

KNL-Planungshilfe


# Automatisierte Fensterlüftung als Lüftungstechnische Maßnahme

## KOMPAKT INFORMIEREN


Der VFE hat eine Planungssoftware veröffentlicht, die den Luftaustausch einer kontrollierten natürlichen Lüftung (KNL) über automatisierte Fenster ermittelt und bewertet, ob dies eine geeignete Lüftungstechnische Maßnahme ist.

Zur Berechnung des Außenluftvolumenstroms durch die Fensteröffnung verwendet die KNL-Planungshilfe die besten zurzeit bekannten Algorithmen.

Für eine ingenieurmäßige Nachweisführung mit der KNL-Planungshilfe ist aber einiges zu beachten.

 Eine automatisierte Fensterlüftung als Lüftungstechnische Maßnahme, die im Sinne der DIN 1946-6 ausreichend ist ... wenn die Innentüren offen sind. Um die KNL-Planungshilfe lebenswirklich zu verwenden, muss man etwas tricksen.

Mit der KNL-Planungshilfe des Verbands Fensterautomation und Entrauchung (VFE) kann man überprüfen, ob eine automatisierte Fensterlüftung als Lüftungstechnische Maßnahme im Sinne der DIN 1946-6 (wahlweise Ausgabe 2009 [1] oder 2019 [2]) ausreichend ist. Weiterhin gibt es in der Software die Möglichkeit, eine vergleichbare Überprüfung für Nichtwohngebäude durchzuführen. Die notwendigen Volumenströme werden dafür DIN EN 15 251 [3] bzw. DIN EN 16 798-1 [4] entnommen. Innenliegende Räume sind von der Betrachtung ausgeschlossen. Fensterlose Bäder und Toilettenräume müssen ohnehin ventilatorgestützt gelüftet werden (DIN 18 017-3 [5]). Sorglos sollte man die KNL-Planungshilfe aber nicht benutzen.

 Für verschiedene Fensterarten (Kippfenster, Drehfenster, Fenster in Parallelabstellung, Schiebefenster und Lichte Öffnung) und Fensterabmessungen wird in der webbasierten KNL-Planungshilfe (KNL: kontrollierte natürliche Lüftung) des Verbands Fensterautomation und Entrauchung (VFE) der Außenluftvolumenstrom durch das Fenster nach den Algorithmen aus der DIN/TR 4108-8 [6, Anhang G] berechnet. Diese Norm ersetzt den DIN Fachbericht 4108-8 [7], ist im Beuth Verlag aber noch nicht erhältlich. In einem Forschungsprojekt [8] wurde jedoch bereits nachgewiesen, dass diese Algorithmen im Vergleich mit anderen Verfahren die beste Übereinstimmung mit Messergebnissen lieferten.

Ob eine Lüftungstechnische Maßnahme (LtM) überhaupt notwendig ist, wird in der KNL-Planungshilfe strikt nach DIN 1946-6 mit einer festen Raumhöhe von 2,5 m berechnet. Bei höheren Raumhöhen, z.B. bei mehrgeschossigen Nutzungseinheiten mit Galerie oder im Altbau, wird dadurch die Infiltration normativ unterbewertet, was eher zum Erfordernis einer LtM füh-

ren kann. Hieraus könnte ein Regressanspruch für den Bauherrn gegenüber dem Planer oder Ausführenden aufgrund Verwendung unkorrekter geometrischer Daten entstehen.

Nach DIN 1946-6 [2, Abschnitt 7.3.2] ist die Berechnung der Außenluftdurchlässe (ALD) mit den Differenzdruck-Luftvolumenstrom-Kennlinien der Hersteller durchzuführen. Diese ist dem ALD-Prüfbericht nach DIN EN 13 141-1 [9] zu entnehmen, der auch Informationen zur Luftverteilung im Aufenthaltsbereich beinhaltet. In der Beschreibung der KNL-Planungshilfe wird zwar ein entsprechender Hinweis hierauf gegeben, jedoch ist die Eingabe einer solchen Kennlinie nicht möglich. Ohne den offiziellen Nachweis einer ausreichenden Lüftung kann das Programm also nur für Vorabberechnungen in der Planung verwendet werden.

