



VOC

1. Häufige Befunde, Quellen in Innenräumen

26.09.2018

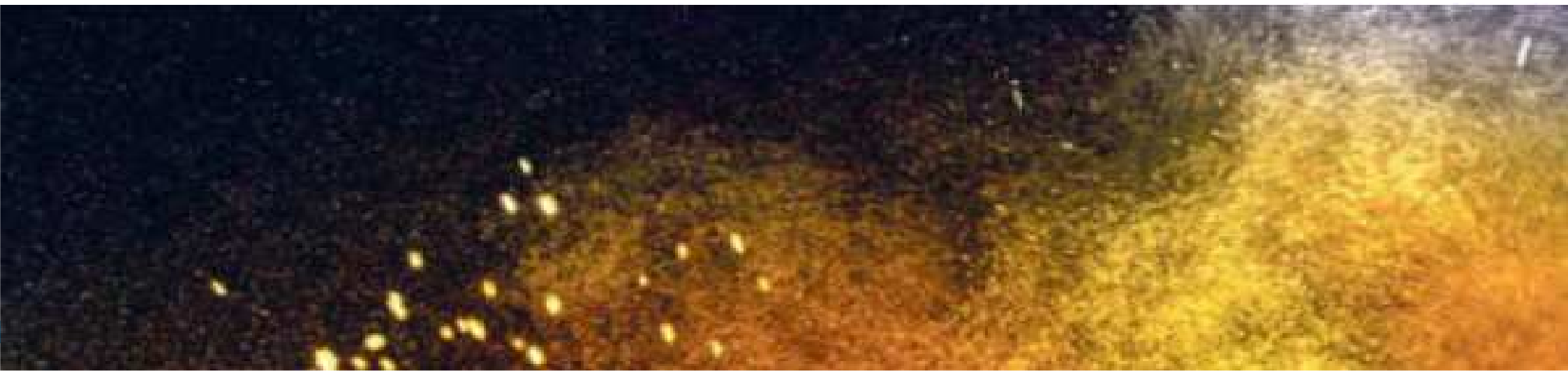
Hans-Dieter Bossemeyer

WESSLING GmbH

Zu Hause wartet der **FEIND**

DIE  **WELT**
MITTWOCH, 21. FEBRUAR 2018

Im Bad, im Bett, beim Sprayen, beim Pudern –
überall atmen wir riskante Substanzen ein.
Forscher legen jetzt alarmierende Zahlen vor



org. chemische Gebäudeschadstoffe

• VOC / Geruch

- Lösemittel
- Kraftstoffe
- Imprägnierung
- Kleber
- Kunststoff-Monomere und Additive

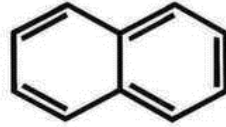


• PCDD/F

- Schwelbrand Rückstände chlorhaltiger Verbindungen.
- Nebenprodukt v. Holzschutzmitteln, PCB, Chlor-Alkali-Elektrolyse, VC/ PVC-Herstellung.
- industrielle Verfahren m. Temperaturführung

• PAK*

- Teermassen und Kondensate
- Holzteer (Bitumen)
- Chlornaphthalin
- Teerprodukte wie Asphalt Pappen, Kunststoffe Kitte usw.



• PCB*

- Fugenmassen
- Öle
- Farben
- Kunststoffe
- Kleber
- Cl-Paraffine



• *Formaldehyd* u. **Aldehyde**

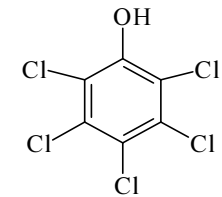
- Spanholzplatten
- Kleber
- Mittel
- Linoleum
- Verseifung
- Formaldehyd

• **Sonstige**

- Phthalate u.a. Weichmacher
- Chlorparaffine
- Flammschutzmittel
- Chloranisol / Kork
- Rhodizide
- CO₂

• **Pestizide**

- **PCP*** u Lindan HSM
- Lindan Räucherung
- DDT Anwendungen
- Phyrethroide



- **VOC von Lebewesen, Schimmel und Pflanzen**

- Einteilung nach (<)
 - Anzahl Kohlenstoffatome
 - Siedetemperatur °C
 - Abfolge in der Gaschromatographie

