

# Nürnberger Fenster - Prallscheibe mit schalldämpfenden Lüftungslamellen

Wilfried Wieland<sup>1</sup>, Sebastian Malz<sup>1</sup>, Jan Weinzierl<sup>1</sup>, Werner Schwierzock<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Wolfgang Sorge Ingenieurbüro für Bauphysik GmbH & Co. KG, 90449 Nürnberg, bauphysik@ifbSorge.de

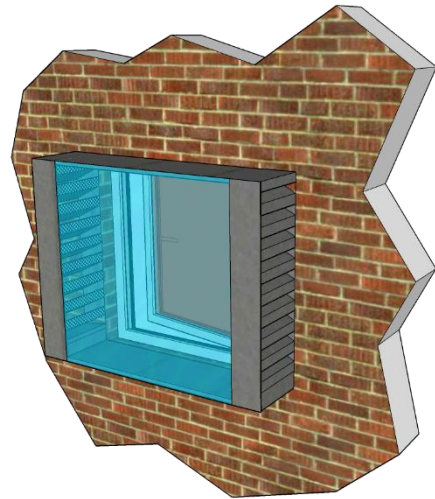
## Einleitung

Bei der aktuellen Planung eines Bauprojekts im Großraum Nürnberg ergibt sich aufgrund der angrenzenden Sportanlage eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte je nach Fensterposition zwischen 5 dB und 10 dB. Aufgrund dieser Situation hat die örtliche Behörde die Umsetzung von Schallschutzmaßnahmen angeordnet. Gängige Praktiken zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte in der Praxis beinhalten den Einbau von Kastenfensterkonstruktionen oder den Vorbau von Prallscheiben sowie Doppelfassaden. Allerdings erweisen sich die in Tabelle 1 aufgeführten Maßnahmen aufgrund der Anforderungen der 18. BImSchV [1] sowie der überschaubaren Größe des Gesamtbauvorhabens als nicht geeignet bzw. nicht zufriedenstellend. Dies resultiert aus den hohen Kosten, potenziellen Überhitzungsproblemen und der rechtlich umstrittenen Anwendung oder Handhabung durch die Behörden, beispielsweise im Zusammenhang mit der Platzierung von Prallscheiben in einem Abstand von weniger als 0,5 m vor der Fassade [2] [3] [4].

Für die Umsetzung des Bauvorhabens, das durch Sportlärm belastet ist, ist es erforderlich, eine konstruktive Maßnahme zu entwickeln, welche die planerische Lücke zwischen der Einhaltung normativer und physikalischer Vorgaben schließt, dabei jedoch eine Überdimensionierung vermeidet. Diese spezielle Konstruktion auf dem aktuellen Stand der Technik aufbauend wird im weiteren Verlauf zur Unterscheidung von ähnlichen Praxislösungen als "Nürnberger Fenster" bezeichnet.

Das Nürnberger Fenster ist als Prallscheibe mit seitlich angeordneten schalldämpfenden Lüftungslamellen konzipiert. Es vereint damit die erforderliche Reduzierung des Schalldruckpegels, mit den zwei entscheidenden Nebeneigenschaften zur Gewährleistung gesunder Wohnverhältnisse - einem weitestgehend uneingeschränkten Sichtbezug nach außen und einer natürlichen Belüftung. Die Flexibilität der Konstruktion ermöglicht die individuelle Anpassung des Scheibenzwischenraums sowie der

Lüftungslamellen, um ein breites Spektrum akustischer und lüftungstechnischer Anforderungen zu erfüllen.



**Abbildung 1:** Schematische 3D-Darstellung des Nürnberger Fenster

## Konstruktiver Aufbau und grundlegende Eigenschaften

Der konstruktive Aufbau des Nürnberger Fensters ist in den Abbildungen 1,2 und 3 schematisch dargestellt. Es setzt sich aus einem feststehenden Glaselement parallel zur Fassade der Prallscheibe - sowie schalldämpfenden Lüftungslamellen (Lochblechgitter mit absorbierender Einlage) entlang der vertikalen zur Fassade orthogonalen Öffnungsflächen zusammen. Aufgrund des Schlagregenschutzes erfolgt die Schallabsorption durch die Lamellen ausschließlich an der Unter- und Innenseite. Eine wetterfeste Blechbekleidung ist am oberen und unteren Abschluss angebracht. Optional kann zur weiteren Verbesserung der Schallabsorption die Unterseite des Sturzbereichs zusätzlich schallabsorbierend

**Tabelle 1: Vor- und Nachteile gängiger schallschutztechnischer Lösungen im gegenseitigen Vergleich (+ vorteilhaft, 0 neutral, - nachteilig)**

