



Ergebnisse Ufoplan Vorhaben: AGÖF VOC Datenbank - Tools und Auswertemöglichkeiten

Dr. Heidrun Hofmann
Bremer Umweltinstitut GmbH





Gliederung

1. Wo stehen wir heute?
2. Ergebnisse der Vorhaben
3. Vermeidung von VOC-Belastungen
4. Fragen
5. Zukünftige Ausrichtung einer VOC Datenerfassung
 - Substanzspektrum und Methoden
 - Randbedingungen der Probenahme
 - Zusatzinformationen



Ergebnisse

Aus dem Probenahmezeitraum 2002 bis 2012 (VOC DB I und VOC DB II) stehen 7431 VOC-Datensätze mit 964.788 Messwerten zur Verfügung.

Zeitlich anschließend und aufbauend auf das erste VOC-Datenbankprojekt (VOC-DB I) wurden für das zweite Vorhaben (VOC DB II) 664.604 VOC-Messdaten aus 4846 anlassbezogenen Untersuchungen von 2006 bis 2012 erfasst und ausgewertet.

21 AGÖF-Institute waren an der Bereitstellung von Daten beteiligt.

Der Substanzumfang liegt bei 517 Einzelstoffen.



AGÖF VOC DB II

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



AGÖF VOC DB I und II

- Aktualisierung der AGÖF-Orientierungswerte
- Ableitung von Neubau-Orientierungswerten
- Hintergrunddaten für Richtwertableitungen
- Auswertung des Vorkommens holzspezifischer VOC für das FNR-Verbundvorhaben „GesundHolz“

