

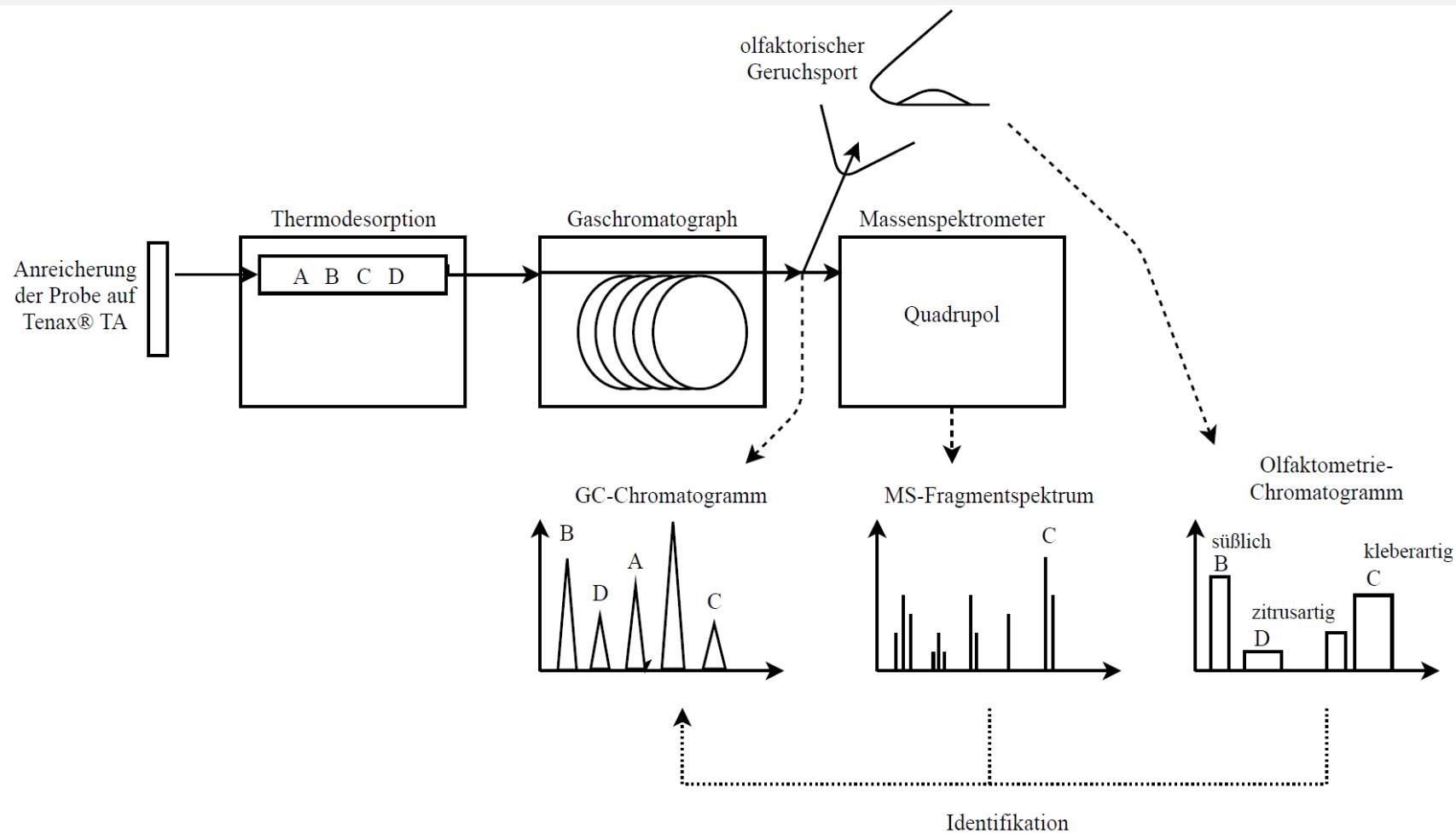
# Aufklärung von Geruchsproblemen in Innenräumen mittels Sniffing GC-MS anhand von Fallbeispielen

