

Wolf von Trotha

Innovativer Schallschutz für gesundes Wohnen

Wie Hafencity-Fenster den Wohnkomfort in urbanen Lagen verbessern

Lärmbelästigung, insbesondere in städtischen Gebieten, stellt eine zunehmende Herausforderung für gesundes und komfortables Wohnen dar. Hafencity-Fenster bieten eine innovative Lösung mit effektivem Schallschutz, indem sie Schalldämm-Maße von bis zu 48 dB bei gekipptem Fenster erreichen. Diese speziellen Kastenfenster tragen maßgeblich dazu bei, auch in lärmbelasteten Lagen ein angenehmes Wohnklima zu schaffen. Im Beitrag werden die Technik und die Vorteile dieser Fensterlösung beschrieben.



Abb. 1: Eilenburger Hafencity-Fenster (Beispiel Typ 2-2)

Lärmbelästigung, gerade in städtischen Gebieten, kollidiert zunehmend mit den Anforderungen an gesundes und komfortables Wohnen. Beim Schutz gegen Außenlärm sind Fenster naturgemäß der Schwachpunkt – besonders in geöffneter Stellung. Hafencity-Fenster setzen hier an und erlauben kontrolliert hohe Schalldämm-Maße von inzwischen bis zu 48 dB bei gekipptem Fenster. Hafencity-Fenster sind somit ein praxiserprobter Beitrag zur Schaffung von dringend benötigtem Wohnraum, da durch sie auch in lärmbelasteten Lagen gesundes Wohnen ermöglicht wird.

Eine im Rahmen der Experimentierklausel TA Lärm flächendeckende Zulässigkeit von Hafencity-Fenstern auch bei Gewerbelärm unterstützt das Ziel, bezahlbaren Wohnraums durch geringere Kosten und weniger Planungskomplexität im Vergleich zur strikten Auslegung der TA Lärm.

Der Fenstertyp basiert auf dem Prinzip des Kastenfensters und ermöglicht die natürliche Belüftung bei gleichzeitiger Schallabsorption. Das System hat seinen Ursprung in der Hamburger Bauleitplanung [1], wurde inzwischen stark weiterentwickelt und in Varianten patentrechtlich geschützt.

Hintergrund: Wirkung eines offenen Fensters auf die Schlafqualität und die menschliche Gesundheit

Die negativen Auswirkungen von Lärm auf die Schlafqualität und Gesundheit des Menschen liegen auf der Hand und wurden vielfach nachgewiesen. Jüngere Vergleichsstudien haben zusätzlich bestätigt, dass die Raumluftqualität eng mit der Schlafqualität zusammenhängt. Forschungsergebnisse von Peter Strøm-Tejse von der Technischen Universität Dänemark haben gezeigt [2], dass der durchschnittliche CO₂-Gehalt bis zu fünf Mal höher ist, wenn das Schlafzimmer nicht durch ein geöffnetes Fenster belüftet wird.

»Der Eingriff durch das Öffnen des Fensters hatte einen signifikant positiven Einfluss auf die bewertete Luftfrische«, heißt es in der Studie. Es gab signifikante und positive Auswirkungen einer höheren Ventilationsrate (offenes Fenster) auf die mit dem Actigraph gemessene Schlaflatenz und auf die Einschätzung der Probanden bezüglich der Frische der Luft, ihrer Einschlaffähigkeit und Nasentrockenheit. Die Probanden berichteten, dass sie sich am Tag nach dem Schlafen bei geöffnetem Fenster weniger schläfrig fühlten und sich besser konzentrieren konnten.

Ähnliche Ergebnisse wurden in einer Studie [3] aus dem Jahr 2017 dokumentiert, in der niederländische Forscher die nächtlichen Bewegungen von 17 gesunden Freiwilligen über fünf Nächte verfolgten. Asit Mishra von der Technischen Universität Eindhoven fasst zusammen: »Niedrigere Koh-

KERNAUSSAGEN

- Hafencity-Fenster dämmen Lärm bei gekipptem Zustand um bis zu 48 dB.
- Sie verbessern die Raumluftqualität und fördern gesunden Schlaf.
- Vielseitig einsetzbar und in der Praxis bewährt, bieten sie optimalen Schallschutz und Nutzerfreundlichkeit.

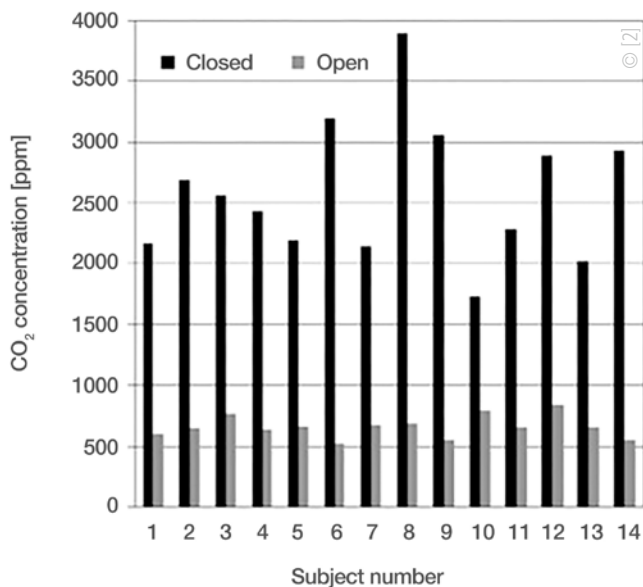


Abb. 2: Vergleich der CO₂-Konzentration in der Nacht, wobei jeder Balken einen Vier-Tage-Durchschnitt darstellt

lendioxidwerte [im Schlafzimmer] implizierten eine bessere Schlaftiefe, Schlaffeffizienz und weniger häufiges Aufwachen.«

Außenlärm ist jedoch der Hauptgrund dafür, das Fenster trotz aller negativen Auswirkungen geschlossen zu lassen. Außengeräuschpegel von ca. 47 dB aufwärts treiben die Menschen zunehmend dazu, ihre Fenster zu schließen.