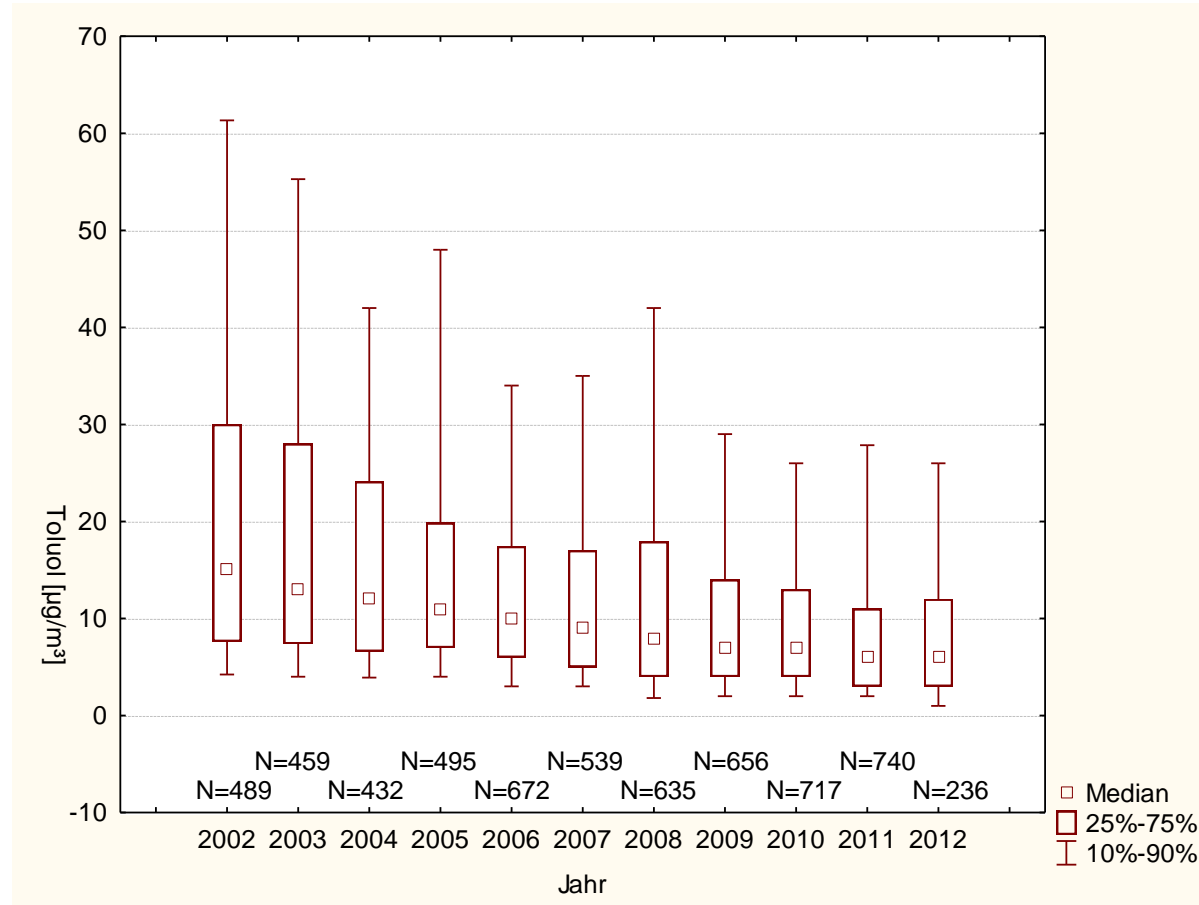


Vergleich der AGÖF-Orientierungswerte 2007 und 2014

- Erweiterung der Stoffliste
- Absenkung der Werte
- Berücksichtigung der Bestimmungsgrenzen bei der Ableitung

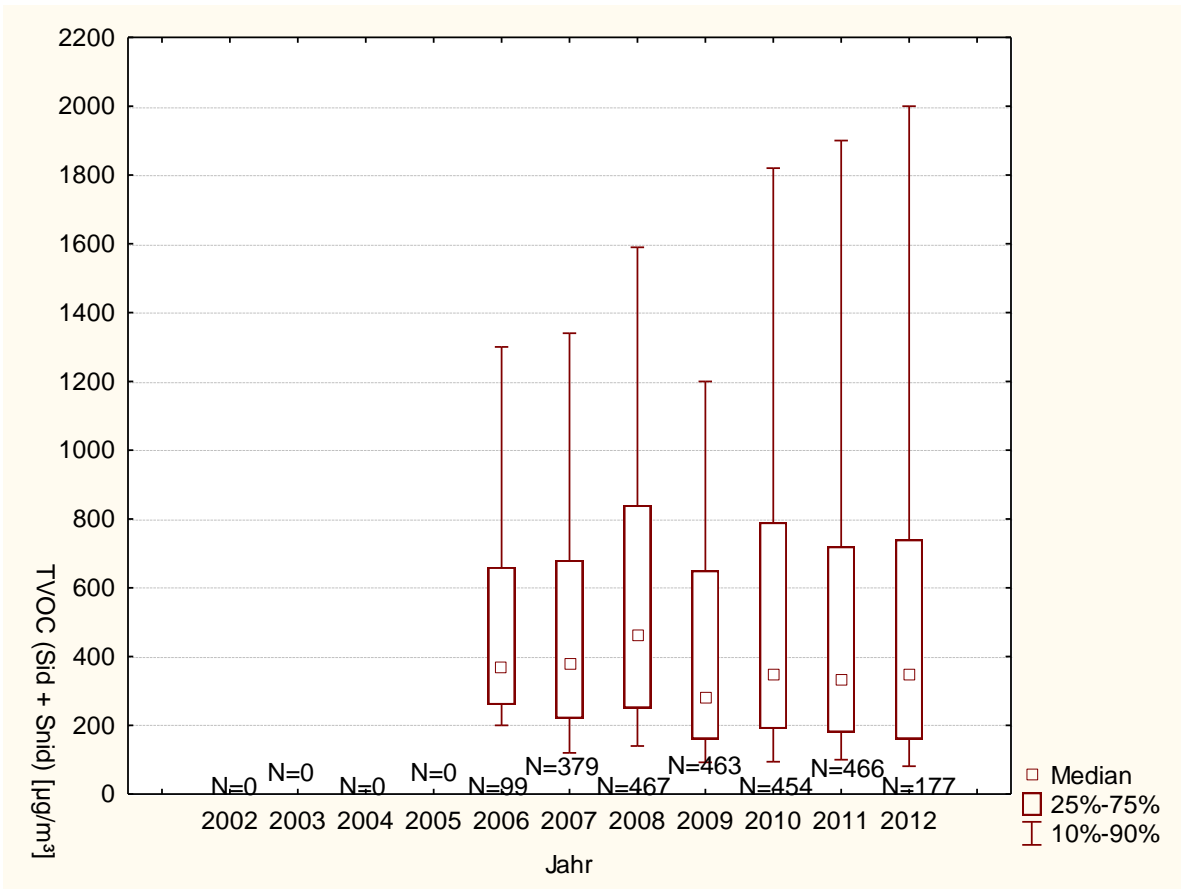


Zeitliche Veränderungen für Toluol





Zeitliche Veränderungen für den TVOC





Vergleich AGÖF-Orientierungswerte und Neubau-Orientierungswerten

Typische VOC in neuen Gebäuden sind:

- 2-Butanon
 - 2-Butanonoxim
 - Xylole
 - Glykolderivate
 - Siloxane
- Lösungsmittel aus Lacken, Klebstoffen und Fugendichtmassen

Vergleich Nutzungsarten

Stoffe	Wohnraum		Büroraum		Klassenraum	
	P90 µg/m ³	P95 µg/m ³	P90 µg/m ³	P95 µg/m ³	P90 µg/m ³	P95 µg/m ³
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
α-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

Teil A / Art der Belüftung

Belüftung	Anzahl Räume	% Räume
Fensterlüftung	3520	79,5
Zu-/Abluftanlage; Zuluftraum	116	2,6
Klimatisierung	96	2,2
Abluftanlage	34	0,8
Zu-/Abluftanlage; Abluftraum	24	0,5
keine Angaben	638	14,4
Σ	4428	100

Teil A / Raumvorbereitung

Lüftungsbedingungen	Anzahl ZI-Datensätze	%
mind. 8 h ungelüftet	4512	93,1
Nutzungssimulation (standardisiert für Schulnutzung)	130	2,7
RLT ein	192	4,0
RLT aus	12	0,2

Vergleich „ungelüftet“ und „gelüftet“

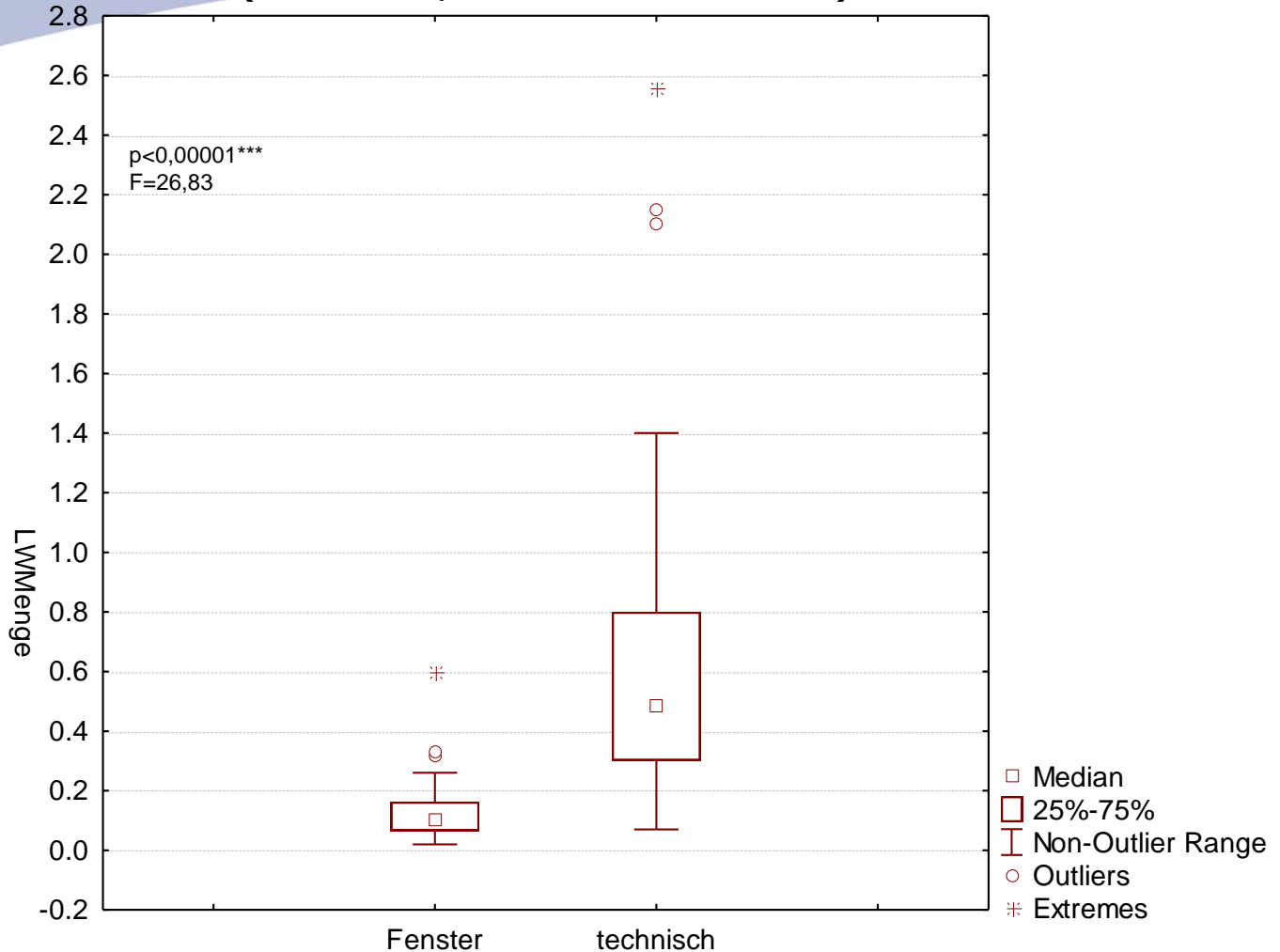
	„ungelüftet“		„gelüftet“	
	P90 µg/m ³	P95 µg/m ³	P90 µg/m ³	P95 µg/m ³
n-Undekan	14	29	6,0	13
Cyclohexan	9,0	20	4,0	8,1
Benzol	3,0	4,0	3,0	4,0
Toluol	31	53	17	28
Styrol	12	23	8,0	13
Limonen	24	40	17	29
Formaldehyd	83	120	42	48
Hexanal	58	94	25	34
EGMP	14	35	6,0	16
Siloxan D4	7,0	13	4,0	6,0
2-Butanonoxim	5,0	21	4,8	14
Benzothiazol	1,0	2,0	6,0	9,0
TVOC Summe	1617	2519	798	1180
TVOC Toluol	1600	2700	528	614

