



# Gesundheitsbedenkliche Bestandteile in Linoleum

## Gutachten

im Rahmen des FWPM Schadstoffe aus Bauprodukten

Wintersemester 2017 / 2018

Dozent: Prof. Dr. Larbig

Gutachten erstellt von:

Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer



## Inhaltsverzeichnis

Ziel der Untersuchung .....	1
Probenauswahl .....	1
Durchführung der Messung .....	1
Auswertung .....	3
Messergebnis .....	4
Fazit .....	5
Anlagenverzeichnis .....	5

Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpfennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer



## Ziel der Untersuchung

Aufgrund des auffälligen Geruchs von frisch verlegtem Linoleumboden sollte festgestellt werden, ob dieser gesundheitsschädigende Bestandteile ausdünstet, welche den typischen Geruch auslösen.

Zu vermutende Bestandteile sind:

- VOCs (Volatile Organic Compounds)

## Probenauswahl

### Probe 1 (Bob)

Untersucht wurde eine Probe Linoleum aus dem Treppenhaus eines Bürokomplexes, welches in den 1980er Jahren erbaut wurde.

### Probe 2 (Justin)

Bei der zweiten Probe handelt es sich um vor kurzem erworbenes, neues Linoleum aus dem Fachhandel

## Durchführung der Messung

Zur Feststellung der Emissionen von Bauprodukten sind Untersuchungen in Prüfkammern geeignet. Wichtige Einflussgrößen sind dabei einerseits Temperatur, Luftwechsel, relative Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit in der Prüfkammer und andererseits Menge oder Fläche des Materials in der Kammer und Art der Vorbereitung des Prüfgutes.

Um eine Kontaminierung der Proben vorzugbeugen, wurden diese umgehend nach der Beschaffung in Alufolie eingewickelt und luftdicht in Polyethylen-Folie verpackt (siehe Abbildung 1). Die zu untersuchenden Proben (ca. 5 x 20 cm) wurden rückseitig und entlang der Kanten mit Alufolie abgedichtet, um eine reale Einbausituation zu simulieren.

Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpfennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer



Die jeweilige Linoleumprobe wurde in einer kleinen Prüfkammer (siehe. Abbildung2) einer Prüftemperatur von 40 °C und einer Luftwechselrate von 60 L/h ausgesetzt. Das Ausdünsten der Bestandteile sollte so begünstigt werden.

Anschließend wurde mittels der Fest-Phasen-Mikroextraktion (Solid-Phase-Microextraction, SPME) nach 30 Minuten eine Probe entnommen. Die Absorptionsdauer betrug 2 Minuten. Mit Hilfe der flexiblen, beschichteten Faser wurden ohne Verwendung von Lösungsmittel die gasförmigen Bestandteile extrahiert und im Gaschromatographen (per GCMS) analysiert.



Abbildung 1 - Seitenansicht der abgeklebten Probe



Abbildung 2 - Probe in der kleinen Prüfkammer

Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer



## Auswertung

Die Auswertung wurde mit dem Programm NIST-Spektren-Bibliothek ausgeführt. In diesem sind viele verschiedenen Massenspektren hinterlegt, die als Referenzspektren für die Auswertung dienen.

