

Weiterentwicklung des Geruchsmessverfahrens für Bauprodukte (Teil II): Anwendung eines Adapters und vereinfachtes Bewertungsverfahren

S. Brandt, F. Brozowski, W. Horn, W. Plehn, B. Müller

ZUSAMMENFASSUNG Zur Weiterentwicklung der Probenpräsentation wurde ein Adapter entwickelt, der Emissionsprüfkammer und Bewertungstrichter miteinander verbindet und dadurch eine der direkten Messung vergleichbare Geruchsbewertung ermöglicht. Die analytischen Messungen zeigen, dass es kaum Unterschiede in der Zusammensetzung der Probenluft in der Kammer im Vergleich zum Probenbehälter gibt. Bei den olfaktorischen Messungen kam es jedoch bei der Bewertung der Probenluft mithilfe des Adapters zu Minderbefunden. Anschließende Untersuchungen zeigten, dass beim Ausschalten des Geräts Umgebungsluft über den Trichter in den Adapter strömt und zu einer Verdünnung der Probenluft führt. Um dies zu vermeiden, erfolgen derzeit mehr Messungen. Eine weitere Versuchsreihe wurde durchgeführt, um den Messaufwand bei der Bewertung der empfundenen Intensität zu reduzieren. Die entwickelte Größer- oder Kleiner/gleich-Abfrage kann hier hilfreich sein. Die Untersuchungen im Luftqualitätslabor und im Rahmen eines Ringversuches mit verschiedenen Laboren zeigen, dass die Abfrage in fast allen Fällen zu den gleichen Ergebnissen führt wie die normgerechte aber aufwendigere Ermittlung der empfundenen Intensität mithilfe des Vergleichsmaßstabes.

1 Einleitung

Zur sensorischen Bewertung von Bauprodukten wird gemäß der Norm DIN ISO 16000-28 ein Probestück in eine Emissionsprüfkammer eingebracht und unter normierten Bedingungen, die den realen Raum simulieren, getestet [1]. Die Probenluft aus der Kammer wird mithilfe der Akzeptanz oder der empfundenen Intensität (Stärke des Geruchseindrucks I mit der Einheit p_i , perceived intensity) bewertet. Als weitere Messgröße kann die hedonische Note zur Bewertung hinzugenommen werden, um zu beschreiben, wie angenehm oder unangenehm ein Geruch empfunden wird. Das Messverfahren und die Messgrößen wurden im ersten Teil dieses Artikels [2] beschrieben sowie in weiteren Veröffentlichungen ausführlich dargestellt [3; 4]. In „Weiterentwicklung des Geruchsmessverfahrens für Bauprodukte“ [2] werden auch die Notwendigkeit der Weiterentwicklung der Norm DIN ISO 16000-28 beschrieben und zwei konkrete Ideen vorgestellt. Dieser Artikel knüpft daran an und stellt die Forschungsergebnisse des letzten Jahres vor.

Further Development of the Odour Measurement Method for Building Products (Part II): Application of an Adapter and Simplification of the Evaluation Method

SUMMARY

For technical improvement of sample presentation an adapter was developed to connect the emission test chamber with the evaluation funnel and thus enabling an odour assessment with a method which is comparable to a direct measurement. The analytical measurements demonstrate that the air has a very similar composition sampled at the funnel or in the emission test chamber. The results of the olfactory measurements show overall that the intensities determined using the adapter are often reported as lower. Further investigations have shown that air backflow via the funnel into the sample container of the adapter may be the cause. This has to be avoided in future. Another experimental series was carried out to reduce the measurement effort of evaluation of perceived intensity. Here application of the developed 'greater than or less than/equal to' survey could be helpful. The results of the measurements in the air quality lab and in the frame of a round robin test indicate that the survey leads to the same evaluation as the more complex determination of perceived intensity with standard method.

Die Bewertung der empfundenen Intensität erfolgt in Deutschland mithilfe des Schemas vom Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) [5]. Der AgBB legte fest, dass die empfundene Intensität spätestens am 28. Tag nach Beladung der Emissionsprüfkammer nicht größer als 7 p_i sein sollte. Er geht davon aus, dass Produkte mit höheren Intensitäten von mehr als 30 % einer großen ungeschulten Gruppe von Befragten als unzumutbar bewertet werden. Die geruchliche Bewertung von Produkten ist zunächst als freiwillige Prüfung in das AgBB-Schema eingeführt worden.

2 Der Adapter

2.1 Grundlagen: Direkte Messung und Probenahme mit Behältern

Um sicherzustellen, dass die Prüferinnen und Prüfer bei der Bewertung keine Umgebungsluft inhalieren, fordert DIN ISO 16000-28, dass am Trichter ein konstanter Luftvolumenstrom von 0,6 bis 1,0 l/s zur Verfügung gestellt wird. Eine weitere Anforderung besteht gemäß DIN EN 16516 darin, in der

Tabelle 1 Luftvolumenstrom am Ausgang unterschiedlich großer Emissionsprüfkammer bei verschiedenen Luftwechselraten (blau: Felder mit einem Volumenstrom am Trichter von mindestens 0,6 l/s, was eine direkte Messung ermöglicht).

