

BEURTEILUNG VON BAUPRODUKTEN DURCH CHEMISCHE UND SENSORISCHE PRÜFUNG ¹

N. Schulz und T. Salthammer

Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI)
Bienroder Weg 54 E, D-38108 Braunschweig

1 Einleitung

Zunehmendes Umwelt- und Gesundheitsbewusstsein in der Bevölkerung erhöhen seit einigen Jahren die Qualitätsanforderungen an die Luft in Innenräumen. Erst wenn ein Gesundheitsrisiko der Raumbenutzer auszuschließen ist und diese mit der Atemluft zufrieden sind, kann von einer hohen Luftqualität in Innenräumen gesprochen werden. Im unmittelbaren Zusammenhang zur Raumluftqualität stehen die Gerüche.

Bislang sind Gerüche in Innenräumen relativ wenig untersucht worden. Da gerade in Bezug auf das Wohlbefinden und die Gesundheit Geruchsbelästigungen beim Menschen Krankheiten bzw. Beschwerden hervorrufen können, drängt sich der Faktor Geruch immer mehr in das Interesse der Öffentlichkeit. Bis heute fehlt in der Innenraumhygiene eine einheitliche gesetzliche Vorgabe in Bezug auf Geruchsbelästigungen. Im Gegensatz hierzu haben Geruchsbelästigungen in der Außenluft Eingang in die Gesetzgebung (BImSchG) gefunden.

Ziel eines im WKI durchgeführten Forschungsprojektes war es, Geruchsmessungen unter Zuhilfenahme eines Olfaktometers und eines geeigneten Probandenpools an Bauprodukten für den Innenraum vorzunehmen. Eine Zusammenstellung der Bauprodukte befindet sich in der Tabelle 1.

Die eigentliche Problematik besteht darin, dass die Verfahren, bei denen mit Olfaktometern Gerüche gemessen und bewertet werden, für Emissionsmessungen in der Außenluft entwickelt wurden. Bei der Erfassung und Bewertung von Gerüchen in Innenräumen treten hingegen Schwierigkeiten auf, da in Innenräumen im Vergleich zur Außenluft meistens viel geringere Geruchsstoffkonzentrationen präsent sind. Diese waren in der Vergangenheit mit herkömmlichen Olfaktometern schwer nachzuweisen.

¹ In: Salthammer T., Marutzky R., Aehlig K. und Scheithauer M. (2003): Sensorische Prüfung von Produkten für den Innenraum. WKI.-Bericht Nr. 38, Wilhelm-Klauditz-Institut, Eigenverlag, Braunschweig.

Tabelle 1: Zusammensetzung der untersuchten Systeme

Probe	Material	Bemerkungen
GPA A1	OSB-Platte	nicht klimatisiert
GPA A2	OSB-Platte	klimatisiert: 2 Wochen 20°C/70 % rel. Feuchte
GPA A3	OSB-Platte	klimatisiert: 2 Wochen 23°C/50 % rel. Feuchte
GPA A4	Spanplatte V20	
GPA A5	Spanplatte V100	
GPA A6	Spanplatte V100	Wiederholung
GPA A7	MDF1	
GPA A8	MDF2	
GPA A9	Spanplatte	
GPA A10	OSB-Platte V100	
GPA B1	Laminat	
GPA B2	Laminat	
GPA B3	Laminat auf Estrich mit Styropor	
GPA B4	Kork	
GPA B5	Kork auf Estrich	
GPA B7	Mosaik-Birken-Parkett	Birke massiv mit Acryllack versiegelt
GPA B8	Birken-Parkett mit Kleber auf Estrich	
GPA B9	Kork-Kleber auf Glas	Auf Latexbasis, lösungsmittelfreier Klebstoff
GPA B10	PU-Kleber auf Glas	
GPA B11	Laminat	
GPA C1	PU-Lack auf Glas	2 Komponentenlack, Acryl + Aromaten
GPA C2	NC-Lack auf Glas	1 Komponentenlack
GPA C3	Wasserlack auf Glas	1 Komponentenlack

Erschwerend kommt hinzu, dass Geruchsmessungen von den subjektiven Einschätzungen der Probanden abhängig sind. Da es bisher keinerlei technische Alternativen gibt, ist die menschliche Nase für olfaktometrische Messungen noch unverzichtbar, sie stellt das eigentliche Messinstrument dar.

Normalerweise liegen über das Zusammenwirken der einzelnen Luftinhaltsstoffe, die individuell oder nach chemischen Reaktionen Geruchsstoffe freisetzen können, nur wenige Erkenntnisse vor. In Innenräumen können gerade die Emissionen von organischen Verbindungen, die in Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen häufig enthalten sind, für einen

Großteil der Geruchsbelästigungen relevant sein. Deshalb ist es praktikabel, Gerüche auf Konzentration, Qualität, Hedonik und Intensität nicht nur im Außenluftbereich, sondern auch im Innenraumbereich mit Hilfe von Olfaktometern zu beurteilen.

