

2-Chlorpropan in der Raumluft als Folge der energetischen Gebäudesanierung

19. WaBoLu-Innenraumtage
Berlin Mai 2012



2-Chlorpropan (1)

- CAS: 75-29-6
- Synonyme: Isopropylchlorid, 2-Propylchlorid
- Formel: $(\text{CH}_3)_2\text{CHCl}$

- farblose Flüssigkeit, chloroformartiger Geruch
- Dichte: 0,86 g/ml
- Siedepunkt: 36°C (1013hPa)
- Flammpunkt: -36°C
- Dampfdruck: 580 hPa (20°C)
- relative Dichte (Gas) 2,7

- bildet mit der Luft ein explosives Gemisch
- UEG: 2,8 %V/V (92 g/m³)
- Zündtemp.: 590°C

2-Chlorpropan (2)

- die Flüssigkeit bewirkt Reizungen an der Haut
- die Dämpfe reizen Augen und Atemwege und sie sind korrosiv
- Licht und Hitze kann HCl-Abspaltung verursachen

- Produktionsmengen waren eher gering
- Einsatzmöglichkeiten begrenzt,
 - » als Lösemittel
 - » in den 1950er Jahren als Narkosemittel
 - » aktuell als Blasmittel bei der Herstellung Phenolharz-Hartschaumplatten

Ullmann's 2008
 Römpf, Bd.5, S. 3641, 9. Aufl.
 Dräger Gase-Liste 2011
 Fluorierte Treibhausgase vermeiden, Wege zum Ausstieg; Climate Change 08/2010, Umweltbundesamt, Berlin

Phenolharz-Hartschaumplatten (1) (Resol-Hartschaumplatten)

- Hohe Wärmedämmeigenschaften
- Anwendungsbereiche
 - » Fußbodendämmung
 - » Kellerdecken
 - » Fenster- und Türleibungen
 - » vorstehende Fassadenteile
- Geschlossenzelligkeit $\geq 90\%$
- 100% FCKW-frei
- Blasmittel: 2-Chlorpropan



Phenolharz-Hartschaumplatten (2) (Resol-Hartschaumplatten)

Nicht geeignet

- » *im Sockelbereich*
- » *im Erdbereich*
- » *in abgeschlossenen Räumen, außer in dauerbelüftete Räume*

Zu vermeiden sind

- » *die längere offene Lagerung*
- » *die Lagerung in der Sonne*
- » *Beschädigungen*
- » *der Einfluss aromatischer Lösemittel*



(Auszug aus: Produktinformation, Technischen Merkblatt, Sicherheitsdatenblatt)

Konjunkturpaket II - Maßnahmen

25 städtische Objekte zwischen September 2009 und Juli 2011,
davon

- 5 Objekte mit Einzelmaßnahmen
- 20 Objekte mit Fassaden- und Dachdämmung und Einbau neuer Fenster
 - » 6 Objekte Verwendung von Phenolharz-Hartschaumplatten
 - 1 Objekt Einbau der Dämmplatte im Fußbodenaufbau (Fall 1)
 - 5 Objekte Einbau der Dämmplatten in das WDVS der Fassade (Fall 2)

Fall 1: Fußbodenaufbau

bestellt

- Feuchtigkeitssperre
- Perlitschüttung
- Holzfaserdämmplatte
- Papierlage
- Gussasphalt
- Bodenbelag

geliefert und eingebaut

- Feuchtigkeitssperre
- Perlitschüttung
- Phenolharz-Dämmplatte
- Holzfaserplatte
- Rohfilzpappe
- Gussasphalt
- Bodenbelag

Raumluftkonzentrationen

Raum	Datum	Ruheraum	Vorschulklasse	Lagerraum
Einbau Dämmplatte	13.12.10			
1. Freimessung	28.12.10	≥ 2.800 TE	≥ 1.500 TE	
2. Freimessung	25.01.10	≥ 2.000 TE	≥ 1.300 TE	
1. Kontrolle	03.02.11	≥ 3.100 TE	≥ 1.900 TE	
2. Kontrolle	18.02.11		1.730	1.150
Nach Rückbau				
1. Messung	15.03.11		800	
2. Messung	23.03.11		790	
3. Messung	06.04.11		860	

2-Chlorpropan-Konzentrationen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TE = Toluolequivalent

Bodenluftsanierung (1)

- RAUM**
- Pilotraum Vorschulklasse
 - Raumbelüftung über zwei gekippte Fenster, Türen geschlossen
 - Klimatisierung über Heizkörper, optional mit zusätzlichem Heizgerät