Größe der Emissionsprüfkammer	Luftvolumenstrom am Trichter in l/s		
	$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$	$n = 1,0 \text{ h}^{-1}$	$n = 2,0 \text{ h}^{-1}$
20 m ³	2,78	5,56	11,11
4,7 m ³	0,65	1,31	2,61
3 m ³	0,42	0,83	1,67
1 m ³	0,14	0,28	0,56
270 l	0,04	0,08	0,15
250 l	0,03	0,07	0,14
241 l	0,03	0,07	0,13
125 l	0,02	0,03	0,07
23 l	0,00	0,01	0,01

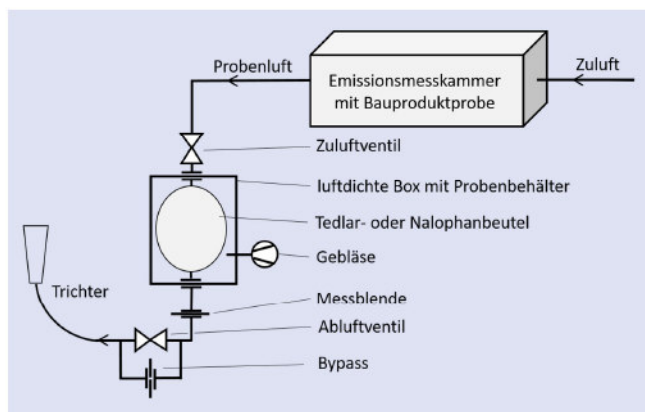


Bild 1 Aufbau und Positionierung des Adapters. Grafik: Autoren

Emissionsprüfkammer eine Luftwechselrate von 0,25 bis 2,0 h⁻¹ zu realisieren [6]. Tabelle 1 zeigt, welcher Volumenstrom sich bei drei verschiedenen Luftwechselraten innerhalb dieses Bereiches in unterschiedlich großen Kammern ergibt. Blau markiert sind die Felder, bei denen ein Luftvolumenstrom von mindestens 0,6 l/s am Trichter erreicht wird. Es wird deutlich, dass auch bei der höchsten zulässigen Luftwechselrate von 2 h⁻¹ eine Kammergröße von 3 m³ erforderlich ist, um den geforderten minimalen Luftvolumenstrom zu erreichen. Für Geruchsmessungen werden jedoch üblicherweise kleinere Kammern verwendet, weshalb die Verwendung von Probenbehältern erforderlich ist. Diese werden mit Probenluft aus der Emissionsprüfkammer gefüllt und dem Panel zur Bewertung mithilfe eines Probenpräsentationssystems dargeboten. Dieses System muss sicherstellen, dass der geforderte Luftvolumenstrom zwischen 0,6 und 1,0 l/s eingehalten wird. Wie in Teil I dieses Artikels beschrieben [2], hat die Art der Probenpräsentation (direkt oder mithilfe von Probenbehältern) einen Einfluss auf das Messergebnis [7 bis 10], weil es trotz weitreichender Bemühungen bei der indirekten Probenahme zum Verlust geruchsaktiver Substanzen kommen kann. Zwar sind die meisten Messungen dennoch verlässlich, jedoch wäre eine direkte Messung eigentlich zu bevorzugen. Dies ist aber nicht möglich.

Der entwickelte Adapter ermöglicht es, die Probenpräsentation ähnlich der direkten Messung auch an kleineren Kammern durchzuführen und Verluste geruchsaktiver Substanzen zu reduzieren.

2.2 Aufbau und Funktionsweise des Adapters

Der speziell für die Geruchsmessung an Prüfkammern ab einer Größe von 250 l entwickelte Adapter wird zwischen Emissionsprüfkammer und Trichter installiert und ist in der Lage, eine ausreichende Luftmenge für die Bewertung durch einen Prüfer oder eine Prüferin zu sammeln und im Moment der Probenahme mit einem Volumenstrom von 0,6 bis 1,0 l/s bereitzustellen. Da Probenahme und -darbietung technisch miteinander verbunden werden, wird das System Adapter genannt.

Der Adapter besteht aus einem Probenbehälter aus Polyvinylfluorid (Tedlar®) oder Polyethylenterephthalat (Nalophan®) und der notwendigen Peripherie, um einen wechselnden Betrieb zwischen Befüllvorgang und Darbietung von Probenluft zu ermöglichen (Bild 1). Im Zustand des Befüllens werden das Zuluftventil geöffnet und das Abluftventil geschlossen. Sobald der Probenbehälter gefüllt ist, strömt die überschüssige Luft über den Bypass zum Trichter. Dadurch wird vermieden, dass die Strömungsbedingungen in der Emissionsprüfkammer beeinflusst werden. Der Adapter wird mindestens eine Stunde vor Probenahme angeschlossen, um den Probenbehälter ausreichend lang mit Probenluft zu spülen. Im Zustand des Entleerens, also zum Zeitpunkt der Probenahme, wird das Zuluftventil geschlossen und das Abluftventil geöffnet. Mithilfe eines Tasters kann ein Gebläse bedient werden, das Luft in die abgedichtete Box befördert und damit von außen einen Überdruck auf den Probenbehälter ausübt. Das führt dazu, dass sich der Probenbehälter in Richtung Trichter entleert. Mithilfe einer Messblende wird die Gebläsedrehzahl so geregelt, dass der gewünschte konstante Volumenstrom (zwischen 0,6 und 1 l/s) am Trichter dargeboten wird. Die Prüferinnen und Prüfer können für die Bewertung mehrfach Probenluft entnehmen. Am Ende der Probenahme werden das Abluftventil wieder geschlossen und das Zuluftventil geöffnet, um den nächsten Befüllvorgang einzuleiten. Während des Entleerens des Behälters ist zu beachten, dass wiederum die Strömungsbedingungen in der Emissionsprüfkammer nicht beeinflusst werden. Dies kann z. B. durch das Öffnen einer Probenahmestelle erreicht werden, um die Abluft aus der Kammer abzuführen. Geplant ist die Installation eines Bypasses zur Laborabluft.