Die klimatischen Innenraumbedingungen werden anhand von Emissions-Prüfkammern, in denen sich die Proben innerhalb des Prüfzeitraumes befinden, simuliert. Da im Rahmen der einzelnen Versuche auch die flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) mittels GC/MS (Gaschromatographie gekoppelt mit einem Massenspektrometer) gemessen werden, wird weiterhin untersucht, inwieweit die emittierenden VOC's Zusammenhänge zu den jeweiligen Gerüchen aufweisen.

2 Material und Methoden

Nachfolgend wird lediglich eine kurze zusammenfassende Beschreibung der olfaktometrischen Untersuchungen und der VOC Analytik gegeben. Ausführliche Darstellungen finden sich in den zugehörigen Veröffentlichungen. Für eine detaillierte Beschreibung der olfaktometrischen Untersuchungen wird auf die Referenzen [1] und [2] verwiesen. Die chemisch-analytischen Methoden zur VOC-Bestimmung finden sich in den Referenzen [3] bzw. [4]. In Tabelle 2 ist eine Zusammenstellung der Versuchsrahmenbedingungen der einzelnen Messungen aufgeführt.

2.1 Olfaktometrie

Die Olfaktometrie ist ein wirkungsbezogenes Messverfahren, bei dem das Geruchsempfinden des Menschen die Messgröße ist.

Zur Ermittlung der Geruchsstoffkonzentration einer Probe wird diese mit Hilfe eines Olfaktometers mit geruchsneutraler, synthetischer Luft verdünnt. Den vier Probanden werden mehrere Verdünnungsstufen angeboten, bis die Geruchsschwelle erreicht ist. Das Olfaktometer ist somit eine Mischeinrichtung für Gasströme. Weitere wichtige Messgrößen bei olfaktorischen Untersuchungen sind die hedonische Wirkung, die Geruchsintensität und die Geruchsart. Die Olfaktometrischen Untersuchungen bestehen im Einzelnen aus der Probenahme und der Auswertung der Probe mit Hilfe eines Olfaktometers und eines Probandenkollektivs.

Tabelle 2: Versuchsrahmenbedingungen

Probe	Kammer	T (°C)	r. F. (%)	LW (h ⁻¹)	Beladung (m ² /m ³)	Geruch (GE/m ³)	VOC (µg/m ³)
GPA A1	1 m ³	23	45	1	1	-	x
GPA A2	WE	23	45	1	1	-	x
GPA A3	1 m ³	23	45	1	1	-	x
GPA A4	1 m ³	23	45	1	1	-	x
GPA A5	WE	23	45	1	1	-	x
GPA A6	1 m ³	23	45	1	1	-	x
GPA A7	WE	23	45	1	1	X	x
GPA A8	1 m ³	23	45	1	1	X	x
GPA A9	WE	23	45	1	1	X	x
GPA A10	WE	23	45	1	1	X	x
GPA B1	23,5 L/FLEC	23	45	1	1	-	x
GPA B2	WE	23	45	0,38	0,38	-	x
GPA B3	WE	23	45	1	1	-	x
GPA B4	1 m ³	23	45	0,36	0,4	-	x
GPA B5	WE	23	45	1	1	-	x
GPA B7	1 m ³	23	45	1	1	X	x
GPA B8	WE	23	45	0,4	0,4	X	x
GPA B9	1 m ³	23	45	0,4	0,4	X	x
GPA B10	1 m ³	23	45	0,4	0,4	X	x
GPA B11	WE	23	45	0,75	0,75	X	x
GPA C1	WE/1 m ³	23	45	1	1	X	x
GPA C2	WE	23	45	1	1	X	x
GPA C3	WE	23	45	1	1	X	x

2.1.1 Probenahme

Bei der sensorischen Messung von Geruchsemissionen werden die Proben im Allgemeinen diskontinuierlich entnommen, indem man aus dem geruchsbeladenen Gasstrom einer Emissionsquelle eine bestimmte Luftmenge in einen geruchsneutralen Behälter füllt. Dies wird unter Zuhilfenahme eines Probenahmegerätes realisiert, welches die zu untersuchende Luft aus der Kammer in den Probenahmebehälter saugt. Dieser Vorgang dauert ca. 10 bis 20 Sekunden und das jeweilige Probenvolumen beträgt ca. 8 bis 10 Liter. Der Probenahmebeutel

wird dann zum Olfaktometer transportiert und dort zur Untersuchung angeschlossen. Die Probenahme einer Luftprobe ist in Bild 1 dargestellt.



