



**Bauzentrum München:
Fachforum - Baustoffe im Vergleich**

Baustoffe- Neue Erkenntnisse zur Wohngesundheit

Dr. Heidrun Hofmann
Bremer Umweltinstitut

Fahrenheitstr. 1, 28359 Bremen
Wiesenstr. 8, 37073 Göttingen

Fon 0421/7 66 65
Fax 0421/7 14 04
hofmann@bremer-umweltinstitut.de
www.bremer-umweltinstitut.de



Baustoffe- Neue Erkenntnisse zur Wohngesundheit

1. Einführung
3. Ergebnisse des AGÖF-Forschungsvorhabens
4. Bewertung von Bauprodukten
5. Umsetzung - Praxisbeispiele
6. Lösungsvorschläge

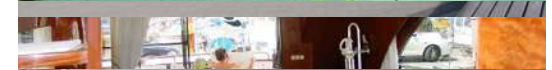


Bremer Umweltinstitut

Analyse und Bewertung von Innenraumschadstoffen

- Verbraucher
- (öffentliche) Gebäudewirtschaft
- Schadstoffkataster

Gerichtsgutachten





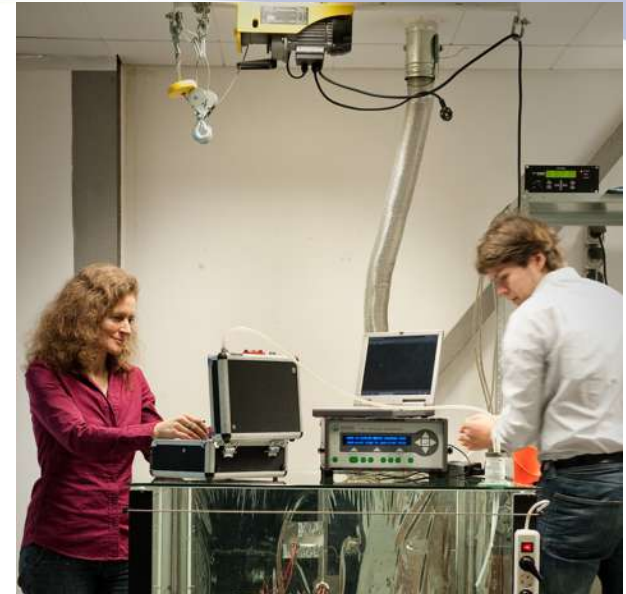
Bremer Umweltinstitut

Produkt-Controlling, z.B.

Emissionsprüfungen

- Zulassungsverfahren / DIBT
- Prüfungen für Label
- Offgasingtest für die Raumfahrt

Gehaltsanalysen von
Bedarfsgegenständen und
Lederwaren/Textilien

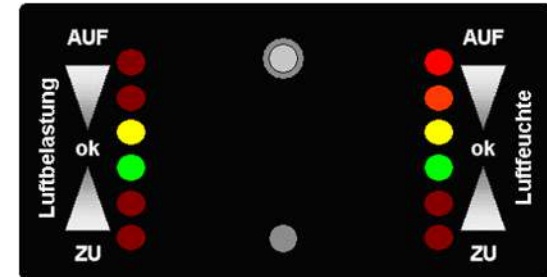




Bremer Umweltinstitut

Forschungsprojekte, z.B.

- Altholzanalytik (DBU)
- Lüftungsampel (BEK+BWA)
- Biozide in Bauprodukten
- VOC-Datenbankprojekt der AGÖF (UBA)
- Emissionen aus Dichtmassen (DIBT)
- Freisetzung von Ag-Nanopartikel aus Textilien (BMBF)



Stadt sperrt neue Turnhalle

Mehrere Schüler klagen über gesundheitliche Beschwerden nach Sportunterricht am Kreideberg

abe/sp Lüneburg. Fast vier Jahre lang haben Schüler, Eltern und Vereinssportler darauf gewartet, dass sie auf dem Kreideberg endlich eine neue Halle bekommen. Die alte war Anfang 2006 wegen Einsturzgefahr gesperrt worden. Seit Dezember turnen und toben die Schüler nun in der neuen, gut 2,5 Millionen Euro teuren Halle, kämpfen Lüneburger Vereine dort um Punkte. Doch jetzt sperrt die Stadt die Halle schon wieder. Grund sind gesundheitliche Probleme mehrerer Kinder im Sportunterricht.

Lüneburgs Schuldezernent Peter Koch erklärt: „Fünf Viertklässler haben in den vergangenen Tagen während des Sportunterrichts Kreislaufprobleme bekommen. Die Schule hatte dankenswerterweise schnell für eine ärztliche Betreuung gesorgt und uns umgehend informiert. Wir sind mit der Schulleiterin in Kontakt, der Kindern soll es schon wieder besser gehen. Aber natürlich wollen wir der Ursache auf den Grund gehen.“

Während Eltern berichten, dass es in den vergangenen Wochen schon mehrfach derar-

tige Zwischenfälle gegeben haben soll, weiß die Stadt nur von zwei Tagen, gestern und ein Tag in der vergangenen Woche, an dem Schüler Beschwerden gehabt hätten. Die Verwaltung vermutet, dass es Probleme mit der Belüftung gegeben haben könnte, es in der Halle zu heiß und stickig geworden sei. Nun sollen Fachleute prüfen, ob sich der Verdacht bestätigt. Von Pfusch am Bau oder Schadstoffen will man bei der Stadt zumindest derzeit nichts hören.

Mitarbeiter der Gebäudewirtschaft der Stadt werten nun die

Daten eines Computers aus, der die Technik in der Halle zentral steuert. „Dabei können wir feststellen, wie hoch die Temperaturen und die Luftfeuchtigkeit in den vergangenen Tagen in der Halle gewesen sind“, erklärt Stadtbaurätin Heike Gundermann. Hier zeige sich dann auch, ob die Lüftung richtig gearbeitet habe. „Zusätzlich ziehen wir die Experten vom Bremer Umweltinstitut zu Rate, ob möglicherweise eine Raumluftmessung notwendig ist.“ Heute nehmen Fachleute die Halle in Augenschein und tauschen sich

über das weitere Vorgehen aus.

„Während der Untersuchungen schließen wir die Halle vorsorglich für den Schut- und Vereinsbetrieb. Wir machen keine Experimente“, stellt Koch klar. Der Schulsport weiche bei gutem Wetter nach draußen aus, die Vereine legen eine kurze Zwangspause ein. „Wir können noch nicht sagen, wie lange die Halle geschlossen bleibt. Allerdings müssten wir höchstens nun erst einmal zweieinhalb Wochen überbrücken, dann sind Sommerferien“, sagt Schuldezernent Peter Koch.



Musikschule Löhne (2011)





Kindergarten Nürnberg (2011)

Reizendes Gas aus dem Boden

Umstrittener Dämmstoff im städtischen Kindergarten von Nürnberg-Boxdorf - 06.12.2011 14:40 Uhr

NÜRNBERG - Im städtischen Kindergarten in Nürnberg-Boxdorf wurden in die Böden Dämmplatten mit dem Treibmittel 2-Chlorpropan eingebaut. Der Stoff, der in hohen Konzentrationen Augen und Schleimhäute reizt sowie zu Nieren- und Herzstörungen führen kann, tritt seit neun Monaten in die Räume des Kindergartens aus. Die Stadt werde künftig auf diesen Baustoff verzichten, heißt es jetzt im Hochbauamt.

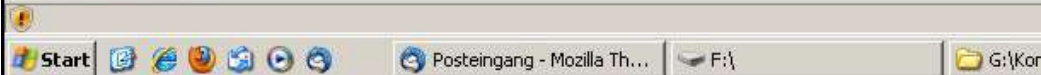


Die Freude über den neuen Boden währte in Boxdorf nur so lange, bis 2-Chlorpropan gemessen wurde.

Foto: Weigert (Archivfoto)

Die Baufirma, die im Frühjahr im Auftrag der Stadt die sogenannten Phenolharz-Hartschaumplatten im Boxdorfer Kindergarten am Sportplatz verlegte, meinte es gut. Eigentlich sollte das Unternehmen aus Wilburgstetten Holzfaserplatten nehmen, um die Fußböden des energetisch sanierten Kindergartens „fußwarm“ zu machen. „Aber weil Phenolharzplatten bei gleicher Dämmleistung dünner sind und wir in Boxdorf die Böden nicht sehr hoch aufbauen konnten, haben wir diese genommen“, erklärt Firmenchef Alfred Michel auf Nachfrage der Lokalredaktion.

Seit Jahren verwende er die Platten, die mit Hilfe von 2-Chlorpropan hergestellt werden, ohne Probleme. Dass Gas austritt, habe er bislang nur auf der Nürnberger Baustelle erlebt. Bei Raumluftmessungen stellte die Stadt nach der Sanierung des Boxdorfer Kindergartens 2-Chlorpropan fest. Die anfängliche Konzentration lag bei 1700 Mikrogramm pro Kubikmeter.





2. AGÖF-Forschungsvorhaben

Zielkonflikt energieeffiziente Bauweise und gute Raumlufthqualität – Datenerhebung für flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumlufth von Wohn- und Bürogebäuden (Lösungswege)

Finanzierung: BMU/UBA UFOPLAN FKZ 3709 62 211

Projektlaufzeit: 01.10.2009 – 30.11.2012

Projektleitung : Dr. Heidrun Hofmann (BUI),

Dr. Peter Plieninger,

Martin Hoffmann (GföB)

Begleitung: Dr. Heinz-Jörn Moriske (UBA),

Anja Lüdecke (UBA)



Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF)

Verband unabhängiger Beratungs- und
Dienstleistungsunternehmen

- Schadstoffmessungen im Innenraum,
- Laboranalytik,
- ökologische Produktprüfung,
- umwelt- und gesundheitsverträgliche
Gebäudekonzepte,
- effiziente Energiesysteme.



Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF)

Kooperation und Vernetzung

- Fachtagungen und Kongresse

Qualitätssicherung

- Laborvergleiche
- Forschungsprojekte
- AGÖF-Orientierungswerte



Projektbeschreibung

Teil A

- Erfassung und Auswertung anlassbezogener VOC-Untersuchungen der AGÖF-Institute.

Teil B

- Durchführung von Messungen in 50 ausgewählten Gebäuden, die dem Energiestandard der ENEC 2002 bzw. später entsprechen.

Teil C

- Zusammenführung der Datenerhebungen VOC DB I und VOC DB II



Teil A

- Erfassung und Auswertung anlassbezogener VOC-Untersuchungen von AGÖF-Instituten zeitlich anschließend an das erste Forschungsvorhaben.
- Neben den Messdaten wurden umfangreiche Begleitinformationen zum Anlass, Gebäude, Raum und zur Probenahme anhand eines Fragebogens erfasst.



Vorgaben Teil A

- Zeitlich anschließend an das 1. Vorhaben (2006 -2012)
- Probenahme innerhalb der BRD
- Nur klassische Innenräume
- Nur aktive Probenahme
- Festlegung der Methoden
- Festlegung des Stoffumgangs
- Pflichtangaben



Teil B

- Durchführung von Messungen in 50 ausgewählten Gebäuden, die nachweislich entsprechend einem Energiestandard von 2002 bzw. später errichtet oder saniert wurden.
- Pro Gebäude wurde ein Raum (Schlafzimmer bzw. Klassenraum) in zwei unterschiedlichen Klimasituationen (Winter/Sommer) untersucht.