Die Größe des Probenbehälters beträgt etwa 15 l und reicht aus, um Probenluft für die Bewertung durch mindestens eine Person zur Verfügung zu stellen. Danach wird der Probenbehälter bis zur Bewertung durch die nächste Person erneut befüllt. Die genaue Zeit, nach welcher der Adapter für die nächste Prüfung wieder zur Verfügung steht, hängt von der Luftwechselrate der Emissionsprüfkammer ab. Bei sehr kleinen Kammern kann dies durchaus mehrere Minuten dauern.

Als Materialien zur Herstellung der Behälter dürfen Tedlar® und Nalophan® eingesetzt werden [1], da diese Materialien erwiesenermaßen einen geringen Einfluss auf die Probenluft haben. Zwar ist der Verzicht auf die Verwendung von Probenbehältern damit nicht möglich und materialbedingte Diffusions- und Adsorptionseffekte können nicht vermieden werden, jedoch erfährt die Probenluft nahezu keine Lagerzeit und muss nicht transportiert werden. Sie kann damit für die Bewertung nur wenig verän-

dert oder sogar unverändert vorliegen. In analytischen und olfaktorischen Messungen wurde die Einsatzfähigkeit des Adapters geprüft.

2.3 Analytische Messungen

Ziel der Messungen war es herauszufinden, ob die Probenluft, die bei der Prüfung am Adapter dargeboten wird, die gleiche Zusammensetzung hat wie bei direkter Messung. Dazu wurde der Adapter an eine 1 m³ große Kammer angeschlossen, die mit einem künstlich hergestellten Lack beladen und mit einer Luftwechselrate von 1,1 h⁻¹ betrieben wurde. Im Adapter wurde ein ca. 15 l großer Tedlarbehälter (vorab gemäß DIN ISO 16000-28 bei 80 °C vier Stunden ausgeheizt) verwendet, der zwölf Stunden mit Probenluft durchströmt wurde. Ein weiterer, luftleerer und ebenso vorbehandelter Tedlarbehälter wurde über den Trichter gestülpt. Für die Probenahme wurde der Entleerungsvorgang (wie unter 2.2 beschrieben) gestartet, so dass die Probenluft aus dem Behälter im Adapter in den übergestülpten Tedlarbehälter strömte und diesen mit Probenluft füllte. Direkt im Anschluss wurde jeweils ein Tenax-Rohr an der Emissionsprüfkammer und am mit Probenluft befüllten Behälter beladen. Das Volumen für die Probenahme betrug jeweils einen Liter bei einem Durchfluss von 100 ml/min. Die Bestimmung der Substanzen erfolgte durch Thermodesorption (TDS) und Gaschromatografie (GC) gekoppelt mit Massenspektrometrie (MS)-Messungen.

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der analytischen Messungen. Die Luft im Behälter hat qualitativ die gleiche Zusammensetzung wie die Luft in der Emissionsprüfkammer und die Konzentrationen sind geringfügig kleiner. Generell ist bekannt, dass die Konzentrationen der Substanzen in den Probenbehältern etwas kleiner sind als in den Kammern.

Insgesamt zeigen diese Untersuchungen zufriedenstellende Ergebnisse und weisen darauf hin, dass der Adapter die analytischen Anforderungen erfüllt. Die Untersuchungen ergänzen die Messungen, die in Teil I dieses Artikels [2] vorgestellt wurden. Weitere Messungen mit zusätzlichen Komponenten und Konzentrationen sowie Messungen mit Probenbehältern aus Nalophan sind geplant.

2.4 Olfaktorische Messungen

Mit den olfaktorischen Messungen soll geprüft werden, ob bei einer Bewertung mit dem Adapter ähnliche Ergebnisse wie bei der direkten Bewertung erreicht werden. Untersucht wurden ein holzbasierter und zwei elastische Bodenbeläge sowie ein künstlich hergestellter Lack. Die Bodenbeläge wurden gemäß DIN ISO 16000-11 vorbereitet [11] und der Lack wurde im Rahmen eines Ringversuchs von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) hergestellt und in Petrischalen gefüllt. Als Emissionsprüfkammer wurde die im nordeuropäischen Raum verbreitete Chamber for Laboratory Investigations of Materials, Pollution and Air Quality (CLIMPAQ) verwendet, die mit konditionierter Luft (Temperatur und Luftfeuchtigkeit gemäß DIN ISO 16000-28) aus einer raumlufttechnischen Anlage versorgt werden. Die Kammern entsprechen den Anforderungen von DIN EN 16000-9 [12] und die Beladung wird nach EN 16516 [6] so gewählt, dass die flächenspezifische Luftdurchflussrate bei Bodenmaterialien 1,25 m³/(h x m²) beträgt. Für den synthetischen Lack war die Beladung im Rahmen des Ringversu-

Tabelle 2 Zusammensetzung der Luft in der Emissionsprüfkammer und im über dem Trichter befüllten Tedlarbehälter; substanzspezifische Bestimmung der Komponenten.