Bild 1: Probenahme mit Probenahmegerät aus einer 1 m³ großen Glasprüfkammer

2.1.2 Probanden

Die Probandenauswahl erfolgt in Anlehnung an die Geruchsimmissions - Richtlinie (GIRL) [5]. Für eine Olfaktometrie müssen mindestens drei Testpersonen vorhanden sein. Für die Durchführung olfaktometrischer Messungen muss deren Geruchssinn eine "normale" Ausprägung haben. Die Zusammensetzung des Probandenkollektivs sollte weitgehend repräsentativ sein. Um dies weitestgehend gewährleisten zu können, werden die Probanden durch Referenzanalysen mit Standard-Geruchsstoffen getestet. In diesem Fall wird zertifiziertes n-Butanol in Stickstoff als Referenzgeruchsstoff verwendet. Die Referenzanalyse soll in regelmäßigen Abständen wie auch vor jeder Messung durchgeführt werden. So kann die Tagesform jedes einzelnen Probanden überprüft werden.

2.1.3 Ermittlung der Geruchsstoffkonzentration (Geruchsschwelle)

In diesem Projekt wurden die Geruchsstoffkonzentrationen der Proben mit dem Olfaktometer T07 der Firma ECOMA bestimmt. Die Probenluft wird mittels geruchs-neutraler synthetischer Luft bis zur Wahrnehmungsschwelle (Geruchsschwellenbestimmung) verdünnt. Die Wahrnehmungsschwelle ist der Verdünnungsfaktor, bei dem die Probe mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,5 unter Prüfbedingungen wahrgenommen wird. Dieses mit Hilfe eines Olfaktometers hergestellte Gemisch wird über eine Nasenmaske den Probanden zur Beurteilung angeboten. Üblich ist die Ermittlung des Z₅₀-Wertes. Er bezieht die Verdünnung der Geruchsprobe (Verdünnungszahl), bei der 50 % der Darbietung keinen Geruchseindruck (es riecht nicht)

und 50 % der Darbietung einen Geruchseindruck (es riecht) auslöst. Angemerkt werden muss, dass es sich hierbei nur um eine physiologische Wahrnehmung handelt. Der wahrgenommene Geruch ist nicht subjektiv zu bewerten, d.h., dass bei dieser Verdünnung keine Aussage getroffen werden kann "wonach der Geruch riecht". Die derartig ermittelte Geruchsstoffkonzentration wird "Geruchsschwelle" oder "Wahrnehmungsschwelle" genannt und mit einer Geruchseinheit pro Kubikmeter (1 GE/m^3) definiert. Dieser Wert bildet die Bezugsbasis für eine olfaktometrische Geruchsmessung.



Bild 2: Der Testleiter und die Probanden während einer olfaktometrischen Messung

2.1.4 Hedonische Wirkung

Gerüche lassen sich als angenehm oder unangenehm einstufen. In Abhängigkeit vom Geruchsstoff bzw. der Geruchsstoffkonzentration und dem individuellen Erfahrungshintergrund des jeweiligen Probanden werden Empfindungen auf einer neunteiligen Skala von "angenehm" bis "unangenehm" beschrieben (siehe Bild 3). Die hedonische Wirkung ist stoffspezifisch und konzentrationsabhängig. Sie kann bei höheren Konzentrationen von angenehm nach unangenehm umschlagen.

Die Bewertung der hedonischen Wirkung eines Geruchsstoffes bzw. eines -gemisches findet im überschwelligen Geruchsstoffkonzentrationsbereich statt. Den Probanden wird direkt aus dem Probenahmebeutel der Geruchsstoff bzw. das Gemisch angeboten und danach sofort bewertet. Die hedonische Wirkung gibt Auskunft über die Lästigkeit eines Geruchs [6].

