



IBP-MITTEILUNG

567

47 (2020) NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE, KURZ GEFASST

Carolin Gold, Mark Koehler, Sven Öhler

AKTIVE STADTLÜFTUNG IN VORGEHÄNGTEN HINTERLÜFTETEN FASSADEN ENTWICKLUNG EINES DEMONSTRATORS

EINLEITUNG

Die Luftqualität in den meisten Städten Europas hat sich in den letzten Jahrzehnten schrittweise verbessert. Gemessen an den geltenden Grenz- und Zielwerten für Luftschadstoffe liegt jedoch noch immer eine gesundheitsgefährdende Schadstoffbelastung der Außenluft vor. In Deutschland sind insbesondere die Konzentrationen von Stickstoffdioxid und Feinstaub zu hoch [1].

Im Jahr 2013 stuft das internationale Krebsforschungszentrum der Weltgesundheitsorganisation die Außenluftverschmutzung und Feinstaubbelastung als krebserregend ein. Dies bedeutet, dass auf lokaler, regionaler und globaler Ebene Maßnahmen zur Senkung der Außenluftverschmutzung getroffen werden müssen [2].

Im innerstädtischen Bereich wird deshalb bereits der Einsatz lokal aufgestellter Filteranlagen zur Minderung der Feinstaubbelastung untersucht. Mögliche Aufstellflächen hierfür sind allerdings sehr begrenzt. Daher sind neue Konzepte notwendig, die mit vergleichsweise geringem Platzbedarf in die bestehende Umgebung integriert werden können. Daraus ergibt sich das Forschungsziel, aktive Stadtlüftungssysteme mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF) an bestehenden Gebäuden zu kombinieren. Vor allem in besonders belasteten Gebieten ließe sich so gezielt und effizient zur Reduktion der Luftverschmutzung beitragen.

Im Folgenden wird ein Demonstrator zur aktiven Stadtlüftung in einer VHF vorgestellt (siehe Bilder 1 bis 4).

KONSTRUKTION DES DEMONSTRATORS

Die Fassade mit integrierter Stadtlüftung wurde modular aufgebaut. Im unteren Bereich befinden sich Ventilatoren (Modul B), mit denen Luft über ein geeignetes Filtersystem (Modul C) angesaugt wird. Die gefilterte Luft wird in der Fassade über eine Höhe von drei Metern (ca. ein Geschoss) an akustisch und wärmetechnisch wirksamen Elementen (Module A) vorbeigeführt, umgelenkt und wieder an die Umgebung abgegeben. Der modulare Aufbau des Demonstrators entstand zunächst aus rein praktischen Gründen. Nach und nach zeigten sich weitere Vorteile, so dass auch in einer künftigen Umsetzung diese Bauweise sinnvoll sein könnte. Der Demonstrator kann, zerlegt in seine Einzelteile, leicht transportiert werden. Neben der Anpassung der schall- und wärmetechnischen Eigenschaften der Fassade durch Austausch oder Kombination unterschiedlicher Module A bieten sich nicht zuletzt auch Designmöglichkeiten, die eine gestalterische Integration in den bestehenden Gebäudekontext möglich machen.

Die einzelnen Module haben ein einheitliches Maß von 130 mal 60 Zentimetern, womit die Gesamthöhe zwischen 1,95 Metern und 3,75 Metern variiert werden kann.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00
info@ibp.fraunhofer.de

Standort Holzkirchen
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley
Telefon +49 8024 643-0