Komponente (CAS-Nummer)	Emissionsprüfkammer	Tedlarbehälter
Konzentration in µg/m ³		
Toluol (108-88-3)	23	17
Propylenglykol (57-55-6)	982	855
Butylacetat (123-86-4)	3	1
Styrol (100-42-5)	27	23
Camphene (79-92-5)	14	13
Benzaldehyd (100-25-7)	21	20
Phenol (108-95-2)	24	19
Decan (124-18-5)	5	3
Acetophenon (98-86-2)	24	21

ches mit einer Petrischale pro 100 l/h Luftvolumenstrom vorgegeben, was bei einem Volumenstrom von 0,9 l/s 32 Schalen entspricht. Die Kammergröße betrug für das holzbasierte Produkt 120 l und für die anderen Produkte 44 l. Alle Bauteile, die mit Probenluft in Berührung kommen, sind aus Glas oder Edelstahl. Für die direkte Bewertung wurde die Luft aus der Kammer mit einem Volumenstrom von 0,9 l/s direkt zu einem Glastrichter geführt. Zur Bewertung am Adapter wurde der Luftstrom zum Adapter umgeleitet. Als Probenbehälter dienten Nalophanbehälter, die vor der Untersuchung für eine Stunde mit Probenluft gespült wurden. Für die Probenahme wurde der Trichtervolumenstrom ebenfalls auf 0,9 l/s geregelt.

Die Untersuchung umfasste die Ermittlung der empfundenen Intensität und der hedonischen Note durch geschulte Prüferinnen und Prüfer unter Anwendung von DIN ISO 16000-28. Die gemäß Norm erforderliche Mindestgröße für die Prüfergruppe von zwölf Personen konnte bei der Messung aufgrund der durch die Corona-Pandemie bedingten Einschränkungen nicht eingehalten werden. Sie lag zwischen 7 und 9. Zur Auswertung wurde aus den ermittelten Einzelwerten jeweils der arithmetische Mittelwert gebildet. Die nach DIN ISO 16000-28 vorgeschriebenen 90 %-Vertrauensbereiche betragen für die empfundene Intensität ± 2,0 pi und für die Hedonik ± 1,0. Der Befüllvorgang der Behälter nach jeder einzelnen Probenahme erfolgte über ca. 30 s. Bei einer Größe von 15 l und einem Volumenstrom von 0,9 l/s reicht diese Zeit aus, um den Behälter vollständig erneut zu befüllen. Die Bilder 2 und 3 zeigen die Ergebnisse der Bewertung der empfundenen Intensität und der Hedonik für die Produkte bei direkter Bewertung und Bewertung mittels Adapter. Beim künstlich hergestellten Lack erfolgte zusätzlich eine Behältermessung mit Nalophan.

Der berechnete Mittelwert der empfundenen Intensität ist am Adapter bei drei Produkten geringer als bei direkter Bewertung, beim zweiten elastischen Bodenbelag sogar deutlich geringer. Der geforderte 90 %-Vertrauensbereich wird trotz niedriger Prüferzahl bei der direkten Bewertung bei drei Untersuchungen einge-

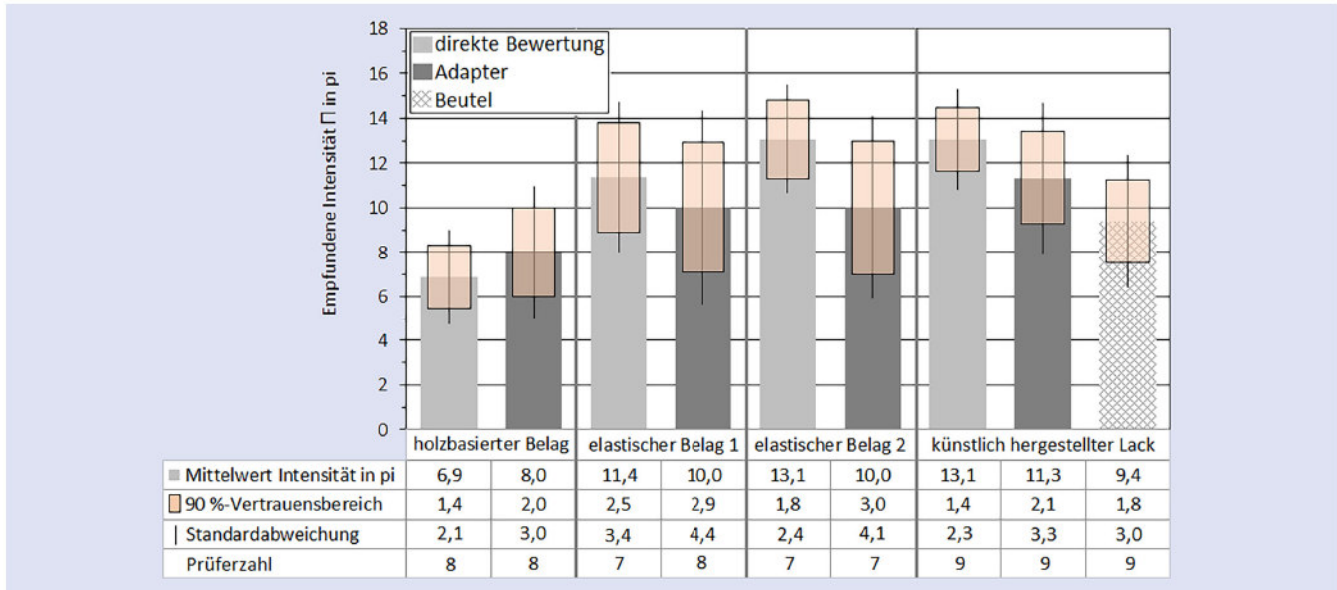


Bild 2 Empfundene Intensität – direkt ermittelt und mit dem Adapter sowie eine Bewertung mit Behälter. Grafik: Autoren