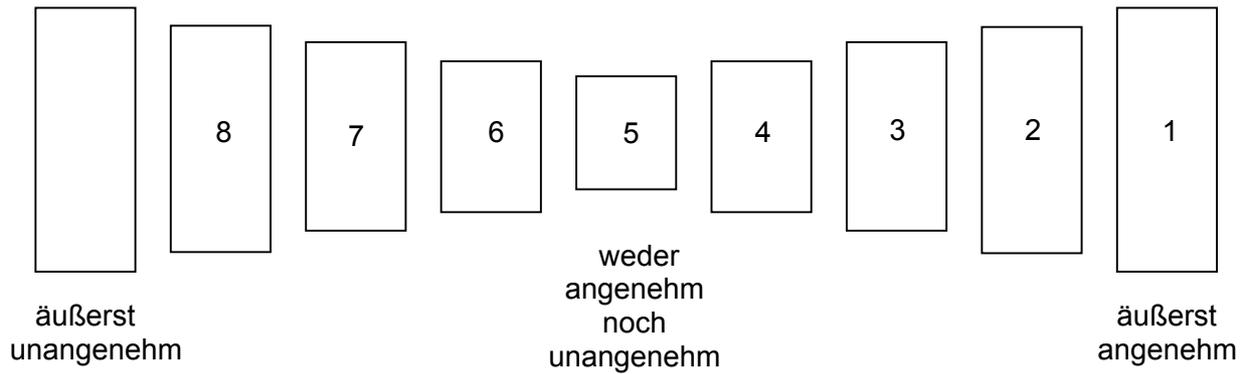


Bild 3: Skalierung zur Bewertung der hedonischen Wirkung einer Geruchsprobe

2.1.5 Geruchsintensität

Die Geruchsintensität ist die Stärke der Geruchsempfindung, die durch einen Geruchsreiz ausgelöst wird [7]. Da die Geruchsschwelle allein kein hinreichendes Beurteilungskriterium für einen Geruchsstoff darstellt, kann zusätzlich die mit ansteigender Geruchsstoffkonzentration zunehmende Empfindungsstärke als Maßstab herangezogen werden. Die Empfindungsstärke ist bei gegebener Geruchsstoffkonzentration hauptsächlich stoff-/ oder mischungsabhängig und wird als Geruchsintensität bezeichnet. Dargeboten werden, wie schon bei der hedonischen Wirkung, überschwellige Geruchsstoffkonzentrationen in zufälliger Folge. Die Beurteilung erfolgt nach dem Intensitätsempfinden von "nicht wahrnehmbar" bis "extrem stark" in 7 Stufen, siehe Tabelle 3.

Tabelle 3: Skalierung zur Bestimmung der Geruchsintensität

Geruch	Intensitätsstufe
extrem stark	6
sehr stark	5
stark	4
deutlich	3
schwach	2
sehr schwach	1
nicht wahrnehmbar	0

2.1.6 Geruchsart

Die Ermittlung der Geruchsart, die ebenfalls als Geruchsqualität bezeichnet wird, ist ein sensorisch direkt durchgeführtes Messverfahren, bei dem der Proband den wahrgenommenen Geruch charakterisiert. Er beschreibt den Geruch nach seinem eigenen Empfinden bei-

spielsweise mit „es riecht ekelig, faulig, beißend, süßlich, säuerlich....“. Dazu werden ihm keinerlei Vorgaben gegeben. Die Beurteilung der Geruchsart erfolgt ebenfalls im überschwelligen Bereich.

2.2 VOC Messung

Neben den olfaktorischen Messungen wurden im Rahmen des Forschungsprojektes die Proben auch auf flüchtige organische Verbindungen untersucht. In diesem Projekt kamen folgende Kammer- und Zellentypen zum Einsatz:

- 1 m³-Glaskammer
- 1 m³-Edelstahlkammer
- 23 l-Glaskammer
- Field and Laboratory Emission Cell (FLEC).

Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Kammer- und Zellentypen findet sich in einer Veröffentlichung von Salthammer und Wensing [8].

Luftprobenahme und Analytik

Stand der Technik ist heute die diskontinuierliche aktive Probenahme auf entsprechende Adsorbentien. Die Probenahme auf Tenax erlaubt die Anreicherung von polaren und unpolaren VOC mit Siedepunkten > 60 °C. Die Identifizierung erfolgt nach Thermodesorption über GC/MS, die Quantifizierung über GC/MS oder GC/FID [4].

3 Diskussion

In wieweit Geruchsstoffkonzentrationen im Innenraum als hoch oder niedrig eingestuft werden können, ist schwierig zu beantworten, da nur wenige vergleichbare Untersuchungen durchgeführt worden sind.

Im Rahmen dieses F+E-Vorhabens sind die Geruchsemissionen unterschiedlicher Bauprodukte und Einrichtungsgegenstände in Prüfkammern untersucht worden. Da die Olfaktometrie im Innenraumbereich bis heute kaum eingesetzt wird, im Außenluftbereich aber eine breite Anwendung und Akzeptanz erfährt, sollte ebenfalls untersucht werden, inwieweit olfaktometrische Messungen auch im Innenraumbereich möglich sind. Dazu sind die klimatischen Innenraumbedingungen anhand von Prüfkammern simuliert worden.

Tabelle 4 enthält die Ergebnisse der sensorischen Prüfungen. Die flächenspezifischen Emissionsraten (SER_A) finden sich in der Tabelle 5. Die Umrechnung der Kammerkonzentration in SER_A erfolgte anhand der einfachen Berechnung:

$$SER_A = (n * C) L$$

N = Luftwechsel in $1 h^{-1}$

C = Kammerkonzentration in $\mu g/m^3$

L = Beladung in m^2/m^3

Tabelle 4: Ergebnisse der sensorischen Prüfungen.