VVOC	C6	VOC	C16	SVOC	C22	POM
	60 °C		260 °C		400 °C	
	n-Hexan		n-Hexa- dekan			

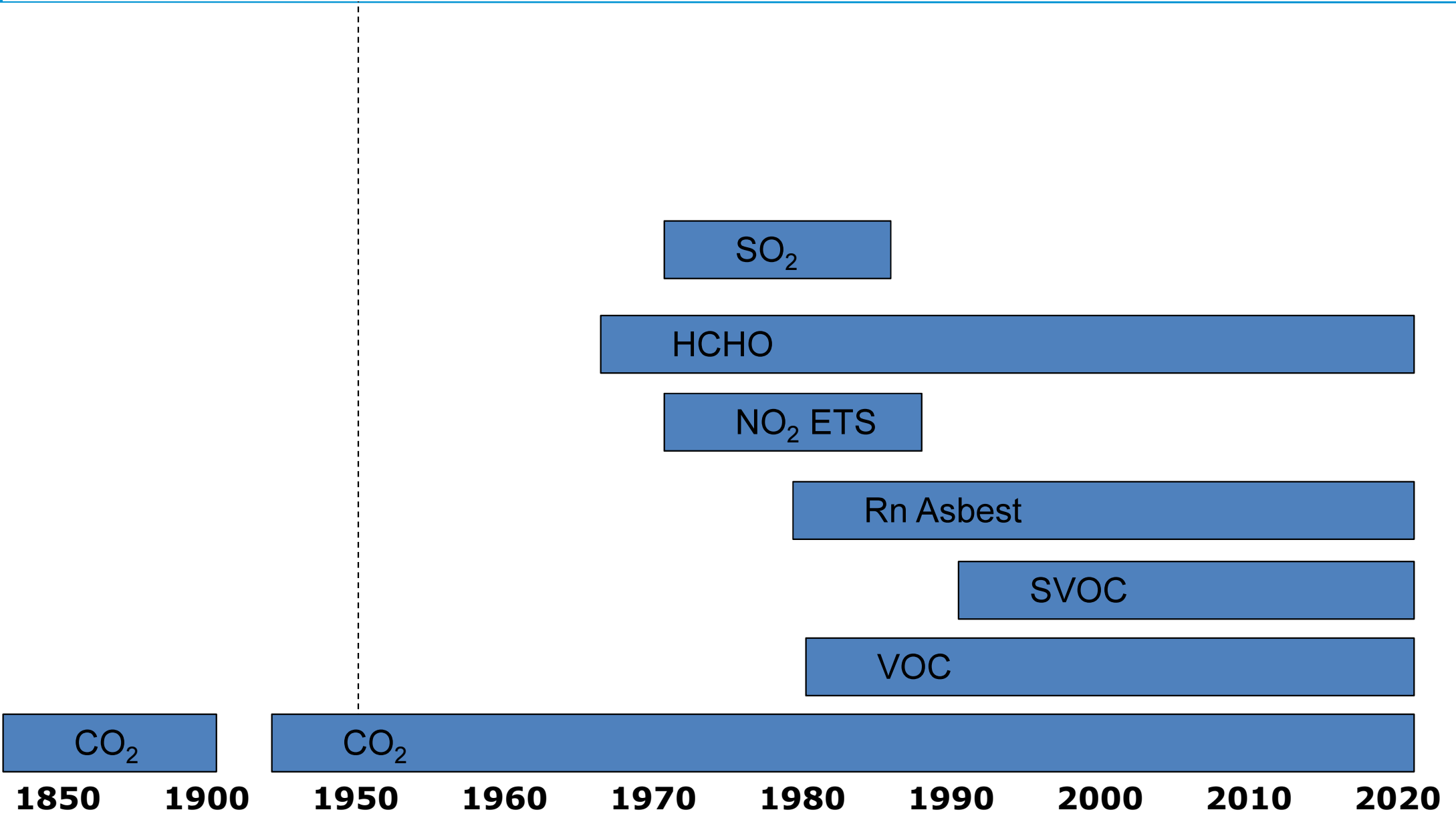
Quellen – „Nicht Baustoffe“

- Personen und Tiere
CO₂, Feuchte, Wärme, Staub, Gerüche
- Eintrag aus der Außenluft
PAK, VOC/Benzol, Staub/Sporen
- Nutzung mit Kochen, Waschen,
Rauchen, Kerzen, Feuerstätten



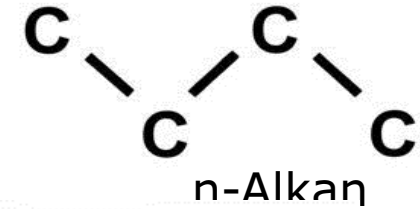
- Lacke / Farben
 - Kleber
 - Fugendichtstoffe
 - Beläge
 - Holzwerkstoffe - Holz
 - Baufeuchte / organische Materialien
- } vorw. Kunststoffe

