

Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens

- eine Bewertung aus Sicht
der beteiligten Industrie



Martin Glöckner

*Fachkonferenz zum Abschluss der Pilotphase des AgBB
zur Geruchsprüfung von Bauprodukten*

2. Oktober 2015, Umweltbundesamt, Dessau

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

Die beteiligte Industrie



VCI

Verband der
Chemischen
Industrie e.V.

 **DEUTSCHE
BAUCHEMIE**



*Industrieverband
Klebstoffe e.V.*



*Verband der deutschen Lack-
und Druckfarbenindustrie e.V.*



Fachverband der
Hersteller elastischer
Bodenbeläge e.V.



**VERBAND DER DEUTSCHEN
HOLZWERKSTOFFINDUSTRIE E.V.**



VDT Verband der
Deutschen Tapetenindustrie e.V.

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

1

Ausgangssituation und
Startpunkt für die Pilotphase

2

Bewertung der wesentlichen
Ergebnisse der Pilotphase

3

Resümee



Ausgangssituation und Startpunkt für die Pilotphase des AgBB

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

- Platzhalter im AgBB-Bewertungsschema
Bewertung sensorischer Aspekte
- August 2010: ENTWURF DIN ISO 16000-28
Innenraumluchtverunreinigungen – Teil 28: Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüfkammer
- März 2012: ISO 16000-28 (first edition)
Indoor air — Part 28: Determination of odour emissions from building products using test chambers
- Dezember 2012: DIN ISO 16000-28
Innenraumluchtverunreinigungen – Teil 28: Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüfkammer

Fachgespräch zur Geruchsbewertung von Bauprodukten am 5. Dezember 2011

- AgBB-Platzhalter soll auf Basis von ISO 16000-28 inhaltlich ausgestaltet und praktisch umgesetzt werden.
- Pilotphase mit Herstellern zur Erprobung der Prüfmethodik
 - Praktikabilität überprüfen
 - Praktische Erfahrungen sammeln
 - *Empf. Intensität* und *Hedonik* nach ISO 16000-28, nicht *Akzeptanz*
 - Sinnvolle Kriterien (Grenzwerte) ableitbar? AgBB-Vorschläge bewerten
 - Ringversuche zur Bestimmung der Reproduzier- und Wiederholbarkeit
 - Bewertung des Verhältnisses „Aufwand/Nutzen“
 - AgBB-AG „Sensorik“ begleitet und koordiniert die Pilotphase
 - In Abhängigkeit der Ergebnisse, ggf. Änderung der Prüfmethodik
 - 2. Fachgespräch nach Abschluss der Pilotphase

Die wesentlichen Teilprojekte der Pilotphase

- Zwei Ringversuche, koordiniert durch die BAM
 - *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung*
- Untersuchungen zur Validierung des Prüfverfahrens
 - *Fraunhofer-Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI)*
- Erfahrungsberichte anderer Institute
 - *Bremer Umweltinstitut*
 - *Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP*
 - *Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin*



Bewertung der wesentlichen Ergebnisse der Pilotphase

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

1. Prüfvorschrift

2. Trichter zur Probendarbietung

3. Aceton-Vergleichsmaßstab

4. Anforderungen an die Genauigkeit

5. Methoden zur Probendarbietung

6. Wiederholbarkeit / Reproduzierbarkeit

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

1. Prüfvorschrift

2. Trichter zur Probendarbietung

3. Aceton-Vergleichsmaßstab

4. Anforderungen an die Genauigkeit

5. Methoden zur Probendarbietung

6. Wiederholbarkeit / Reproduzierbarkeit

Korrektur der Basis für die Pilotphase

- Der Projektverlauf zeigte, dass ...
 - ... nicht nur DIN ISO 16000-28, sondern
 - ... zusätzlich VDI 4302, Blatt 1 die Grundlage für die Ring- und Validierungsversuche bildet.
Geruchsprüfung von Innenraumluft und Emissionen aus Innenraummaterialien – Grundlagen
 - *Entwurf Ausgabe 05.12*
 - *Aktuelle Ausgabe April 2015*
 - ... zusätzlich zur ISO und VDI wurde eine Standardarbeitsanweisung erarbeitet und von den P-Stellen genutzt.



Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

Prüfvorschrift(en)

Es bestand/besteht Ergänzungsbedarf

- ISO 16000-28 als Basis reicht nicht aus
- VDI 4302, Blatt 1 als Ergänzung reicht nicht aus
- Zusätzlich Standardarbeitsanweisung war erforderlich

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

1. Prüfvorschrift

2. Trichter zur Probendarbietung

3. Aceton-Vergleichsmaßstab

4. Anforderungen an die Genauigkeit

5. Methoden zur Probendarbietung

6. Wiederholbarkeit / Reproduzierbarkeit

Trichter zur Probendarbietung

- **Normative Vorgaben** (ISO 16000-28 + VDI 4302, Blatt 1)
 - Oberflächenbehandelter Edelstahl oder Glas
 - Öffnungswinkel bis zu 12°
 - Konstanter Luftvolumenstrom von 0,6 l/s bis 1 l/s

Trichter A

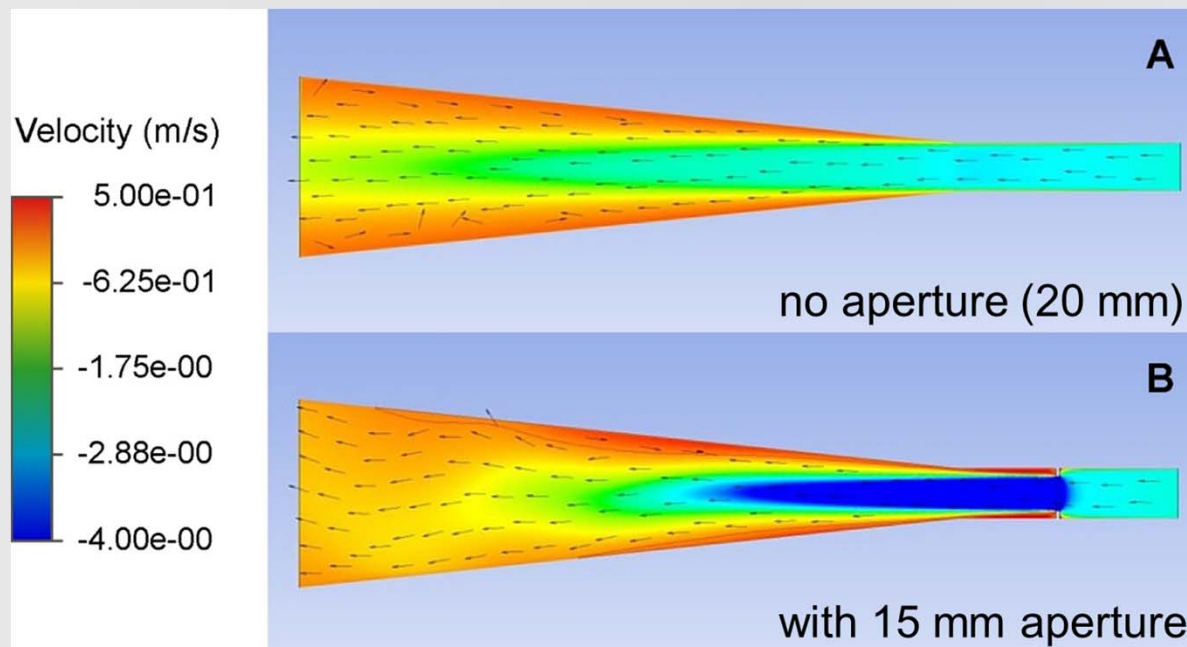


Trichter B



Trichter zur Probendarbietung

- **Ergebnis der Validierungsuntersuchungen**
 - Signifikante Unterschiede im normativen Rahmen
 - Glas vs. Edelstahl
 - Mangelhafte Durchmischung der Luft im Trichter
 - Diffusor-Blende



Trichter zur Probendarbietung

Es besteht Konkretisierungsbedarf

- Eventuell weitere Einschränkung des Trichtermaterials auf Glas
- Trichtergeometrie muss weiter konkretisiert werden, um eine reproduzierbare Probendarbietung zu gewährleisten