### Anwendungsbeispiel

In einem Beispiel für eine 63,8 m<sup>2</sup> große 3-Zimmer-Wohnung mit Küche und Bad in einem Mehrfamilienhaus wurde **nur im Wohnzimmer** eine automatisierte Fensterlüftung vorgese-



Fachberichte mit ähnlichen Themen bündelt das TGAdossier

 **Wohnungslüftung**

WEBCODE 729

Bild: Nadler



**Dipl.-Ing. Norbert Nadler**  
Ingenieurbüro CSE Nadler,  
16515 Oranienburg,  
Telefon (0 33 01) 57 93 90,  
n.nadler@cse-nadler.de,  
www.cse-nadler.de

hen. Für nur ein Kippfenster in der Wohnung ergab sich bei 20 °C Raumtemperatur, 5 °C Außentemperatur, 0 m/s Windgeschwindigkeit und  $n_{50} = 0 \text{ h}^{-1}$ , dass die Lüftung zum Feuchteschutz für die gesamte Wohnung nach DIN 1946-6:2019-12 schon erfüllt wird.

Erfüllt bedeutet hier, dass eine kurze Lüftungsdauer zwischen 0 und 10 min/h durch die automatisierte Fensterlüftung notwendig ist. Beträgt die Lüftungsdauer rechnerisch mehr als 60 min/h ist die automatisierte Fensterlüftung nicht möglich.

Die Berechnung der notwendigen Lüftungsdauer erfolgt analog zur DIN/TR 4108-8 [6, Gleichung (H.12)] bezogen auf die Stunde statt auf den Tag. Außerdem wird der Soll-Volumenstrom für die gesamte Nutzungseinheit statt für den Raum eingesetzt, z.B. bei der Option Wohngebäude der Wert der Lüftungsstufe nach DIN 1946-6. Für die Dauer der Fensteröffnung wird davon ausgegangen, dass die Infiltration nicht wirksam ist.

In dem Beispiel wurde eine notwendige Lüftungsdauer von 6 min/h errechnet. Der Außenluftvolumenstrom ergab sich zu 218,3 m<sup>3</sup>/h und die notwendige Lüftung zum Feuchteschutz 22,9 m<sup>3</sup>/h als Soll-Volumenstrom für die gesamte Wohnung ②. Legt man die Standard-Randbedingungen des Programms ( $w = 4 \text{ m/s}$  und  $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$ ) zugrunde, beträgt die Lüftungsdauer nur 1 min/h.

Da die Lüftung automatisiert ist, kann man von einem dauerhaften Betrieb ausgehen. Das ist auch im Sinne der DIN 1946-6, die eine durchgehende Lüftung zum Feuchteschutz verlangt, auch wenn keine Feuchtequelle zugegen ist. Dementsprechend wird die Lüftungsdauer in min/h angegeben und nicht wie in der DIN/TR 4108-8 in h/d.

Die Angabe der Lüftungsdauer in min/h ist auch insofern sinnvoll, weil man so beurteilen kann, wie lange der Motor maximal je Stunde bei gewählter Öffnungsweite laufen wird und damit, wie kurzweilig ein eventuell störendes Geräusch vom Motor bzw. Betrieb ausgeht. Unangenehmer Zug könnte entstehen, wenn die Lüftungsdauer mehr als 10 min/h bei maximaler Fensteröffnung beträgt.

### Kritische Bewertung

Es ist jedoch nicht vorstellbar, dass bei nur einem Fenster in Kippstellung alle Räume der Nutzungseinheit hinreichend durchströmt werden (vgl. DIN 1946-6 Abschnitt 4.2.1). Trotzdem weist die KNL-Planungshilfe im Ergebnis unter „Erfüllung der Norm“ aus, dass diese mit „kurzer Lüftungsdauer“ erfüllt ist. Zu diesem Ergebnis kommt das Programm, weil der Außenluftvolumenstrom durch die automatisierte Fensterlüftung größer ist, als die Lüftung zum Feuchteschutz in der Nutzereinheit (NE).

Erfüllung der Norm

Außenluftvolumenstrom durch Lüftungstechnische Maßnahme	$Q_{v,gr,FL} - Q_{v,ht,wirk}$	22,9	m <sup>3</sup> /h
Außenluftvolumenstrom durch automatisierte Fensterlüftung	$Q_{v,gr}$	218,3	m <sup>3</sup> /h

Erfüllung der Norm: Mit kurzer Lüftungsdauer

**Ausreichende Infiltration** Mit kurzer Lüftungsdauer

Der Luftvolumenstrom durch Infiltration ist ausreichend, um die ausgewählte Kategorie zu erreichen. Es ist eine kurze Lüftungsdauer zwischen 0 und 10 Minuten je Stunde durch die automatisierte Fensterlüftung notwendig.

**Eingeschränkt empfehlenswert**

Es ist eine nur eingeschränkt empfehlenswerte Lüftungsdauer zwischen 10 und 30 Minuten je Stunde durch die automatisierte Fensterlüftung notwendig.