Matthias Schmidt, Jörg Thumulla, anbus analytik GmbH, Fürth

- Isononanole aus Klebstoffen (Salarium)
- Abbauprodukte von Klebstoffen/Teppichböden (Bürogebäude)
- Schwefelverbindungen aus Polysulfiddichtstoffen (Fenster)
- ~~Dodedcenisomere?~~ aus Teppichböden



# Funktionsweise



# Isononanole aus Klebstoffen (Salarium)



- Sind die Geruchsbelästigungen im Salarium „xyz“ im Zeitraum Oktober 2015 bis Januar 2016 auf den verwendeten Kleber xyz zurückzuführen?
- Können Wechselwirkungen mit anderen Baumaterialien (mit-)ursächlich gewesen sein, insbesondere unter Berücksichtigung, dass intensivstes Lüften über mehrere Wochen keine Verbesserung brachte und nach dem Einbau eines neuen Salariums abermals Geruchsbelästigungen aufgetreten sind?
- War der Kleber für die konkrete Verwendung grundsätzlich geeignet?
- Können Besonderheiten bzw. Auffälligkeiten der tatsächlich verwendeten Kartuschen gegenüber durchschnittlichen Kartuschen aus einer beliebigen Charge festgestellt werden?
- War der eingesetzte Kleber noch „haltbar“ oder können die Probleme ggf. auf unsachgemäße Lagerung des Klebers zurückgeführt werden?

# Isononanole aus Klebstoffen (Salarium)

Substanz	Kleberreste von Salzstein (RSP SV Schreiner) [mg/kg]	Kleber (RSP SV Schreiner) [mg/kg]	Kleber (RSP Klägerin) [mg/kg]	Kleber (RSP Eigentümerin Salzoase) [mg/kg]	Kleber (beliebige Charge) [mg/kg]
	voll ausgeh.	z.T. ausgeh. (pastös)	z.T. ausgeh. (pastös)	voll ausgeh.	Originalzustand
Diisononylphthalat-Isomere	56.308	259.815	36.498	38.399	59.703
Nonanol und dessen Isomere – Alkohole mit einer Kettenlänge C9	41.697	120.194	40.536	21.989	112.354
Methylisooctylphthalate und andere Phtalsäureester	49.506	167.976	26.260	34.716	76,441
Dimethylphthalat	1.775	5.226	4.102	3.558	11.331
Iso-Alkohole und Alkohole	420	659	458	427	----
Summe der desorbierten organischen Verbindungen	162.871	595.188	128.757	110.108	302.585