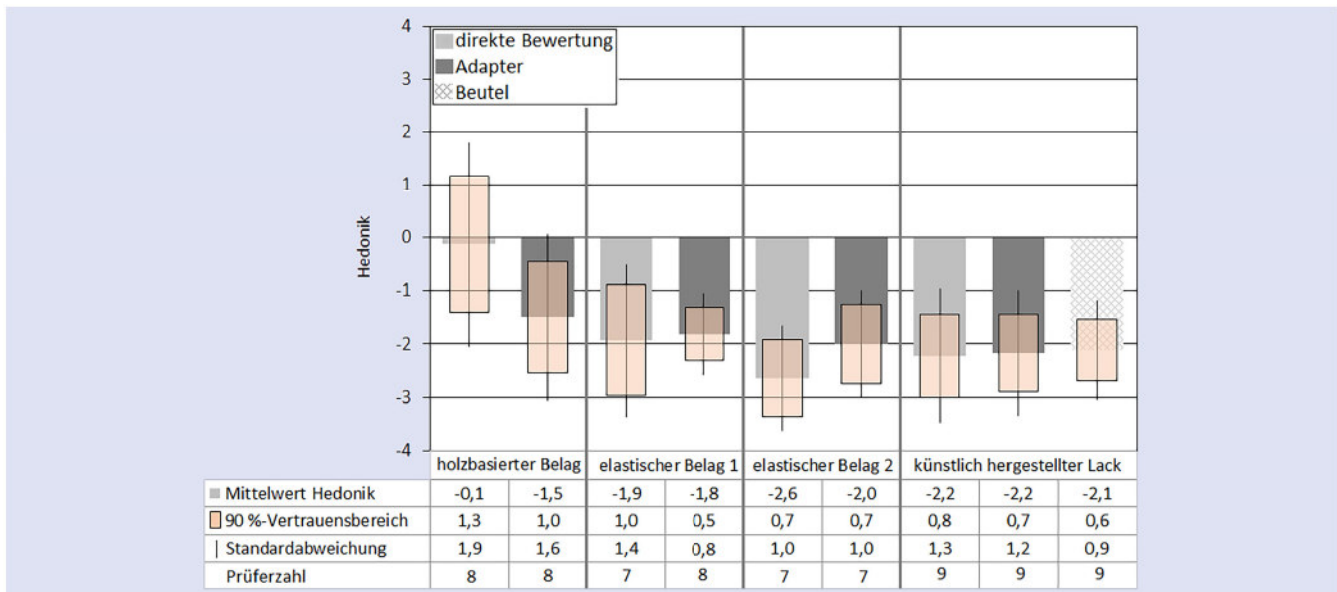


Bild 3 Hedonik – direkt ermittelt und mit dem Adapter sowie eine Bewertung mit Behälter. Grafik: Autoren

halten, wohingegen er beim Adapter bei drei Untersuchungen verfehlt wird. Einfluss auf den Vertrauensbereich haben die Prüferzahl und die Standardabweichung. Bei gleicher Prüferzahl (bzw. in einem Fall sogar etwas größerer Prüferzahl) ist die Standardabweichung am Adapter deutlich größer, da die Einzelwerte der Prüferinnen und Prüfer sehr unterschiedlich sind.

Mit Blick auf die Bewertung des Lacks zeigt sich, dass die Bewertung der empfundenen Intensität mittels Adapter zwischen den Werten für die empfundene Intensität bei direkter Bewertung und mittels Behälter liegt. Die Bewertung mit dem Adapter kommt der direkten Messung näher. Es handelt sich jedoch um eine Einzelmessung, so dass daraus keine Regel abgeleitet werden kann.

Die Hedonik wird beim holzbasierten Produkt mit -1,5 am Adapter deutlich unangenehmer empfunden als bei direkter Bewertung. Die anderen drei Produkte zeigen jeweils ähnliche oder

leicht angenehmere Bewertungen mit dem Adapter. Der 90 %-Vertrauensbereich der Hedonik wird bei allen Prüfungen eingehalten.

Da die ermittelten Intensitäten am Adapter meist geringer sind und die Standardabweichungen höher, wurden weitere Untersuchungen durchgeführt.