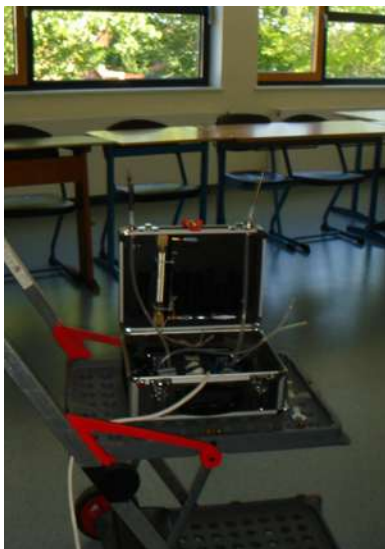


Messprogramm Teil B

- Klimadaten innen und außen
- Bestimmung der Luftwechselrate
- Untersuchung der Raumluft auf flüchtige organische Verbindungen (VOC)
- Untersuchung der Raumluft auf Aldehyde/Ketone (Probenahme auf DNPH)
- Untersuchung der Raumluft auf Flammschutzmittelwirkstoffe



Durchführung der Messungen





Dateneingabe

Die Dateneingabe erfolgte überwiegend von den AGÖF-Instituten mit Hilfe eines Excel-basierten Import-Tools

Import-Tool

AGÖF

VOC-DB/IT 2.0

Sie sind eingeloggt als:
asdf

Institutskopien erstellen

Login als neuer Nutzer **Kopie erstellen**

© Umwl - Umwelt und Informatik; Andreas Müller; Senefelderstr. 26; 10437 Berlin;
amueller50@gmx.de

Zusatzinformationen

Zusatzinfo [Close]

ZI-Kennung:

Interne Nummer:

ID:

Auftrag

Ziel:

- Statusmessung
- Einhaltung Richt-/Orientierungswerte
- Wiederholungsmessung
- Freigabemessung nach Sanierung

Anlass:

- Gerüche
- Gesundheitsbeschwerden
- Expositionsverdacht
- Abnahme (Qualitätssicherung, Zertifiziert)
- Anderer

OK
Abbrechen

Gebäude

Ort (PLZ):

Bauweise:

Baujahr:

Baualterklasse:

Nutzung:

- 1-2 Familienhaus
- MFH
- Büro/Verwaltung
- Schule/Bildungsbau
- Kindergarten
- Handel/Dienstleistung

Geschosse:

Modernisierung

bekannt

	Jahr	Text
Fassade	2008	
Dach / oberstes	2007	erneuert
Grund / Kellerdecke:		
Fenster / Außentüren:	2008	erneuert
Heizungsanlage:		
Lüftungstechnik		

Raum

Nutzung:

Fußboden:

Decke:

Weiter Qualitätsmerkmale

- Passivhaus
- Energieeffizienzhaus
- Energieausweis
- Luftdichtigkeit n50 [1/h]
- Null-Energiehaus
- Schadstoffarm

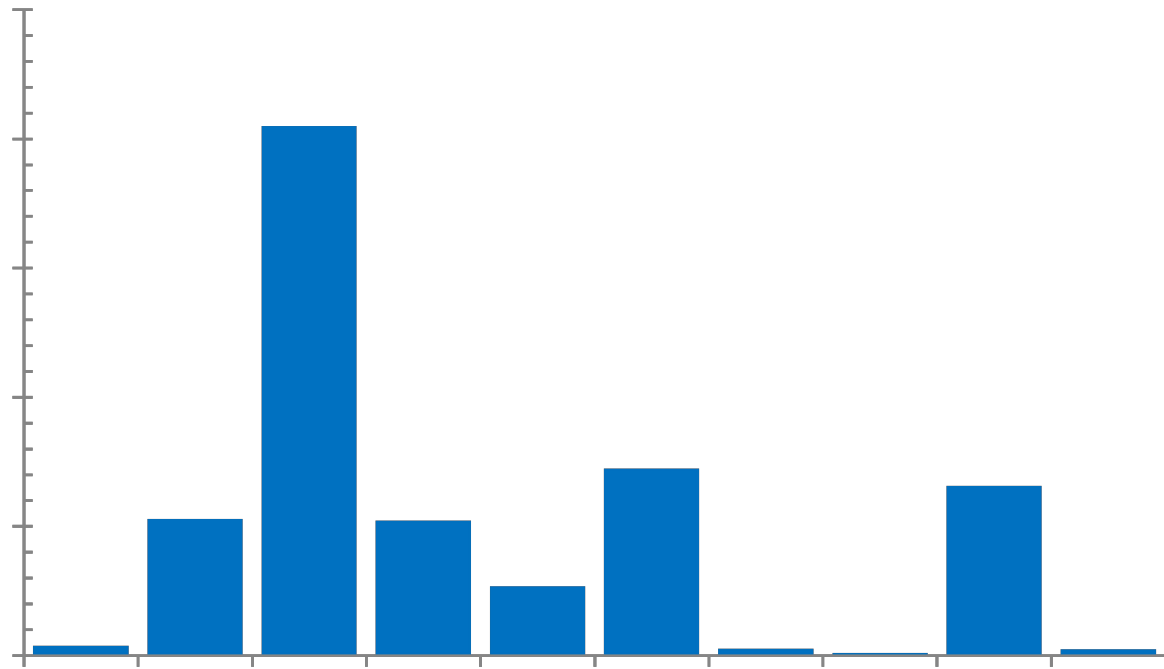


Beschreibung der Datenbasis VOC DB II

Es wurden insgesamt 4846 Datensätze mit 664.604 Messwerten, die von 16 AGÖF Instituten geliefert wurden, ausgewertet. Ein Datensatz entspricht einer Messung zu einem bestimmten Zeitpunkt unter angegebenen Bedingungen in einem Raum. Der Datensatz kann bis zu drei verschiedene Probenahmen beinhalten.