# Isononanole aus Klebstoffen (Salarium)

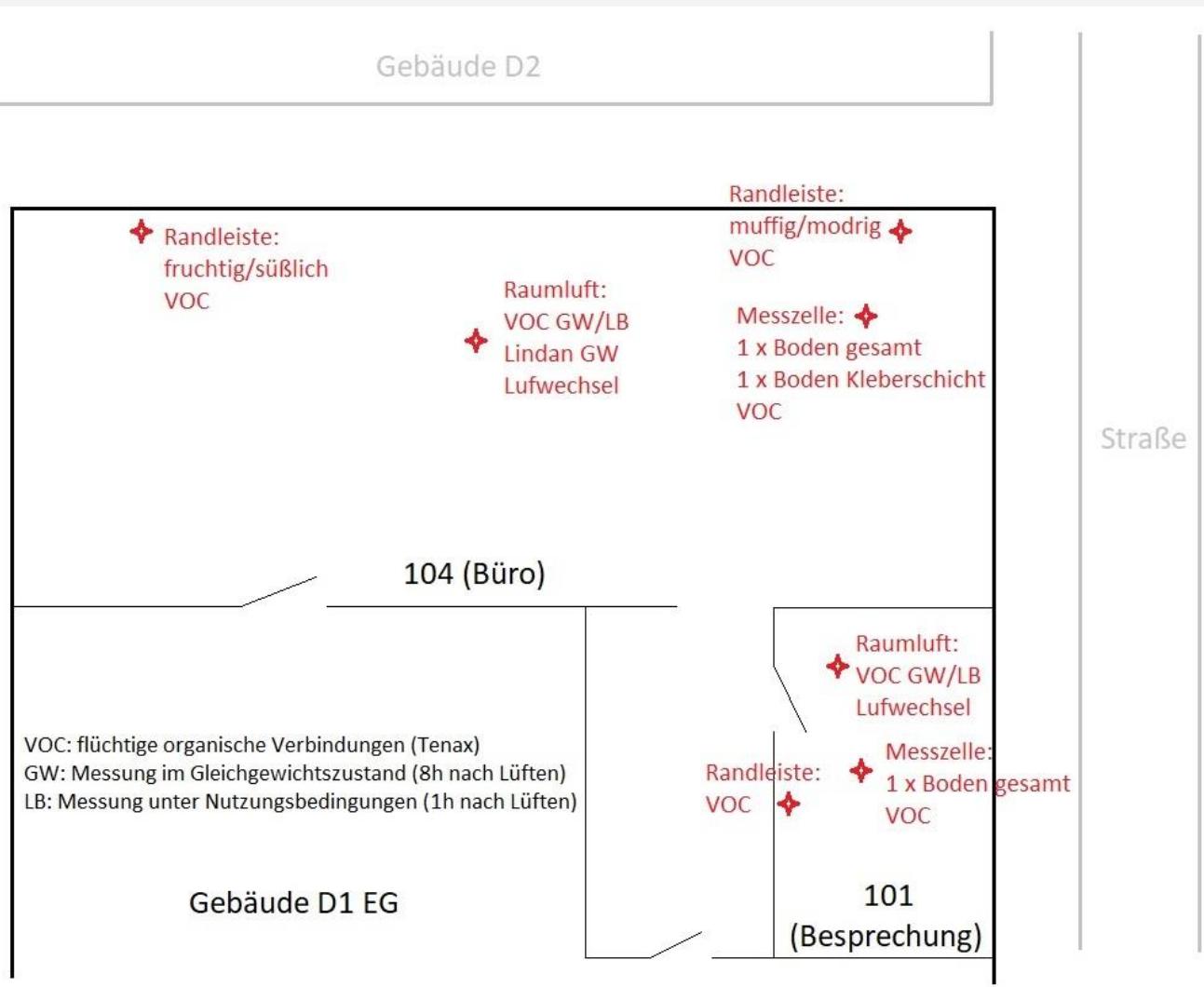
Substanz	Raumluft Salarium [µg/m³]	Kleberreste von Salzstein (RSP SV S) [µg/m³]	Kleber (RSP SV S) [µg/m³]	Kleber (RSP Klägerin) [µg/m³]	Kleber (RSP Eigentümerin Salzoase) [µg/m³]	Kleber (beliebige Charge) [µg/m³]
	---	voll ausgeh.	z.T. ausgeh. (pastös)	z.T. ausgeh. (pastös)	voll ausgeh.	Original- zustand
<b>Kurzzeit-Emissionen beim Trocknen des Klebers</b>						
Summe Aliphaten	1,0	34	2924	2897	447	604
Summe Aromaten	4,4	15	1101	1364	83	52
Summe Siloxane	<2	14	542	696	265	110
1-Propanol	<2	14	1260	3570	122	31
1-Butanol	1,3	5,3	303	321	14	1,1
1-Methoxy-2-propanol	<2	<2	916	1350	6,0	<2
Methylmethacrylat	<1	2,5	1480	1650	1,9	<1
<b>Langzeit-Emissionen nach dem Trocknen des Klebers</b>						
2-Ethylhexanol	21	102	580	636	456	31
Iso-Nonanole und weitere Isoalkohole im Retentionssbereich zwischen 27 und 32 Minuten (semiquantitativ in Toluol- Äquivalenten)	ca. 1 (olf. Nachw. + Sniff-GC)	6160 (olf. Nachw. + Sniff-GC)	9000 (olf. Nachw. + Sniff-GC)	7700 (olf. Nachw.)	6100 (olf. Nachw.)	7040 (olf. Nachw.)