2.5 Strömungsuntersuchungen

Bei den Strömungsuntersuchungen wurde festgestellt, dass Umgebungsluft über den Trichter in den Probenbehälter des Adapters strömt. Sobald ein Prüfer oder eine Prüferin den Taster für den Ventilator nicht mehr betätigt, erfolgt diese Rückströmung, da der entleerte Probenbehälter einen Sogeffekt ausübt. Die dargebotene Probenluft liegt damit für die einzelnen Probe-

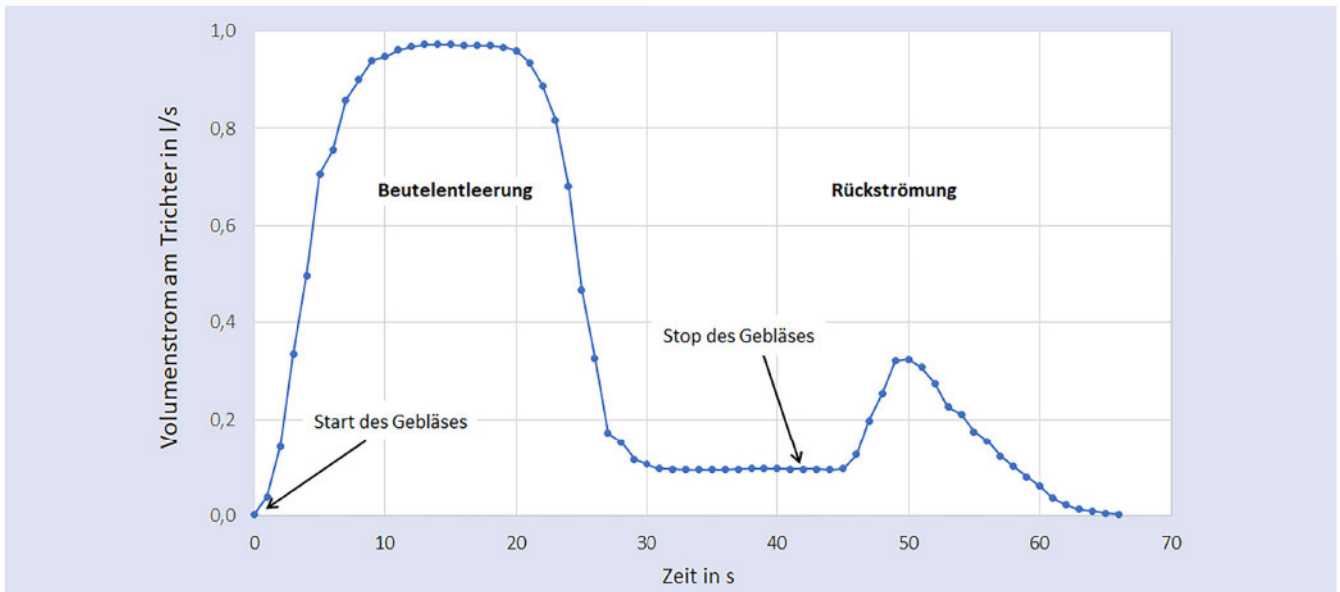


Bild 4 Volumenstromerfassung am Trichter während und direkt nach einer Behälterentleerung. Grafik: Autoren

nahmen durch einen Verdünnungseffekt in unterschiedlichen Zusammensetzungen vor.

Die Rückströmung wurde durch eine Volumenstrommessung direkt am Trichter gemessen. Hierfür wurde mithilfe eines Hitzdrahtanemometers die Strömungsgeschwindigkeit erfasst und daraus der Volumenstrom ermittelt. Die genaue Beschreibung des Messgeräts, Messaufbaus und der Kalibrierung kann der Dissertation von Brosig [13] entnommen werden. Bild 4 zeigt den Volumenstrom am Trichter bei Behälterentleerung, also zwischen dem Starten und Stoppen des Gebläses sowie einige Sekunden direkt danach. Zu erkennen ist, dass der Volumenstrom noch einmal rasch auf über 0,3 l/s ansteigt, um dann langsam auf Null abzuklingen, bis sich ein Druckausgleich eingestellt hat. Da das Zuluftventil zwischen Adapter und Emissionsprüfkammer geschlossen ist, kann diese Strömung nur vom Trichter in Richtung Adapter bzw. Behälter erfolgen.

2.6 Fazit

Insgesamt ist davon auszugehen, dass Probenahmesysteme ohne mechanische Verhinderung der Rückströmung, also auch die derzeit verwendeten Systeme zur Darbietung von Probenbehältern, zu einer Verdünnung von Probenluft führen. Je kleiner die Probenbehälter sind – die Behälter im Adapter sind im Vergleich zu den derzeit verwendeten Behältern sehr klein – und je häufiger das Gebläse zum Leeren des Behälters bedient wird, umso stärker wird sich dies bei den olfaktorischen Messungen bemerkbar machen.

Der Adapter wird derzeit baulich angepasst, um die Rückströmung zu verhindern. Die Messungen werden nach dem Umbau mit einer größeren Prüfergruppe wiederholt.

3 Die Größer- oder Kleiner/gleich-Abfrage

3.1 Die Messgröße „Zumutbarkeit“

Gemäß DIN ISO 16000-28 kann der Geruch eines Bauprodukts mithilfe der Akzeptanz oder der empfundenen Intensität bewertet werden. Wird die Akzeptanz als Bewertungsgröße he-

rangezogen, so ist ein Produkt im Innenraum verwendbar, wenn ein Panel von mindestens 15 Prüferinnen und Prüfern den Geruch als akzeptabel bewertet. Während die Akzeptanz insbesondere im nordeuropäischen Raum verbreitet ist, wird in Deutschland die empfundene Intensität bevorzugt. Der Grund dafür ist das deutsche Baurecht, welches fordert, dass unzumutbare Belästigungen nicht entstehen dürfen [14]. Demnach müssen Bauprodukte auch in Bezug auf die Sensorik für die Anwendung im Innenraum zumutbar sein. Die Zumutbarkeit ist jedoch kein Bewertungskriterium von DIN ISO 16000-28 und kann nicht mit der Akzeptanz gleichgesetzt werden. Untersuchungen haben gezeigt, dass ein Geruch von einem Panel als inakzeptabel, aber zumutbar bewertet werden kann [8]. Die Unterscheidung zwischen Akzeptanz und Zumutbarkeit ist eine kulturelle und sprachliche Besonderheit im deutschsprachigen Raum. So gibt es z. B. im Englischen nur den Begriff „Acceptability“.