Lärm beeinträchtigt also nicht nur direkt, sondern auch indirekt – durch das erzwungene Schließen des Fensters – die Schlafqualität und die Gesundheit, wobei nachts Pegel über 30 dB(A) bereits negative Auswirkungen haben können. Daher ist es wichtig, dass Fenster, besonders in Schlafräumen, auch im geöffneten Zustand hohen Schallschutz bieten, um die Belastung zu minimieren und den Wohnkomfort zu erhalten.

Schallschutz und Lüftung sind technisch nicht ohne Weiteres in Einklang zu bringen. Zudem können manche scheinbaren Lösungen aufgrund mangelnder Nutzerakzeptanz durchaus ineffektiv sein: So haben beispielsweise die Nutzer von herkömmlichen Schallschutzfenstern (zum Schutz vor Fluglärm) zu 62 Prozent ihre Fenster nachts in gekippter Position gehalten, mit dem Effekt, dass bei diesen klassischen Einfachfenstern der Schallschutz somit verloren geht. Laut Umweltbundesamt schalten 48 Prozent der Nutzer ihre aktiven Schallschutzventilatoren aufgrund wahrgenommener Betriebsgeräusche nicht ein.

Ursprung in der Hamburger HafenCity – daher auch »Hamburger Fenster«

Durch die Nähe der in der Hamburger HafenCity geplanten Wohnbebauung zu Industrie- und Hafengebieten mussten die Auswirkungen von Lärm gemäß der TA Lärm in der vorbereitenden Bauleitplanung bewertet werden. Der so dann im »Hamburger Leitfaden Lärm« [1] entwickelte planungsrechtliche Grundgedanke war – bewusst im Widerspruch zur gängigen Praxis – folgender: Eine hohe nächtliche Gewerbelärmemission ist auch bei benachbarter

Wohnbebauung zulässig, wenn in schutzbedürftigen Wohnräumen ein nächtlicher Innenpegel bis 30 dB(A) bei (teil-) geöffnetem Fenster sichergestellt werden kann [7]. Dieser maximale nächtliche Innenlärmpegel wird dem Anspruch an gesundes Wohnen gerecht, denn nach allgemeiner Auffassung bis hin zur Weltgesundheitsorganisation WHO, wird Lärm bis 30 dB als unbedenklich eingestuft. Die Hamburger Planer und Behörden sind insofern innovativ vorgegangen, indem der Innenlärmpegel bei geöffnetem Fenster auch für Gewerbelärm als maßgeblich herangezogen wird.

Auf dieser planungsrechtlichen Grundlage wurde in Hamburg das Hafencity-Fenster-Prinzip entwickelt, nämlich eine spezielle Kastenfensterkonstruktion mit hohem Schallschutz bei gekipptem Fenster. Es besteht aus versetzt angeordneten Kippflügeln in Kombination mit absorbierenden Materialien, wodurch mit den heutigen Weiterentwicklungen der Lärmpegel um bis zu 48 dB reduziert werden kann – bei gekipptem Fenster wohlgerneht. Im Folgenden haben sich die Hafencity-Fenster als ein maßgeblicher Beitrag zur Entschärfung des Konflikts zwischen Gewerbe, Verkehr und Wohnen deutschlandweit immer weiter etabliert. Die Firma Eilenburger Fenstertechnik hat mit eigenen, wesentlichen Weiterentwicklungen darauf aufgesetzt und die Produktfamilie der Eilenburger Hafencity-Fenster als verlässlichen Baustein des konfliktfreien Wohnens in lärmbeeinträchtigten Lagen etabliert.

Wesentliche planungsrechtliche Einordnung der Hafencity-Fenster

Die Rechtsprechung fordert in verschiedenen Urteilen, dass Schallschutzmaßnahmen auch bei gekippten Fenstern wirksam sein müssen. Gerichtsurteile betonen die Notwendigkeit, dass Bewohner bei ausreichender Luftzufuhr störungsfrei schlafen können, und setzen klare Grenzen für den Innenraumpegel bei gekippten Fenstern. Planer und Bauherren müssen diese Anforderungen berücksichtigen, um den gesetzlichen Vorgaben zu entsprechen und gleichzeitig die Lebensqualität der Bewohner zu sichern.