**Nicht empfehlenswert**

Es ist eine nicht empfehlenswerte Lüftungsdauer zwischen 30 und 60 Minuten je Stunde durch die automatisierte Fensterlüftung notwendig.

**Nicht möglich**

Da die notwendige Lüftungsdauer durch die automatisierte Fensterlüftung mehr als 60 Minuten je Stunde beträgt, kann in dieser Kategorie die Norm nicht erfüllt werden.

Erforderliche Lüftungsdauer (für die Nutzungseinheit bei gleichzeitigem Öffnen aller angegebenen Fenster) 6 min/h

Bild: Nadler / VFE

### 2 Ergebnis der Berechnung für das Anwendungsbeispiel mit der KNL-Planungshilfe.

Im Disclaimer der KNL-Planungshilfe steht, dass keine wesentlichen inneren Strömungshindernisse bei Querlüftung vorhanden sein dürfen – es sind also offene Innentüren oder schwellenlose Türen mit Unterschnitt erforderlich. Andernfalls können nur einzelne Räume berechnet werden. Das obige Anwendungsbeispiel erfüllt damit diese Voraussetzung nicht. Ein Warnhinweis in der Ergebnisausgabe erscheint jedoch nicht.

Das Offenhalten von Innentüren zum Zwecke der Lüftung ist gemäß LG Bochum, Urteil vom 19. Juli 2016 – I-11 S 33/16, kein übliches und von einem durchschnittlichen Mieter zu erwartendes Lüftungsverhalten. Vielmehr erfolgt die Lüftung in der Regel über die Fenster, was dem durchschnittlichen Mieter auch bekannt ist. Hinzu kommt, dass man bei mehreren Nutzern der Wohnung nicht davon ausgehen kann, dass zu jeder Zeit am Tag die Innentür geöffnet ist, z.B. im Bad oder Schlafzimmer. Bei einer automatisierten Fensterlüftung in WC, Bad oder Küche sollte zur Vermeidung von Geruchsübertragungen in die NE die Innentür geschlossen sein (siehe auch Info-Kasten).

Ein Türunterschnitt ist auch durch den erhöhten Schall- und Lichtübertrag begrenzt [10]. Der untere Luftspalt ist nach DIN 18 101 [11] unter Berücksichtigung der Bauelementtoleranzen auf ca. 10 mm beschränkt. Bei dem üblichen Wandöffnungsmaß von 88,5 cm sind dadurch maximal nur 32 m<sup>3</sup>/h Überströmung möglich.

Es ist deshalb zu empfehlen, bei der LtM-Überprüfung raumweise vorzugehen und den Außenluftvolumenstrom durch ein Fenster mit einem Soll-Volumenstrom zu vergleichen, der für den betreffenden Raum gilt. Im o.g. Beispiel beträgt der Soll-Volumenstrom nach DIN 1946-6 Tabelle 11 für das Wohnzimmer 10 m<sup>3</sup>/h, wodurch die Norm für dieses Zimmer erfüllt ist. Eine Ausweisung für dieses Ergebnis muss der Anwender jedoch selbst erstellen, da der Volumenstromvergleich in der KNL-Planungshilfe nicht raumweise erfolgt.

### Hinweise zur Anwendung

Weiterhin steht im Disclaimer, dass die KNL-Planungshilfe der Abschätzung von Luftvolumenströmen für mittlere Verhältnisse dient. Die Berechnung kann aber wahlweise mit Standardwerten oder mit freier Eingabe der Randbedingungen erfolgen. Wenn die Aufgabe besteht, einen Nachweis für eine ausreichende Lüftung zu erbringen, darf man jedoch nicht von mittleren Verhältnissen ausgehen, sondern muss die konkreten Verhältnisse berücksichtigen.

Üblicherweise geht man so vor, dass ein ungünstiger Auslegungszustand so gewählt wird, dass in allen zu erwartenden Betriebszuständen die jeweils notwendige Lüftungstechnische Maßnahme eingehalten wird. Das ist bei einer Standard-Randbedingung im Programm von 4 m/s Windgeschwindigkeit sicherlich nicht der Fall.

Für die Einordnung in normative Anforderungen sind die Standardwerte zu verwenden. Von Standardwerten abweichende Eingaben können für projektspezifische Betrachtungen der Einsatzmöglichkeiten der automatisierten Fensterlüftung genutzt werden.