- BODEN**
- Zuluft über Randbereich
 - Absaugung an sechs Punkten im Raum

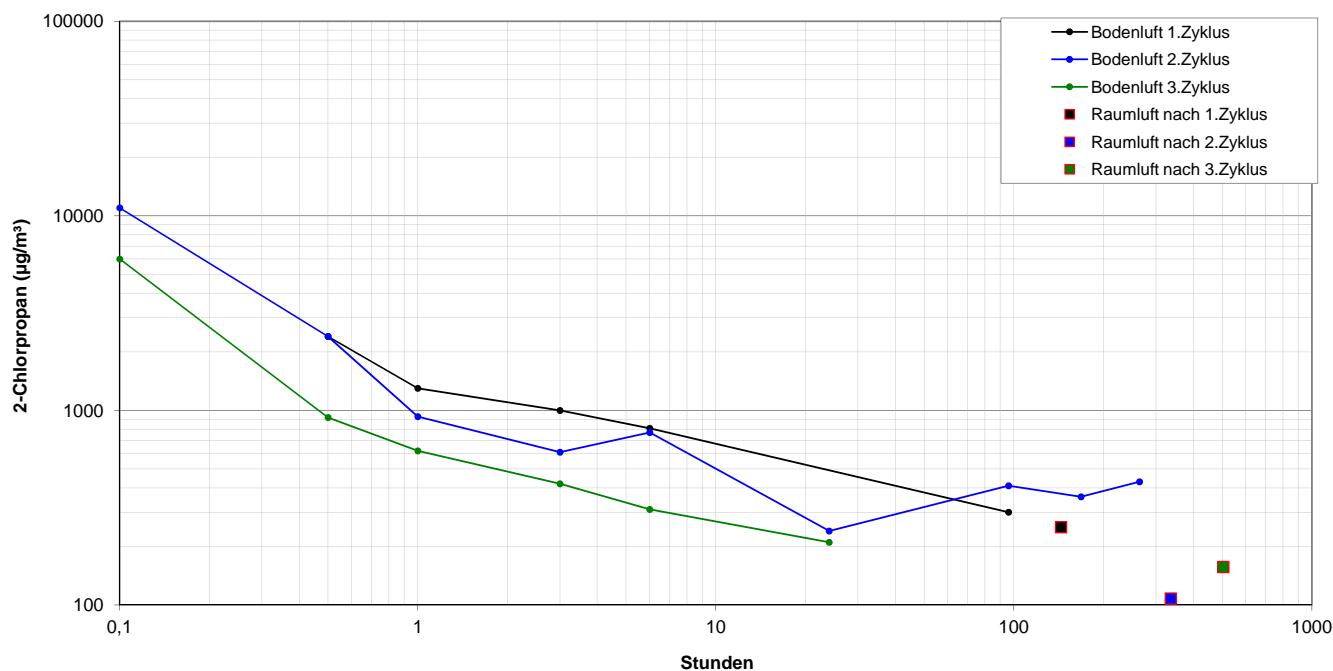
- ANLAGE**
- theoretische Förderleistung 150 m³/h
 - Ablufführung über A-Kohlefilter

- PROBENAHMEN**
- Bodenluft: 0,1, 0,5, 1, 3, 6, 24, 96, 168, 264 Stunden nach Start
 - Raumluft: 48, 72 bzw. 480 Stunden nach Abschaltung

Bodenluftsanierung (2)



Ergebnis der Bodenluftsanierung in Raum Vorschulklasse - Mai 2011
2-Chlorpropan-Konzentration in der Boden- und Raumluft