Teil B / Art der Belüftung

Belüftung	Anzahl Wohnräume	Anzahl Schulräume	Σ
Fensterlüftung	11	13	24
Zu-/Abluftanlage; Zuluftraum	18	3	21
Zu-/Abluftanlage; Abluftraum	2	3	5
Abluftanlage	0	1	1
Σ	31	20	51

Bestimmung der LWR in energieeffizienten Gebäuden

(N = 100, VOC DB II Teil B)





Luftwechselraten

mit Fensterlüftung: $0,130 \pm 0,099$

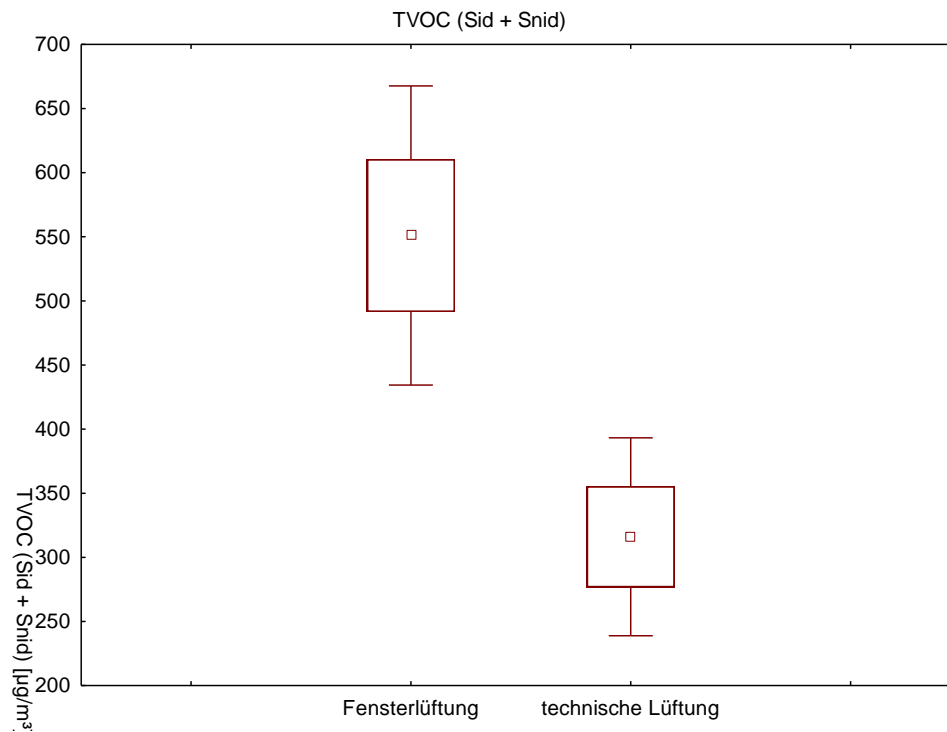
technischen Lüftungsanlagen: $0,629 \pm 0,514$