# Isononanole aus Klebstoffen (Salarium)

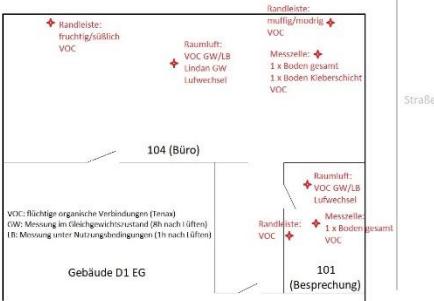
- Geruch: Geruch ist auf Langzeitemissionen von Isononanolen zurückzuführen (alkoholartig/säuerlich/aromatisch)
- mögliche Eintragswege:
  - Verunreinigung der Ausgangsprodukte: Isononanole als Restverunreinigung bei der Veresterung zu Weichmachern
  - Hydrolytische Spaltung der Weichmacher im Produktionsprozess
- weitere Feststellungen:
  - Einflussfaktoren wie Material, Verarbeitungsbedingungen und Lagerung haben keinen relevanten Einfluss auf die Isononanolbildung
  - Aufgrund des Emissionsverhaltens ist der Kleber nicht zu großflächigen Anwendung in Innenräumen geeignet



# Abbauprodukte von Klebstoffen/Teppichböden (Bürogebäude)



- Liegen in den Räumen Schadstoffkonzentrationen in toxikologisch relevanten Konzentrationen vor?
- Auf welche Ursachen sind die von den Mitarbeitern bemängelten Geruchsbelästigungen zurückzuführen?
- Welche konkreten Maßnahmen führen zu einer Reduktion der von den Mitarbeitern bemängelten Gerüchen?



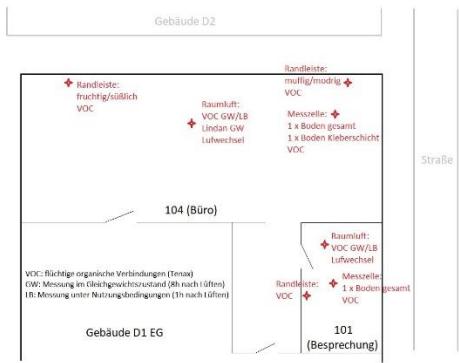
# Abbauprodukte von Klebstoffen/Teppichböden (Bürogebäude)

Stoff	BG	104 RL Gleich- gewichts- zustand	104 RL Nutzungs- bedingungen	104 Randleiste Außenwand Bereich Teeküche	104 Randleiste Außenwand- eck	104 Randleisten aus statischen Messzellen	104 Bodenauf- bau gesamt Messzelle
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
<b>Alkohole</b>							
1-Butanol	1	31	12	20	21	16	68
2-Ethylhexanol	1	30	15	61	138	111	92
1-Nonanol	2	<	<	<	<	<	<
<b>Carbonsäuren</b>							
Essigsäure	5	56	60	48	43	31	32
Propionsäure	2	6,1	5,1	<	<	<	5,0
Butansäure	2	<	<	<	<	<	5,8
Hexansäure	2	9,1	5,7	<	<	5,3	7,3
<b>Ketone</b>							
Methylethylketon	1	70	23	17	16	31	40
3-Heptanon	1	5,3	2,1	3,1	2,7	2,9	31
Acetophenon	1	3,4	2,5	3,4	2,6	2,7	3,0