Raumluftkonzentrationen

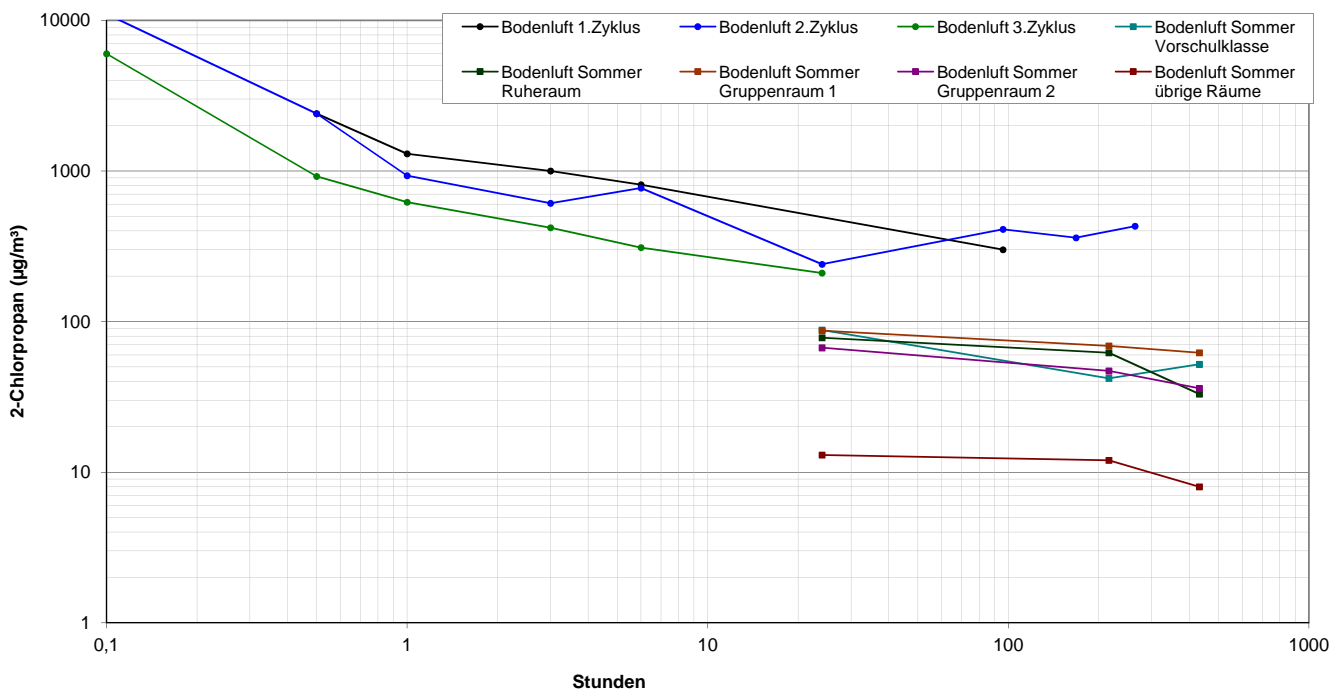
Raum	Datum	Ruheraum	Vorschulklasse	Lagerraum
Einbau Dämmplatte	13.12.10			
2. Kontrolle	18.02.11		1.730	1.150
Nach Rückbau				
3. Messung	06.04.11		860	
Während der Bodenluftsanierung				
48h n. 1. Zyklus	11.05.11		251	
72h n. 2. Zyklus	26.05.11		108	
20d n. 3. Zyklus	16.06.11	241	157	24

2-Chlorpropan-Konzentrationen in µg/m³

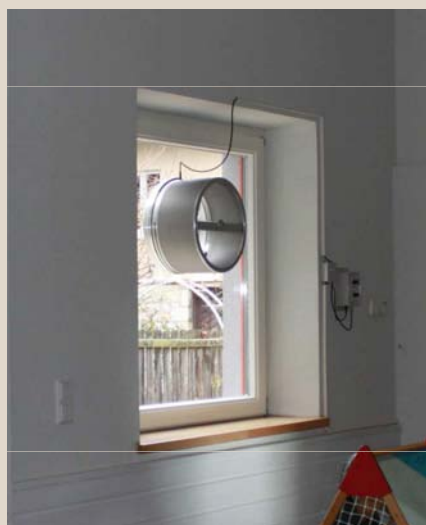
2. Bodenluftsanierung



Ergebnis der Bodenluftsanierungen im Mai und Sommer 2011
2-Chlorpropan-Konzentration in der Bodenluft