Probe	Geruchseinheiten in GE/m ³			Hedonik			Intensität		
	24 h	168 h	336 h	24 h	168 h	336 h	24 h	168 h	336 h
GPA A1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA A2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA A3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA A4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA A5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA A6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA A7	48	8	-	5	5	-	2	1	-
GPA A8	7	4	-	5	5	-	1	0	-
GPA A9	110	28	28	5	4	5	2	1	3
GPA A10	150	53	-	4	5	-	2	2	-
GPA B1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA B2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA B3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA B4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA B5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA B7	170	140	24	6	5	5	2	3	2
GPA B8	110	24	48	5	4	5	1	2	2
GPA B9	170	20	9 (216 h)	7	5	5	4	2	1
GPA B10	60	7	8	7	6	7	3	2	2
GPA B11	34	8	12	7	6	6	2	2	2
GPA C1	270	15	12	6	7	5	2	2	3
GPA C2	130	28	33	6	6	5	2	2	3
GPA C3	0	0	0	6	5	5	1	1	1

Die Versuche, die im Rahmen dieses Projektes über einen bestimmten Prüfzeitraum stattgefunden haben, können folgendermaßen zusammengefasst werden:

Bei den Proben Mosaik-Fertigparkett (GPA B7), dem Kork-Kontaktkleber (GPA B9), beim Parkett-Flächenkleber (GPA B10) sowie bei der Kombination aus Birkenparkett, Parkett-Flächenkleber, Fließverbesserer und Estrich (Vollsystem) (GPA B8) wurden hohe Anfangskonzentrationen nachgewiesen.

Tabelle 5: Flächenspezifische Summenemissionsrate (SER_A) zu definierten Zeiten

Probe	SER_A in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ h})$ nach		
	24 h	168 h	336 h
GPA A1	1090	763	-
GPA A2	532	479	-
GPA A3	734	633	-
GPA A4	365	116	59
GPA A5	819	-	-
GPA A6	1050	452	259
GPA A7	851	845	581
GPA A8	1093	1504	918
GPA A9	806	296	196
GPA A10	1554	841	2408
GPA B1	150	-	-
GPA B2	144	-	-
GPA B3	166	67	-
GPA B4	2924	1733	1121
GPA B5	3270	1230	885
GPA B7	2355	1168	779
GPA B8	2453	2059	1328
GPA B9	3257	731	285
GPA B10	808	27	< 1
GPA B11	299	113	73
GPA C1	9186	542	199
GPA C2	1067	183	93
GPA C3	24919	1574	305

Die höchsten Anfangskonzentrationen wiesen das Mosaik-Fertigparkett sowie der Kork-Kontaktkleber mit jeweils 420 GE/m³ auf, während die Maximalkonzentrationen des Vollsystems bei 270 GE/m³ und die des Parkett-Klebers bei 240 GE/m³ lagen. Alle Geruchsstoffkonzentrationsverläufe zeigten jeweils stetiges Abklingverhalten (siehe z.B. Bild 4 für Probe GPA B10). Annähernde Geruchslosigkeit wurde zum Versuchsende hin, mit nachgewiesenen 2 GE/m³, nur beim Kork-Kontaktkleber festgestellt (19 Tage nach Kammerbeladung). Die gemessenen Endkonzentrationen vom Birkenparkett mit 20 GE/m³ (nach 23 Tagen) und vom Vollsystem mit 48 GE/m³ (nach 28 Tagen) lagen in einem vergleichsweise hohen Bereich. Die Geruchsstoffkonzentration des Parkett-Klebers sank innerhalb von 16 Tagen auf 8 GE/m³ ab.

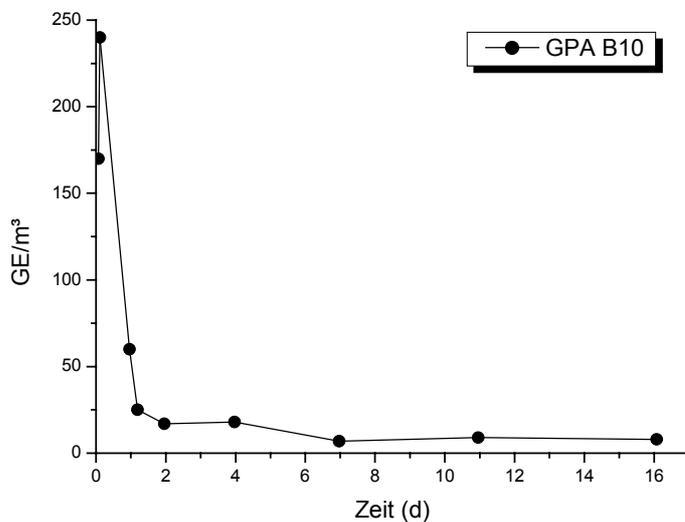


Bild 4: Geruchsstoffkonzentration in Abhängigkeit von der Prüfzeit bei einem Luftwechsel von 0,4 h⁻¹ (GPA B10).

