

Optimale Position von Abluftöffnungen

Vorhaben Nr. L274

Optimierte Positionierung der Abluft zur Verbesserung der Lüftungseffektivität und Energieeffizienz bei turbulenter Mischlüftung

Abschlussbericht

Kurzfassung:

Turbulente Mischlüftung ist die am weitesten verbreitetste Luftführungsart in Gebäuden. Abhängig von der Art und Position der Stofflasten sowie der Struktur der Raumluftströmung hat die Abluft erheblichen Einfluss auf die Verteilung und Abfuhr von Kontaminationen aus Bauprodukten oder von Menschen im Raum. Das für Mischluftsysteme typische Strömungsbild ist geprägt von einer Luftbewegung, die den gesamten Raum erfassen soll. Die vollständig homogene Verdünnung der Stoffkonzentrationen ist jedoch der Idealfall, der in realen Lüftungssituationen nicht erreicht werden kann. Häufig ist die lokale Lüftungswirksamkeit an vielen Orten im Raum deutlich geringer als im Idealfall. Die Konzentration der Kontaminationen steigt dort lokal an. Daneben können Strömungskurzschlüsse zwischen Zu- und Abluft auftreten, was die mögliche Lüftungseffektivität reduziert und einen energetischen Verlust darstellt. Durch gezielte Positionierung der Abluftöffnungen können zum einen die Stagnationsgebiete aufgelöst werden und zum anderen Strömungskurzschlüsse verhindert werden. Innerhalb des Forschungsvorhabens wird daher der Einfluss von Position und Anzahl der Abluftöffnungen auf die Lüftungswirksamkeit bei verschiedenen Luftführungssystemen für turbulente Mischlüftung untersucht. Die weiteren Einflussparameter, Lastzustand sowie Stärke und Position von Wärme- und Kontaminationsquellen werden ebenso berücksichtigt. Zur Untersuchung werden sowohl experimentelle Messungen in einem Strömungslabor als auch detaillierte CFD-Simulationen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen strukturiert den Einfluss der Abluftposition nach zwei unterschiedlichen Bewertungskriterien für die Lüftungseffektivität und geben Planungsregeln und Ausführungsempfehlungen für die Positionierung und Auslegung der Abluftöffnungen für KMU.

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist erreicht worden.

Laufzeit: 01.01.2019 – 31.01.2022

Fördergeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz /
Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V.
(BMWK/AiF)

Fördernummer(n): IGF 20440 N

Forschungsstelle(n): Hermann-Rietschel-Institut (HRI), Technische Universität Berlin
Leiter: Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel

Bearbeiter und Verfasser: Dipl.-Ing. Gerrid Brockmann (HRI)
Dipl.-Ing. Anne Hartmann (HRI)
Prof. Dr. Martin Kriegel (HRI)

Projektkoordination/projektbegleitender Ausschuss: Dipl.-Ing. Thomas Harms (ehemals Wildeboer Bauteile GmbH)

Vorsitzender wiss. Beirat: AG RLT-TGA
Dr.-Ing. Michael Kohlhaas (Siegenia-AUBI KG)

Danksagung

Dieser Bericht ist das wissenschaftliche Ergebnis einer Forschungsaufgabe, die von der Forschungsvereinigung für Luft- und Trocknungstechnik (FLT) e. V. gestellt und am Hermann-Rietschel-Institut (HRI) der Technischen Universität Berlin unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel bearbeitet wurde.

Die FLT dankt Professor Martin Kriegel und den wissenschaftlichen Bearbeitern Dipl.-Ing. Anne Hartmann und Dipl.-Ing. Gerrid Brockmann für die Durchführung des Vorhabens sowie der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) e. V. für die finanzielle Förderung. Das Vorhaben wurde von einem Arbeitskreis der FLT unter der Leitung von Dipl.-Ing. Thomas Harms (Wildeboer Bauteile GmbH) begleitet. Diesem projektbegleitenden Ausschuss gebührt unser Dank für die große Unterstützung.

Das Forschungsvorhaben wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF-Nr. 20440 N) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) e. V. aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk
Mittelstand



Industrielle
Gemeinschaftsforschung



Inhaltsverzeichnis

1	Executive Summary	7
1.1	Executive Summary (DE)	7
1.2	Executive summary (EN)	7
2	Einleitung	8
2.1	Motivation	8
2.2	Ziel	10
2.3	Arbeitspakte und Zeitplan	10
3	Stand der Technik und Forschung	12
3.1	Strömungsstruktur	12
3.2	Lüftungseffektivität	15
4	Prüfstand und Messtechnik	19
4.1	Kalibrierung des Abluftsystem	20
4.2	Kalibrierung des Zuluftsystems	22
4.3	Particle Streak Tracking (PST)	23
4.4	Spurengasmesstechnik	25
5	Numerisches Modell	27
6	Experimentelle Ergebnisse und Validierung des numerischen Modells	29
7	Parameterstudie	33
7.1	Methode	33
7.2	Ergebnisse	34
7.2.1	LACI	34
7.2.2	Korrelation ACE - CRE	36
7.2.3	CRE	38
7.2.4	Abstand CRE	41
8	Sonstige Einflüsse	43
8.1	Heizlastverteilung	43
8.2	Mehrere Drallluftdurchlässe	44
8.3	Strömungshindernisse	45
8.4	Anzahl Abluftdurchlässe	45
9	Energetische Betrachtung	48
10	Zusammenfassung und Ausblick	51
10.1	Limitierungen	51
10.2	Handlungsempfehlungen	52
10.3	Ausblick	54
11	Anhang	55
	Literaturverzeichnis	55
11.1	Abbildungsverzeichnis	56
11.2	Tabellenverzeichnis	58
11.3	Übersicht Messungen Alter der Luft	59

11.4 Übersicht Messungen Turnover time	60
11.5 Ergebnisse der numerischen Parameterstudie: LACI.....	61
11.6 Ergebnisse der numerischen Parameterstudie: CRE	62