Konstruktion	Überhitzungsschutz	Außenbezug	Schallpegelreduktion	Kosten
Prallscheibe	-	+	-	+
Doppelfassade	0	0	0	-
Kastenfenster (Hafencity-Fenster)	+	-	+	0

ausgeführt werden. Für die Abschätzung der Schalldämpfung der Lamellen können Herstellerangaben (zum Beispiel [5]) und als grobe Annäherung auch die Piening-Formel [6] herangezogen werden. Abhängig von der Breite, Tiefe und Elementlänge ergeben sich unterschiedliche Werte für die spektrale Einfügungsdämpfung bzw. letztlich für den im Zwischenraum entstehenden Schalldruckpegel. Eine präzise Quantifizierung der Pegelreduktion erfordert den Einsatz detaillierter akustischer Simulationen oder messtechnischer Untersuchungen, da vereinfachende Formeln nicht alle Randbedingungen (wie Durchstrahleffekte, Modenausbildung usw.) berücksichtigen. Darüber hinaus vermeidet das Nürnberger Fenster durch die gegenüberliegende Positionierung der schalldämpfenden Lüftungslamellen eine Überhitzung des Zwischenraums.

### Einordnung

Im Rahmen der Umsetzung des Bauvorhabens im Umland von Nürnberg ist es erforderlich, eine konstruktive, wirtschaftliche Lösung zu verwenden, die im angemessenen Maße dimensioniert ist und die Einhaltung der Immissionsrichtwerte gewährleistet. Zur Abschätzung der im Scheibenzwischenraum auftretenden Schalldruckpegel wird zunächst die Schallpegeldifferenz mithilfe der Piening-Formel ermittelt, gefolgt von der Bestimmung des Scheibenzwischenraumpegels auf Grundlage der DIN EN 12354 [7]. Unter den vorliegenden Randbedingungen, darunter Lamellen mit Lochblechgitter und 20 mm absorbierender Einlage und den Lamellendimensionen mit einer Elementlänge von 200 mm, einer Spalthöhe von 100 mm, einer Spaltbreite von 550 mm sowie einer Fensterhöhe und -breite von 1 m, beträgt die erreichbare Schallpegeldifferenz etwa 14 dB. Bei zunehmender Elementlänge würde die Pegeldifferenz zwischen Außenlärm- und Scheibenzwischenraumpegel sich weiter

erhöhen. Eine zusätzliche Optimierung über die Spaltbreite und -höhe ist ebenfalls möglich.

Die Gewährleistung einer ausreichenden Querlüftung des Zwischenraums begrenzt jedoch die technisch erreichbare Pegelminderung, da eine Querschnittverengung eine Erhöhung des Strömungswiderstandes hervorruft, sodass eine ganzheitliche Betrachtung zu empfehlen ist.

Ein direkter Vergleich des Nürnberger Fensters mit gängigen Konstruktionen wie Prallscheiben [8], Doppelfassaden [9] oder Kastenfensterkonstruktionen [10] ist nur bedingt möglich. Prallscheiben erreichen üblicherweise unter standardisierten Messbedingungen Schallpegelreduktionen im Bereich von 5 bis 10 dB [11]. Die Leistungsfähigkeit von Kastenfenstern im teilgeöffneten Zustand hängt von der Schallabsorptionsfläche entlang des Ausbreitungsweges ab [12]. Kastenfenster mit hochabsorbierender Auskleidung erreichen im gekippten Zustand Schalldämm-Maße in der Größenordnung von etwa 20 dB [12], während Hafencity-Fenster-Konstruktionen sogar deutlich über 20 dB aufweisen können [13].

Es existieren weiterhin Prallscheiben mit Lüftungsfügeln in ähnlicher Form. Eine Lösung in Form einer Prallscheibe mit integriertem vertikalen schalldämpfenden Lüftungsspalt wird in [14] vorgestellt. Allerdings weist [14] auch auf den weiteren Forschungsbedarf in Bezug auf Überhitzung und ausreichende Lüftung dieser Konstruktion hin. In [3] wird als Ausführungsbeispiel ebenfalls die Anwendung eines feststehenden Glaselements mit seitlicher Lüftungsöffnung dargestellt. Die Integration schalldämpfender Lüftungslamellen beim Nürnberger Fenster erweitert die akustische Bandbreite und erweist sich in der theoretischen Vorbetrachtung als besonders vorteilhaft. Eine präzise Quantifizierung der technischen Eigenschaften des Nürnberger Fensters wird im Rahmen der baulichen Umsetzung und deren Abnahme im konkreten Bauvorhaben erwartet.