Entwicklung der Innenraumforschung

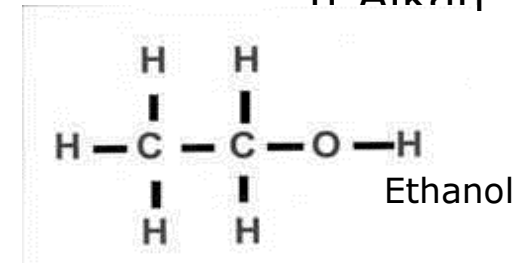


VOC Beispiele

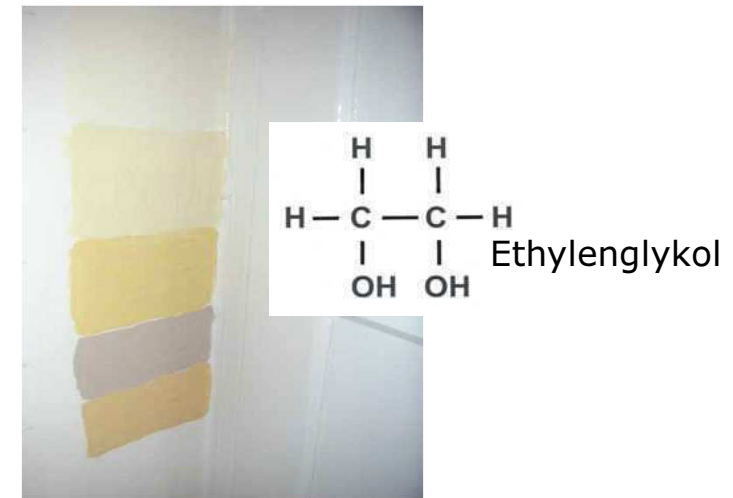
- **Alkane:** Lösungsmittel, z. B. Solvent Naphta, Testbenzin, Wachse, Öle



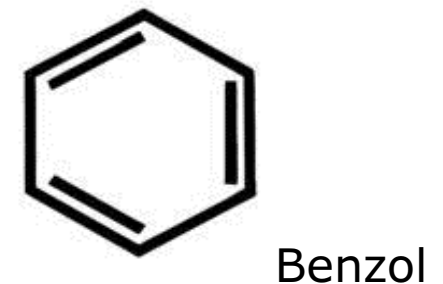
- **Alkohole:** Reiniger, Lösungsmittel, Biologie



- **Glykole:** z.B: 2-Butoxyethanol, Lösungsvermittler, Weichmacher

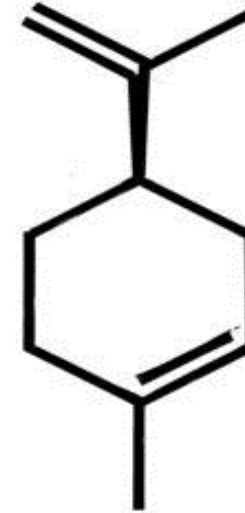


- **Aromaten:** z.B: Benzol, Toluol, Styrol; Lösungsmittel, Kunststoff-Monomere

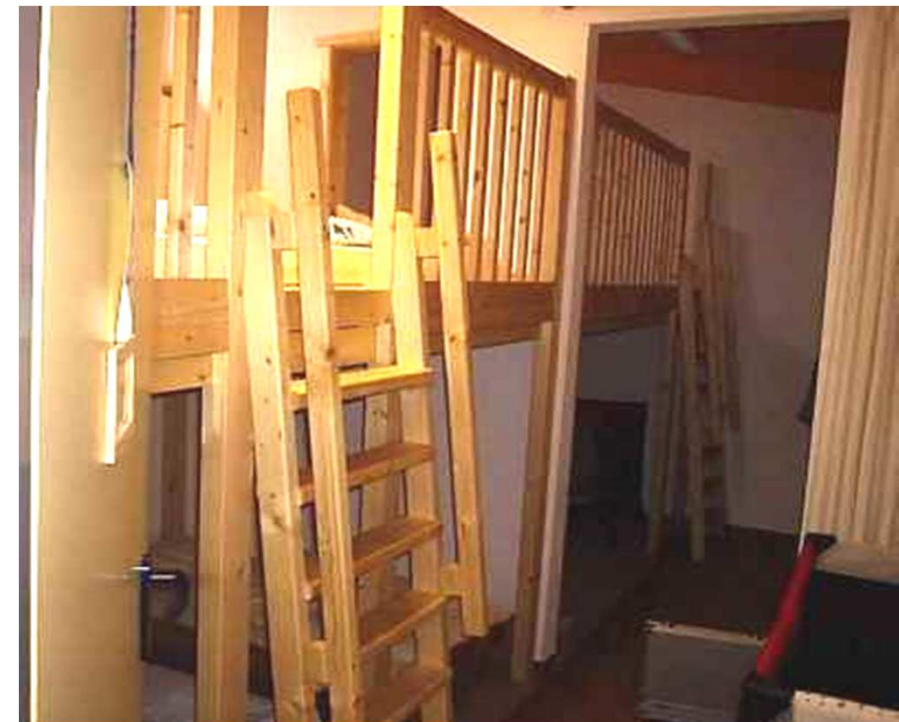


Terpene

- Monoterperne Limonen, α u. β – Pinen, δ -3-Caren, Geraniol, Campher
zunehmend Terpene α - Pinen und Delta-3-Caren
- Reinigungsmittel, Holz, Lösemittel, Wachse, Duftöle, Duftstoffe, Terpentinöle in Farben, Holzschutzmittel, Wirkstoffe