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

1. Prüfvorschrift

2. Trichter zur Probendarbietung

3. Aceton-Vergleichsmaßstab

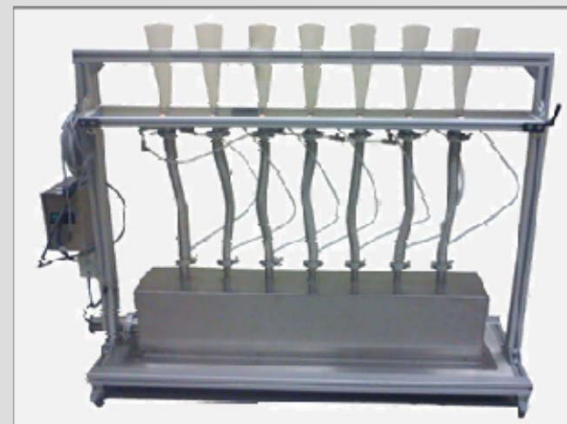
4. Anforderungen an die Genauigkeit

5. Methoden zur Probendarbietung

6. Wiederholbarkeit / Reproduzierbarkeit

Aceton-Vergleichsmaßstab

- **Kalibrierung der Aceton-Vergleichsmaßstäbe**
 - Kein valides Verfahren zur Bestimmung der Aceton-Konzentration (Meßgerät?, Detektor?)
 - Kein zertifiziertes Aceton-Prüfgas
 - Geruchsschwelle Aceton?
 - Probanden-Response zu Aceton-Konzentration nicht linear
 - Erhöhte Aceton-Konz. in der Umgebungsluft der Prüfer
- **Unterschiedl. Modelle der Vergleichsmaßstäbe**



Quelle: Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI

Aceton-Vergleichsmaßstab

Es besteht Konkretisierungsbedarf

- Festlegungen zur Kalibrierung des Aceton-Vergleichsmaßstabes
- Analytik zur Bestimmung der Aceton-Konzentrationen
- Festlegung zur rel. Feuchte (Befeuchtung) des dargebotenen Luft-Aceton-Gemisches
- Überprüfung der pi-Skala
- Absaugung erforderlich, um Anstieg der Acetonkonzentration in der Umgebungsluft der Prüfer zu vermeiden

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

1. Prüfvorschrift

2. Trichter zur Probendarbietung

3. Aceton-Vergleichsmaßstab

4. Anforderungen an die Genauigkeit

5. Methoden zur Probendarbietung

6. Wiederholbarkeit / Reproduzierbarkeit

Anforderungen an Genauigkeit (ISO 16000-28)

- **Empfundene Intensität**
 - Mindestens 8 geschulte Prüfer
 - 90%-Vertrauensbereich $\leq \pm 2$ pi
 - Ansonsten Wiederholung mit vergrößertem Prüfer-Panel
- **Hedonik**
 - Mindestens 8 ungeschulte Prüfer
 - 90%-Vertrauensbereich $\leq \pm 1$
 - Ansonsten Wiederholung mit vergrößertem Prüfer-Panel

Die Hedonik darf nicht gleichzeitig mit der Bewertung der Intensität erfolgen!

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

Anforderungen an Genauigkeit (VDI 4302, Blatt 1)

- **Empfundene Intensität**
 - Mindestens 8 geschulte Prüfer
 - Die halbe Breite des 90%-Konfidenzintervalls des Mittelwerts $\leq 2 \pi$
 - Ansonsten Wiederholung mit vergrößertem Prüfer-Panel
- **Hedonik**
 - Mindestens **15** ungeschulte Prüfer (*Widerspruch zur ISO?*)
 - Die halbe Breite des 90%-Konfidenzintervalls des Mittelwerts ≤ 1
 - Ansonsten Wiederholung mit vergrößertem Prüfer-Panel

*Eine kleinere Gruppe geschulter Prüfer ist möglich (Verwendung der selben Gruppe wie bei der Intensitätsbewertung), wenn im Zusammenhang mit der Intensitätsbewertung der hedonische Eindruck der Probenluft mitbewertet werden soll. (**Widerspruch zur ISO?**)*

Anforderungen an Genauigkeit

- Aufgrund der Regelungen zur Genauigkeit hätten im Rahmen des Projektes ***ca. 16 % (17 von 104) der Geruchsprüfungen wiederholt*** werden müssen
- Die entsprechenden ***Angaben der VDI 4302*** sind ***widersprüchlich zur ISO 16000-28.***

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

Anforderungen an Genauigkeit

Fehlende Praktikabilität und Inkonsistenzen

- Festlegungen zur Genauigkeit sind *für eine Routine-Methode nicht praktikabel*. Zeitversetzte *Wiederholungen von Prüfung inakzeptabel*
- *Inkonsistenzen zwischen ISO 16000-28 und VDI 4302* müssen beseitigt werden