**Mittlere Temperatur innen** 20,0°C

**Außentemperatur** 5,0°C

**Gebäudelage** windschwach | windstark

**Meteorologische Windgeschwindigkeit** 4,0 m/s

Bitte geben Sie hier die mittlere meteorologische Windgeschwindigkeit bei einer Messung in 10 m Höhe in offener Lage an. Der Standardwert für die Windgeschwindigkeit hängt von der Gebäudelage ab und beträgt 2,9 m/s für windschwache und 4 m/s für windstarke Lagen.

Bild: Nadler / VFE

### 3 Auswahl der Klimabedingungen in der KNL-Planungshilfe.

## Innentüren zu im Winter

Der Verband Privater Hausherren (VBP) hat sich im Januar 2020 mit einem Verbraucherhinweis zu Innentüren geäußert: „Türen sind mehr als reine Dekoration. Sie sind visuell, thermisch, akustisch und olfaktorisch trennende Bauteile, die ihre Funktion allerdings nur erfüllen können, wenn sie geschlossen sind.“

Die Bedeutung einiger Türen erschließt sich jedem Bewohner auf Anhieb, etwa die Sicherung des Heims durch die einbruchsichere Hauseingangstür oder die Wahrung der Privatsphäre durch undurchsichtige Bad- und WC-Türen. Diese Türen halten die meisten Menschen automatisch geschlossen. Andere Türen dagegen stehen fast immer offen, auch zwischen zwei unterschiedlich beheizten Räumen. Warum? „Damit die Raumluft überschlägt“, lautet die weitverbreitete Erklärung.“

Das sei aber nicht sinnvoll. „Türen dienen ganz wesentlich der thermischen Trennung von Räumen. Sind sie geschlossen, halten sie die Wärme im beheizten Raum und verhindern ein Abfließen der erwärmten Raumluft in die weniger oder unbeheizten Hausbereiche. Energie- und CO<sub>2</sub>-Sparen beginnt mit den systematisch geschlossenen Innentüren. Abgesehen vom Spareffekt ist das Schließen der Innentüren zwischen unterschiedlich temperierten Räumen bauphysikalisch nötig, um Bauschäden zu vermeiden. [...] Nur wenn Bereiche gleich temperiert sind, können Türen aus Gestaltungsgründen großzügig offen stehen. [...] Die akustische Trennung ist vor allem zu Musik- oder Jugendzimmern hin wichtig. Im Homeoffice wahrt die schalldämmende Tür die Vertraulichkeit, die viele Arbeitnehmer ihren Auftraggebern zusichern müssen.“

Um den ungünstigsten Fall für die Überprüfung zu erfassen, sollte die Infiltration bei der Berechnung gering angesetzt oder sogar vernachlässigt werden. Der n<sub>50</sub>-Gebäudewert ist in einem gewissen Rahmen ein Schätzwert und die Infiltration müsste raumweise ermittelt werden, was mit einem n<sub>50</sub>-Rechenmodell nicht möglich ist [12].

Für die Windgeschwindigkeit ist ein niedriger Wert anzunehmen, da sie starken Schwankungen unterliegt [13]. Damit unterliegen der Volumenstrom durch das Fenster, als auch die Infiltration starken Schwankungen, wodurch ein geringer Ansatz gerechtfertigt wird.

In der bauaufsichtlich eingeführten DIN 4108-2 Ausgabe 2003-07 [14, Abschnitt 4.2.3] war die Anrechnung der Infiltration auf den erforderli-

chen Luftaustausch des Gebäudes in keinem Fall zulässig. In der Ausgabe 2013-02 [15] wurde diese Restriktion allerdings entfernt. Das zeigt aber, dass es auch von normativer Seite grundsätzlich Bedenken gab, mit Infiltration zu lüften, eventuell auch aus hygienischer Sicht.

Unter diesen Randbedingungen ist zusätzlich der Anwendungsbereich der KNL-Planungshilfe zu beachten. Problematisch ist die Bedingung, dass die Heizungsanlage keine Raumtemperaturabkühlung zulässt. Wird die Option Vollöffnung des Fensters gewählt oder ist die Lüftungsdauer lang, ist der Außenluftvolumenstrom wesentlich höher, als bei der Heizlastberechnung nach DIN/TS 12 831-1 [16] in der Regel angenommen wird.

In [13] wird gezeigt, dass bei einer Vollöffnung von bis zu 10 min der thermisch induzierte Anteil der Fensterlüftung durch die Raumabkühlung um ca. 20 % abnimmt. Solche Effekte werden also in der KNL-Planungshilfe vernachlässigt, wenn man die Heizungsanlage nicht entsprechend anpasst.