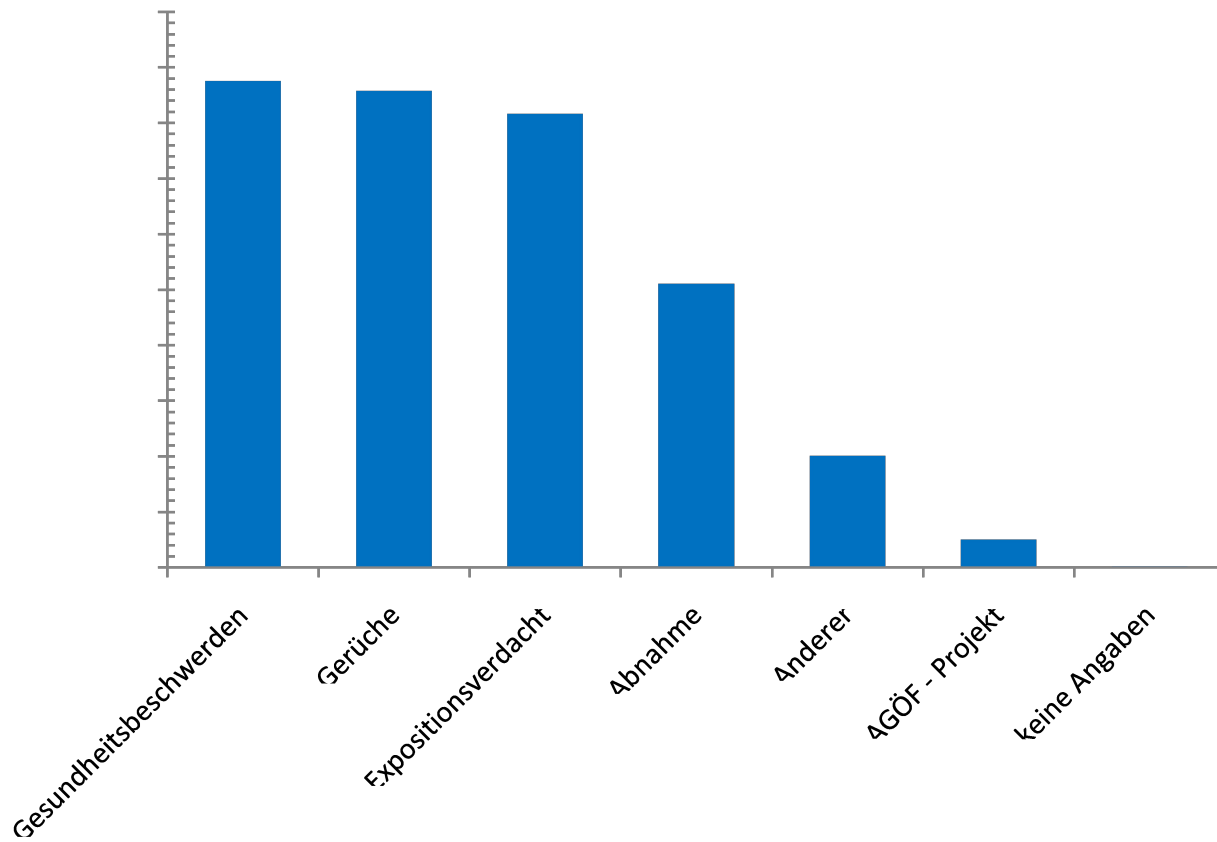


Postleitzahlbereiche



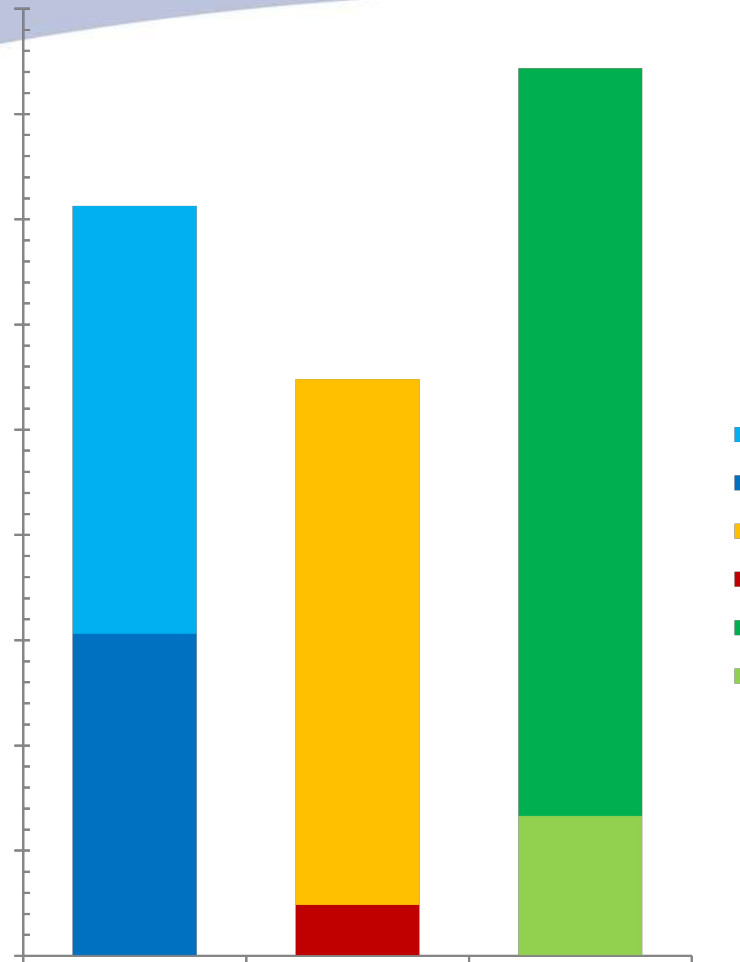


Anlässe



Teil A / Nutzungsarten

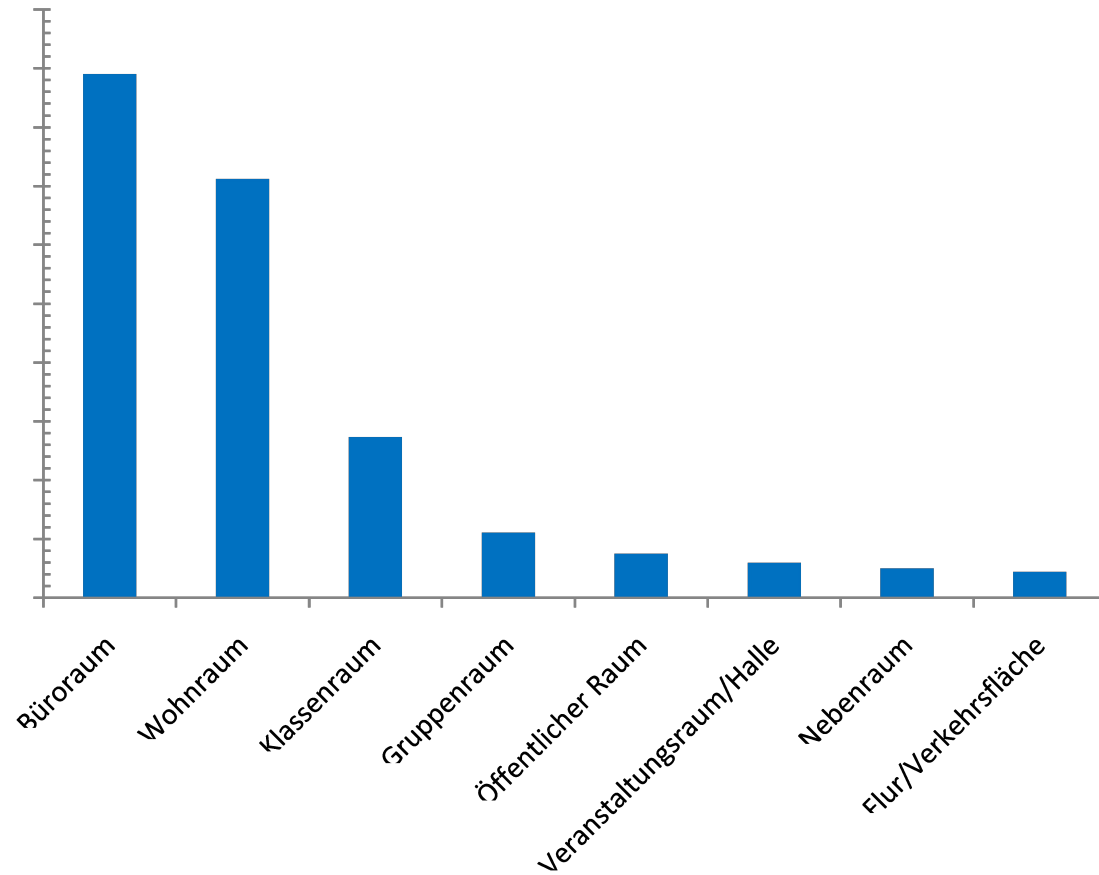
(N = 4864, VOC DB II)





Teil A / Raumnutzung

(N = 4428, VOC DB II)



Teil A / Bauweise



Teil A / Gebäudealter





Substanzspektrum

- Erfasst wurden: Alkane, Alkene, Aromaten, HKW, Alkohole, terpenoide Verbindungen, Aldehyde, Ketone, Esther ein- und zweiwertiger Alkohole, mehrwertige Alkohole und deren Ether, Siloxane, organische Säuren, sonstige Verbindungen, PAK, Flammschutzmittel und der TVOC.
- Insgesamt umfasst die Stoffliste über 500 Einzelverbindungen, von denen bei der Auswertung nur die Stoffe mit mindestens 20 Messwerten betrachtet wurden.

Datenauswertung

VOICDB-UI 2.1 - [Frm_Pivot : Formular]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?

Auswertung Daten Stoffe Admin

Tahoma 8

Berechnen Progress: **Messwert**

Filter **Reset**

Stoffe | Raum | Gebäude | Probenahme | Sonstige | Ansicht

Stoffgruppe:

- Alkane
- Alkene
- Aromaten
- HKW
- Alkohole
- Terpenoide Verbindungen
- Aldehyde**
- Ketone
- Ester ein- und zweiwertiger Alkohole
- Mehrwertige Alkohole und deren Ether
- Siloxane
- Organische Säuren
- Sonstige Verbindungen
- TVOC**
- PAK und ähnliche Verbindungen
- Flammschutzmittel

incl. Summen

n Messwerte **ACHTUNG:**
nMesswert Filterung nur für Kennwerte, nicht für Messwerte !!
Für Messwerte werden alle Stoffe ausgegeben mit mindestens 1 Messwert!!

≥
≤

Stoffe: Liste

Suche:

Auswahl: Einzelne Stoffe löschen: Doppelklick **Alle Löschen**

Aldehyde	50-00-0	Formaldehyd
Aldehyde	98-01-1	Furfural
TVOC		Summe identifiziert; Sid gerundet

Kennwerte: **Alle wählen** **Kopiere**

Datenauswertung

VOC-DB 2.0 - [Frm_Pivot : Formular]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datengänge Extras Fenster Import Access Adgbe PDF

Auswertung Daten Stoffe Admin

Berechnen Reset

Filter

Raum Gebäude Stoffe Probenahme Sonstige Ansicht

Raumnutz

- Wohnraum
- Büroraum**
- Klassenraum
- Gruppenraum
- Flur/Verkehrsfläche
- Nebenraum
- Veranstaltungsraum/H.
- Öffentlicher Raum

Decke:

- Putz/Farbe
- Dekorplatte
- Akustikplatte
- Tapete: Papier/Raufas
- Tapete: Kunststoff
- Holzverkleidung

Wand:

- Putz/Farbe
- Tapete: Papier/Raufas
- Tapete: Kunststoff
- Holzverkleidung
- Fliesen

Renovierung ODER

- Wände/Decken
- Fußboden
- Belag
- Unterboden
- Anstrich: Fenster/Heizkörper/Türen
- Neue Produkte/Möbel
- keine in den letzten 5 Jahren dem Nutzer unbekannt

Fußboden:

- Teppichboden, verklebt**
- Teppichboden, nicht verklebt
- Kunststoffbelag
- Linoleum
- Laminat
- Vollholz (z.B. Parkett)
- Kork
- Fliesen
- Beschichtung

Belüftung:

- Fensterlüftung
- Abluftanlage
- Zu-/Abluftanlage; Zulu
- Zu-/Abluftanlage; Ablu
- Klimatisierung

Renovierung Wan

- vor weniger als 3 Wochen
- vor 3 bis 6 Wochen
- vor 6 Wochen bis 3 Monaten
- vor 3 bis 6 Monaten
- vor 6 bis 12 Monaten
- vor 1 bis 2 Jahren
- vor 2 bis 5 Jahren

Raucher: Baufeucht: Schimmel:

Progress: ENDE berechnen ...

Messwerte: ZI: 61
Stoffe: 63

	Zusatzinfo	100-18-5	100-41-4	100-42-5	100
▶ 0403Z0003			3	2	
0403Z0005			1	1	
0403Z0008			2	1	
0403Z0014			1	4	
0403Z0017			17	1	
0403Z0018			1	1	
0403Z0020			3	6	
0403Z0021			4	8	
0403Z0024		0,25	1		
0403Z0028		2	1		
0403Z0032		1	1		
0403Z0040		0,25	1		
0403Z0042		1	2		
0403Z0043		1	3		
0403Z0044		0,25	1		
0403Z0045		1	15		
0403Z0048		56	8		
0403Z0055		6	1		
0403Z0067		0,25	1		
0403Z0068		0,25	1		
0403Z0072		0,25	0,25		

Kennwerte:

	71-43-2	108-88-3	100-41-4	1330-20-7	95-47-6	103-65-1	98-82-8
	Benzol	Toluol	Ethylbenzol	m,p-Xylol	o-Xylol	n-Propylbenzol	Isopropylbenzol
Gesamt	599	603	599	599	599	599	594
< BG	113	26	204	42	196	455	516
> BG	486	577	395	557	403	144	78
% >BG	81,1	95,7	65,9	93	67,3	24	13,1
Min	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
25%	1	3	0,25	1	0,25	0,25	0,25
Median	1	6	1	2	1	0,25	0,25
75%	2	12	2	5	2	0,25	0,25
90%	3	26	6	13,2	4,2	1	1
95%	4	37,9	11,1	27,1	9,1	2	1
98%	6	59,84	27,04	89,04	25,08	5	2
Max	104	5086	250	770	99	22	4

Zusatzinfos:

Zusatzinf	PLZ	VocKennun	ZielText	AnlassAn
▶ 0403Z0003	10	06-146	Statusmessung	Gerüche
0403Z0005	10	06-148-2	Statusmessung	Gerüche
0403Z0008	10	07-107-1	Statusmessung	Gerüche
0403Z0014	10	07-133	Statusmessung	Gerüche
0403Z0017	13	07-137-2	Statusmessung	Gerüche
0403Z0018	10	07-138	Statusmessung	Expositio
0403Z0020	12	07-143-1	Statusmessung	Gerüche
0403Z0021	12	07-143-2	Statusmessung	Gerüche
0403Z0024	10	07-150-1	Statusmessung	Gerüche
0403Z0028	10	08-110	Statusmessung	Gerüche
0403Z0032	10	08-140	Statusmessung	Gerüche
0403Z0040	10	09-130	Statusmessung	Gerüche
0403Z0042	10	09-142	Statusmessung	Gerüche
0403Z0043	10	09-148-1	Statusmessung	Gerüche
0403Z0044	10	09-148-2	Statusmessung	Gerüche

Datensatz: 1 von 608

Kopieren

Datenauswertung

VOCDB-UI 2.1 - [Frm_Pivot : Formular]

File Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datengätze Extras Fenster ?

Auswertung Daten Stoffe Admin

Tahoma 8 F K U

Berechnen Progress:

Filter Reset

Stoffe Raum Gebäude Probenahme Sonstige Ansicht

PLZ:

Bauweise:

Mauerwerksbau (massiv)
Stahlbeton (massiv)
Fertigteilebau (massiv)
Stahlleichtbau
Leichtbau (Holztafel)
keine Angabe
Sonstige v1
nicht zugeordnet v1

Geschosse <
Geschosse >

Altersklasse:

1919 bis 1948
1949 bis 1958
1959 bis 1968
1969 bis 1978
1979 bis 1983
1984 bis 1994
1995 bis 2001
2002 bis 2006
ab 2007
keine Angabe
vor 1918

Nutzung:

ODER

1-2 Familienhaus
MFH
Büro/Verwaltung
Schule/Bildungsbau
Kindergarten
Handel/Dienstleistung

Modernisierung

Möbliert Geruch Schadstoffarm

Passivhaus Null-Energiehaus Luftdichtigkeit

Energieeff.-Haus Energieausweis Luftdichtigkeit <
>

Messwerte

Zusatz
#Name

Kennwerte: Alle wählen Kopieren



Datenauswertung

VOCDB-UI 2.1 - [Frm_Pivot : Formular]

File Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?