Abbildung 2: Schematische Schnittdarstellung des Nürnberger Fensters

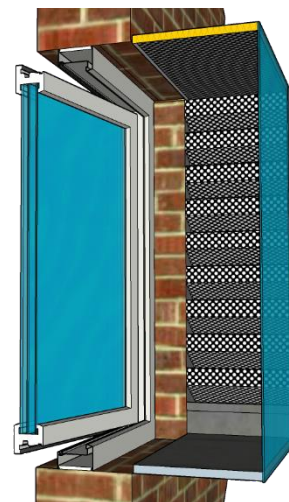


Abbildung 3: Schematische Schnittdarstellung des Nürnberger Fensters

**Tabelle 2: Vor- und Nachteile gängiger schallschutztechnischer Lösungen im direkten Vergleich mit dem Nürnberger Fenster (+ vorteilhaft, 0 neutral, - nachteilig)**

Konstruktion	Überhitzungsschutz	Außenbezug	Schallpegelreduktion	Kosten
Nürnberger Fenster	0	0	0	0
Prallscheibe	-	+	-	+
Doppelfassade	0	0	0	-
Kastenfenster (Hafencity-Fenster)	+	-	+	0

In Tabelle 2 erfolgt die Einordnung des „Nürnberger Fensters“ anhand der Konstruktionen aus Tabelle 1. Mit einer theoretisch vorab ermittelten Pegelreduktion im Scheibenzwischenraum von etwa 14 dB erzielt das Nürnberger Fenster eine bedeutende Schallpegelminderung und positioniert sich somit zwischen den etablierten Konstruktionen Prallscheibe und Kastenfenster. Hinsichtlich des Außenbezugs und Überhitzungsschutzes liegt das Nürnberger Fenster ebenso zwischen den gängigen Schallschutzmaßnahmen. Durch die ausgewogene Kombination dieser Eigenschaften trägt die Konstruktion dazu bei, die planerische Lücke zu schließen.

Das Nürnberger Fenster kann rechtlich als aktive Schallschutzmaßnahme ähnlich einer Prallscheibe eingeordnet werden und bietet daher im Kontext der Anwendung der TA Lärm [15] oder der 18. BImSchV eine rechtlich gesicherte Lösung, da der Immissionsort im Rahmen der Verbreiterung der schalldämpfenden Lüftungslamellen 0,5 m vor dem geöffneten Fenster situiert werden kann.

## Ausblick

Das Nürnberger Fenster erweitert das Portfolio an schallschutztechnischen Lösungen und lässt aufgrund der konstruktiven Flexibilität, des guten Außenbezugs und nicht zuletzt aufgrund der vorteilhaften Durchlüftung eine breite Akzeptanz erwarten. Die Umsetzung der Sonderkonstruktion im Rahmen eines Referenzprojektes erfolgt derzeit. Die geplanten Abnahmemessungen ermöglichen die Validierung der Berechnungsansätze und lassen weitergehendes Optimierungspotential erwarten. Des Weiteren ist die ergänzende Durchführung von Strömungssimulationen geplant, um den Aspekt der Belüftung und des Überhitzungsschutzes für den Sommerfall unter dynamischen Randbedingungen zu bewerten.

Besonders im Hinblick auf die Weiterentwicklung dieser Konstruktion wird die Zusammenarbeit mit Industriepartnern angestrebt. Die vorliegende Vorstellung des Nürnberger Fensters dient als Impuls für fachliche Diskussionen und soll zur Weiterentwicklung einer praxisnahen Lösung beitragen.

## Literatur

[1] Achtzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Sportanlagenlärmschutzverordnung - 18. BImSchV), 1990.

- [2] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen - Stadt Berlin, Berliner Leitfaden - Lärmschutz in der verbindlichen Bauleitplanung 2021, 2021.
- [3] Stadtplanungsamt und Bauaufsicht Frankfurt am Main, Arbeitshilfe zur Beurteilung gesunder Wohnverhältnisse - Schallimmissionen, 2017.
- [4] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Gewerbelärm bei heranrückender Wohnbebauung, 2021.
- [5] rotec, „Technisches Datenblatt zu schalldämmenden Lüftungsgittern W447/150 und W447/225,“ Berlin, 2023.
- [6] H. Fuchs, Schallabsorber und Schalldämpfer, 2007.
- [7] DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), „Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie,“ 2017.
- [8] S. Koch, P. Teller, S. Mehra, L. Weber und D. Brandstetter, „Zur Schalldämmung von zweischaligen Fassaden und "Prallscheiben",“ 2001.
- [9] E. Sälzer, „SCHALLSCHUTZ MIT FASSADEN - Es muss nicht immer die Doppelfassade sein!“, in 2. Weimarer Bauphysiktage, Weimar, 2002.
- [10] Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt - Hamburg, Schallschutz bei teilgeöffneten Fenstern, 2011.
- [11] Abel Metallsysteme GmbH & Co. KG, Planungshandbuch TK 17-02, 2023.
- [12] Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Freie und Hansestadt Hamburg, „Schalltechnisches Nachweisverfahren für teilgeöffnete Fenster,“ [Online]. [Zugriff am 2023].
- [13] Fa. Eilenburger Fenstertechnik GmbH & Co. KG, Eilenburger Hafencity-Fenster - Ausgewählte Prüfzeugnisse, 04/2020.
- [14] B. Rasmussen, „Experiences with sound insulation open windows in traffic noise exposed housing,“ internoise, 2015.
- [15] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm), 1990/2017.