Limonen

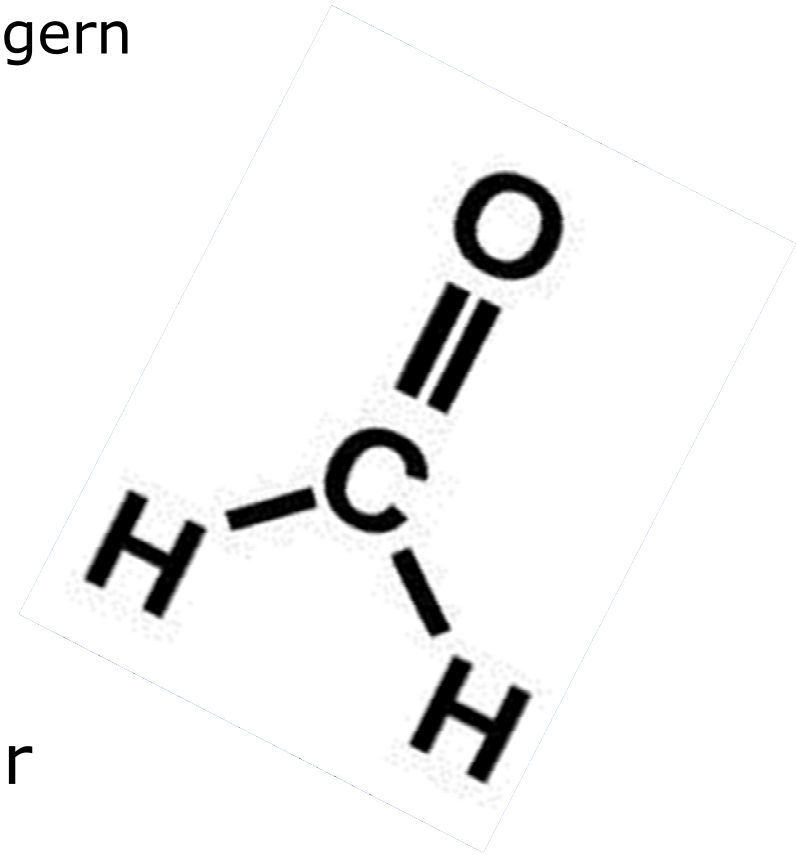


- **Ketone:** Butanon / Hexanon, (Alleskleber), MEK-, MIBK, Cyclohexanon, Acetophenon (Oberflächen), Benzophenon (Lackhärter)
- **Ester:** Ethylacetat, Butyl-/Isobutylacetat, Texanol TXIB
- Organische Säuren (Holz, Reiniger)
- **Weichmacher:** PVC-Böden, -Tapeten, Lacke, Farben
- **Halogenkohlenwasserstoffe:** „Per“, „111“ (chem.Reinig)
- **N-Methyl-2-pyrrolidon** (Lacke, Kirschgeruch), **THF**, **Butanonoxim**, **Phenole**, **Siloxane**,

- **n-Hexanal** aus Alkydharzlacken, Linoleum bei schlechter Pflege/Schädigung
- **Benzaldehyd** als Duftstoff und Abbauprodukt von Benzylalkohol (PUR-Harze)
- **Furfural** aus Resorcinharzen, Überhitzung, Kork, Parkett,..
- **Acrolein** stechender Geruch, Fettabbau



- Vielfältige Anwendung Harnstoffharze in Holzwerkstoffen, Konservierungsmittel in Reinigern und wässrigen Farben
- Ersatz Polyurethanklebstoffe mit Diisocyanaten fest gebunden, Zementplatten
- Einstufung als krebserzeugend
- RWI: 100 µg/m³ Vorsorgewert auch für Cancerogene Eigenschaft
- RW II nicht gegeben
- AGÖF 30 µg/m³ Raumluft



Intensität / Hedonik, Umfrage

[%]	Büros	Schule, Kiga	Einfam.- Haus	Mehrfa.- Haus	anderes Gebäude
Sehr schwach angenehm	1	0	10 / 0	0	0
Schwach angenehm	15 / 0	0	25 / 0	19 / 1	14 / 0
Deutlich Weder noch	55 / 8	25 / 10	40 / 10	54 / 5	0 / 0
Stark Unangenehm	26 / 74	50 / 50	20 / 61	10 / 59	29 / 37
Sehr stark unangenehm	5 / 17	25 / 40	5 / 29	17 / 34	57 / 63