Auswertung Daten Stoffe Admin

Tahoma 8 F K U

Berechnen **Progress:**

Filter **Reset**

Stoffe Raum Gebäude Probenahme Sonstige Ansicht

Vor: **Ziel:** ODER

Nach: Statusmessung
Einhaltung Richt-/Orientierungswerte
Wiederholungsmessung
Freigabemessung nach Sanierung

Bedingungen: mind. 8 h ungelüftet
Nutzungssimulation
Nutzungsbedingungen RLT ein
Nutzungsbedingungen RLT aus
keine Angabe
Sonstiges v1

Monat: **Jahr:**

1	2002
2	2003
3	2004
4	2005
5	2006
6	2007
7	2008
8	2009
9	2010
10	2011
11	2012
12	

Anlass: ODER

Gerüche
Gesundheitsbeschwerden
Expositionsverdacht
Abnahme
AGÖF
Andere

Luftwechsel <
>

Messwerte:

Zusatzinfo
#Name?

Kennwerte: **Alle wählen** **Kopieren**

Z

Datenauswertung

VOCDB-UI 2.1 - [Frm_Pivot : Formular]

File Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?

Auswertung Daten Stoffe Admin

Tahoma 8 F K U

Berechnen Progress: **Reset**

Filter Messwerte

Stoffe Raum Gebäude Probenahme Sonstige Ansicht

Berechnen:

- Messwerte
- Zusatzinfos
- Kennwerte

Kennwerte:

Messwerte: CAS, StoffName, Institute, Gesamt, <BG, >BG, %>BG, MIN, 10%, 25%, Median, 75%, 90%, 95%, 98%, MAX

BG: BG-Gesamt, BG-MIN, BG-10%, BG-25%, BG-Median, BG-75%, BG-90%, BG-95%, BG-98%, BG-MAX

nur kleiner BG

Konz Vergleich: NDC, ANW07, AAW07, AOW07, RW1, RW2

NDC:

Runden: Stellen

Sortierung

!!! Sortierung nur für Kennwerte, nicht für Messwerte !! Diese werden immer nach CAS sortiert !!!

CAS

Stoffgruppe / NrInStoffgruppe

Kennwerte: **Alle wählen** **Kopieren**

Zusatz
#Name



Ergebnisse

- 68 % der Messwerte liegen unterhalb der BG.
- Nur wenige Substanzen werden häufig (in mehr als 90 % der Messungen) nachgewiesen.
- Einige Stoffe werden selten untersucht und nicht oberhalb der BG nachgewiesen.
- In fast allen Stoffgruppen treten einzelne sehr hohe Stoffkonzentrationen auf.



Ranking

P 10

Acetaldehyd
n-Hexanal
Formaldehyd
Toluol
m,p-Xylol

P 50

Aceton
Formaldehyd
Essigsäure
2-Propanol
Acetaldehyd
n-Hexanal
1-Butanol
Toluol
n-Nonanal



Ranking

P 90

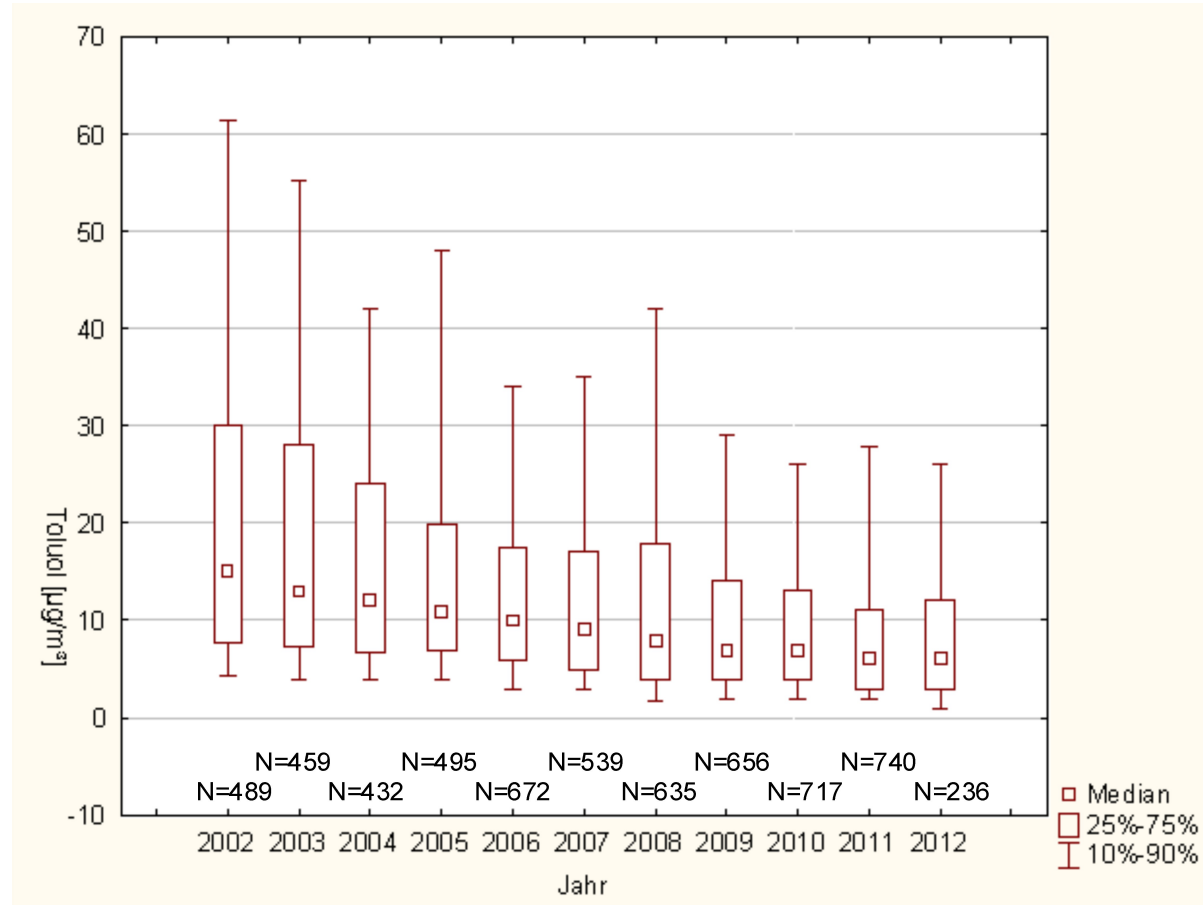
Aceton
2-Propanol
Essigsäure
Formaldehyd
 α -Pinen
n-Hexanal
Acetaldehyd
1-Butanol
2-Butanon
Toluol

Maxima

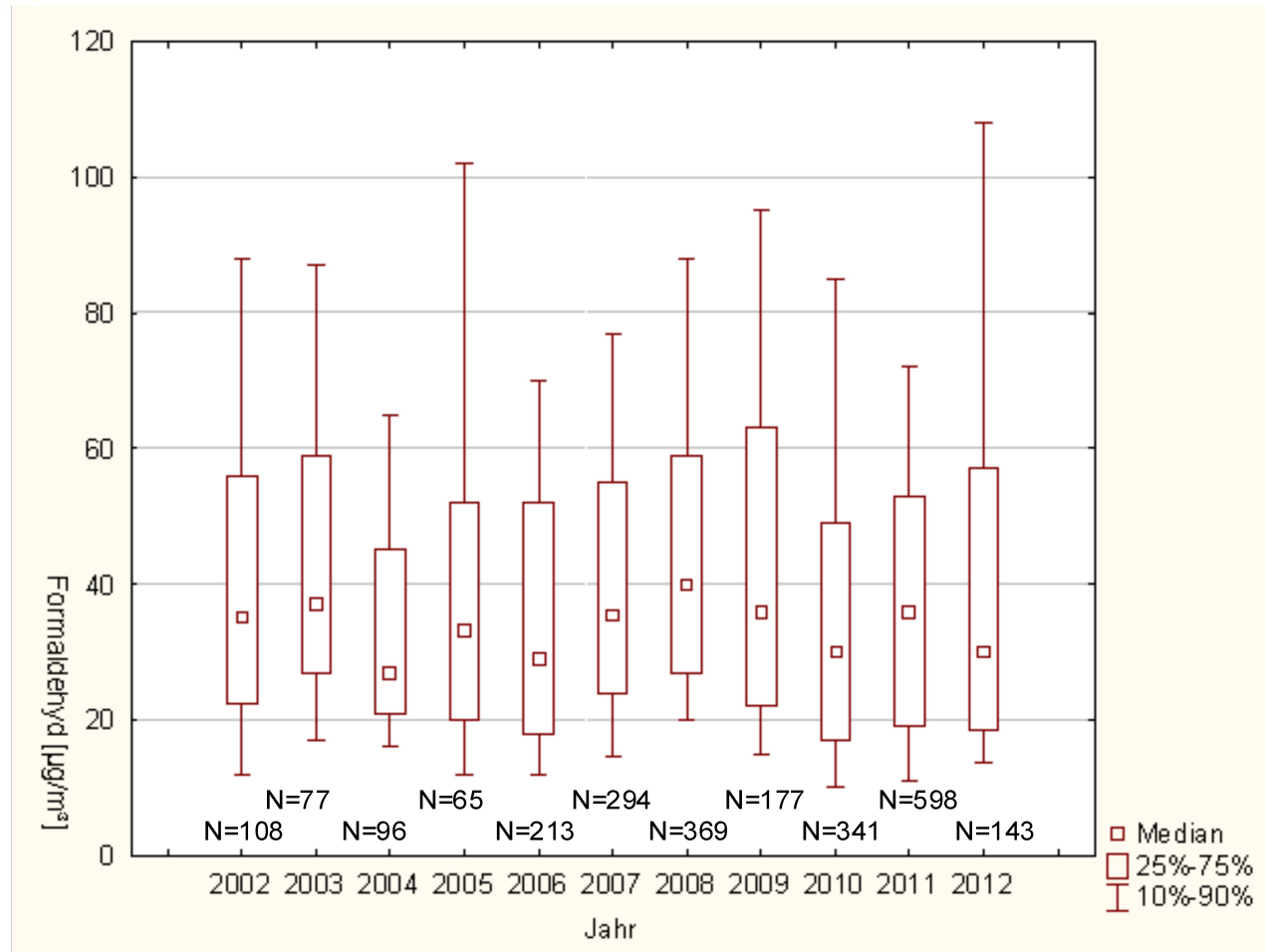
2-Propanol
 Δ -3-Caren
 α -Pinen
2-Butanonoxim
Toluol
m,p-Xylol
Cyclohexan
Naphthalin
Aceton
n-Butylacetat



