

Thomas Kirmayr

High Tech Membranen zur energiesparenden und hygienischen Raumluftbefeuchtung

F 3073

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2018

ISBN 978-3-7388-0240-5

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Prof. Dr. Philip Leistner
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

IBP-Bericht EER 014/2017/953

HIGH TECH MEMBRANEN ZUR ENERGIESPARENDE UND HYGIENISCHEN RAUMLUFTBEFEUCHTUNG

Durchgeführt im Auftrag des
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
(BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumord-
nung (BBR)

Der Bericht umfasst
94 Seiten Text
11 Tabellen

*Auszugsweise Veröffentlichung nur mit
schriftlicher Genehmigung des Fraun-
hofer-Instituts für Bauphysik gestattet*

75 Abbildungen

Thomas Kirmayr

Valley, 7. Dezember 2017

„Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau-
des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. (Aktenzei-
chen: 10.08.18.7-15.03)“

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.“ ¶

Abteilungsleiter



Prof. Dr.-Ing.
Gunnar Grün

Gruppenleiter



MBA
Thomas Kirmayr

Kurzfassung

Eine zu geringe Luftfeuchte zählt nachweislich zu den häufigsten Beschwerdegründen hinsichtlich des Raumklimas in Bürogebäuden. Auch im privaten Umfeld treten aufgrund der steigenden Anwendung mechanischer Lüftungsanlagen zur Wärmerückgewinnung die Probleme mit zu trockener Raumluft in den Wintermonaten an. Eine zu niedrige Luftfeuchte erhöht das Risiko von Erkrankungen, da eine Unterversorgung der Schleimhäute die Ansiedlung von Keimen und Viren begünstigt.

Die heute am Markt verfügbaren Lösungen zur Raumluftbefeuchtung sind alleamt mit einem sehr hohen technischen wie auch energetischen Aufwand verbunden. Im Rahmen eines Forschungsprojektes zur Verbesserung des Raumklimas in einem Flugzeug kamen High-Tech-Membrane aus der Produktgruppe der „Ionomere“ zum Einsatz, welche ein großes Wasserdiffusionspotential zeigen. Aufgrund der Materialeigenschaften erscheint theoretisch sogar eine Befeuchtung bei Umgebungstemperaturen als möglich.

Das Ziel dieser Untersuchung lag demzufolge in der Untersuchung der Verwendbarkeit sowie der Ermittlung der Leistungskennwerte dieser High-Tech-Membranen zur Raumluftbefeuchtung in Gebäuden. Zu diesem Zweck wurden gemeinsam mit den Industriepartnern insgesamt 6 Funktionsmuster für unterschiedliche Einsatzzwecke entwickelt, hergestellt und vermessen.

Als für die technischen Anwendungen am besten geeigneter Vertreter der Gruppe der Ionomere wurde die Membrane VANADion® identifiziert. Zum Vergleich wurden weitere heute verfügbare Membranlösungen mit ähnlichen Leistungspotential herangezogen. Diese bestanden sowohl in gängigen textilbasierten Lösungen (z.B. GORE-Tex®) bzw. Lösungen aus dem Baubereich (z.B. Tyvek®).

In allen durchgeführten Messreihen konnte VANADion® ein sehr hohes Befeuchtungspotential sowie eine sehr gute technische Anwendung in den entwickelten Funktionsmustern nachweisen. Als Ziel wurde eine Erhöhung der relativen Luftfeuchte um etwa 10 Prozent ausgegeben. Grund dafür ist eine Startbedingung von 20 Prozent relativer Raumluftfeuchte, wie sie in unseren Breiten bei niedrigen Außentemperaturen auftritt und einem Zielwert von 30 Prozent, der das Minimum der als behaglich wahrgenommenen relativen Luftfeuchte bildet.

Zwei Lösungen zum direkten Einbau in den Luftstrom einer mechanischen Lüftungsanlage erreichten jeweils eine Erhöhung von ca. 5-7 Prozent relativer Feuchte, jedoch bei einer sehr geringen wirksamen Übertragungsfläche der Membran. Diese kann leicht durch Verlängerung der Befeuchtungskomponente erhöht werden. Ein weiteres dezentrales Lösungsmuster überzeugte trotz sehr kompakter Bauweise als Aufsatz für einen einreihigen Standardheizkörper durch den Verzicht auf jeglichen technischen Antrieb und zusätzlicher Heizleistung, da es ausschließlich den vom Heizkörper erzeugten Konvektionsstrom so-

wie die dort verfügbare Wärme zur Befeuchtung nutzt. Diese Lösung kann sehr einfach nachgerüstet werden.

