung θ_R .

6.3 Angaben zum System

6.3.1 Allgemeines

Die folgenden Daten sind aufzuzeichnen:

6.3.2 Lüftungsöffnungen und Fenster

- Strömungskoeffizienten sämtlicher Lüftungsöffnungen [C_{vent}], die durch eine Potenzgleichung zwischen dem Luftvolumenstrom und der Druckdifferenz über die Lüftungsöffnung (siehe nachstehende Gleichung) oder durch eine Äquivalentfläche charakterisiert werden:

$$q_{v-vent} = C_{vent} (\Delta p)^n \quad (2)$$

Für die Anwendung dieser Norm gilt für Lüftungsöffnungen $n = 0,5$.

ANMERKUNG: Hinweise zur Umrechnung der Werte für Öffnungsflächen in Werte für Strömungskoeffizienten werden in A.3 gegeben.

- senkrechte Lage der Lüftungsöffnungen;
- anteilige Öffnungsdauer für die Lüftungsöffnungen;
- Fläche geöffneter Fenster;
- durchschnittliche Höhe der geöffneten Fenster vom Sims zur Oberkante;
- Benutzung der Fenster (nicht benutzt, gelegentliches Öffnen, normales Öffnen, häufiges Öffnen).

6.3.3 Senkrechte Luftleitung

- Querschnittsfläche der Luftleitung;
- Höhe der Luftleitungsoberkante;
- anteilige Öffnungsdauer der Luftleitung.

6.3.4 Maschinelles Lüftungssystem

- Fortluft-Volumenstrom [q_{v-extr}];
- Zuluft-Volumenstrom [$q_{v-supply}$].

Bei Systemen mit veränderlicher Betriebsweise bezüglich der Volumenströme ist $q_{v-supply}$ wie folgt zu ermitteln:

$$q_{v-supply} = q_{v-fan-nominal} \cdot \Sigma (\text{anteilige Betriebsdauer des Ventilators} \cdot \text{Anteil des Volumenstroms}) \quad (3)$$

- anteilige Betriebsdauer des Ventilators.

6.3.5 Verbrennungsgerät

- Gerätetyp;
- Art des Brennstoffs;
- Leistung;
- anteilige Betriebsdauer des Verbrennungsgerätes.