Fensterlüfter

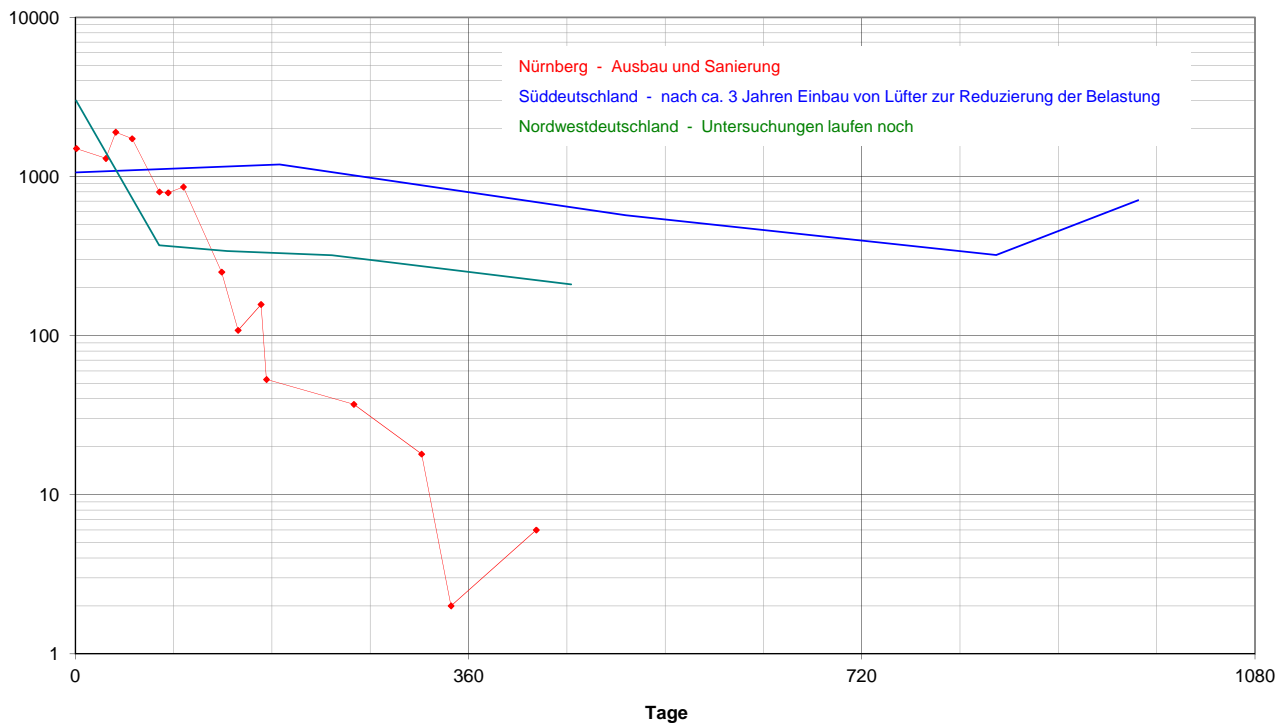


Raumluftkonzentrationen

	Datum	Ruhe- raum	Vorschul- klasse	Lager- raum	Gruppen- raum 1	Gruppen- raum 2
Einbau Dämmplatte	13.12.10					
2. Kontrolle	18.02.11		1730	1150		
3. Messung n. Rückbau	06.04.11		860			
n. 1. Bodenluftsanierung	16.06.11	241	157	24		
v. 2. Bodenluftsanierung	10.08.11	58	53		76	73
7 d n. Abschaltung	09.09.11	20	37		40	25
Messung ohne Lüfter Standard n. Nutzung (90 Min.)	10.11.11		18 2			16 3
Messung mit Lüfter Standard n. Nutzung (90 Min.)	07.12.11		2 2			3 2
Messung ohne Lüfter (für 5d verschlossen)	23.02.12		6			

Vergleichsfälle

Vergleich der 2-Chlorpropan-Konzentration in der Raumluft von Kindertagesstätten nach Einbau von Phenolharz-Hartschaumplatten im Bodenaufbau



Kontrolluntersuchungen (1)

	Mai 2011	April 2012
Bodenluft (µg/m³)		
Bedingung	6 Min. n. Start des 2. Zyklus	stationär
2-Chlorpropan	10.000	12.000
Bodenmaterial (mg/kg)		
Gussasphalt	<0,2	<0,1
Leichtholzfaserverplatte	10	<2
Perlit	2,5	<2,7
Feuchtigkeitssperre	16	0,14

Kontrolluntersuchungen (2)

Dämmplatte	April 2012	Mai 2012
Prüfstück	10 x 10 x 2 cm	10 x 10 x 2 cm
Lagerung	seit Mai 2011 offen in einem klimatisierten und belüfteten Raum	seit Mai 2011 verpackt in Alu-Folie in einem klimatisierten und belüfteten Raum, 6 Tage vor Versuch zugeschnitten und offen gelagert
Prüfkammervolumen	25 L	
Luftwechselrate	keine	
Klima	24°C / 32% rF	23°C / 44% rF
Probenahme nach	20 h	
Probenahmevermögen	4 x 0,1 L	2 x 0,05 L
2-Chlorpropan	1.900 µg/m³	11.000 µg/m³

Fall 2: Fassadendämmung

- Einsatz der Phenolharz-Dämmplatten
 - » an Fensterlaibungen
 - » an Tür laibungen
 - » großflächig an vorstehenden Bauteilen

- Alter der Gebäude zwischen 35 und 97 Jahre
- Ausführungszeitraum 09/2009 bis 04/2011
- Fertigstellung zwischen Februar und April 2011
- Raumluftmessungen zwischen 10/2011 und 02/2012