Die Erfüllung der Schallschutzanforderungen bei Fenstern stellt Planer und Bauherren vor technische und praktische Herausforderungen. Es ist oft schwierig, Schallschutz und Lüftung technisch zu vereinbaren. Obendrein ist planungsrechtlich in Deutschland bisher meist zwischen einerseits Verkehrslärm und andererseits Gewerbelärm/Industrielärm

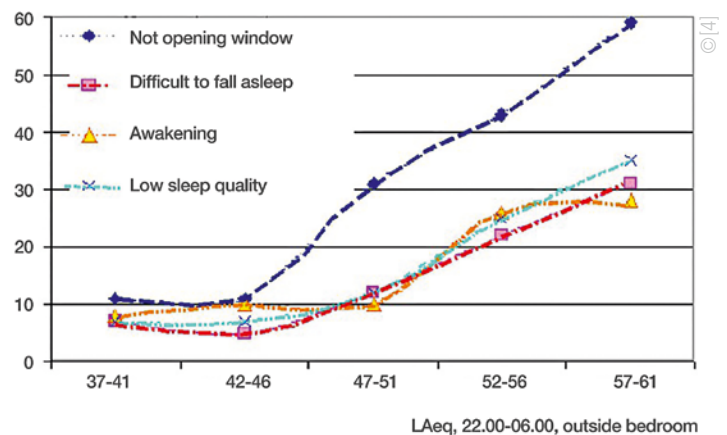


Abb. 3: Ergebnisse des schwedischen Soundscape-Forschungsprogramms

zu unterscheiden – mit regional unterschiedlichem, aber teils deutlichem Einfluss auf die infrage kommenden Fensterkonstruktionen.

Sofern Konflikte durch heranrückende Wohnbebauung an Verkehrswege entstehen, ergibt sich die Beurteilung aus dem Anspruch auf Basis der DIN 4109. Typische Formulierungen in Bebauungsplänen lauten daher, »in Schlaf- und Kinderzimmern ist durch geeignete Fensterkonstruktionen sicherzustellen, dass auch bei teilgeöffnetem Fenster nachts ein Innenpegel von 30 dB(A) nicht überschritten wird.«

Das Hafencity-Fenster ist eine geeignete, erprobte und bei Behörden weitgehend anerkannte Lösung, um den Anforderungen nach Lärmschutz bei teilgeöffnetem Fenster gerecht zu werden.

Spezielle Herausforderung Gewerbelärm: Beurteilung nach TA Lärm

Die schalltechnische Bewertung von Industrie- und Gewerbeanlagen hingegen basiert grundsätzlich auf der Verwaltungsvorschrift TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm). Diese legt Immissionsrichtwerte fest, die je nach Gebietseinstufung des Standorts der schutzbedürftigen Gebäude variieren. Es handelt sich um Richtwerte, die in der Regel eingehalten werden sollen, jedoch in Sonderfällen abweichend festgelegt werden können. Das Schutzziel ist grundsätzlich die Lärmvermeidung. Entscheidend für die Auslegung der Fenster im Sinne der TA Lärm ist, dass die Immissionswerte daher im Abstand von 0,5 m vor dem geöffneten Fenster gemessen werden und in der Regel dort 45 dB(A) nicht überschreiten dürfen. In dieser strengen Auslegung bedeutet dies, dass einen halben Meter vor dem Fenster eine geeignete Prallscheibe oder – je nach Schallpegel – sogar eine transparente und belüftete Einhausung im Sinne eines Akustik-Kastens konstruiert werden muss, um die Anforderungen bzw. die genannte Messvorschrift der TA Lärm erfüllen zu können.

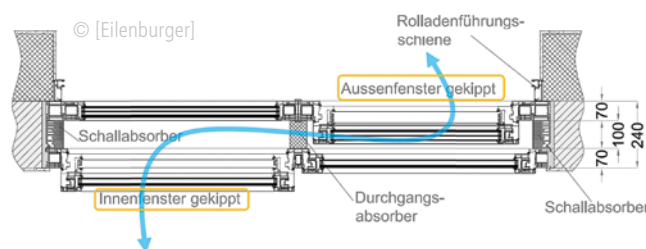


Abb. 4: Beispielhafte Ausführungsplanung eines Hafencity-Fensters (Horizontal-schnitt)

Die Praxis zeigt, dass in einigen Bundesländern das Hafencity-Fenster auch für den Nachweis nach TA Lärm anerkannt wird: Die Länder Hamburg und Hessen beispielsweise haben dies explizit in ihrer Lärmleitplanung verankert. Einschränkung verweist das zuständige hessische Ministerium jedoch darauf, dass beim Hafencity-Fenster die äußere Fensterebene gleichzeitig mit der inneren Ebene in einem Handgriff zu öffnen sein soll und keine Stoßlüftung möglich sein darf.

Andere Bundesländer, z.B. Berlin, bestehen hingegen explizit auf der strikten Auslegung im Sinne einer Messung 0,5 m vor dem offenen Fenster. Diese strikte Auslegung jedoch macht statt klassischer Hafencity-Fenster entsprechende TA-Lärm-Sonderfenster erforderlich, die aufgrund ihrer kastenförmigen, ausladenden Form stark das Fassadenbild prägen und meist einen höheren Individualisierungsgrad mit entsprechendem Planungsaufwand mit sich bringen. Herausforderungen sind dabei jeweils die Statik und auch das Thema Absturzsicherung, insbesondere, wenn die Kästen zum Beispiel zu Reinigungszwecken begehbar sein sollen. Außerdem verlangen die Sonderkonstruktionen ein genaues Augenmerk auf die Themen Wasserführung und Belüftung. Die Variantenvielfalt steigt bei diesen TA-Lärm-Sonderkonstruktionen enorm durch Abhängigkeiten der Fassadengestaltung und der konstruktiven Ausführung des Baus. Die damit