www.ibp.fraunhofer.de

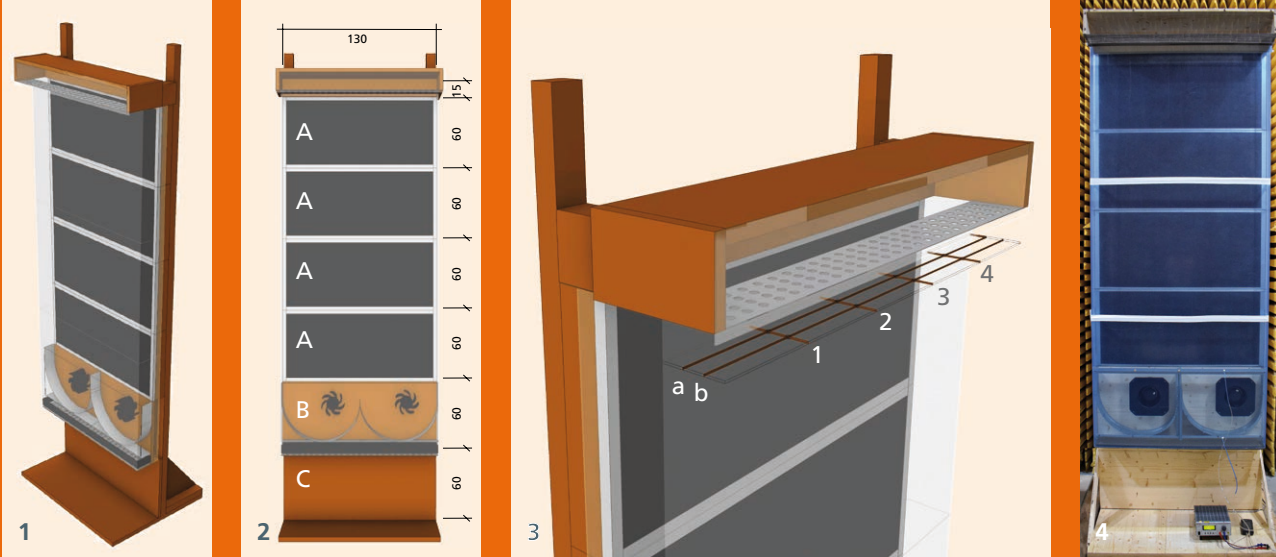
Das Vorhaben wurde gefördert vom
Bundesministerium für Bildung und Forschung
(BMBF) – Förderkennzeichen 01LR1725A.

Literatur

[1] Umweltbundesamt: Luftschadstoffe im Überblick [online 21.3.2020] [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-im-ueberblick>.

[2] WHO-Regionalbüro für Europa: Überwindung der Luftverschmutzung zum Schutz der Gesundheit: Weltumwelttag 2019 [online 5.6.2019] [Zugriff am 16.11.2020]. Verfügbar unter: <https://www.euro.who.int/de/health-topics/environment-and-health/pages/news/news/2019/6/beat-air-pollution-to-protect-health-world-environment-day-2019>.

[3] DIN 24041:2002-12, Lochplatten-Maße.



Die Module A, B und C werden im Folgenden genauer beschrieben (s. auch Bild 2).

- **A:** Schall- und wärmedämmende Module oberhalb der Ventilatoren, hier mit vlieskaschierter Mineralwolle, als klassischer Bestandteil einer VHF.
- **B:** Ventilator-Modul mit zwei Ventilatoren für die Erzeugung des erforderlichen Luftvolumenstroms durch die Fassade, für Wartungszwecke im unteren Bereich des Demonstrators angeordnet.
- **C:** Modul zur Aufnahme geeigneter Filtermedien. Für höchstmögliche Wirkung decken diese den gesamten Lüftungsquerschnitt ab. Zudem sind die Filter für die Reinigung leicht zugänglich installiert.

Zur sichtseitigen Verkleidung der Fassade wurden drei Acrylglas-Profile montiert. Die transparente Verkleidung ermöglicht später z. B. die optische Beurteilung der Strömungsverhältnisse im Hinterlüftungsraum. Sie messen 130 mal 100 mal 23 Zentimeter bei einem Abstand von der Wärmedämmung von 15 Zentimetern. Für die Wirksamkeit der Filterfunktion hat die Verkleidung der Fassade keine Bedeutung. Bei der späteren Umsetzung kann die Sichtseite vielseitig gestaltet werden, z. B. mit Holz, Metall, Faserzementplatten oder begrünt. Sogar eine akustisch wirksame Bekleidung zur Außenlärmabsorption ist möglich, da Lärm und Luftschadstoffe oft zusammen auftreten und durch enge Bebauung verstärkt werden

Der Ausblasbereich der Fassade ist bereits praxistauglich ausgebildet, auftreffender Niederschlag wird abgeleitet. Ein Lochblech nach DIN 24041 [3] Rv 5-7 mit freier Lochfläche von 46 Prozent verhindert im Ansaug- und Ausblasbereich das Eindringen von Insekten, Kleintieren und anderem.