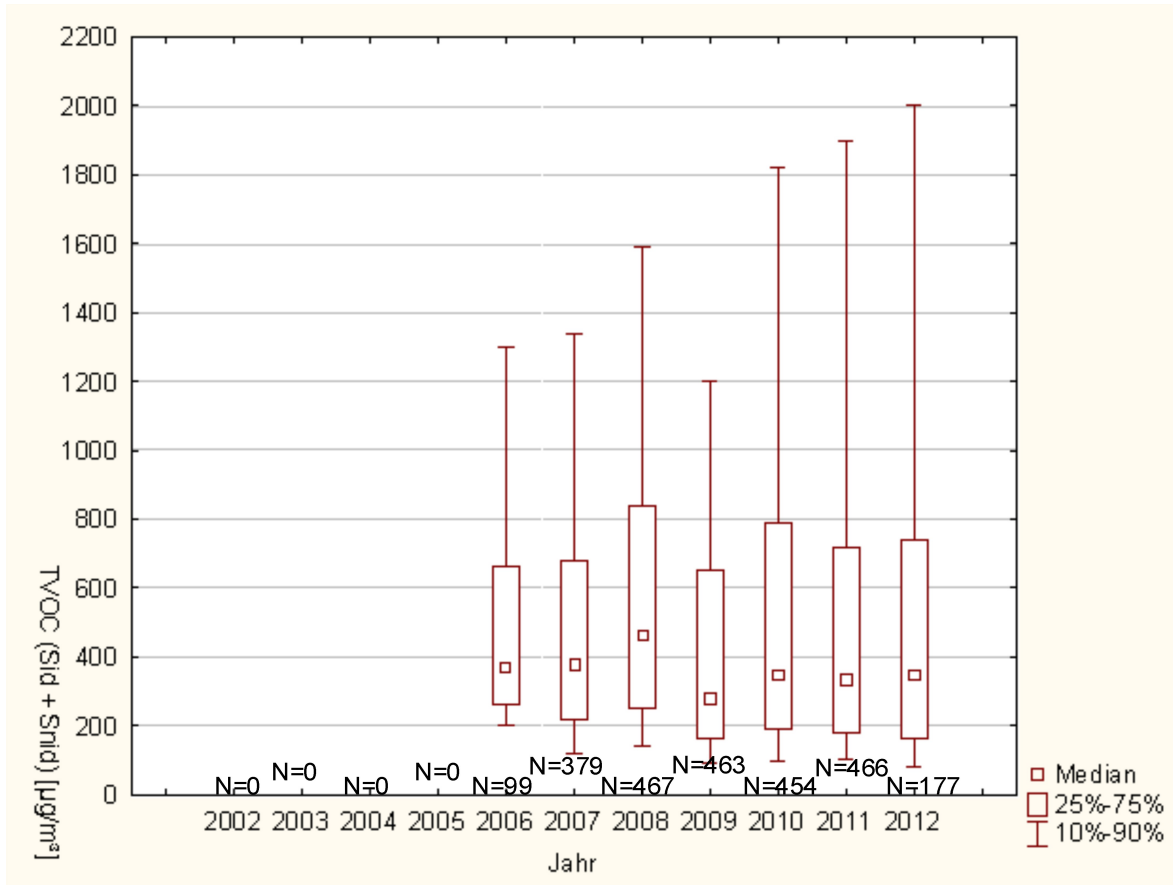
Zeitliche Veränderungen für Toluol



Zeitliche Veränderungen für Formaldehyd



Zeitliche Veränderungen für den TVOC



Vergleich Nutzungsarten

Stoffe	Wohnraum		Büroraum		Klassenraum	
	P90	P95	P90	P95	P90	P95
Cyclohexan	5,0	10	10	22	5,0	11
Toluol	34	56	30	51	27	43
Styrol	8,0	14	8,9	16	16	28
Naphthalin	1,1	2,4	1,0	3,0	2,5	7,2
a-Pinen	85	157	39	98	76	190
Limonen	38	63	20	30	19	30
Formaldehyd	85	125	64	77	110	170
Hexanal	67	108	46	73	54	81
2-Butanon	22	38	28	55	33	99
EGMB	13	37	9,0	19	16	49
EGMP	2,7	4,6	5,0	9,0	16	38
Benzylalkohol	2,8	5,0	5,3	15	9,2	49
2-Ethylhexanol	11	18	11	18	36	100
Benzothiazol	1,0	1,0	1,0	1,0	7,0	14
2-Butanonoxim	4,0	7,0	4,0	14	9,8	35

Holzleichtbauten/ Gebäudealter

Formaldehyd $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Holzleichtba alle	Holzleichtba Bj. 59 - 78	Holzleichtba Bj.79 - 2001	Holzleichtba Bj.ab 2002
Gesamt	209	92	67	44
< BG	3	2	1	0
> BG	206	90	66	44
% >BG	98,6	97,8	98,5	100
10%	13	23,1	19	9,3
25%	23	46,75	25,5	13
Median	43	84	35	19,5
75%	85	131,5	50	33,25
90%	154	212,25	77,8	47,8
95%	206,4	257,3	119,5	56,1
98%	270,56	337,34	150,16	111,4
Max	467	467	172	120
RW	120	120	120	120
. >	31	26	4	0
. <=	178	66	63	44
. > [%]	14,833	28,261	5,97	0



Vergleich Teil A / Teil B

	Teil A P90	Teil B P95	Teil B P90	Teil B P95
Cyclohexan	9,0	19	3,1	7,1
Toluol	30	51	29	52
Styrol	12	21	7,0	10
Limonen	23	29	36	51
Formaldehyd	81	113	57	83
Hexanal	55	91	35	47
2-Butanon	36	68	8,1	12
EGMP	5,0	21	8,2	13
Butanonoxim	5,0	21	<1	1
TVOC	1572	2398	902	1201

Vergleich Anlässe

Formaldehyd $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Expositions- verdacht	Abnahme	AGÖF	Gesundheits- beschwerden	Gerüche
Gesamt	1071	337	99	630	499
< BG	51	27	0	9	12
> BG	1020	310	99	621	487
% >BG	95,2	92	100	98,6	97,6
10%	14	8	11	13	14
25%	23	16	13	21	21
Median	39	28	22	33	32
75%	59	44	42,5	50	51
90%	87	77	56,8	69,1	71,2
95%	130	110	83,2	85	87,2
98%	186	158,48	111,08	120,84	140,04
Max	467	230	190	326	353
RW	120	120	120	120	120
. >	59	13	2	13	16
. <=	1012	324	97	617	483
. > [%]	5,509	3,858	2,02	2,063	3,206

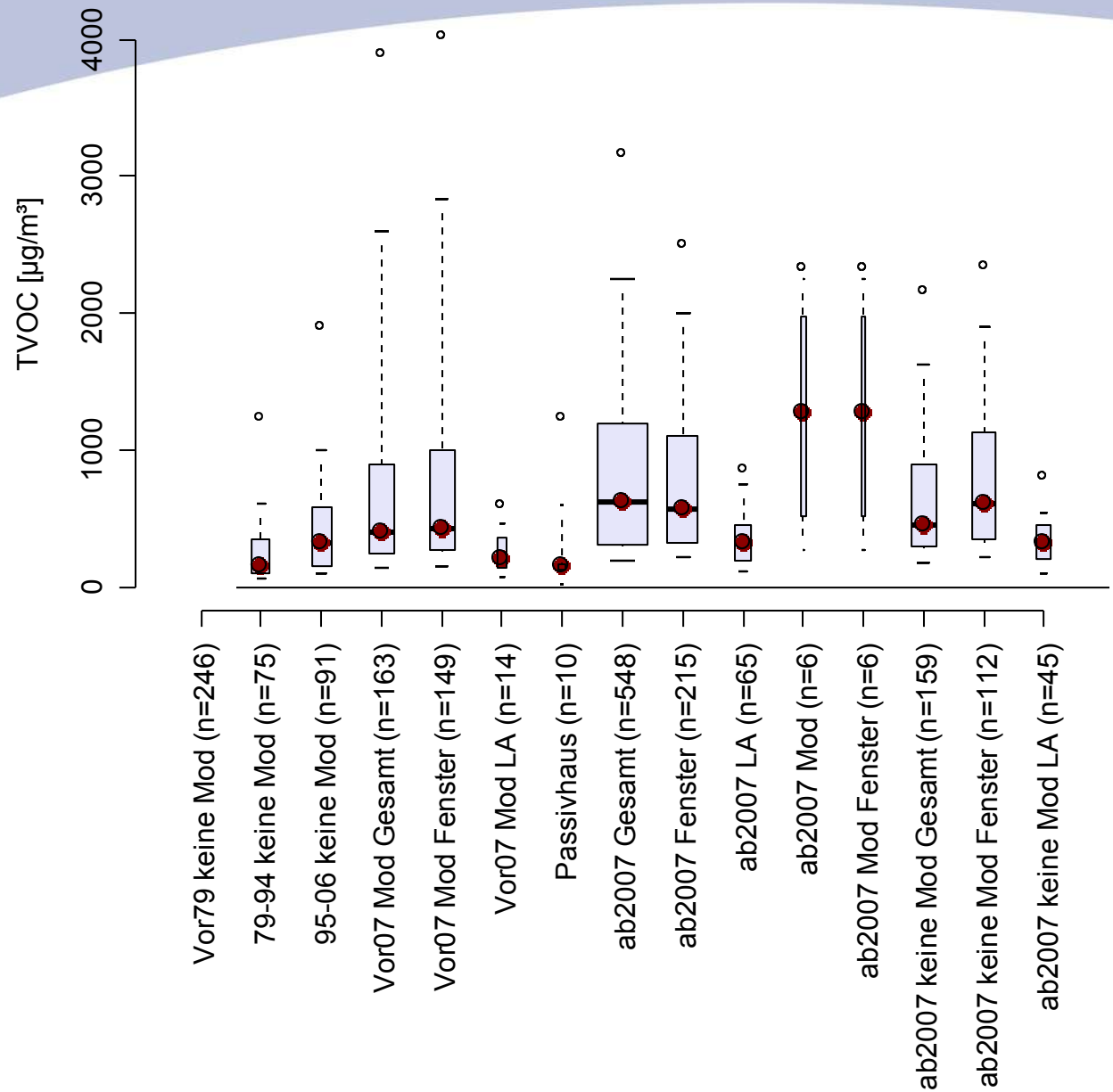


„Energieklassen“

- Baujahre bis 1978 Fensterlüftung ohne Modernisierung
- Baujahr 1979 bis 1994 Fensterlüftung ohne Modernisierung
- Alle Baujahre vor 2007 mit Modernisierung
- Baujahr ab 2007 Fensterlüftung ohne Modernisierung
- Baujahr ab 2007 mit Lüftungsanlage
- Passivhäuser