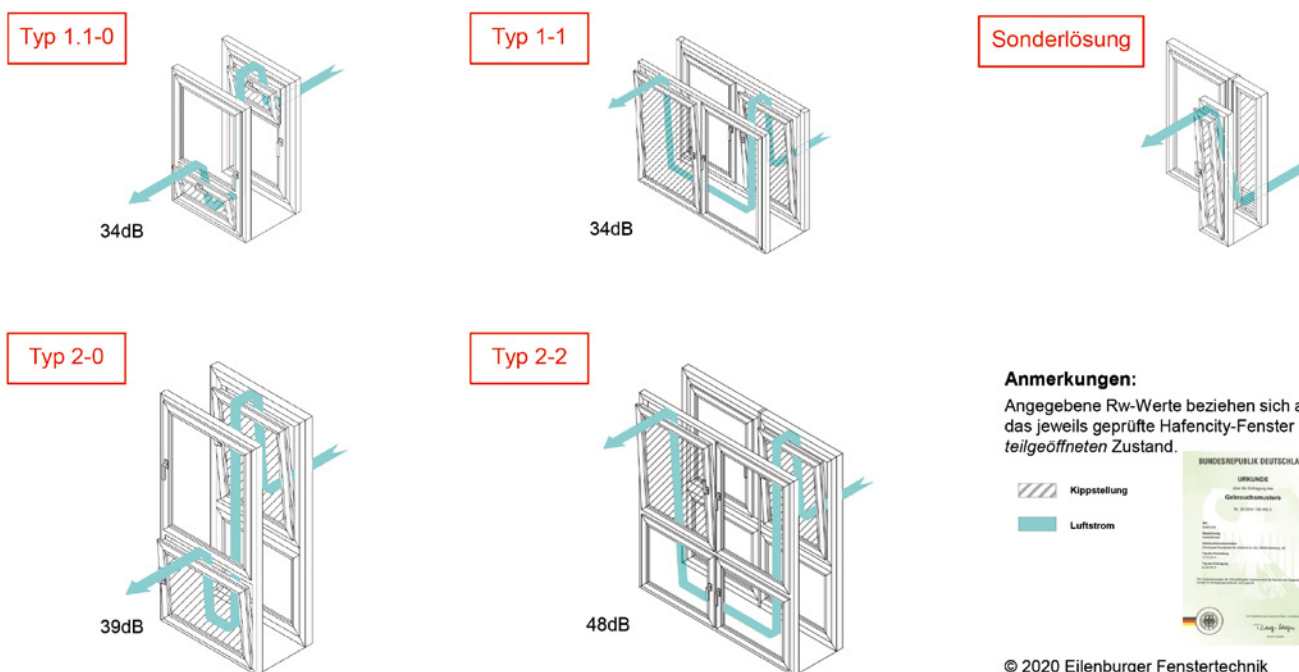


Abb. 5: Produktfamilie Hafencity-Fenster

Tab. 1: Extrapolationsregeln für Übertragbarkeit der Schallprüfzeugnisse gem. DIN 14351-1:23010-08 [5] und EN 14351-1:2006+A1:2010 (D)

B.4 Prüfergebnisse und tabellarische Werte – Anwendungsbereich

Die Extrapolationsregeln für die Prüfergebnisse und die tabellarischen Werte sind in Tabelle B.3 angegeben.

Tabelle B.3 – Extrapolationsregeln für unterschiedliche Fenstergrößen

Bereiche für Fenstergrößen		Schallschutzwert für Fenster
Prüfergebnisse (siehe B.2) für Prüfkörper jeglicher Größe	Tabellarische Werte (siehe B.3)*	
-100 % bis +50 % der Prüfkörper-Gesamtfläche	Gesamtfläche $\leq 2,7 \text{ m}^2$	R_w und $R_w + C_{tr}$ nach 8.2 oder 8.3
+50 % bis +100 % der Prüfkörper-Gesamtfläche	$2,7 \text{ m}^2 < \text{Gesamtfläche} \leq 3,6 \text{ m}^2$	R_w und $R_w + C_{tr}$ korrigiert durch -1 dB
+100 % bis +150 % der Prüfkörper-Gesamtfläche	$3,6 \text{ m}^2 < \text{Gesamtfläche} \leq 4,6 \text{ m}^2$	R_w und $R_w + C_{tr}$ korrigiert durch -2 dB
> +150 % der Prüfkörper-Gesamtfläche	$4,6 \text{ m}^2 < \text{Gesamtfläche}$	R_w und $R_w + C_{tr}$ korrigiert durch -3 dB
* Die für die tabellarischen Werte angegebenen Flächenintervalle sind identisch mit den Intervallen für die Prüfergebnisse nach B.2 unter Anwendung der empfohlenen Prüfkörpergröße von 1,23 m x 1,48 m.		

einhergehenden Hürden für den Fensterbau sind von einigen Planern und ausführenden Firmen zwar beherrschbar. Sehr nachteilhaft sind jedoch die im Vergleich zum Hafencity-Fenster viel höheren Bau- und Planungskosten, die durch die aufwendigere und weniger standardisierbare Konstruktion entstehen. Diese Komplexitätskosten stehen dem Ziel kostengünstiger Schaffung urbanen Wohnraums entgegen. Daher ist die im Sinne der Experimentierklausel vorgesehene Verwendung der erprobten Hafencity-Fenster auch im Kontext von Gewerbelärm bundesweit deutlich effektiver.