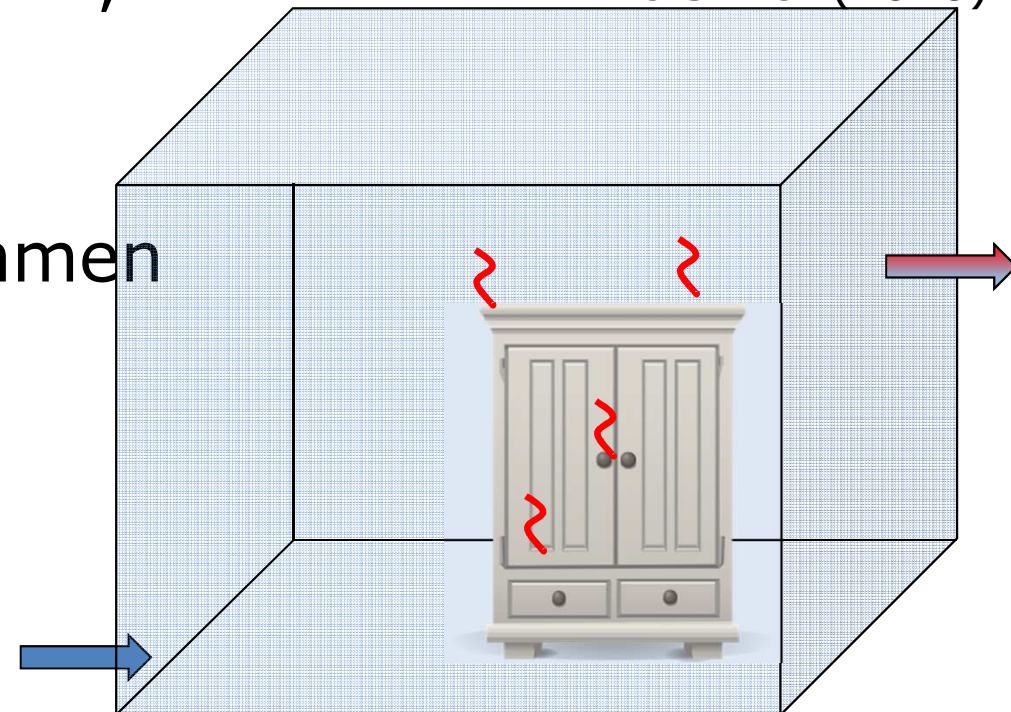
Vergleich Krebsrisiko lebenslange Exposition

Krebsrisiko	Bq Radon / m ³ u.a.	Bemerkung
1:100	1700	ca. 1900 Tote/a Radon 300 Bq Radon/m ³ - Strahlenschutzgesetz 2017
1: 1000	über 100	epidemiologische NWG, WHO: dauerhaft zu hoch
10-4	20	Niederlande Umweltges.
10-5	1 ng Benzapyren	WHO-Wert
10-6	0,01 mg Chlorethen / m ³	Europäische Chemikalienagentur
10-7	0,05 mg Formaldehyd / m ³	

Wichtige krebserzeugende IRL- Verunreinigungen

Kanzerogen	K-Einstufung	Mutagenität
Radon	1 (WHO)	M
Benzol	1A	1B
Chlorethen (VC)	1A	m
Acrylamid	1B	1B
Benzo(a)pyren	1B	1B
Acetaldehyd	1B*	2*
Chrysen	1B	2
Formaldehyd	1B	2
1,2-Dichlorethan	1B	2*
Trichlorethan	1B	2
Asbeste (6)	1A	-
Nitrosodimethylamin	1B	-
Butanonoxim	2	-
Dichlormethan	2	-
Furaldehyd	2	-
Naphthalin	2	-
Pentachorphenol	2	-
Tetrachlorethen	2	-
Tris(2-chlorethyl)phthalat	2	-

- VOC-Ausgasungsverhalten Materialien / Innenraumbaustoff
- AgBB-Schema (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten)
- DIN EN ISO 16000 -3, -6, -9, - 11, -> DIN EN 16516 (2018)
- Durch MVV TB Abschn.3
-Anh.8u.9-Abschn.D3 aufgenommen



AgBB Schema

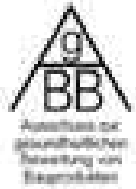
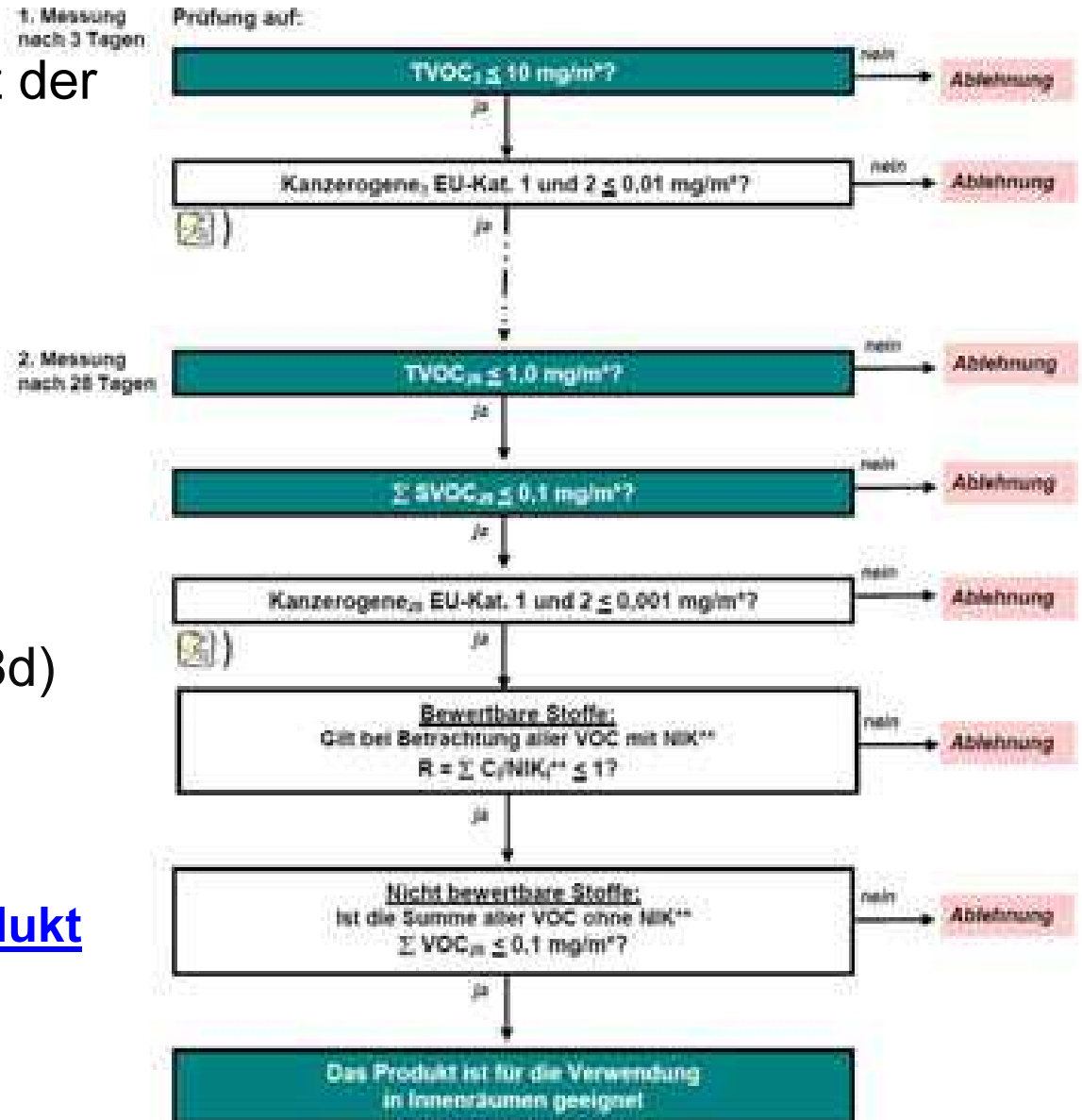