Wohnräume: $0,40 \pm 0,61$

Schulräume: $0,38 \pm 0,31$

TVOC-Konzentrationen in Räumen mit manueller Lüftung und technischer Lüftung

(N = 100, VOC DB II Teil B)



Vergleich Teil A / Teil B

Stoffe	Teil A		Teil B	
	P90 µg/m ³	P95 µg/m ³	P90 µg/m ³	P95 µg/m ³
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 Wohnräume und Klassenräume Teil B

Stoffe	Wohnraum		Klassenraum	
	P90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
n-Heptan	4,9	6	12	14
n-Undecan	5,0	13	6,0	7,0
m,p-Xylol	6,0	9,9	12	22
Styrol	7,0	10	6,0	8,5
Naphthalin	0,6	1,0	0,5	1,0
α -Pinen	112	141	139	202
Limonen	38	61	12	32
Eucalyptol	4,0	16	1,0	1,0
Formaldehyd	47	56	81	89
Hexanal	47	56	36	45
Ethylacetat	34	54	6,0	7,0
Benzothiazol	1,0	1,0	9,9	17



Vergleich mit Innraumrichtwerten

- RW II Überschreitungen sind selten.
- In 120 (5,9 %) von 2035 Messungen wurde der Formaldehydrichtwert ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) überschritten.
- Der RW I für Butanonoxim ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde in 163 (5,2 %) von 2962 Messungen überschritten, der RW II ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) noch 74 (2,4 %) der Fälle.
- Für Xylole werden Richtwertüberschreitungen festgestellt. Allein für m,p-Xylol war bei 108 Messungen der RW I überschritten und in 4 Fällen auch der RW II.



Zusammenfassung

- Für viele Stoffe ist ein abnehmender Trend zu beobachten. Das gilt nicht für alle Stoffe und nicht für den TVOC.
- Wesentliche Einflussfaktoren auf die VOC-Konzentrationen sind der Zeitpunkt der Herstellung des Raumes und die Luftwechselrate.
- In Klassenräumen wurden häufiger höhere Konzentrationen vorgefunden.
- 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.

Lösungswege

- Auswahl schadstoff- und emissionsarmer Produkte
 - Kontrolle des Einbaus (Berücksichtigung der Aufbringsmengen 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
- Luftqualitätsmanagement in der Planung, Ausschreibung und Errichtung

Lösungswege

Luftqualitätsmanagement für den Betrieb bzw. die Nutzung

- 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)



Wo stehen wir heute?

- AGÖF VOC DB I und DB II (2014) Daten aus 2002 bis 2012
- Umwelt-Survey (KUS) (2010) Daten aus 2003 bis 2006
- Referenzwerte für Innenraumarbeitsplätze (Büros und Klassenräume) (2011) Daten aus 2004 bis 2009 der DGUV



Anforderungen an Vergleichswerte

1. Aktuelle Datenerhebung
2. Umfangreiches Substanzspektrum
3. Geeignete Methoden
4. Statistische Absicherung
5. Vergleichbarkeit der Probenahmebedingungen
6. Vergleichbarkeit der „Objekte“



Fragen

- Wie differenziert sollten Vergleichswerte sein?
- Wie umfangreich sollte das Substanzspektrum sein?
- Wie gut spiegelt die Probenahmesituation die realen Nutzungsbedingungen?
- Wie kann ein Bezug zu möglichen Quellen erfolgen?



Stoffe und Methoden

Methodenentwicklung

- Carbonsäuren
 - Phthalate
 - PAK bzw Naphthalin und naphthalinähnliche Verbindungen
 - Isothiazolinone
- Brauchen wir neue und mehr Methoden, um das VOC-Spektrum in Innenräumen zu erfassen?