Raumluftkonzentration

Objekt	Gebäude	Bauzeit	Innenräume	untersuchte Räume	2-Chlorpropan (µg/m³)
D1	1937	1955 + 1963	3	1	2
D2	197	1953 + 1962	10	1	30
	198	1953 + 1962	6	1	<1
S	1119	1960	16	5	6 27 38 56 57
N	863	1965	14	4	24 6 24 <2
M	839	1912	19	6	2
		1927			<1
		1974			<1
					<1
					2

Bewertungsgrundlagen

- Innenraumrichtwerte: keine
- AgBB-Bewertungsschema: negativ
die Substanz ist den VVOCs zu zurechnen, daher keine Berücksichtigung
- AGW: kein
- ECHA: DNEL-Werte für Arbeiter und Allgemeinbevölkerung
 - » u.a. für die Allgemeinbevölkerung 16,3 mg/m³ für die inhalative Aufnahme

DNEL: derived no effect level

Toxikologie

Datenlage zur Toxikologie ist dürftig

- Inhalationsstudien
 - » Übelkeit und Arrhythmien bei der Verwendung als Narkosemittel
 - » Tierstudien zeigten Veränderungen in Lunge, Leber und Niere bei Exposition von 3240 mg/m³ und höher
 - » NOAEC von 3240 mg/m³ und NOEC von 1620 mg/m³ aus einer 90-Tage-Inhalationsstudie an Ratten
 - » NOAEC von 1430 mg/m³ aus einer 9-Tage-Inhalationsstudie an trächtigen Ratten
 - » keine Daten zur Wirkung bei niedrigen Konzentrationen
- Mutagenität
 - » Hinweise bei Bakterien

NOEC: no observed effect level
NOAEL/C: no observed adverse effect level/concentration

Richtwertableitung

Voraussetzung	1. Fortschreibung der Ad-hoc-AG von 2012	1. Fortschreibung der Ad-hoc-AG von 2012 und einem Qualitätsfaktor von 3 und einem Pfadanteil von 0,5 wegen der unklaren Datenlage bzw. weiterer Aufnahmepfade	Konventionell
Basis	LOAEC von 3000 mg/m ³ für RW II NOAEC von 1500 mg/m ³ für RW I	NOAEC von 1500 mg/m ³	NOAEC von 1500 mg/m ³
RW II	7500 µg/m ³	1250 µg/m ³	200 µg/m ³
RW I	3750 µg/m ³	625 µg/m ³	

LOAEL/C: lowest observed adverse effect level/concentration

Roscher, Eike: Vorschlag für vorläufige Luftrichtwerte für 2-Chlorpropan, Unveröffentlichtes Manuskript, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), München 2012
 Richtwerte für die Innenraumluft: erste Fortschreibung des Basisschemas, Bundesgesundheitsbl 2012, 55:279-290

Fazit (1)

- Vom LGL Bayern werden als vorläufige Richtwerte vorgeschlagen: RW I 625 µg/m³ und RW II 1250 µg/m³.
- Aus Vorsorgegründen legt das Gesundheitsamt der Stadt Nürnberg einen Zielwert von 200 µg/m³ fest.
- Zur Vermeidung einer zusätzlichen Raumluftbelastung durch 2-Chlorpropan in den Gebäuden der Stadt Nürnberg empfiehlt die Arbeitsgruppe b u g Resol-Hartschaumplatten weder im Innen- noch im Außenbereich weiter einzusetzen.
- Die durch die Außendämmung verursachten Emissionen an 2-Chlorpropan in die Innenräume werden mit zeitlichem Abstand überprüft.

Fazit (2)

- Raumlufkonzentrationen an 2-Chlorpropan infolge der Fassadendämmung liegen deutlich unterhalb der vorläufigen Richtwerte.
- Der Verlauf der Raumlufbelastung durch 2-Chlorpropan infolge des Innenausbaus läßt sich nicht verlässlich prognostizieren. Eine Reduzierung der Anfangskonzentration ist gewiss, der weitere Verlauf hängt aber von verschiedenen Faktoren ab, z.B.
 - » bauliche Gegebenheiten (wo, wie viel)
 - » bauchemische Einflüsse (Lösemittel aus bituminösen Absperrungen)
 - » Lüftungsverhalten der Nutzer

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Stadtentwässerung
und Umweltanalytik
Nürnberg
Umweltanalytik / Gebäudeuntersuchung
und Bauchemie
Adolf-Braun-Straße 15
90429 Nürnberg

Norbert Nix

+49 (0)9 11 / 2 31-2976
norbert.nix@stadt.nuernberg.de
<http://www.sun.nuernberg.de>