Abb. 1: SCHEMA ZUR GESUNDHEITLICHEN BEWERTUNG VON VOC*- UND SVOC*-EMISSIONEN AUS BAUPRODUKTEN

- AgBB - Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten
- LAUG - Länderarbeitsgruppe umweltbezogener Gesundheitsschutz der Arbeitsgemeinschaft der obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG)
- NIK-Werte - niedrigst interessierende Konzentrationen
 - Liste 6 bis 22 Kohlenstoffatome (VOC / SVOC), z.Z. 220
 - Karzinogene extra bewertet
 - Kurzzeit- und Langzeitwerte (3/28d)
 - Minimum 7d
- Geschäftsstelle beim UBA
<http://www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/agbb.htm>



- Fußbodenbeläge haben niedrige Emissionen
- Label Produkte besitzen geringe Emissionen
- Bei Klebstoffen haben zumeist Essigsäure oder Glykole zur Abwertung geführt (Analytik?)
- Vorzeitiger Abbruch (3d) nur von wenigen Produkten erfüllt

Erfolg am Beispiel einfacher Produkte:

	Kleber	Teppich	PVC	Sonstiges	Anzahl
AgBB ok	5	7	3	5	20
-durchgef.	1	0	2	2	5
ÜZ ok	0	3	3	4	10
-durchgef.	6	4	2	2	14

- Geruchsleitwerte analog RWI und II
- Probandenkollektiv nach DIN EN ISO 16000-30
- Hingegen nur 1 trainierter Prüfer (in guter Tagesform):
 - primär Ursachenfindung, auch erste Bewertung
 - 1. sanfter Atemzug – empfindlichstes Signal, sofort Geruchseindruck benennen (bewusst machen)
 - 1. Gruppe (mild/streng, süsslich/sauer, natürlich/künstlich, frisch/dumpf, anregend/faulig): gilt über Verdünnungen hinweg (Hedonik)
 - 2. Assoziationen (Brand, Früchte/Pflanzen, Leder, Kleber XY, Alkohol, Fäkal, Tier XY, Gegenstände, usw.): für Zuordnung im Bestand
 - 3. bis 5. Atemzug anhaltend und später wiederkehrend: Geruch ist deutlich (VDA 276), Belästigung möglich

VOC

2. Richtlinien und Maßgaben

26.09.2018

Hans-Dieter Bossemeyer

WESSLING GmbH

- Bewertung nach **AIR** (IRK/UBA, AÖGL, DGUV u.a.)
- Richtwertekonzept, z.Z. 32 Einzelsubstanzwerte:

Ziel	RW I	Bedarf	RW II	Intervention
-------------	-------------	---------------	--------------	---------------------

- aktuell: Tetrachlorethen, Geruchsleitwerte, Methylmethacrylat, Phenoxyethanol, Alkansäuren, Dichlorethan, Propanal, Summenbewertung C1-C11, Aldehyde,
- TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hygienische Bewertung:

unbedenklich	300	noch unbed.	1000	auffällig	3000	bedenklich	10 000	Inakzeptabel
---------------------	------------	--------------------	-------------	------------------	-------------	-------------------	---------------	---------------------