Eilenburger Hafencity-Fenster: Prinzip Umlenkschalldämpfer mit Durchgangsabsorber

Das Grundprinzip der Eilenburger Hafencity-Fenster ist Umlenkung und Absorption. Das Fenster besteht aus einer äußeren und einer inneren Fensterebene, analog zu dem traditionell bekannten und baukulturell verankerten Kastenfenster. Wird das Fenster zwecks schallgedämmter Lüftung gekippt, so befinden sich die gekippten Flügel je Ebene versetzt zueinander: Der äußere gekippte Flügel befindet sich also z. B. rechts und der innere Flügel links – oder außen oben und innen unten. So kommt es innerhalb des Fensters bereits zur Umlenkung der Luft. Im Kastenzwischenraum sind zusätzlich speziell entwickelte Laibungs- und Durchgangsabsorber verbaut, die die Luft weiter umlenken und den Schall dabei absorbieren.

Anspruch gesicherte Planbarkeit auf Basis von Prüfzeugnissen

Das Schalldämm-Maß des Fensters wird im Prüfstand nach DIN EN 10140-2 in gekipptem Zustand ermittelt und bildet die maßgebliche Kennzahl für die Schalldämmung der Fenster in teilgeöffnetem Zustand. Die Werte liegen je nach Typ zwischen R_{wp} 33 dB und 48 dB. In geschlossenem Zustand erreichen die Fenster Schalldämm-Maße von typischer Weise 56 bis über 60 dB. Normalerweise können die vielfältig vorliegenden Schallprüfzeugnisse für die konkreten Bauvorhaben herangezogen werden. Weicht die Ausführung in Größe und/oder Ausführung stark von den Prüf-

mustern ab, so empfiehlt sich eine objektbezogene Einzelprüfung des Elements.

Laut DIN 4109-2 ist zu beachten, dass vom Prüfstandswert R_{wp} noch ein Sicherheitsbeiwert (U_{prog}) von meist 2 dB abzuziehen ist, wobei auch immer wieder erfolgreich argumentiert werden kann, dass die Nebenwege aus der Bauanschlussfuge im Fall des gekippten Fensters vernachlässigbar sind. Konservativerweise wird jedoch das Schalldämm-Maß des Prüferts herangezogen und um 2 dB gemindert.

Eine weitere Anforderung ist die Öffnung, wobei sich ein Maß von 40 mm als akzeptierter Öffnungshub etabliert hat. Hierbei geht es neben dem tatsächlichen Luftstrom auch um die Wahrnehmung des Fensters als gekippt. Anders als z. B. bei schallgedämmten Wandlüftern, wird durch die Kippstellung ein für den Nutzer wahrnehmbarer Außenbezug hergestellt und somit das Problem der akustischen Abkapselung vermieden. Das eigenhändige Öffnen bzw. Ankippen des Fensters entspricht der Nutzergewohnheit, wodurch das Hafencity-Fenster nachweislich eine hohe Akzeptanz in der Praxis genießt. Eine Untersuchung mit Nutzerbefragungen in der Hamburger HafenCity hat dies belegt: 58 Prozent der Befragten bestätigen eine deutliche Verbesserung des Wohnkomforts durch Hafencity-Fenster, 14 Prozent eine teilweise Verbesserung.

Ziel ist, dass trotz Umlenkung und Verengung des Luftstroms möglichst viel Luft durch natürliche Druckdifferenz durch das Fenster strömen kann. Die natürliche Druckdifferenz wird durch Wetter, Gebäudelage und ggf. bestehende Dauerentlüftungssysteme z. B. im Bad bestimmt. Die verbauten Absorber sind entsprechend optimiert, wodurch ein bestmögliches Verhältnis von Schalldämm-Maß und Luftstrom erreicht wird. Die Werte liegen typischerweise zwischen 40 und 120 m³ bei zehn Pascal Druckdifferenz zwischen innen und außen. Bei den Eilenburger Hafencity-Fenstern sind auch die lufttechnischen Werte im Prüflabor nach DIN EN 13141-1 ermittelt und dokumentiert.

Hafencity-Fenster unterliegen dem Konzept »plug and play« im Bau, also ein einfaches Montieren der fertigen Lösung. Ein weiteres Prinzip ist die Vielfalt hinsichtlich der gestalterischen Integration in die Fassade. Die Fenster sollen möglichst alles abbilden, was auch normale Fenster können: integrierter Sonnenschutz, absturzsichere Fenster, barrierearme Balkontür, Fenster als zweiter Rettungsweg, einfache Reinigung sowie die Möglichkeit zum Stoßlüften. Vorteil-