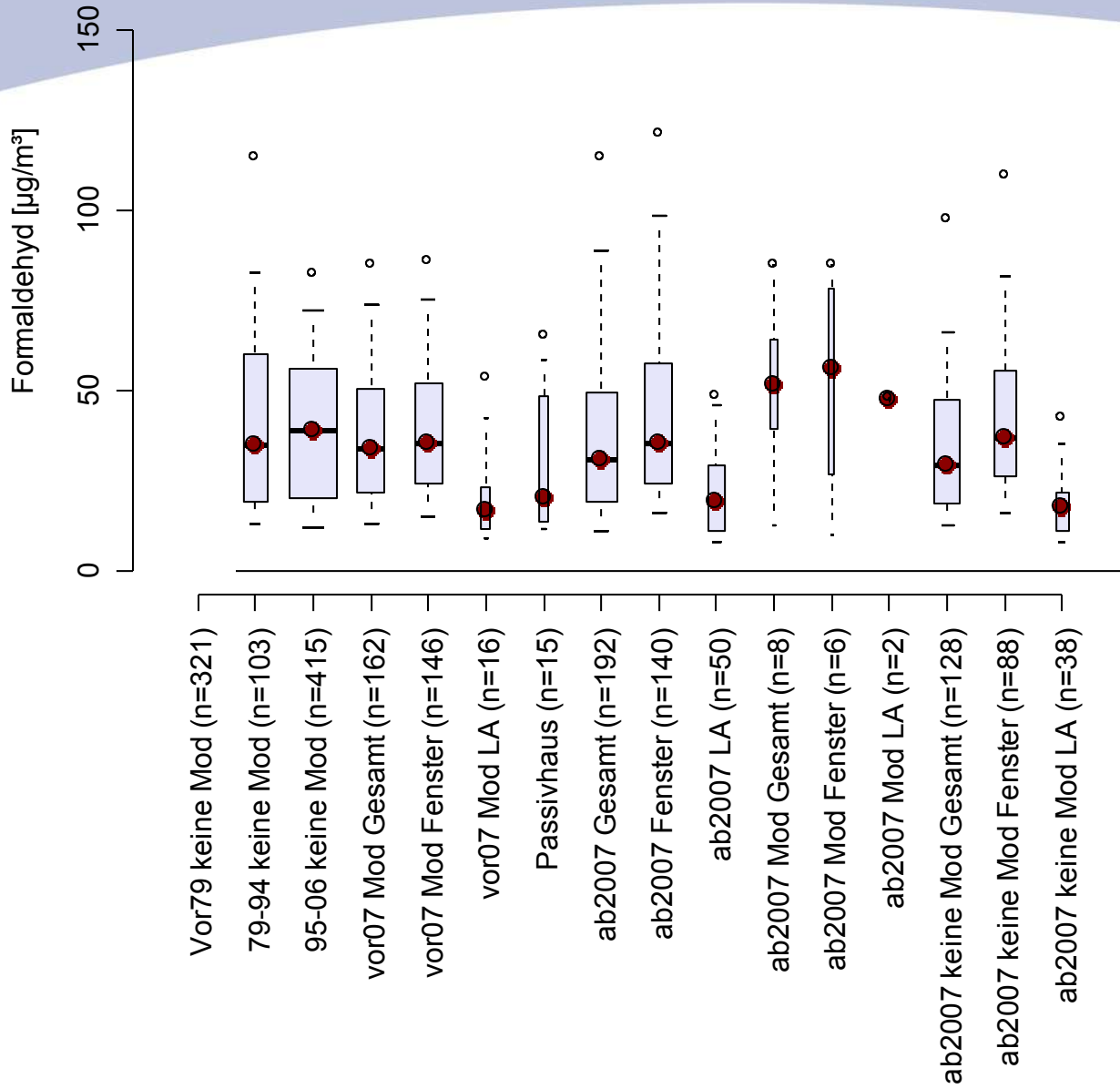



TVOC





Formaldehyd





Berechnung der Konzentration im Innenraum aus den Emissionsraten der Quellen

$$C = \frac{\sum \text{SER}_u}{V \cdot n}$$

C = Raumlufkonzentration in mg/m^3

SER_a = flächenspezifische Emissionsrate in $\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$

SER_u = produktspezifische Emissionsrate in $\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$

V = Raumvolumen in m^3 A = Fläche in m^2

n = Luftwechsel in $/\text{h}$ $\text{SER}_u = \text{SER}_a \cdot A$



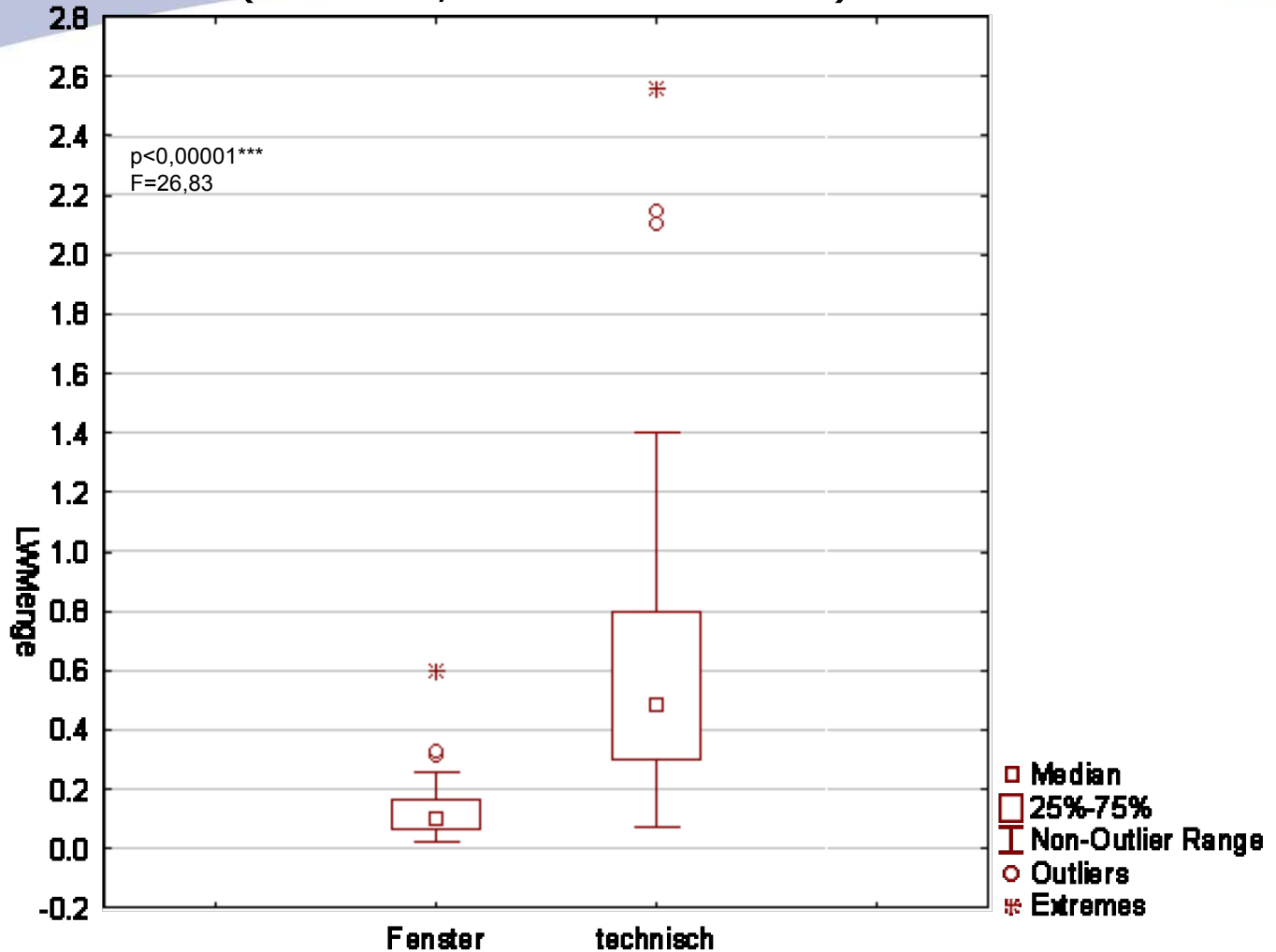
Quellstärke

- Stoffeigenschaften, Konzentration
- Beschaffenheit der Quelle:
 - Menge
 - Art und Lage der Quelle
 - Sekundärquellen



Bestimmung der LWR in energieeffizienten Gebäuden

(N = 100, VOC DB II Teil B)