# Abbauprodukte von Klebstoffen/Teppichböden (Bürogebäude)

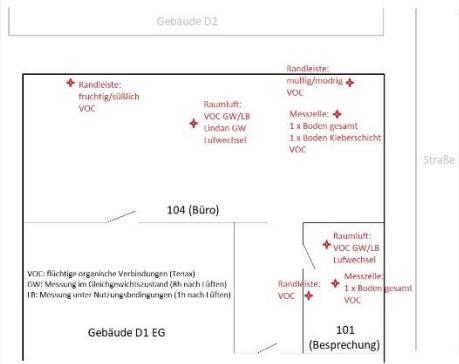
Retentions-zeit [min]	104 RL Gleichgewichtszustand	104 Randleiste Außenwand Bereich Teeküche	104 Randleiste Außenwand	104 Randleisten aus statischen MZ	104 Bodenaufbau gesamt MZ	Bemerkung	identifizierte Substanzen (Bibliotheksrecherche)
25.60 - 25.82	---	säuerlich/ marzipanartig	---	säuerlich/ marzipanartig	---	geringfügig im Raum 104 wahrnehmbar	Identifizierung aufgrund von Peaküberlagerungen nicht möglich
26.92 - 27.80	aromatisch/ säuerlich/ metallisch	aromatisch/ säuerlich/ metallisch	aromatisch/ säuerlich/ metallisch	aromatisch/ säuerlich/ metallisch	---	dominierender Geruchseindruck im Raum 104	Peaküberlagerung Ethylhexansäure und Methoxyphenol
27.52- 27.99	---	---	---	---	dumpf/aroma- tisch	dominierender Geruchseindruck unterhalb der Messzelle auf dem Bodenaufbau (im Raum 104 nicht wahrnehmbar)	Dodecenisomere (C12)
31.67 - 32.65	süßlich/ aromatisch	süßlich/ aromatisch	süßlich/ aromatisch	süßlich/ aromatisch	süßlich/ aromatisch	geringfügig im Raum 104 wahrnehmbar	Isoalkohole und Naphthalinverbindungen
32.55 - 32.88	---	---	muffig/grasartig	muffig/grasartig	---	dominierender Geruchseindruck hinter der Randleiste Außenwandeck (im Raum 104 nicht wahrnehmbar)	Identifizierung aufgrund von Peaküberlagerungen nicht möglich

# Abbauprodukte von Klebstoffen/Teppichböden (Bürogebäude)



Retentions-zeit [min]	101 RL Gleichgewichts-zustand	101 Bodenaufbau gesamt Messzelle	Bemerkung	identifizierte Substanzen (Bibliotheksrecherche)
25.48-25.59	dumpf/ grasartig	dumpf/ grasartig/ alkoholisch	deutlich in Raum 101 wahrnehmbar	6-Methyl-5-Hepten-2-on
28.21.-28.33	dumpf/ muffig/ aromatisch	dumpf/ muffig/ aromatisch	deutlich in Raum 101 wahrnehmbar	Acetophenon mit Überlagerung einer Schwefelverbindung
28.81-29.22	metallisch/ kohlartig/ dumpf	metallisch/ kohlartig/ dumpf	deutlich in Raum 101 wahrnehmbar	verschiedene Dodecenisomere (C12)

# Abbauprodukte von Klebstoffen/Teppichböden (Bürogebäude)



Raum	ermittelte Luftwechselrate [1/h]	notwendige Lüftung zum Feuchteschutz [m³/h]	notwendige Lüftung zum Feuchteschutz [1/h]	notwendige Nennlüftung [m³/h]	notwendige Nennlüftung [1/h]
<b>101 (Besprechungsraum)</b>	0,08	15	ca. 0,28	55	ca. 1,04
<b>104 (Büro)</b>	0,04	55	ca. 0,14	185	ca. 0,46