- Organisation und Mandat
 - Länderbehörden über GMK/AOLG
 - Bundesbehörden UBA, BMUB, DIBt, BfR
 - UBA Geschäftsführung
 - Experten durch Berufung
 - Arbeitsschutz DGUV
- Richtwerte des AIR, Ableitung
 - RW II: << LOAL, Schäden für menschliche Gesundheit hinreichend wahrscheinlich -> Gefahr
 - RW I: << NO(A)EL, gesundheitliche Beeinträchtigung auch langfristig -> Vorsorge und Sanierungszielwert
- Zus. Erläuterung
 - Konkreter Handlungsbedarf auch unter RWII
 - RWI nicht ausschöpfen

VOC Messung Tenax

- VDI 4300 BI.6 / DIN EN ISO 16000-6
- 5 Liter der Raumluft auf Tenax TA (NWG 1 µg/m³)
- GC/MS-Analyse Thermodesorbition
- Hausstaub nur Hinweise
- 220 Substanzen kalibriert (NIK), andere als Toluoleq.

Cas-Nr.	Parameter	RL-Konzentration [µg/m³]	Prüfwerte* [µg/m³]		
			RW I	AGÖF	KUS
71-43-2	Benzol		---	3,0	7,7
108-88-3	Toluol		300	30	57,6
100-41-4	Ethylbenzol		200	10	6,8
meta 108-38-3, para 106-42-3	m-, p-Xylol		100	29	16
95-47-6	o-Xylol			9,0	5,5
108-88-3, 108-38-3, 106-42-3, 95-47-6 100-41-4	C ₇ -C ₈ Alkylbenzole (Summenrichtwert Toluol, Xylole und Ethylbenzol)		Gesamt- richtwert	---	---
---	TVOC				1100
	Summe VVOC		---	---	---
	Summe SVOC		---	---	--

- Messplanung
 - DIN EN ISO 16000-1:2006-06
Innenraumluchtverunreinigungen, allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie
 - VDI 4300-1 in Arbeit:
Was, wozu, wann, wo, wie oft, Dauer, Randparameter u. -bedingungen
 - VOC mit Tenax (XAD-Harz, Thermodesorption, GC-MS)
 - HCHO mit DNPH (Derivatisierung, HPLC)
 - Leichtflüchter (VVOC) mit spezifischen Methoden

- Beispiel OSB Platte: *Aceton, Ameisensäure, 2-Methylpropanal, Methacrolein, Butanal*
- Beispiel EPS-Dämmplatte: *2 Methylbutan, n-Pentan, Cyclopentan, n-Hexan, Ethylbenzen, m,p-Xylen, Benzaldehyd*
- Häufige VVOC in Bauprodukten: *Acetaldehyd, Butanal, Ethanol, Formaldehyd, Methylacetat, n-Pentan, Acetone*

- Bei Tenax-Messungen teils deutliche Minderbefunde
- Sehr spezifische Messmethodiken - erhöhter Aufwand
- Allgemeine GC-Methode (wie 1600-6 für VOC) fehlt, da Elution begrenzt, Überlagerung häufig, Signal schwach, Wechselwirkung mit Sorbentien, schneller Durchbruch, kurzes Auftreten im Raum
- DIN EN ISO 1017-1 auch für VVOC?
- VDI 4300-7 org. Säuren, sehr spezielle Säulen
- Formaldehyd jedenfalls mit DNPH-Methode

- RW i.d.R. Langzeitwerte
- Probenahme unter Nutzungsbedingungen
 - Öffentlich Ausgleichskonzentration und Nutzungsbedingungen
 - Privat Ausgleichskonzentration
- Messwerte
 - $<$ RW I – keine weitere Aktion
 - $>$ RW II - umgehende Maßnahmen bis $<$ RW I
 - $<$ RWII, $>$ RWI – Lüften, Reinigen, 1 Monat Maßnahmen, 12 Monate Nutzung vermeiden

<http://www.innenraumanalytik.at/pdfs/handreichung.pdf>

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/Basischema_2012.pdf

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/bilder/dateien/0_ausschuss_fuer_innenraumrichtwerte_empfehlungen_und_richtwerte_20180412.pdf

Hygienische Bewertung von TVOC-Werten und Empfehlungen für Maßnahmen

	[mg/m ³]	Hygienische Bewertung
1	≤ 0,3	Hygienisch unbedenklich. In der Regel keine Beschwerden ...
2	> 0,3-1	Hygienisch noch unbedenklich soweit keine Richtwertüberschreitungen für Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen vorliegen.
3	> 1-3	Hygienisch auffällig. Nutzung bei Räumen, die regelmäßig genutzt werden, nur befristet akzeptabel (< 12 Monate). Innerhalb von ca. 6 Monaten sollte TVOC-Konzentration deutlich unter den anfangs gemessenen TVOC-Wert abgesenkt werden.
4	> 3-10	Hygienisch bedenklich. Nutzung bei Räumen, die regelmäßig, nur befristet akzeptabel (< 1 Monat). Die TVOC-Konzentration sollte innerhalb eines Monats unter 3 mg/m ³ abgesenkt werden.
5	> 10	Hygienisch inakzeptabel. Raumnutzung möglichst vermeiden. Ein Aufenthalt ist allenfalls pro Tag stundenweise/zeitlich befristet zulässig. Bei Werten oberhalb von 25 mg/m ³ ist eine Raumnutzung zu unterlassen. Die TVOC-Konzentration sollte innerhalb eines Monats unter 3 mg/m ³ abgesenkt werden.