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

1. Prüfvorschrift

2. Trichter zur Probendarbietung

3. Aceton-Vergleichsmaßstab

4. Anforderungen an die Genauigkeit

5. Methoden zur Probendarbietung

6. Wiederholbarkeit / Reproduzierbarkeit

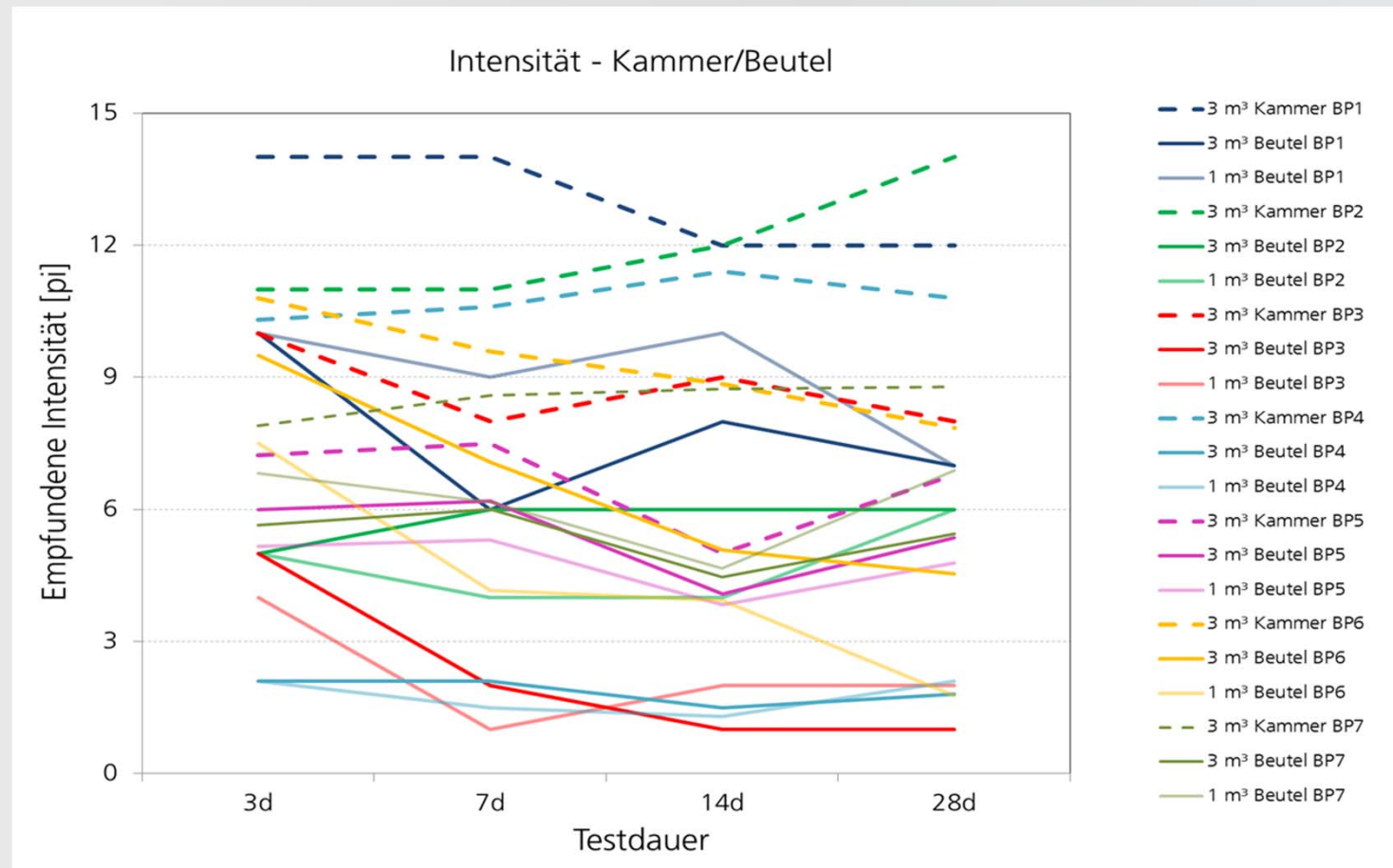
Methoden zur Probendarbietung

Direkte vs. indirekte Probendarbietung

- **Direktbewertung an der Emissionsprüfkammer**
 - *CLIMPAQ* hohe Beladung, hoher Luftvolumenstrom, nicht zulässig gemäß prEN 16516
 - *Kammer, mind. 3 m³* unübliche Größe, aufwendig und teuer, zulässig gemäß prEN 16516
- **Indirekte Bewertung aus Probenbehälter**
 - *Tedlar[®]* mangelhafte Verfügbarkeit, aufwendige Vorkonditionierung aufgrund Eigengeruch
 - *Nalophan[®]* einmalige Verwendung, Dichtigkeit?