# Schwefelverbindungen aus Polysulfiddichtstoffen (Fenster)



# Schwefelverbindungen aus Polysulfiddichtstoffen (Fenster)



- Probe 1: umlaufende Flügeldichtung (breit/schwarz) – *olfaktorisch unauffällig*
- Probe 2: Überschlagsdichtung von Aluprofil (schmal/schwarz) – *olfaktorisch unauffällig*
- Probe 3: Silikon Aluprofil-Fenster außen (grau/dünn) – ***olfaktorisch auffällig***
- Probe 4: Verlegeband außen (Schaumstoff/breit) – ***olfaktorisch auffällig***
- Probe 5: Silikon zwischen Scheibe und Flügel (Fixierungshilfe) – ***olfaktorisch auffällig***
- Probe 6: Silikon Scheibe-Flügel innen (grau/dünn) – ***olfaktorisch auffällig***
- Probe 7: Dichtmasse Scheibe (schwarz/Polysulfid Dichtstoff) – ***olfaktorisch auffällig***
- Probe 8: Stulpendiftung (breit/grau) – *olfaktorisch unauffällig*

# Schwefelverbindungen aus Polysulfiddichtstoffen (Fenster)

Proben-bezeichnung	P1	P2	P3	P4	P5	Gesamtbewertung
3 – Silikon Aluprofil-Fenster außen	2,5	3,0	3,0	4,0	3,0	3 (deutlich wahrnehmbar, aber noch nicht störend)
	wie Nr. 7 + Nr. 6	LSM	LSM	süßlich + wie Nr. 7	Plastik / rauchig	lösungsmittelartig/süßlich mit geringer Sekundärkontamination von Probe 7
4 – Verlegeband außen	3,5	4,0	4,0	6,0	4,0	4-5 (störend bis stark störend)
	wie Nr. 7	süßlich	Gummi + wie Nr. 7	wie Nr. 7	wie Nr. 7	süßlich mit mittlerer Sekundärkontamination von Probe 7
5 – Dichtkleber zwischen Scheibe und Flügel	4,5	2,0	4,5	5,5	3,5	4 (störend)
	wie Nr. 7	Gummi-artig	wie Nr. 7	wie Nr. 7	wie Nr. 7	hohe Sekundärkontamination von Probe 7
6 – Silikon Scheibe-Flügel innen	3,5	2,0	3,5	4,0	2,0	3 (deutlich wahrnehmbar, aber noch nicht störend)
	Süßlich / LSM	gummi-artig	LSM	süßlich / unangenehm	süßlich / Plastikartig	lösungsmittelartig/süßlich
7 – Polysulfid Dichtstoff schwarz, Scheibe	5,5	4,5	5,0	6,0	3,0	5 (stark störend)
	scharf / kresseartig	stechend	ranzige Erdnuss / säuerlich	chemisch / beißend / säuerlich	chemisch / scharf / muffig	scharf/stechend/beißend und säuerlich/chemisch/erdnussartig – wurde von allen Probanden als der Störgeruch des Gesamt-Fensteremissionen identifiziert
Fenster gesamt (Prüfkammer)	4,5	6,0	4,0	5,5	4,0	5 (stark störend)
	säuerlich / scharf / LSM	ranziges Öl	säuerlich / ranzige Erdnuss	säuerlich / ranzige Erdnuss	säuerlich / chemisch / scharf	scharf und säuerlich/ranzig

26.895	1304292		0,6	26.923	21552119		38,1	
		Acetophenone \$ Ethanone, 1-phenyl-	98-86-2		95		Acetophenone \$ Ethanone, 1-phenyl-	98-86-2
		Acetophenone \$ Ethanone, 1-phenyl-	98-86-2		94		Acetophenone \$ Ethanone, 1-phenyl-	98-86-2
		Acetophenone \$ Ethanone, 1-phenyl-	98-86-2		94		Acetophenone \$ Ethanone, 1-phenyl-	98-86-2
27.061	3029850		1,4	27.051	37694718		66,7	
		Bicyclo[8.2.0]dodecane, 11,11-dimethyl- \$ 11,11-Dimethylbicyclo[8.2.0]do- decane #	62338-29-8		83		Bicyclo[8.2.0]dodecane, 11,11-dimethyl- \$ 11,11-Dimethylbicyclo[8.2.0]do- decane #	62338-29-8
		Cyclooctene, 1,2- dimethyl- \$ 1,2- Dimethyl-1-cyclooctene #	54299-96-6		83		Cyclooctene, 1,2- dimethyl- \$ 1,2- Dimethyl-1-cyclooctene #	54299-96-6
		Cyclododecanol	1724-39-6		82		Cyclododecanol	1724-39-6
27.708	214142763		100,8	27.740	#####		3008,9	
		3-(Methylthio)propanoic acid methyl ester \$ Propionic acid, 3- (methylthio)-, methyl ester	13532-18-8		79		3-(Methylthio)propanoic acid methyl ester \$ Propionic acid, 3- (methylthio)-, methyl ester	13532-18-8
		3-(Methylthio)propanoic acid methyl ester \$ Propionic acid, 3- (methylthio)-, methyl ester	13532-18-8		79		Butanoic acid, 4- (methylthio)- \$ 4- (Methylsulfanyl)butanoic acid #	32391-97-2
		3-(Methylthio)propanoic acid methyl ester \$ Propionic acid, 3- (methylthio)-, methyl ester	13532-18-8		79		2-[(2-Butane-1- sulfonyl)ethyl]sulfanyle thanol	0-00-0