Neben der Geruchsstoffkonzentration ist die hedonische Wirkung, die Geruchsintensität wie auch die Geruchsart einer Probe für deren Beurteilung von großer Wichtigkeit. Obwohl das Birkenparkett hohe Geruchsstoffkonzentrationen aufwies, schwankten alle Proben im Bezug auf die Hedonik um den „weder/noch“ Bereich. Dies hängt vermutlich eng mit den beschriebenen Geruchsarten zusammen, denn die Probanden haben hauptsächlich „pilzartige“ und „moorig/erdige“ Gerüche wahrgenommen. Zur Geruchsintensität ist zu sagen, dass die Probe mit der höchsten Geruchsstoffkonzentration als „deutlich“ eingeordnet wurde, alle anderen Proben schwankten um den „schwachen“ Bereich. Beim Kork-Kontaktkleber ließ sich feststellen, dass die hedonischen Wirkungen eng mit den Geruchsstoffkonzentrationen korrelieren. Im Bereich der hohen Geruchsstoffkonzentrationen wurden die Proben als „äußerst unangenehm“ empfunden, im Bereich der geringen Konzentrationen mit „weder/noch“ beschrieben. Dazwischen wurden sie als „unangenehm“ eingeordnet. Auch bei

schrieben. Dazwischen wurden sie als „unangenehm“ eingeordnet. Auch bei den Beurteilungen der Geruchsintensitäten ließ sich ein Vergleich mit der jeweiligen Geruchsstoffkonzentration ziehen. Bei den hohen Geruchsstoffkonzentrationen wurde die Geruchsintensität mit „deutlich“ oder „stark“ beschrieben, während die immer schwächer werdende Probe Richtung Geruchslosigkeit tendierte.

Zum Vollsystem (GPAB 8) ist anzumerken, dass keine Proben von den Probanden als „unangenehm“ oder als „sehr stark“ eingestuft wurden. Lediglich die Probe mit der höchsten Geruchsstoffkonzentration wurde als „stark“ bezeichnet. Es wird deutlich, dass die hedonische Wirkung in unmittelbarem Zusammenhang zur Geruchsart steht. Gerade die „klebstoffartigen“, „moorig/erdigen“ und „pilzartigen“ Geruchseindrücke führten bei den eingesetzten Probanden zu keinem negativen Eindruck. Folglich wurden die Proben trotz hoher Konzentrationen nicht als unangenehm empfunden.

In Bezug auf den Parkett-Kleber ist festzuhalten, dass die Probanden die Gerüche des Klebstoffes während der gesamten Versuchsdauer als äußerst negativ empfunden haben. Selbst bei sehr geringen Geruchsstoffkonzentrationen wurde die Probe als „unangenehm“ eingestuft. Gerade die „stechend“ wirkenden „muffigen“ und „klebstoffartigen“ Geruchseindrücke sind hierfür verantwortlich. Bei den hohen Geruchsstoffkonzentrationen wurde die Geruchsintensität zwischen „deutlich“ und „stark“ eingeordnet, während dann die immer schwächer werdende Probe Richtung „schwach“ und „sehr schwach“ tendierte.

Begleitend zu den olfaktorischen Messungen sind im Rahmen dieses Forschungsprojektes die Proben auch auf flüchtige organische Verbindungen (VOC`s) mittels GC/MS untersucht worden. Zieht man die Konzentrationen der VOC`s mit in Betracht, so lassen sich interessante Zusammenhänge für Rückschlüsse und Folgerungen zwischen den detektierten flüchtigen Verbindungen und den Geruchsdaten erkennen. Dominierend sind bei Produkten auf Holz- und Holzwerkstoffbasis eindeutig die aliphatischen Aldehyde und die Terpene. Festzuhalten ist jedoch, dass es kaum möglich ist, die ermittelten Geruchseindrücke den jeweilig nachgewiesenen VOC`s fest zuzuordnen. Gemäß Bild 5 besteht keine direkte Korrelation zwischen VOC-Emission und Geruchseindruck. So kann bei bloßer Kenntnis des Vorhandenseins emittierender VOC`s einer Probe nicht auf deren Geruchswahrnehmbarkeit zurückgeschlossen werden. Folglich können die Geruchsemissionen einer Probe ohne olfaktorische Untersuchungen nicht beurteilt werden. Wie bereits erwähnt, verflüchtigten sich lediglich die Geruchsstoffe des Kork-Kontakt-Klebers relativ schnell. Die anderen Proben verursachten hingegen innerhalb der Prüfdauer einen kontinuierlichen Geruchseindruck, wobei nicht extrapoliert werden kann, inwieweit diese Belästigungen mit der Zeit abnehmen. Inwieweit ein Ge-

ruch eine Belästigung hervorruft oder das Lebensgefühl verbessert, hängt von den individuellen Erfahrungen und Ansprüchen jedes einzelnen ab. Festzuhalten ist, dass der Parkett-Kleber (GPAB 10) die mit Abstand unangenehmste Wirkung auf die Probanden ausübte. Während die anderen Materialien teilweise als angenehm oder neutral eingestuft wurden, lag die Penetranz und Lästigkeit des Parkett-Klebers in einem hohen Bereich.