Ein weiteres Kriterium ist, dass für die gesamte NE eine einheitliche Raumtemperatur im Programm vorzugeben ist. In DIN 1946-6:2019-12 Abschn. 4.2.2 werden Raumtemperaturen von 16 bis 22 °C je nach Raumnutzung zugrunde gelegt. Da die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen Einfluss auf den thermisch induzierten Anteil nimmt, sollte man mehrere, vor allem geringe Differenzen für die Überprüfung raumweise untersuchen.

## Schlussfolgerungen

Die KNL-Planungshilfe kann ein nützliches Instrument zum Nachweis einer ausreichenden Lüftungstechnischen Maßnahme sein. Für eine ingenieurmäßige Nachweisführung mit der KNL-Planungshilfe sind folgende Vorgehensweisen zu empfehlen:

- Überschreiben der Standard-Randbedingungen durch Wahl eines für Fensterlüftung und Infiltration ungünstigen Außen- und Raumklimazustands.
- Für jeden einzelnen Raum der Nutzereinheit eine automatisierte Fensterlüftung bei geschlossener Innentür untersuchen. Dabei den Volumenstromvergleich mit dem raumweise ermittelten Soll-Volumenstrom durchführen.
- Vergleich und eventuelle Korrektur der errechneten Volumenströme mit der Differenzdruck-Luftvolumenstrom-Kennlinie des Herstellers bei gleicher Druckdifferenz.
- Anpassung der Heizlastberechnung. Nutzungseinheiten mit fensterlosen Bädern und Toilettenräumen können ebenfalls mit einer automatisierten Fensterlüftung versorgt werden, wenn bei diesen innenliegenden Räumen die Nachströmung für die ventilatorge-

stützte Lüftung über verschleißbare Zuluftleitungen direkt zum Raum erfolgt [10]. Damit wird zwar mit kalter Außenluft gelüftet, das ist aber bei Lüftung über Fenster in Bädern und Toilettenräumen mit Fenster auch der Fall.

Von Seiten der Automation sollten die maximale Fensteröffnungsfläche begrenzt werden, sonst könnte die Regelung in einen Auf-/Zu-Betrieb übergehen. Auch das kann mit der KNL-Planungshilfe ermittelt werden.

## Literatur

- [1] DIN 1946-6 Raumlufttechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung. Berlin: Beuth Verlag, Mai 2009 (zurückgezogen)
- [2] DIN 1946-6 Raumlufttechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung. Berlin: Beuth Verlag, Dezember 2019
- [3] DIN EN 15 251 Eingangparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik. Berlin: Beuth Verlag, August 2007
- [4] DIN EN 16 798-1 (Entwurf) Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Teil 1: Eingangparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik. Berlin: Beuth Verlag, Juli 2015
- [5] DIN 18 017-3 Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster – Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren. Berlin: Beuth Verlag, Mai 2020
- [6] DIN/TR 4108-8 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden. Berlin: Beuth Verlag, noch nicht erschienen (Stand 17. November 2020)
- [7] DIN Fachbericht 4108-8 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden. Berlin: Beuth Verlag, September 2010
- [8] Knaus, C., Hartmann, T., et. al: Entwicklung von Handlungsempfehlungen für praxisingerechte Lüftungskonzepte und Entwicklung eines CO<sub>2</sub>-Berechnungstools. Endbericht. Bonn: Forschungsprogramm BBSR – Zukunft Bau, Aktenzeichen 10.08.17.7-17.24, Mai 2019
- [9] DIN EN 13 141-1 Lüftung von Gebäuden – Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen – Teil 1: Außenwand- und Überströmluftdurchlässe. Berlin: Beuth Verlag, April 2019
- [10] Nadler, N.: Entlüftung fensterloser Ablufträume hinterfragt. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA 06-2018
- [11] DIN 18 101 Türen - Türen für den Wohnungsbau – Türblattgrößen, Bandsitz und Schlosssitze – Gegenseitige Abhängigkeit der Maße. Berlin: Beuth Verlag, August 2014
- [12] Nadler, N.: Eine Norm, die das Planen erschwert. Neue DIN 1946-6: Kommentar zur Volumenstromauslegung. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA 3-2019
- [13] Beike, M.; Nadler, N.: Lüftungskonzept mit Fensterlüftung. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA Fachplaner 3-2020
- [14] DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Berlin: Beuth Verlag, Juli 2003
- [15] DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Berlin: Beuth Verlag, Februar 2013
- [16] DIN/TS 12 831 Verfahren zur Berechnung der Raumheizlast – Teil 1: Nationale Ergänzungen zur DIN EN 12 831-1. Berlin: Beuth Verlag, April 2020