# Schwefelverbindungen aus Polysulfiddichtstoffen (Fenster)

kuhstallartig / widerlich  
scharfe  
Geruchskomponente des  
störenden Fenstergeruchs

27.708	214142763	3-(Methylthio)propanoic acid methyl ester \$ Propionic acid, 3- (methylthio)-, methyl ester	13532-18-8	100,8	27.740	#####	3008,9
				79			13532-18-8

Fenster gesamt						schwarzer Dichtkleber - Polysulid Dichtstoff						Kresseartige Geruchskomponente des störenden Fenstergeruchs
RT	Area	Substanz	CAS#	Konz. [mg/m <sup>3</sup> ]	Qual	RT	Area	Substanz	CAS#	Konz. [mg/m <sup>3</sup> ]	Qual	
33.128	75848629			35,7		33.204	838734457			1483,9		
		[1,4,5]Oxadithiepane \$ 1,4,5-Oxadithiepane	3886-40-6		72			[1,4,5]Oxadithiepane \$ 1,4,5-Oxadithiepane	3886-40-6		58	
		[1,4,5]Oxadithiepane \$ 1,4,5-Oxadithiepane	3886-40-6		70			2-Propanol, 1-[(2-hydroxyethyl)thio]- \$ 1-[(2-Hydroxyethyl)sulfanyl]-2-propanol #	1757979,00		57	
		1,3-Oxathiolane \$ 1,3-Oxathiole, dihydro-	2094-97-5		64			Ethanol, 2,2'-dithiobis- \$ Ethanol, 2,2'-dithiodi-	1892-29-1		57	
				34.021	2953804					5,2		
								Benzamide, N-methyl-N-(3-nitrobenzylidenhydrazinocarbonylmethyl)- \$ N-Methyl-N-(2-[(2E)-2-(3-nitrobenzylidene)hydrazino]-2-oxoethyl)benzamide #	0-00-0		79	
								1,3-Butanedione, 2-methyl-1-phenyl- \$ 2-Methyl-1-phenyl-1,3-butanedione #	6668-24-2		77	
								1(3H)-Isobenzofuranone \$ Phthalide	87-41-2		76	

# Schwefelverbindungen aus Polysulfiddichtstoffen (Fenster)

Fenster gesamt						schwarzer Dichtkleber - Polysulid Dichtstoff					
RT	Area	Substanz	CAS#	Konz. [mg/m <sup>3</sup> ]	Qual	RT	Area	Substanz	CAS#	Konz. [mg/m <sup>3</sup> ]	Qual
33.128	75848629			35,7		33.204	838734457			1483,9	
		[1,4,5]Oxadithiepane \$ 1,4,5-Oxadithiepane	3886-40-6		72			[1,4,5]Oxadithiepane \$ 1,4,5-Oxadithiepane	3886-40-6		58

# ~~Dodedcenisomere?~~ aus Teppichböden

abschließende Ergebnisse werden 2019 veröffentlicht