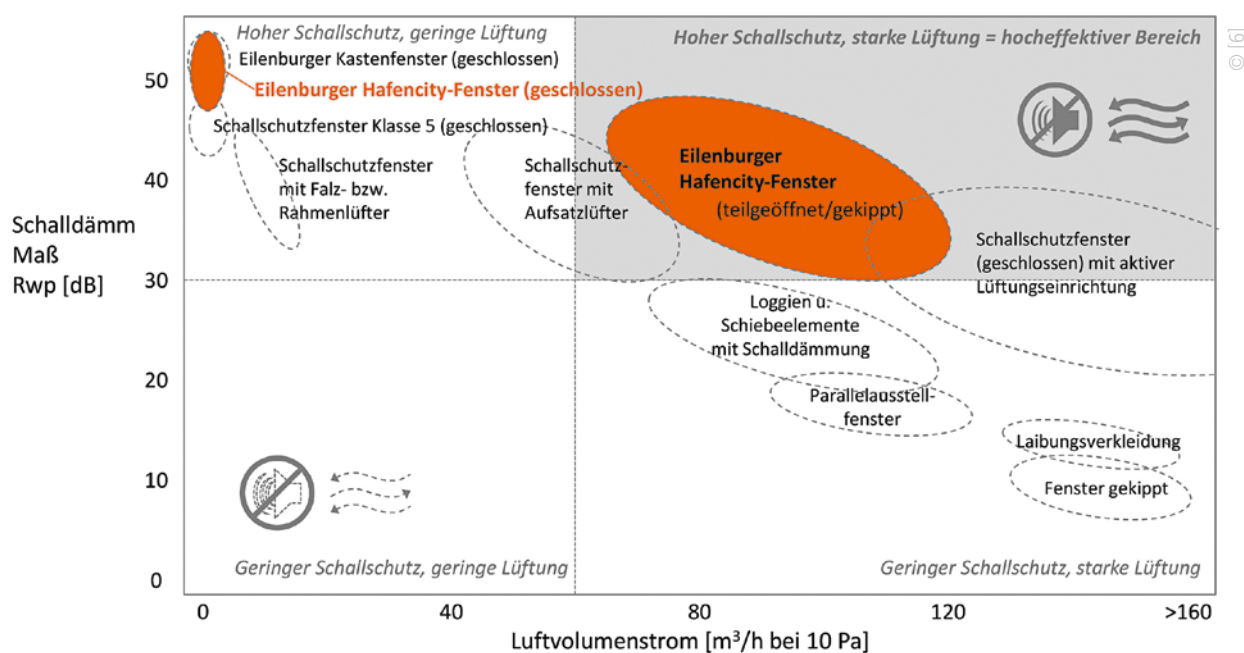


Abb. 6: Quantitative Bewertung typischer Lösungen für Schallschutzfenster mit Lüftung

haft ist in diesem Zusammenhang auch die Bautradition des Kastenfensters, an die das Hafencity-Fenster anknüpft.

Darüber hinaus ergeben sich Zusatznutzen, wie z. B. ein gegenüber Einfachfenstern sehr viel besserer Wärmeschutz und ein verbesserter Einbruchsschutz (»doppelt hält besser«).

Erprobte Produktfamilie mit klaren Kennwerten

Die Produktfamilie der Hafencity-Fenster besteht aus individualisierbaren Grundtypen und Sonderformen, die projektspezifisch entwickelt werden. Gängige Typen und ihre Eigenschaften sind:

- Typ 2-2: vierteiliges Kastenfenster, raumhoch, Lärmreduzierung (Schalldämmmaß R_{w}): 41 bis 48 dB bei teilgeöffnetem Fenster; ca. 40 bis 120 m³/h Luftaustausch (bei 10 Pa Druckdifferenz),
- Typ 2-0: zweiteiliges Kastenfenster, raumhoch; Lärmreduzierung (Schalldämmmaß R_{w}): 35 bis 39 dB bei teilgeöffnetem Fenster; ca. 70 bis 120 m³/h Luftaustausch (bei 10 Pa Druckdifferenz),
- Typ 1-1: zweiteiliges Brüstungskastenfenster; Lärmreduzierung (Schalldämmmaß R_{w}): 36 dB bei teilgeöffnetem Fenster; ca. 70 m³/h Luftaustausch (bei 10 Pa Druckdifferenz).

Darüber hinaus gibt es Sonderformen: opake Lüftungskästen, dauerbelüftete opake Kästen, Varianten mit Prallscheibe etc.

Leistungseigenschaften

Die Fenstertechnologie bietet herausragenden Lärmschutz bei teilgeöffneten oder gekippten Fenstern, was zu einem hohen Wohnkomfort beiträgt. Zudem zeichnen sich die Fenster durch exzellente Wärmedämmung mit U_w -Werten von bis zu 0,43 W/(m²K) und einen hohen Einbruchsschutz aus. Die natürliche Lüftung sorgt für ein gesundes und behagliches Raumklima und beugt Schimmelbildung vor. Die Konstruktion basiert auf der langen Tradition des Kasten-

fensters und erweitert dessen technische Vorteile, wodurch sie bei Bedarf auch ohne Schallabsorber verfügbar ist.

Darüber hinaus können die Fenster mit verschiedenen Zusatzkomponenten wie Sonnenschutzsystemen (Aufsatz- oder Vorbaurollläden, Raffstores etc.) kombiniert werden und bieten variable Gestaltungsmaße in Breite und Höhe. Konstruktive Sonderlösungen sind ebenfalls möglich, beispielsweise als Terrassentür mit barrierearmer Flachschwelle (20 mm), als Stulp-Fenster oder als zweiter Rettungsweg mit 90° Öffnungsweite. Die Fenster verfügen über absturzsichere Verglasungen und flexible Montagemöglichkeiten.