Hinsichtlich der Lufthygiene konnte festgestellt werden, dass die Membran einen sicheren Schutz gegen die Übertragung von Belastungen aus dem Befeuchtungswasser in die Luft bildet. Auf der luftseitigen Oberfläche können sich jedoch bei geringer Durchlüftung (z.B. Stillstand ohne Wasserabschluss) und einer sehr langen Verwendung ohne Reinigung oder Austausch der Membran Verunreinigungen bilden. Insgesamt wurden trotz sehr hohen Belastungen in den Testbedingungen nur sehr geringe Mengen an Keimen festgestellt. Wurden bestimmte Wartungszyklen beachtet, konnten keinerlei Keimbelastungen an den Oberflächen nachgewiesen werden. Aufgrund der hohen Säurestabilität der Membran ist eine Reinigung einfach durchführbar. Durch entsprechende zusätzliche keimtötende Beschichtungen der Membranoberfläche könnte die Standzeit ohne Wartung zusätzlich erhöht werden.

Die im Vergleich untersuchten weiteren Membranlösungen aus dem Textil- und Baubereich wiesen im ersten Fall deutliche hygienische Probleme und im zweiten niedrigere Leistungswerte als VANADion® auf.

Insgesamt weisen die untersuchten Lösungen daher ein sehr interessantes Umsetzungspotential für eine industrielle Anwendung auf. Die entwickelten Funktionsmuster belegen die Möglichkeit einer zentralen Verwendung in klassischen Lüftungsanlagen sowie einem dezentralen manuellen Einsatz in Kombination mit einem Heizkörper. Gerade die letzte Variante besticht durch die Einfachheit und Wirkung und könnte in einer industriellen Anwendung noch weiter optimiert werden.

Inhalt

1	Ausgangssituation und Problemstellung	6
1.1	Hintergrund	6
1.2	Problemstellung	7
1.2.1	Normative Verweise und neue Studien	7
1.2.2	Problemursachen	11
1.2.3	Folgen zu geringer Luftfeuchte	13
1.2.4	Technische Problemstellung	15
1.3	Stand von Wissenschaft und Technik	16
1.3.1	Physikalische Befeuchtungsprinzipien	16
1.3.2	Systeme und Anwendungen der Luftbefeuchtung	17
1.3.3	Neue innovative Technologien	23
2	Anforderungen und Ziele	24
3	Ermittlung von Leistungskennwerten	27
3.1	Basiskenngrößen	27
3.2	Entwicklung und Herstellung geeigneter Funktionsmuster	30
3.2.1	Funktionsmuster 1 – Flächig aufgespannte Membrane	30
3.2.2	Funktionsmuster 2 – Prüfkörper für Textil-Membrane	31
3.2.3	Funktionsmuster 3 – Rohrförmiger Prüfkörper zur kontinuierlichen Luftdurchströmung mit DN 110	32
3.2.4	Funktionsmuster 4 - Rohrförmiger Prüfkörper zur kontinuierlichen Luftdurchströmung mit DN 160	33
3.2.5	Funktionsmuster 5	34
3.2.6	Funktionsmuster 6 – Luft zu Luft Befeuchtung	35
3.3	Eingesetzte Messtechnologie	35
3.4	Versuchsaufbauten	41
3.4.1	Emissionsprüfkammer - VCE1000	41
3.4.2	Versuchsaufbau zur zentralen Luftbefeuchtung	43
3.4.3	Versuchsaufbau zur Untersuchung der Langzeitwirkung sowie des Einflusses unterschiedlicher Wasserqualitäten	45
3.4.4	Versuchsaufbau zur Dezentralen Luftbefeuchtung	45
3.4.5	Versuchsaufbau zur Luft-zu-Luft Befeuchtung	48
3.4.6	Versuchsaufbau zur Beurteilung der Lufthygiene	48
4	Messreihen und Ergebnisse	48
4.1	Orientierende Vorversuche in der Emissionsprüfkammer	48
4.2	Vergleichende Messung textilbasierter Membranmaterialien	50
4.3	Ergebnisse der Befeuchtungsleistung des Funktionsmusters 3 mit VANDion®	52

4.4	Ergebnisse der Untersuchung zur Langzeitwirkung mit Funktionsmuster 4	55
4.5	Untersuchungsergebnisse für die Tyvek®-Membran im Funktionsmuster 4	57
4.6	Messergebnisse der dezentralen Anwendung mit dem Funktionsmuster 5	58
4.7	Messergebnisse der Luft-zu-Luft Befeuchtung	63
4.8	Notwendige Wartungs- und Reinigungszyklen	67
4.8.1	Langzeiteffekte auf die Befeuchtungsleistung mit Variation der Wasserqualität	67
4.9	Untersuchungen zur Lufthygiene	69
4.9.1	Aufgabenstellung	69
4.9.2	Prüfaufbau	69
4.9.3	Prüfmethodik und -durchführung	70
4.9.4	Ergebnisse der Untersuchungen	73
4.9.5	Fazit	79
4.10	Berechnungs- und Simulationsmodell	79
5	Ergebnisinterpretation	86
6	Verwertungsplan	87