Luftwechselraten

mit Fensterlüftung: $0,130 \pm 0,099$

technischen Lüftungsanlagen: $0,629 \pm 0,514$

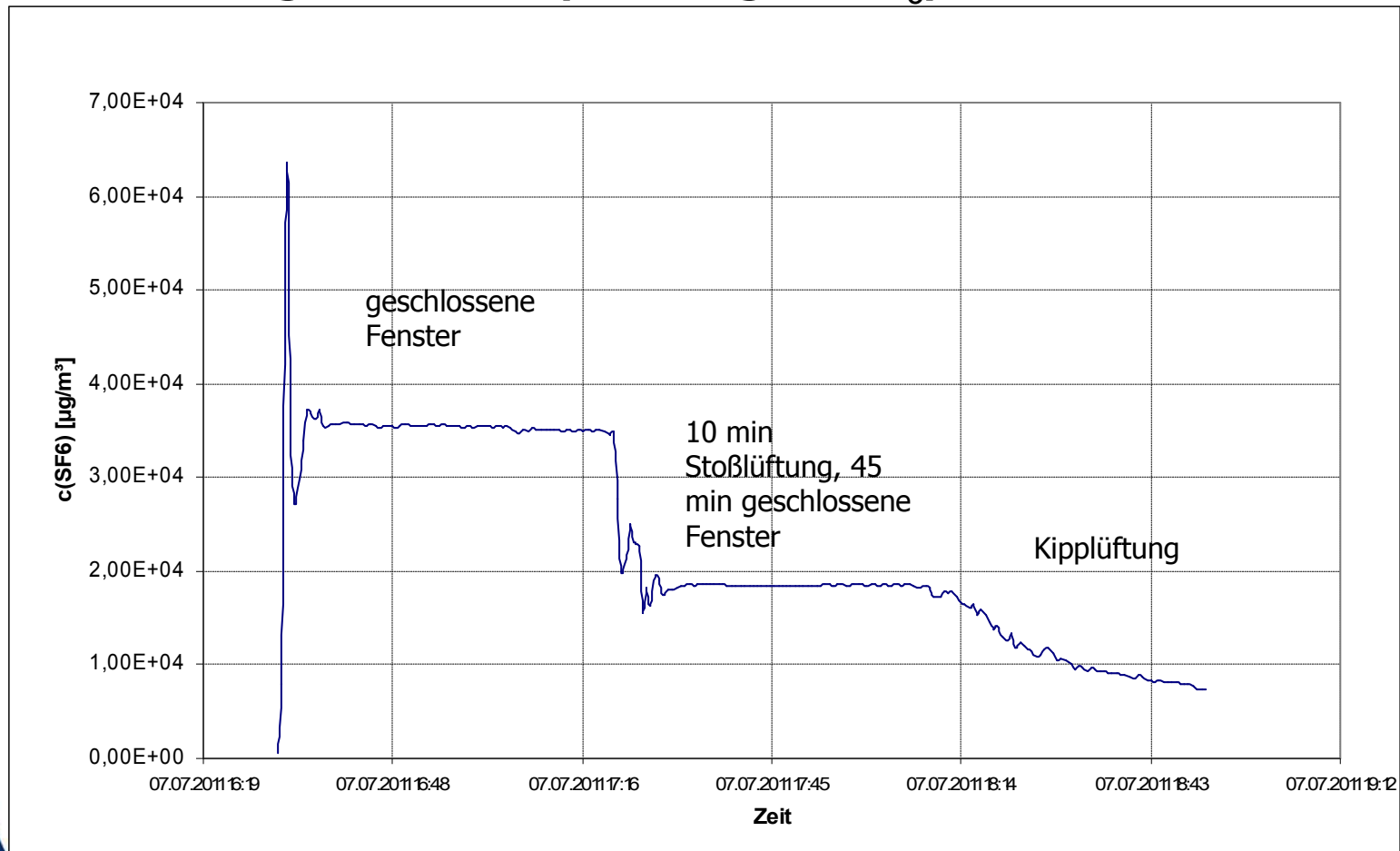
Wohnräume: $0,40 \pm 0,61$

Schulräume: $0,38 \pm 0,31$



Luftwechselrate in einem Schulneubau

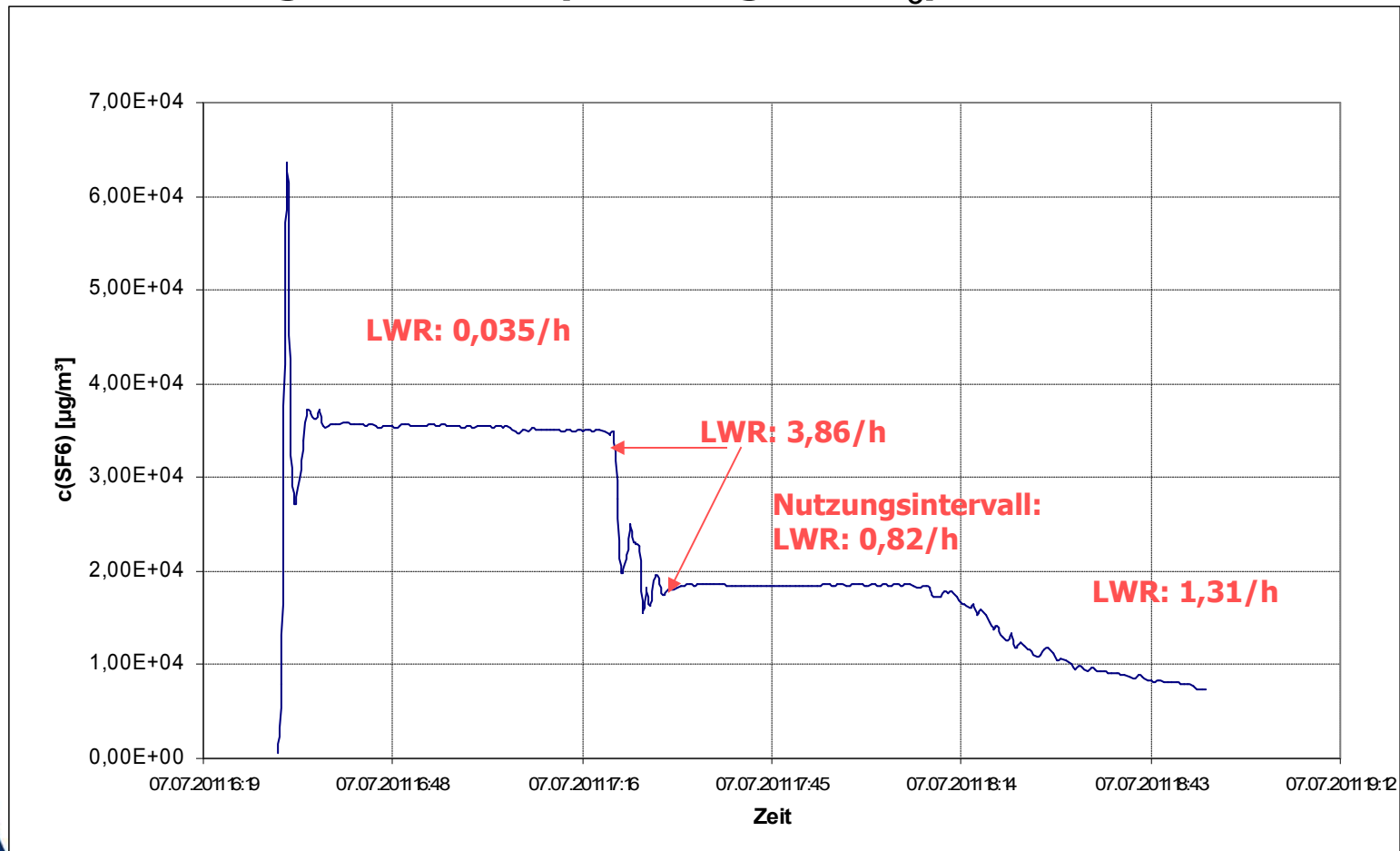
Bestimmung der Luftwechselrate mittels Abklingmethode (Tracergas SF₆)





Luftwechselrate in einem Schulneubau

Bestimmung der Luftwechselrate mittels Abklingmethode (Tracergas SF₆)



Art der Lüftung

Formaldehyd $\mu\text{g}/\text{m}^3$

e	Fenster- lüftung	RLT
Gesamt	1920	109
< BG	67	4
> BG	1853	105
% >BG	96,5	96,3
10%	14	7,16
25%	22	11
Median	36	16
75%	56	23
90%	82,1	45,2
95%	120	50,2
98%	173	78,64
Max	467	95
RW	120	120
. >	87	0
. <=	1833	109
. > [%]	4,531	0

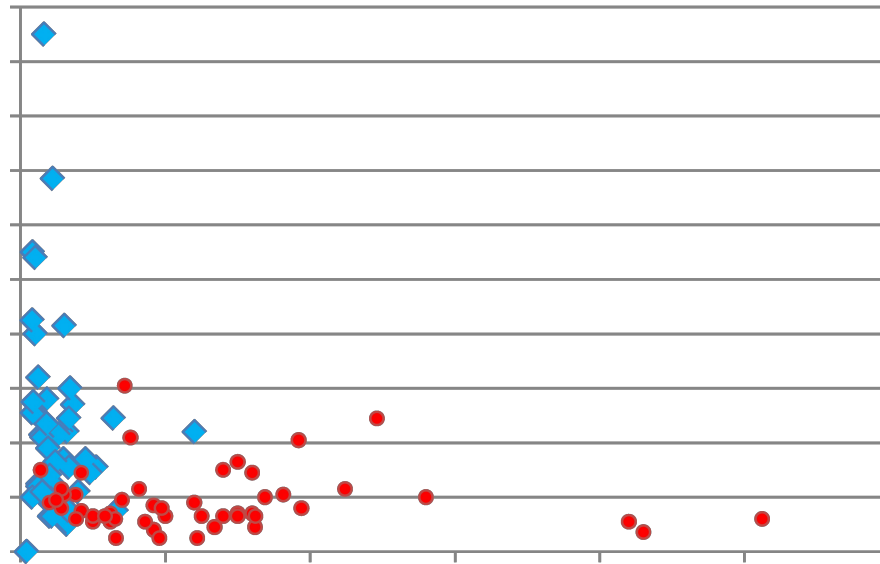


Formaldehydkonzentration und LWR

(N = 100, VOC DB II Teil B)

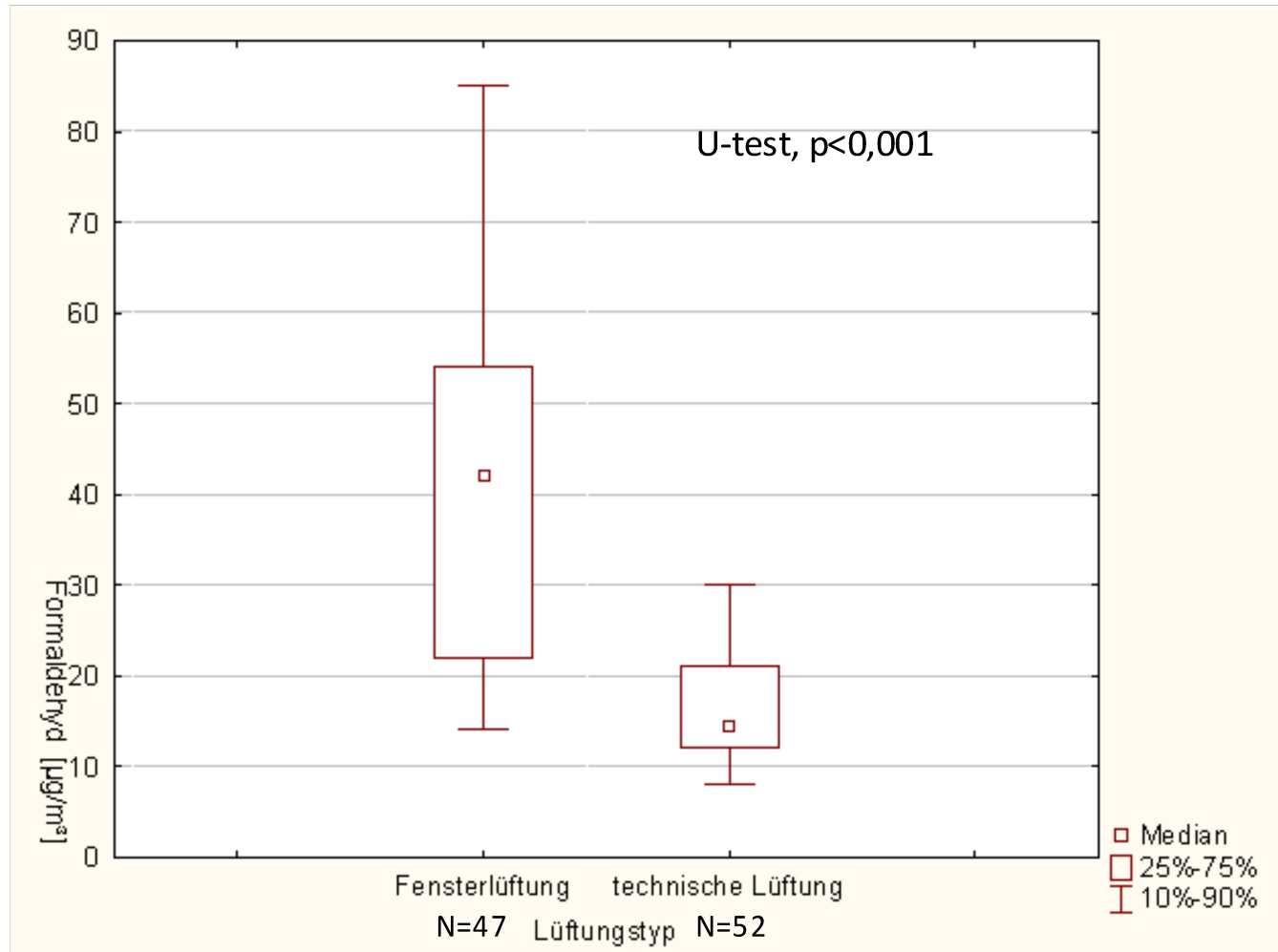
N=47 ◆

N=52 ●



Formaldehydkonzentrationen in Räumen mit manueller Lüftung und technischer Lüftung

(N = 100, VOC DB II Teil B)





TVOC-Konzentrationen in Räumen mit manueller Lüftung und technischer Lüftung

(N = 100, VOC DB II Teil B)



Zusammenfassung

- Für viele Stoffe ist ein abnehmender Trend zu beobachten. (Das gilt nicht für Formaldehyd und TVOC.)
- Bei anlassbezogenen Messungen werden eher höhere VOC-Konzentrationen festgestellt.
- In Klassenräumen wurden häufiger höhere Konzentrationen vorgefunden.
- Die Gruppierung der Messdaten in Bezug auf das Baujahr, Modernisierungsmaßnahmen und Lüftungstechnik ergab höhere TVOC-Konzentrationen in modernisierten Altbauten ohne Lüftungstechnik.
- Die Luftwechselraten in neuen oder energetisch modernisierten Gebäuden waren niedrig. Sie lagen in den Räumen ohne Lüftungstechnik bei durchschnittlich 0,13 /h.
- In Räumen mit geringer Luftwechselrate wurden größere Spannweiten der ermittelten Konzentrationen vorgefunden.
- Der Vergleich der Messdaten mit toxikologisch abgeleiteten Richtwerten zeigt die höchste Anzahl an Überschreibungen eines Handlungswertes (entsprechend Richtwert II) für Formaldehyd.