Diese individuellen Lösungen eignen sich für eine Vielzahl von Projekten, ob Neubau, Sanierung oder denkmalrechtgerechte Renovierungen.

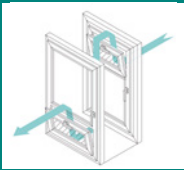
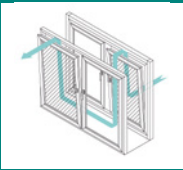
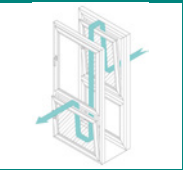
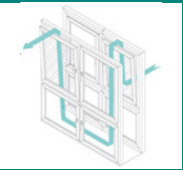
Einordnung Hafencity-Fenster im Vergleich zu anderen passiven Schallschutzmaßnahmen

Alle Arten von Fenstern, die die oben genannte Herausforderung lösen sollen, sind als passive Schallschutzmaßnahme zu sehen und als solche als letztes Mittel zu betrachten. Ziel der städtebaulichen und architektonischen Planung und des aktiven Schallschutzes sollte es sein, die Notwendigkeit passiver Schallschutzmaßnahmen möglichst weitgehend zu vermeiden.

Angesichts der Vielzahl existierender kritischer lärmexponierter Gebäude spielen jedoch passive Schallschutzmaßnahmen, insbesondere im Bereich von Fenstern, eine entscheidende Rolle, um einen akzeptablen Wohnstandard in Bezug auf Gesundheit und Komfort in städtischen Wohnungen, Büros und anderen Gebäudetypen zu erreichen.

Technische Ansätze für Fenster, die Frischluftzufuhr und Schalldämmung ermöglichen, sind vielfältig. Die folgende Liste ist nicht vollständig und basiert im Wesentlichen auf den in Deutschland gesammelten praktischen Erfahrungen. Die Eilenburger Fenstertechnik hat verschiedene Recherchen

Tab. 2: Leistungseigenschaften der Grundtypen Eilenburger Hafencity-Fenster

Typ	1.1-0	1-1	2-0	2-2
Produkt-eigenschaften				
Schalldämm-Maß $R_{w,p}$				
► Teilgeöffneter Zustand 40 mm	Bis zu 34 dB	Bis zu 36 dB	Bis zu 39 dB	Bis zu 48 dB
► Geschlossener Zustand	Bis zu 57 dB	Bis zu 54 dB	Bis zu 52 dB	Bis zu 59 dB
Lüftungsleistung	Sehr hoch Bis 120 m³/h bei 10 Pa im gekipptem Zustand, zusätzlich Spaltlüftung	Hoch Bis 70 m³/h bei 10 Pa im gekipptem Zustand, zusätzlich Spaltlüftung	Sehr hoch Bis 120 m³/h bei 10 Pa im gekipptem Zustand, zusätzlich Spaltlüftung	Hoch Bis 70 m³/h bei 10 Pa im gekipptem Zustand, zusätzlich Spaltlüftung
Variable Gestaltungsmaße	Breite von 650–1 500 mm Höhe von 1 200–2 400 mm	Breite von 1 500–2 200 mm Höhe von 1 300–2 600 mm	Breite von 650–1 200 mm Höhe von 2 000–2 600 mm	Breite von 1 500–2 200 mm Höhe von 2 000–2 600 mm
Wärmeschutz	Wärmedämmwert U_w -Wert $\leq 0,43 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			
Bautiefen	Von 240 mm bis 255 mm			
Dekore	Innen- und Außenansicht weiß oder farbig in vielen Varianten			
Ausführung als Terrassentür	Auch als Terrassentür, auch barrierefrei mit 2 cm Flachschwelle	Auch als Stulp sowie als Terrassentür, auch barrierefrei mit 2 cm Flachschwelle	Auch als Terrassentür, auch barrierefrei mit 2 cm Flachschwelle	Auch als Terrassentür, auch barrierefrei mit 2 cm Flachschwelle

durchgeführt und vorhandene Daten vom Autor kombiniert, um einen groben Überblick über die Leistungsfähigkeit der Lösungen im Vergleich zu erhalten. Selbstverständlich erfolgt eine primäre Bewertung nach den beiden Kriterien Schalldämmvermögen (gemessen in R_w dB) einerseits und Lüftungsleistung (gemessen in ausgetauschtem m^3 Luftvolumen pro Stunde).

Die folgenden Lösungen sind eher etabliert. Sie haben Schalldämmwerte R_w typischerweise deutlich unter 30 dB aber relativ gute Belüftungseigenschaften:

- Fenster in Kombination mit einer externen Loggia,
- parallel öffnende Fenster (Ausstellfenster),
- Fenster mit äußerer Prallscheibe,
- Kippfenster mit schallabsorbierenden Fensterlaibungen,
- gekippte Fenster.

Andere gängige Lösungen sind beim Kriterium der Belüftungskapazität eher schwach. Dies sind zum Beispiel:

- Schallschutzfenster mit im Rahmen integrierten Falzlüftern,
- Schallschutzfenster mit Aufsatzlüftern.

Abb. 6 zeigt, dass das Eilenburger Hafencity-Fenster die effektivste Kombination aus hoher Schalldämmung und hohem Luftaustausch aufweist. Das Schalldämm-Maß $R_{w,p}$ in Schräglage beträgt bis zu 48 dB, während der Luft-

wechsel meist zwischen ca. 70 und 126 m^3/h liegt, was für zwei Personen mehr als ausreichend ist.