VALIDIERUNGSMESSUNG

Im ersten Schritt wurde untersucht, ob mit Auswahl und Anordnung der Ventilatoren ein ausreichender Luftvolumenstrom zu erzeugen ist. Dabei muss sowohl der Widerstand der Luftsäule im Hinterlüftungsbereich der Fassade, als auch der Strömungswiderstand des Filters überwunden werden. Nach der rechnerischen Abschätzung folgten zunächst die Messungen am Aufbau ohne installierte Filter. Der Arbeitspunkt der Ventilatoren wurde hierfür mit der Drehzahl von 3033 U/min eingestellt, um eine gewünschte statische Druckerhöhung im Hinterlüftungsbereich von $p_{\text{stat}} = 150 \text{ Pa}$ zu erreichen.

Zur Überprüfung der berechneten Druckerhöhung wurde ein Differenzdrucksensor verwendet, wobei sich ein statischer Druck (senkrecht zur Strömungsrichtung nach dem Ventilator) von $p_{\text{stat}} = 170 \text{ Pa}$ einstellte.

Mittels eines Flügelradanemometers erfolgte anschließend die Messung der Strömungsgeschwindigkeit im Ausblasbereich. Die acht Messpunkte (Bild 3) lagen dabei in einem Abstand von fünf Zentimetern zum Lüftungsgitter, wobei in der Breite alle 26 Zentimeter (Linien 1 bis 4) und in der Tiefe alle fünf Zentimeter (Linien a und b) gemessen wurde. Insgesamt ergibt sich eine gemittelte Gesamtgeschwindigkeit von $v = 3,8 \text{ m/s}$ und daraus ein Gesamtvolumenstrom von etwa $V = 2670 \text{ m}^3/\text{h}$. Der prognostizierte Wert von $V = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$ wird also nicht ganz erreicht. Die Abweichungen resultieren teilweise aus den Verwirbelungen im Hohlraum der vorgehängten Fassade. Möglichkeiten zur Optimierung bestehen an der derzeit dreiteiligen Verkleidung mit Acrylglas-Elementen und dem daraus resultierenden Druckverlust an den Stoßfugen.

Mit Hilfe der Anlagenkennlinien der Ventilatoren kann nun der Betriebspunkt beim Einsatz von Filtern mit verschiedenen Strömungswiderständen abgeschätzt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Luftbelastung durch Stickstoffdioxid und Feinstaub ist in vielen Städten deutlich zu hoch. Kurz- und mittelfristige Lösungen zur Schadstoffreduktion sind insofern gefragt, als ein Rückgang z. B. der Verkehrszahlen in den Innenstädten nicht absehbar ist. Erste Ansätze verfolgen die Möglichkeit, die Schadstoffe aus der Luft herauszufiltern. Das größte Hindernis scheint hier, die notwendigen (Filter-)Flächen bereitzustellen, die sich sowohl effizient als auch optisch ansprechend in den Gebäudebestand integrieren lassen.

Große verfügbaren Flächen bieten Gebäudefassaden, die mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF) verkleidet werden können. Auf der Basis des prinzipiell typischen Aufbaus einer VHF wurde ein Demonstrator entwickelt, der zeigt, wie zukünftig Schadstoffe aus der Umgebungsluft gefiltert werden können. Die Parameter für die Integration der Lüftungs- und Filtertechnik wurden prognostiziert und anhand von Validierungsmessungen bestätigt. Die am Versuchsaufbau ermittelten Ergebnisse, die zunächst ohne ein Filtersystem durchgeführt wurden, qualifizieren den Demonstrator für den Einsatz zur aktiven Stadtlüftung.

Im nächsten Schritt muss die Filterwirkung durch die Auswahl der Filtersysteme und deren Konfiguration im Aufbau optimiert werden. Darüber hinaus ist die Erweiterung des Demonstrators für den Einsatz zur Verbesserung des Schallschutzes geplant. Das derzeitige Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Ausgestaltung der VHF als schallabsorbierende Fassade.

- 1 *Prototyp, schematische Gesamtansicht.*
- 2 *Modultypen und Maße.*
- 3 *Messpunkte an Kreuzung der Linien 1-4 mit Linien a + b.*
- 4 *Der funktionsfähige Demonstrator.*