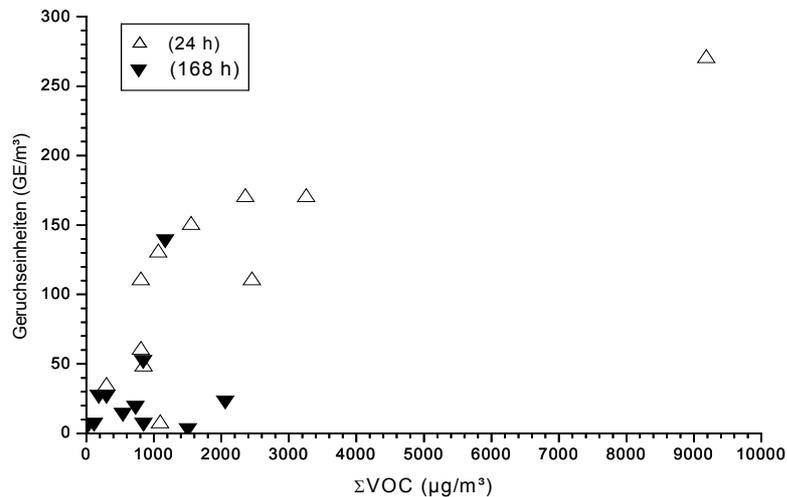


Bild 5: Auftragung der Σ VOC-Werte gegen die Geruchstoffkonzentration.

Ein allgemeines Problem der Olfaktometrie stellt die Probandenabhängigkeit dar. Es gibt keine Messinstrumente, mit denen Gerüche ohne die menschliche Nase bewertet und beurteilt werden können. Folglich ist die Olfaktometrie auf den Menschen angewiesen. Obwohl bei der Probandenauswahl definierte gesetzliche Anforderungen erfüllt werden müssen und die Probanden in regelmässigen Abständen geprüft werden, ist die Schwankungsbreite zwischen den einzelnen Probanden nicht zu unterschätzen. Auch ist die Riechform jedes einzelnen Probanden stark von der „Tagesform“ abhängig. Gerade bei lang andauernden Versuchen muss eine gewisse Schwankungsbreite bei der Ergebnisaufnahme berücksichtigt werden. Diese kommt allein schon dadurch zustande, dass nicht immer dieselben vier Probanden zum Einsatz kommen können. Folglich können die einzelnen Messwerte variieren. Diese Messschwankungen müssen bei subjektiven Messverfahren immer mit eingeplant werden.

Darüber hinaus stellt sich bei dem hier verwendeten Verfahren die Frage nach der Eignung des Probenahmeverfahrens. Im Rahmen von Routinemessungen kann es aus verschiedenen Gründen praktikabel sein, die sensorische Prüfung von der Kammerumgebung zu ent-

koppeln. Für eine repräsentative Probenahme ist es aber notwendig, weitere Untersuchungen über die Eigenschaften der Probenahmebeutel vorzunehmen.

Wichtig ist die Erkenntnis, dass die Geruchsstoffkonzentration allein kein hinreichendes Beurteilungskriterium für eine Probe darstellt. Die Versuche haben gezeigt, dass die zusätzliche Beurteilung mittels der hedonischen Wirkung, der Geruchsintensität und der Geruchsart ebenfalls wichtige Informationen liefert. So übte beispielsweise der Parkett-Kleber (GPAB 10) trotz niedriger Geruchsstoffkonzentrationen eine penetrante und lästige Wirkung auf die Probanden aus, während dies beim Birkenparkett (GPAB 7) eher umgekehrt der Fall war. Wie in Bild 6 gezeigt, schneiden die meisten Proben bei der hedonischen Beurteilung schlechter ab als bei der Intensität.