Weitere Stoffe

VVOC

- Alkohole Ethanol, n- und iso-Propanol
- Pentanisiomere
- Isopren

Indikatoren für Geruchsbildung

Isododecene

Neue Stoffe, die noch nicht
substanzspezifisch quantifiziert
werden ...



Auswertung

Einheitliche Summenwerte

- Summenrichtwerte
 - Stoffgruppen
 - TVOC
- Brauchen wir weitere Bewertungsgrößen?
- Summe Kanzerogene
 - VVOC, SVOC, Summe nicht identifizierte Stoffe, Summe nicht bewertbar ...



Zusatzinformationen

- Aufwand
- Verfügbarkeit (Bsp. Energieeffizienz)
- Vergleichbarkeit
- Kategorisierung
- Nutzen (Auswertung)

Datenauswertung

VOCD8-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

PLZ:

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:

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

Modernisierung

Bauweise:

- Mauerwerksbau (mas)
- Stahlbeton (massiv)
- Fertigteibau (massiv)
- Stahlleichtbau
- Leichtbau (Holztafel)
- keine Angabe
- Sonstige v1
- nicht zugeordnet v1

Geschosse <

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:
Nach:

Monat:
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Jahr:
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012

Ziel: ODER
Statusmessung
Einhaltung Richt-/Orientierungswerte
Wiederholungsmessung
Freigabemessung nach Sanierung

Anlass: ODER
Gerüche
Gesundheitsbeschwerden
Expositionsverdacht
Abnahme
AGÖF
Andere

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

Luftwechsel <
>

Messwerte:
Zusatzinfo
#Name?

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

Datenauswertung

YOC/DB 2.0 - [Frm_Pivot : Formular]

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

Auswertung Daten Stoffe Admin

Berechnen **Reset**

Filter

Raum Gebäude Stoffe Probenahme Sonstige Ansicht

Raumnutzen

- Wohnraum
- Büroraum**
- Klassenraum
- Gruppenraum
- Flur/Verkehrsfäche
- 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, verkleb**
- Teppichboden, nicht v
- 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:

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
0403Z0045	10	09-148-2	Statusmessung	Gerüche
0403Z0048	10	09-148-2	Statusmessung	Gerüche
0403Z0055	10	09-148-2	Statusmessung	Gerüche
0403Z0067	10	09-148-2	Statusmessung	Gerüche
0403Z0068	10	09-148-2	Statusmessung	Gerüche
0403Z0070	10	09-148-2	Statusmessung	Gerüche

Datensatz: 1 von 608

Kopieren



Probenahmedingungen

„Ausgleichskonzentrationen“

- Mindestens 8 Stunden ungelüftet, meistens ungenutzt, teilweise unmöbliert

Nutzungssimulation

- Lüften, Anblasen für Fasern, Sporen und SVOC
- Fokussierung auf gebäudebezogene Belastungen



Einflussfaktoren

- Temperatur vor der Messung, Bauteiltemperatur
- Sonneneinstrahlung
- Luftströmungen aus anderen Gebäude- und Bauteilen
- Nutzungseinflüsse (Reinigungsmittel, Nutzer / Aktivität)
- Erfassung der Quellenbezüge/Ursachen und der Maßnahmen



Erweiterung der Datenerfassung und Auswertung

Erweiterung des Substanzspektrums und der Methoden

Erweiterung der Auswertung (Berechnung von Summen)

Überarbeitung und Ergänzung der Zusatzinformationen

Zusätzliche Messungen

- in Schulen vergleichende Messungen unter realen Nutzungsbedingungen
- Sensorische Bewertung der Raumluft
- Bestimmung der Luftwechselrate

Fortsetzung der VOC-Datenerfassung

- VOC DB I: „Qualitätssicherungs niveau“
- VOC DB II: „Energieeffizienz“

- VOC DB III: ???
 - Gerüche
 - Quellenermittlung
 - Nutzungseinflüsse
 - Luftwechselrate

vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Berichte:

www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3637.pdf

http://www.agoef.de/fileadmin/user_upload/dokumente/forschung/AGOEF-Abschlussbericht_VOC_DB_II-barrierefrei.pdf

http://www.agoef.de/fileadmin/user_upload/dokumente/forschung/AGOEF-Abschlussbericht_VOCDB_II_Anhang-nicht-barrierefrei.pdf

Kontakt:

Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute e.V.

Marlies Ante

Tel.: 05044/ 9 75 75

Email: info@agoef.de Internet: www.agoef.de