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

Methoden zur Probendarbietung *Direkte vs. indirekte Probendarbietung*



Methoden zur Probendarbietung

Direkte vs. indirekte Probendarbietung

- Indirekte Methode liefert im Vergleich mit der direkten Methode erhebliche Minderbefunde.
- Tedlar[®] und Nalophan[®] liefern von einander abweichende Ergebnisse.
- Direkte Bewertung an der CLIMPAQ erfordert eine parallele Bestimmung der VOC-Emissionen in einer Emissionsprüfkammer gemäß prEN 16516.
- Emissionsprüfkammer für direkte Bewertung, die parallel zur VOC-Bestimmung verwendet wird (prEN 16516), muss mindestens ein Volumen von 3 m³ aufweisen.

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

Methoden zur Probendarbietung

Direkte vs. indirekte Probendarbietung

Aufgrund fehlender Praktikabilität als Routine-Methode ungeeignet.

- *Indirekte Probendarbietung nicht erfolgreich validiert* und ist damit in der Form nicht anwendbar
- *Direkte Probendarbietung* aufgrund erforderlicher Kammergröße für Routine-Verfahren *nicht praktikabel*

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

1. Prüfvorschrift

2. Trichter zur Probendarbietung

3. Aceton-Vergleichsmaßstab

4. Anforderungen an die Genauigkeit

5. Methoden zur Probendarbietung

6. Wiederholbarkeit / Reproduzierbarkeit

Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit

- Zweiter Ringversuch 2014
Empfundene Intensität

| | |
|--|---------|
| Wiederholbarkeit | |
| Anzahl der Institute | 17 |
| Mittelwert der Mittelwerte | 6,3 pi |
| Durchschnittl. Standardabweichung | 1,8 pi |
| Durchschnittl. rel. Standardabweichung | 28,4 % |
| Minimaler Mittelwert | 3,4 pi |
| Maximaler Mittelwert | 10,1 pi |

Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit

- Zweiter Ringversuch 2014
Empfundene Intensität

| Reproduzierbarkeit | |
|--|---------|
| Anzahl der Institute | 11 (17) |
| Standardabweichung zwischen Inst. | 1,92 pi |
| Rel. Standardabweichung zwischen Inst. | 29,6 % |

Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit

- Zweiter Ringversuch 2014
Hedonik

| Wiederholbarkeit | |
|--|--------|
| Anzahl der Institute | 18 |
| Mittelwert der Mittelwerte der Institute | - 0,51 |
| Kleinster Mittelwert | - 2,41 |
| Größter Mittelwert | + 2,17 |
| Mittelwert der Standardabweichungen | 0,70 |
| Kleinste Standardabweichung | 0,66 |
| Größte Standardabweichung | 1,51 |

Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit

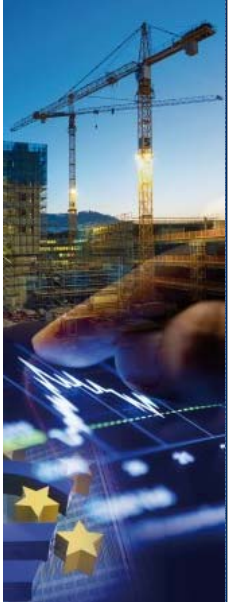
Empfundene Intensität

- Menschliche Nase ist kein objektiver Detektor, subjektive Wahrnehmung kann nicht vollständig unterdrückt werden und Sensitivität ist individuell
- Probanden-Panel kann aus Praktikabilitätsgründen nicht beliebig vergrößert werden
- Trotzdem vergleichsweise gute Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit, allerdings über einen großen Bereich der pi-Skala
- Aber: betrifft nur Prüfmethode und nicht das gesamte Verfahren (inkl. Probennahme, -transport, Probekörperherstellung usw.)

Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit

Hedonik:

- Hedonischer Eindruck eines Geruchs hängt von persönlichem Empfinden, Vorlieben und Prägungen ab
- Nicht objektivierbar
- Deutlich schlechtere Wiederholbarkeit als empf. Intensität
- Hedonik als Parameter könnte einen Trend zu „parfümierten“ Bauprodukten auslösen, was aus Sicht der Innenraumlufthygiene kontraproduktiv wäre



Resümee

Resümee

- ISO 16000-28 in Verbindung mit VDI 4302, Blatt 1 in vorliegender Form nicht anwendbar
 - Beschränkung auf die „empfundene Intensität“ als relevanten Parameter
 - Hedonik höchstens als zusätzliche Hilfsgröße für intensiv, aber „gut“ riechende Produkte, wobei ein möglicher Trend zu „parfümierten“ Bauprodukten, die aus Sicht der Innenraumlufthygiene kontraproduktiv sind, dem entgegen spricht
 - Zusätzliche Konkretisierungen, Ergänzungen und Änderungen dringend notwendig
 - Inkonsistenzen zwischen ISO 16000-28 und VDI 4302 müssen beseitigt werden
 - Problem: praktikable Methode zur Probendarbietung

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

Resümee

- Das Prüfverfahren ist sensibel (fehlende Robustheit)
 - Variation der Prüfparameter im Rahmen der normativen Vorgabe führen zu signifikanten Abweichungen im Prüfergebnis
- Bezogen auf die empfundene Intensität ist Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit für den relativ subjektiven Parameter „Geruch“ akzeptabel, wobei sich die Schwankungen über einen großen Bereich der pi-Skala erstrecken und die Ergebnisse nur die Prüf-methode und nicht das gesamte Verfahren betreffen.
- Aufgrund der Subjektivität des Detektors „Nase“ kann die Standardabweichung nur durch unrealistisch große Probandenpanels signifikant verbessert werden.
- Vorliegende Datenbasis lässt es nicht zu, „pass/fail“-Kriterien bzw. Anforderungen festzulegen.

Möglichkeiten und Grenzen aus Industriesicht

Resümee

- Mangelnde Praktikabilität
 - Für eine Routine-Methode inakzeptabel
 - U.a. ist die Kopplung mit der Bestimmung der VOC-Emissionen (prEN 16516) erforderlich
 - Es fehlt eine praktikable Methode zur Probendarbietung
- Erfahrungen unterschiedlicher Branchen zeigen, dass nur ein geringer Anteil der Geruchsauffälligkeiten in Gebäuden durch Geruchsprüfungen an Bauprodukten vermieden werden könnten. Ursachen für Geruchsprobleme sind in der Praxis häufig
 - Mängel in der Planung (ungeeignete Materialkombinationen)
 - Verarbeitungsfehler (fehlende Trocknungszeiten)
 - mikrobiologischer Befall
- Aufwand des Verfahrens bisher nicht beziffert, steht aber voraussichtlich in einem ungünstigen Verhältnis zum Nutzen

Resümee

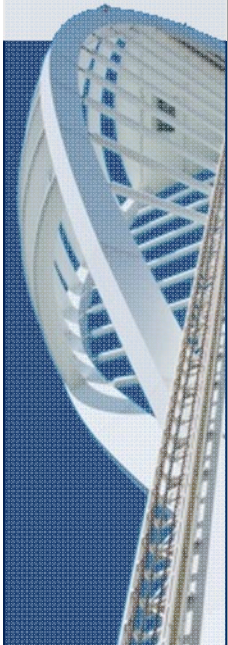
- Mögliche Maßnahmen
 - VDI 4302 in ISO 16000-28 integrieren (keine zwei Regelwerke)
 - Gewonnene Erkenntnisse (teilweise aus der Standardarbeitsanweisung) in ISO 16000-28 einfließen lassen
 - Problem der Probendarbietung muss gelöst werden.
 - Resultierende Fassung der ISO 16000-28 erneut prüfen
 - Verhältnis Aufwand/Nutzen ermitteln (Praktikabilität?)
 - Können Kriterien/Anforderungen abgeleitet werden?
Lässt die pi-Skala ausreichend Raum für ein bzw. zwei Anforderungsniveaus?



Resümee

- Möglicher Einsatz einer optimierten ISO 16000-28
 - Kann seitens der beteiligten Hersteller noch nicht abgeschätzt werden.
 - Praktikable Methode zur Probendarbietung?
 - Kriterien, Grenzwerte, Anforderungen ableitbar?
 - Kann erst beurteilt werden, wenn eine optimierte Fassung der ISO 16000-28 vorliegt und erneut überprüft (validiert) wurde.





**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!**

Martin Glöckner
Deutsche Bauchemie
gloeckner@vci.de
Tel.: +49 (0) 69 2556 1633