Der Außenlärmpegel kann unter Einsatz eines gekippten Eilenburger Hafencity-Fensters also nachts bis zu 76 dB betragen, ohne dass ein Innenlärmpegel von 30 dB überschritten wird.

DER AUTOR

Dipl.-Ing. (Architektur) Wolf von Trotha

ist geschäftsführender Gesellschafter der Eilenburger Fenstertechnik. Das Unternehmen entwickelt, fertigt und montiert Fenster und Türen aus Kunststoff und Aluminium und steht für hochwertige Schallschutzlösungen wie Hafencity-Fenster, Kastenfenster und sonstige Sonderlösungen für Schallschutz und Lüftung. Die Produktion ist seit über 30 Jahren in Eilenburg bei Leipzig beheimatet.

Eilenburger Fenstertechnik GmbH & Co. KG
Am Lauchberg 1
04838 Eilenburg
hcf@eilenburger-fenster.de
www.eilenburger-fenster.de

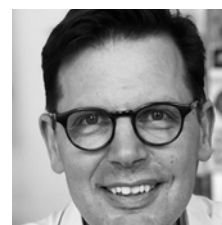




Abb. 7: Bodentiefe Hafencity-Fenster sorgen für guten Schallschutz



Abb. 8: Raumhohe Eilenburger Hafencity-Fenster mit zwei Flügeln und 39 dB Schalldämmwert (teilweise geöffnet)

Beispielprojekte aus der Praxis

Bisher hat Eilenburger Fenstertechnik mehrere tausend Hafencity-Fenster realisiert, überwiegend für Projekte im urbanen Wohnumfeld. In zahlreichen Fällen waren diese innovativen Fenster ein entscheidender Faktor, um trotz sehr lauter Umgebung eine Baugenehmigung für Wohnungen zu erhalten. Diese Vorteile und die damit verbundene Flexibilität für Planer und Bauherren gleichen die höheren Kosten pro Fenster deutlich aus.

Für ein Studentenwohnheim in Kassel, das von zwei Seiten Außenlärm ausgesetzt ist, wurden 64 Fenster für Schutzräume als Eilenburger Hafencity-Fenster ausgeführt. Der Schalldämmwert bei geneigter Position liegt bei ca. 46 dB in gekipptem Zustand.

Für eine Wohnbebauung mit 3-seitiger Lärmbelastung wurden 214 bodentiefe Eilenburger Hafencity-Fenster eingesetzt, um bei gekippten Fensterstellungen den Außenschallpegel von 66 dB auf 30 dB Innenschallpegel zu reduzieren.

In einem Wohngebiet an einer mehrgleisigen Bahnanlage in Frankfurt wurden 135 Eilenburger Hafencity-Fenster mit 39 dB Schalldämmwert (teilweise geöffnet) eingebaut.



Abb. 9: Wohnbebauung in Frankfurt an einer mehrgleisigen Bahnanlage

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Innovative Fensterlösungen, wie die Eilenburger Hafencity-Fenster, tragen maßgeblich dazu bei, den Konflikt zwischen Luft »rein« und Lärm »raus« zu entschärfen. So erleichtern sie die Herstellung einer gesunden und komfortablen Wohnung. Stadtentwicklungspotenziale in lärmbelasteten Gebieten können genutzt werden und gleichzeitig hohe Ansprüche an die Wohngesundheits erfüllt werden. Das gibt Bauherren und Planern mehr Flexibilität, während die Pläne der Stadtverwaltung zur Bereitstellung von Wohnraum leichter erfüllt werden können. Im Vergleich zu anderen passiven Schallschutzlösungen zeigen Eilenburger Hafencity-Fenster bei gekippter Fensterstellung die höchste Wirksamkeit hinsichtlich der Schalldämmung. Viele Beispiele in Deutschland belegen die hohe Akzeptanz dieser Lösung nicht nur bei Entwicklern und Besitzern, sondern auch bei den Anwendern, die einen gesunden Schlaf mit frischer Luft und ohne Lärm bestätigen.

Literatur

- [1] Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.): Hamburger Leitfaden – Lärm in der Bauleitplanung 2010. Hamburg, 2010
- [2] Strøm-Tejse, Peter et al.: The Effect of Air Quality on Sleep. 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate – Indoor Air 2014. Technical University of Denmark, 2014
- [3] Mishra, Asit et al.: Window/door opening-mediated bedroom ventilation and its impact on sleep quality of healthy, young adults. Indoor Air (2017), S. 339–351. <http://dx.doi.org/10.1111/ina.12435>
- [4] Öhrström, E.; Skånberg, A.; Svensson, H.: Effects of Road Traffic Noise and the Benefits of Access to Quietness. Dept of Environmental Medicine, Sahlgrenska Academy at Göteborg University: unveröffentlicht
- [5] DIN EN 14351-1:2016-12 Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren
- [6] Sälzer, Elmar: Eilenburger Fenstertechnik, DAGA (2012), Elmar Sälzer, Fraunhofer, Bauphysik Kalender (2014), Aereco, Winkhaus, ift Rosenheim
- [7] Kögl, Bernd: Das HafenCity-Prinzip in der Praxis. DAGA Hamburg 2023. Hamburg: Lärmkontor GmbH, 2023