Bewertungsinstrumente

Gesetzliche Regelungen:

Stoffverbote / Stoffbeschränkungen

Chemikalienverbotsverordnung

REACH Verordnung

Bewertungssysteme:

harmonisierte Prüfverfahren

z.B. VOC- und Geruchsemissionsprüfungen

Bewertungsinstrumente

bauaufsichtliche Zulassung (DIBt):

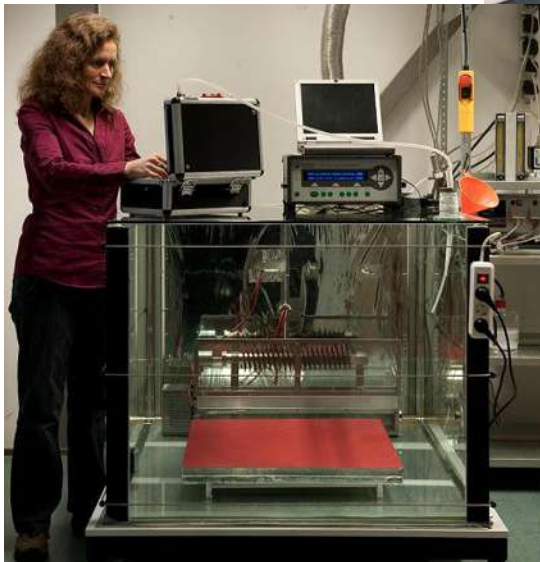
Rezeptur- und Emissionsprüfung nach dem AgBB-Schema

Privatrechtlich:

Umweltgütezeichen für Bauprodukte



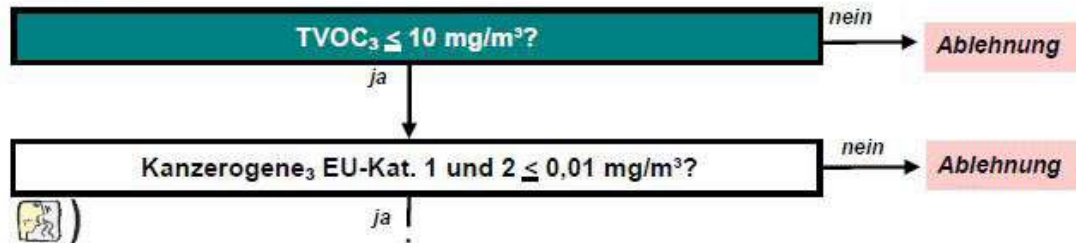
Emissionsprüfung nach AgBB-Schema bzw. DIBT-Grundsätzen



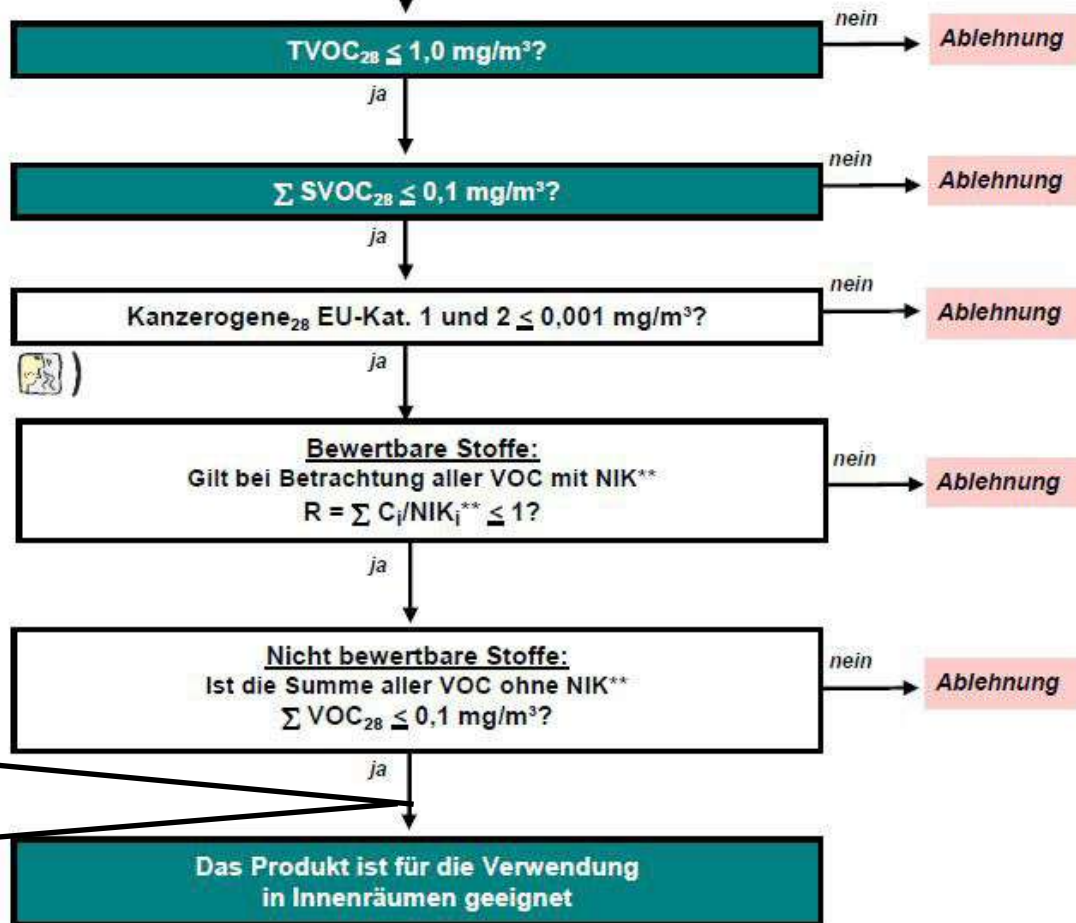


1. Messung
nach 3 Tagen

Prüfung auf:



2. Messung
nach 28 Tagen



Aufnahme durch DIBt
noch offen

Intensität < 11
Hedonik > -2



Sensorische Prüfung DIN ISO 16000-28

Probenahme der Kammerluft in einen Gasbeutel und Überführung in „Geruchsorgel“ zur Bewertung durch ein Probandenkollektiv

Vergleichsskala für die Geruchsintensität in sechs Geruchskolben Intensitätsbereich von 0 pi bis 15 pi wird mit Aceton als Vergleichsstandard abgedeckt



Vergleichsskala

Probe

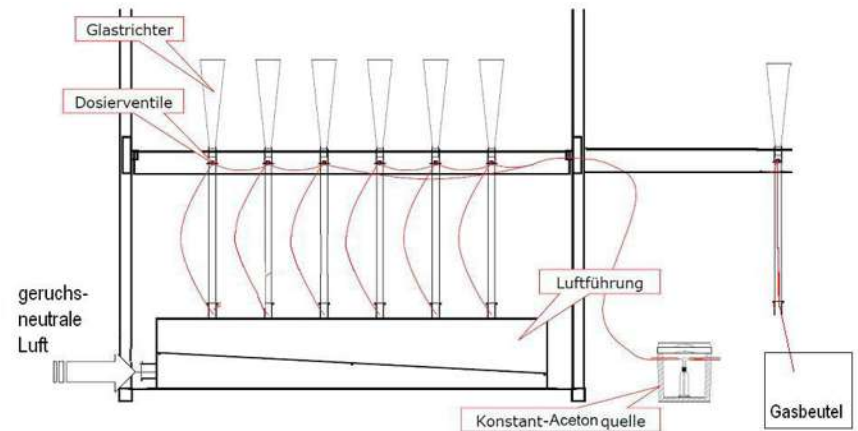


Abb.: Texte 35/2011 des UBA



Beispiel REACH

Zulassungsverfahren:

SVHC Stoffe mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften (z.B. DEHP) dürfen ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr verwendet werden

außer es wurde für eine bestimmte Verwendung eine Zulassung erteilt bzw. beantragt.

Verbot mit Erlaubnisvorbehalt



Beispiel: Bauaufsichtliche Zulassung

- nur für bestimmte Produktgruppen
- keine Kontrolle
- die Bewertungssysteme für Bauprodukte und Raumluft sind nicht aufeinander abgestimmt
- die Bedingungen in der Prüfkammer stellen eine vergleichsweise günstige Situation dar



Beispiel: Label

- unterschiedliche „Blaue Engel“
- Bewertungskriterien
- Ausführungsbestimmungen
- Überwachung
- Transparenz



Beispiel: Innenraumrelevanz

wird unterschätzt bei:

- „Außenanwendungen“ (z.B. Fassadenabdichtung)
- kleinflächigen Anwendungen (z.B. Fugendichtmassen, Klebstoffe)
- nicht sichtbaren, eingebauten Bauprodukten (z.B. Dämmstoffe, Beschichtungen, Klebstoffe)
- angeblich mineralischen Baustoffen (z.B. Putze, Mörtel)



Beispiel: Informationsbeschaffung

- Verfügbarkeit
- Vollständigkeit
- Aktualität
- Aussagekraft



Beispiel: Anwendung

- richtiges Material
- geeigneter Aufbau
- geeigneter Zeitpunkt
- Temperatur
- Belüftung
- Schichtdicke
- Trockenzeiten



... und vieles mehr

- Zeit
- Kosten
- öffentliche Ausschreibung
- Instandhaltung/Nutzung



„Schadstoffarten“

- Feuchte
- CO₂
- Organische Verbindungen
- Gerüche
- Partikel (Stäube, Pollen, Sporen)
- Lärm
- Abgase
- Radon



Lösungsmöglichkeiten

- ⇒ realistische Zielvereinbarungen
- ⇒ früh in die Planung einbinden
- ⇒ alle Beteiligten mit ins Boot nehmen
- ⇒ möglichst wenige und einfache Produkte



Lösungswege

- Auswahl schadstoff- und emissionsarmer Produkte und Kontrolle
- Kontrolle des Einbaus (Berücksichtigung der Aufbringmengen, Trocknungszeiten, Belüftungsraten und möglicher Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Produkten)
- Bauüberwachung und Dokumentation
- Lüftungsmanagement während der Errichtung des Gebäudes
- Intensivierte Belüftung und Beheizung nach der Fertigstellung des Gebäudes
- Einplanung und Durchführung von Kontrollmessungen
- Ausreichende Belüftung der Räume im Betrieb sicherstellen
- Einregelung und regelmäßige Wartung raumlufthygienischer Anlagen
- Überprüfung der Einhaltung von Lüftungsanweisungen
- Nutzungsaktivitäten und Produktanwendungen raumlufthygienisch berücksichtigen
- Verwendung emissionsarmer Produkte im Betrieb (Reinigung und Instandhaltung)



Fazit

- Die Qualität der Raumluft unterliegt einem komplexen Zusammenspiel vieler Einflussparameter, die die Planung, Herstellung, Produktzusammensetzung und Nutzung des Gebäudes betreffen. Entsprechend erfordert die erfolgreiche Umsetzung den Einsatz aller Beteiligten.
- ▶ Es mangelt weniger an Erkenntnissen als an der Umsetzung in die Praxis.



Bremer
Umweltinstitut[⊕]

Gesellschaft für Schadstoffanalysen
und Begutachtung mbH

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