Zur Bewertung der Zumutbarkeit eines Geruchs wird vom AgBB die empfundene Intensität herangezogen. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei einer empfundenen Intensität von 7 pi, die von einem geschulten Panel ermittelt wurde, 30 % einer ungeschulten Personengruppe einen Geruch für unzumutbar hält [8; 5]. Eine höhere Intensität führt zu höherer Unzumutbarkeit, was der AgBB ablehnt (siehe Abschnitt 1).

3.2 Untersuchungen zur vereinfachten Bewertung der empfundenen Intensität

Die Bewertung der empfundenen Intensität mithilfe eines Vergleichsmaßstabs wurde vielfach beschrieben und bereits im ersten Teil dieses Artikels dargestellt [2 bis 4]. Der Messaufwand könnte reduziert werden, indem Prüferinnen und Prüfer nur eine Acetonintensität von 7 pi angeboten bekommen und gefragt werden, ob sie die Probenluft eines Bauprodukts als intensiver oder als weniger bzw. gleich intensiv im Vergleich dazu wahrnehmen (Größer- oder Kleiner/gleich-Abfrage). Daraus wird der Prozentsatz der Prüferinnen und Prüfer ermittelt, die angeben, dass sie den Geruch intensiver als 7 pi empfinden, was einen Rückschluss auf die Unzumutbarkeit ermöglicht.

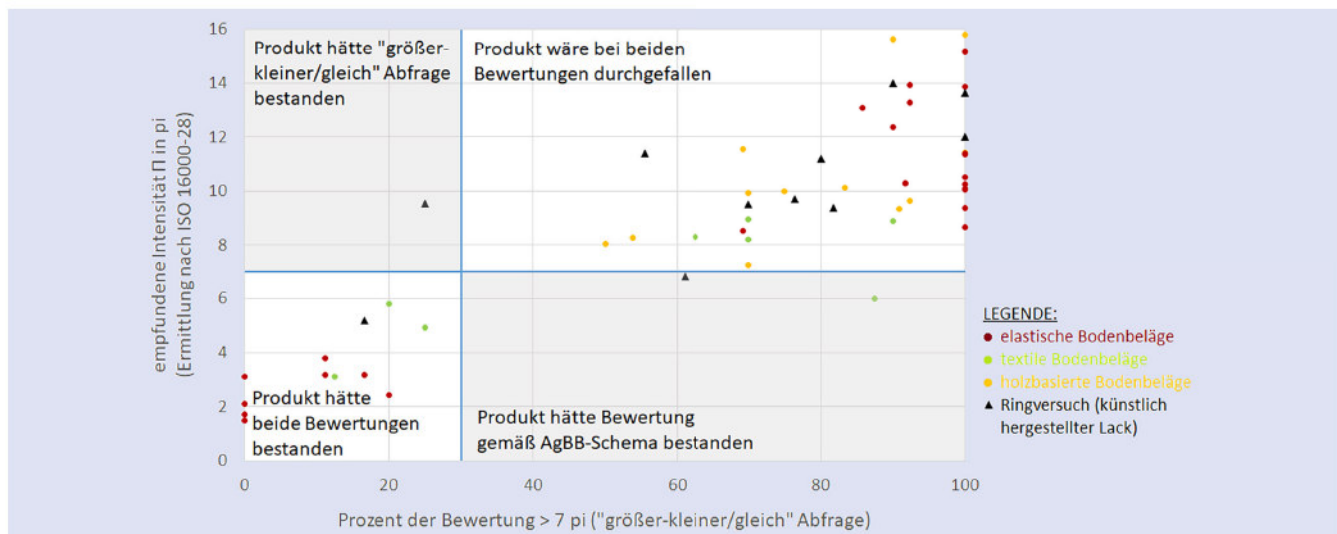


Bild 5 Ermittlung der empfundenen Intensität gemäß DIN ISO 16000-28 und Prozentsatz der Bewertungen größer als 7 pi („Größer- oder Kleiner/gleich“-Abfrage). *Grafik: Autoren*