- EuGH-Urteil C100/13
 - zusätzliche nationale Anforderungen an EU-harmonisierte Bauprodukte unzulässig
 - Anforderungen an Bauwerke aber unbenommen
- Bauministerkonferenz
 - Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)
 - Einführung durch die Bundesländer
- MVV TB
 - Überführung der Bauproduktrichtlinien in Regelwerke für Gebäude
 - A3 Beschränkungen gesundheitsschädlicher Emissionen Anh 8 u. 9
 - ABG....
 - Textile Bodenbeläge
 - Mustervorschriften nach MBO und MVV TB

- Verantwortung
 - Repressive Maßnahmen anstatt präventiver Zulassungen
 - Anforderungen an die bauliche Anlage -> Planer -> Bauverträge
 - Bauliche Anlage an Stelle Bauproduktenrichtlinie, kein Ü-Zeichen zul.
- Baupraxis
 - C€-Kennzeichen kaum Gesundheitsschutz (über harmonisierte Normen)
 - Hersteller muss erforderliche Produktleistungen erkennen und erklären
 - Bauherr bzw. Bauwerksverantwortlicher haben Nachweise zu erbringen
 - Freiwillige Erklärungen der Hersteller

• Freiwillige Herstellererklärungen

- § 16c MBO enthält nicht alle erforderlichen Produktleistungen
- Herstellern stehen freiwillige Leistungserklärungen frei
- Korrektheit der Angaben ist zu dokumentieren
 - > Technische Regel
 - > Ausreichend qualifizierte Prüfstelle, in D ist das DIBt

- AgBB (D)
- VOC-Directive: A (F)
- Konigl. Decrete Belgique
- Blauer Engel RAL z.B. UZ 132 Wärmedämmstoffe
- Nature plus RL 0104 Holzfaserdämmplatte
- Pure Life PU-Schaum-Dämmstoffe

Umweltzeichen der relevanten Bauprodukte



RAL-UZ 113 Emissionsarme
Bodenbelagsklebstoffe und andere
Verlegewerkstoffe

RAL-UZ 120 Elastische Fußbodenbeläge

RAL-UZ 123 Emissionsarme Dichtstoffe für den
Innenraum

RAL-UZ 128 Emissionsarme textile Bodenbeläge

Fußbodenklebstoffe (AgBB / UZ 113)

[mg/m ³]	3. Tag in der Kammer		28. Tag in der Kammer	
	Blauer Engel	AgBB Schema	Blauer Engel	AgBB Schema
TVOC (C6 – C16)	≤ 1	≤ 10	≤ 0,1	≤ 1,0
TSVOC (>C16–C22)	N/A	N/A	≤ 0,05	≤ 0,1
Kanzerogene	≤ 0,01 Summe	≤ 0,01 Einzelwert	≤ 0,01 Einzelwert	≤ 0,01 Einzelwert
Summe VOC ohne NIK	N/A	N/A	≤ 0,04	≤ 0,01
R Wert (dimensionslos)	N/A	N/A	≤ 1	≤ 1

International Conference: Risk Assessment of Indoor Air Chemicals

The German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and the German Environment Agency (UBA) invite you to the "International Conference on Risk Assessment of Indoor Air Chemicals" in Berlin, Germany.

The conference will be attended by experts from the fields of science, politics, authorities, industry and associations. International and national guests are invited as speakers to discuss the scientific and environmental policy aspects of indoor air toxicology.

<https://www.umweltbundesamt.de/en/service/dates/international-conference-risk-assessment-of-indoor>

Aktuelles zur Novellierung des Bauordnungsrechts

Stand der Umsetzung der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen (MLTB) und der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) in den Ländern (Stand: 14. September 2018)

<https://www.dibt.de/de/dibt/dibt-eugh-urteil.html>

Bayarisches Staatsmini./Bau Vollzug des Bauproduktenrechtes;

15ff. BayBO über die Verwendbarkeitsnachweise für Produktleistungen sowie die das „Ü-Zeichen“ betreffenden Kennzeichnungspflichten ab dem 16.10.2016 nicht mehr vollzogen. Mit den DIBt-Mitteilungen Ausgabe 2016/1 über Änderungen der Bauregellisten A und B wird dieser Schritt bereits teilweise umgesetzt.

Die geänderte Vollzugspraxis entbindet den Bauherrn, den Entwurfsverfasser und die Unternehmer nicht von der Verpflichtung zur Einhaltung der Anforderungen, die durch öffentlich-rechtliche Vorschriften an Anlagen gestellt werden, und lassen die bauaufsichtlichen Eingriffsbefugnisse unberührt, Art. 55 Abs. 2 BayBO.