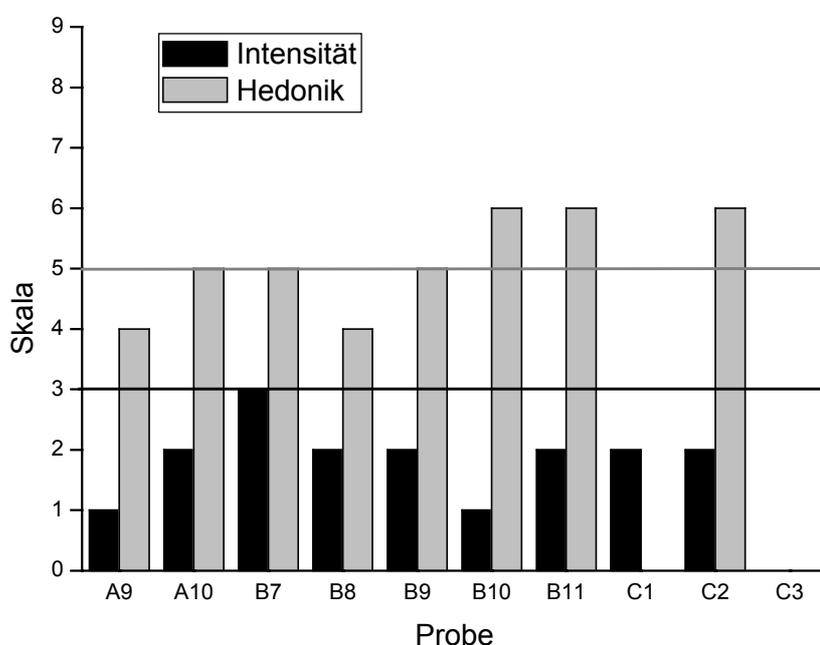


Bild 6: Vergleich von Geruchsintensität und Hedonik.

Die olfaktorische Beurteilung von Bauprodukten ist unter den gegebenen Versuchsbedingungen möglich. Die Geruchsemissionen aller Proben lagen in einer Größenordnung, die beurteilt und bewertet werden konnten. Hierzu muss aber noch einmal vor Augen geführt werden, dass in diesem Projekt keine direkten Innenraummessungen stattgefunden haben. Die Materialien sind mit Hilfe von Prüfkammern untersucht worden. Inwieweit die Ergebnisse und Messungen in der Realität auf Innenräume übertragbar sind, konnte hier nicht geklärt werden.

Aufgrund der immer geringer werdenden Akzeptanz und Toleranz in der Bevölkerung gegenüber Geruchsbelästigungen wird die Geruchsproblematik in naher Zukunft noch weiter an Bedeutung gewinnen. Im Außenluftbereich ist die Olfaktometrie bereits nicht mehr wegzudenken. So dient sie beispielsweise für die Erfassung von Wirkungsgraden in der Geruchsminderung oder als Ausgangsbasis für die Geruchsausbreitungsrechnung. Für die Zukunft ist es wichtig, einheitliche Messmethoden für sensorische Prüfungen im Innenraum und in Emissionsprüfkammern zu erarbeiten. Die Olfaktometer und Probenahmeeinrichtungen müssen soweit verbessert werden, dass sie auch zum Messen geringerer Geruchsstoffkonzentrationen in Frage kommen. Im Messen geruchsschwacher Proben besteht heute noch das Hauptproblem der sensorischen Prüfung.

4 Literaturverzeichnis

- [1] Salthammer T., Kühn V. (2002) Evaluation of indoor products by sensory and chemical testing. Part I: Application of olfactometry in test chambers. Levin H. (ed.): Proceeding of the 9th International Conference on Indoor Air and Climate - INDOOR AIR 02, Monterey, CA, Vol. 2, 261-266.
- [2] Massold E. Kühn V., Salthammer T. (2002) Evaluation of indoor products by sensory and chemical testing. Part II: Comparison of olfactometric and VOC analysis. Levin H. (ed.): Proceeding of the 9th International Conference on Indoor Air and Climate - INDOOR AIR 02, Monterey, CA, Vol. 2, 261-266.
- [3] Salthammer T. (Ed.) (1999) Organic Indoor Air Pollutants. WILEY-VCH, Weinheim
- [4] Wensing M., Schulze D. und Salthammer T. (2002) Analytische Methoden zur Bestimmung von organisch-chemischen Stoffen bei Raumluft- und Prüfkammeruntersuchungen. Handbuch für Bioklima und Lufthygiene; Ecomed Verlagsgesellschaft mbH; Landsberg, III-6.2.2.
- [5] Geruchsimmissions- Richtlinie (GIRL) (Stand 07.5.1999) „Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen mit Begründung und Auslegungshinweisen“
- [6] VDI 3882, Blatt 2 (1994) „Olfaktometrie - Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung“; Beuth-Verlag; Berlin
- [7] VDI 3882, Blatt 1 (1992) „Olfaktometrie - Bestimmung der Geruchsintensität“; Beuth-Verlag; Berlin
- [8] Salthammer T., Wensing M. (1999) „Emissionsprüfkammern und -zellen zur Charakterisierung der Freisetzung flüchtiger organischer Verbindungen aus Produkten für den Innenraum“; Handbuch für Bioklima und Lufthygiene; Ecomed Verlagsgesellschaft mbH; Landsberg

Danksagung:

Die Untersuchungen wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungseinrichtungen (AiF) gefördert (Förderkennzeichen 12445N). Wir danken dem Verein für Technische Holzfragen e.V. und allen beteiligten Industriepartnern für ihre Unterstützung. Weiterhin danken wir Herrn V. Kühn, Frau Dr. E. Massold und Herrn F. Fuhrmann für ihre Mitarbeit im Projekt.