Um diese Idee zu überprüfen, wurden beide Messungen parallel durchgeführt: die Ermittlung des Mittelwerts der empfundenen Intensität mithilfe des Vergleichsmaßstabs und die Größer- oder Kleiner/gleich-Abfrage. Die vereinfachte Methode gilt als geeignet, wenn beide Messungen zur gleichen Bewertung in Bezug auf die Eignung für den Innenraum führen. Im Luftqualitätslabor der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin wurden unterschiedliche Produktgruppen untersucht: elastische, textile und holzbasierte Bodenbeläge. Die Messbedingungen sind in Abschnitt 2.4 beschrieben. Darüber hinaus wurde im Rahmen eines Ringversuchs der BAM ein künstlich hergestellter Lack von mehreren Laboren untersucht.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Bild 5 dargestellt. Die Punkte sind die Ergebnisse der Untersuchungen im Luftqualitätslabor und die Dreiecke die Ergebnisse aus dem Ringversuch. Im Diagramm zeigt die x-Achse die Ergebnisse der Größer- oder Kleiner/gleich-Abfrage, die y-Achse die Mittelwerte der empfundenen Intensitäten. Das Diagramm ist in vier Bereiche unterteilt. Liegen Punkte in den weißen Bereichen, so hat das Produkt beide Prüfungen entweder bestanden oder nicht bestanden. Für die grauen Bereiche gilt, dass ein Produkt nur eine der beiden Bewertungen bestanden hat.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Größer- oder Kleiner/gleich-Abfrage zur gleichen Bewertung wie die Ermittlung der empfundenen Intensität führt. Von den Untersuchungen im Luftqualitätslabor liegt nur ein Messpunkt der Bewertung eines textilen Bodenbelages im grauen Bereich. Dessen Ergebnis von 6 pi für die empfundene Intensität liegt innerhalb des 90 %-Vertrauensbereiches von ± 2 pi um 7 pi. Produkte, die mit Intensitäten größer als 10 pi oder kleiner als 4 bewertet werden, erhalten auch bei der Größer- oder Kleiner/gleich-Abfrage eindeutige Bewertungen mit über 80 % bzw. unter 20 %. Dies gilt auch für die beiden Messpunkte aus dem Ringversuch, die in den grauen Bereichen liegen.

3.3 Fazit

Die Größer- oder Kleiner/gleich-Abfrage ist grundsätzlich als vereinfachte Prüfung geeignet. Im weiteren Projektverlauf wer-

den Produkte mit Intensitäten im Bereich 7 ± 2 pi untersucht, da deren vereinfachte Bewertung schwierig für die Prüferinnen und Prüfer zu sein scheint. Auch sollen die für die Prüfung erforderliche Anzahl an Prüferinnen und Prüfern ermittelt und die Erforderlichkeit einer Prüferschulung untersucht werden.

4 Ausblick

Der Vorteil des Adapters gegenüber den üblicherweise verwendeten Probenahmesystemen ist, dass die Luft in den Behältern keine Lagerzeit und dadurch weniger Veränderung erfährt. Das Verfahren ermöglicht eine der direkten Methode vergleichbare Messung an Prüfkammern ab einer Größe von ca. 250 l und kann in Laboren erfolgen, in denen die Geruchsbewertung in räumlicher Nähe der Emissionsprüfkammern erfolgt. Bei der Messplanung muss die Befülldauer der Behälter mit eingeplant werden.

Die vereinfachte Intensitätsmessung könnte zu einer Vereinfachung des Messverfahrens beitragen. Insbesondere bei sehr intensiv und sehr schwach riechenden Produkten ist eine Anwendung denkbar. Insgesamt könnte eine Vereinfachung dazu beitragen, die Akzeptanz von DIN ISO 16000-28 weiter zu erhöhen und damit zur Verbreitung von Geruchsmessungen für Bauprodukte im Innenraum beitragen. Dies wirkt sich vorteilhaft auf die Gesundheit und einen energieeffizienten Gebäudebetrieb aus. ■

Literatur:

- [1] DIN ISO 16000-28: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 28: Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüfkammer (11/2020). Berlin: Beuth 2020.
- [2] Brandt, S.; Brozowski, F.; Horn, W.; Plehn, W.; Müller, B.: Weiterentwicklung des Geruchsmessverfahrens für Bauprodukte. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft. 81 (2021) Nr. 3-4, S. 151-155.
- [3] Panaskova, J., Müller, D., Müller, B.: Olfaktorische Messgrößen für die geruchliche Bewertung von Emissionen aus Bauprodukten. GI – Gebäudetechnik, InnenraumKlima, GI 02, 2014, S. 61-69.
- [4] Brosig, L., Horn, W., Pyza, L., Jann, O., Plehn, W.: Ringversuch zur Einführung von Geruchsmessungen nach DIN ISO 16000-28 in die Bewertung von Emissionen aus Bauprodukten. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft. 73 (2013), S. 441-445.
- [5] AgBB: Anforderungen an die Innenraumluftqualität in Gebäuden: Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen

- Verbindungen (VVOC, VOC und SVOC) aus Bauprodukten. Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2021.
- [6] DIN EN 16516: Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft (10/2020). Berlin: Beuth 2020.
- [7] Innenraumluftqualität nach Einbau von Bauprodukten in energieeffizienten Gebäuden. Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2016.
- [8] Sensorische Bewertung der Emissionen aus Bauprodukten. Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2011.
- [9] Evaluierung einer Methode zur sensorischen Bewertung von Bauprodukten für Innenraumanwendungen unter Praxisbedingungen. Hrsg.: Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI), Braunschweig 2016.
- [10] Emissions- und geruchsarme Bauprodukte für energieeffiziente Gebäude – Entwicklung von Anforderungen und Konzepten für den Blauen Engel aus Klimaschutzsicht. Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2017.
- [11] DIN EN 16000-11: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 11: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke (06/2006). Berlin: Beuth 2006.
- [12] DIN ISO 16000-9: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfkammer-Verfahren (04/2008). Berlin: Beuth 2008.
- [13] Brosig, L.: Optimierung der normgerechten Intensitätsbewertung und Untersuchung weiterer Referenzgerüche zur Qualitätssicherung. Berlin: Technische Universität Berlin, 2018.
- [14] Musterbauordnung. Hrsg.: Bauministerkonferenz (ARGEBAU), 11/2002.



Simone Brandt

Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW), Berlin.

Foto: Autorin