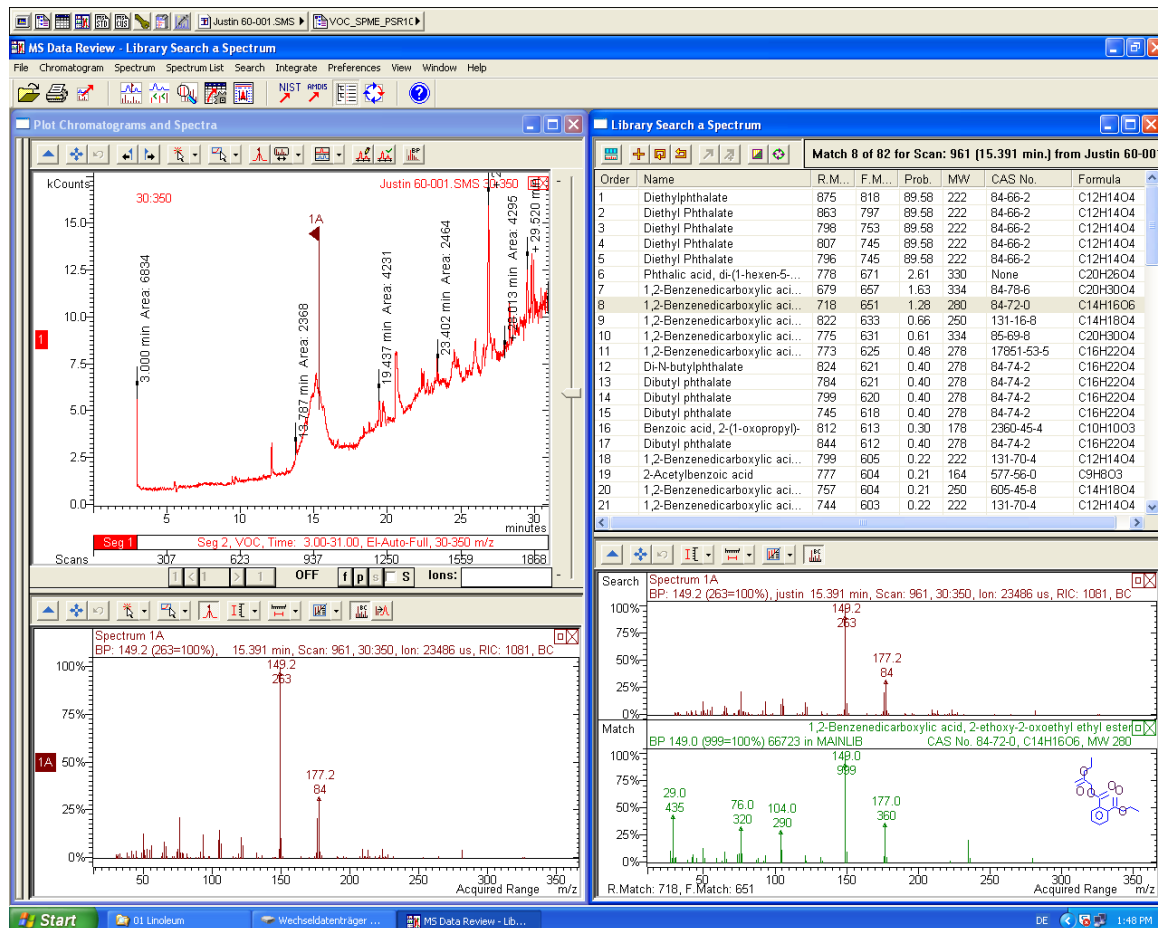


Abbildung 1 Screenshot des Auswertungsprogramms NIST-Spektren-Bibliothek

Die x-Achse des in Abbildung 3 dargestellten Fensters oben links beschreibt die Retentionszeit in Minuten, die y-Achse die jeweilige Anzahl der Teilchen der einzelnen Bestandteile in kCounts. Um die emittierten Stoffe zu bestimmen, können mit Hilfe des Programms die verschiedenen Peaks abgelesen werden. Diese geben die Information über die Menge des Stoffes an. Die Massenspektren (siehe Abbildung 3, links unten) können dann mit den Bibliotheksspektren verglichen werden. Im Anschluss wird die jeweilige Konzentration durch

Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpfennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer



ein Excel-Tool (siehe Anlage 6 und 7) bestimmt. Hier werden die Peakflächen der unterschiedlichen Bestandteile mit der Retentionszeit verrechnet.

## Messergebnis

Aufgrund der geringfügigen Abweichungen zwischen den Messungen bei 40 °C bzw. 60 °C wurden ausschließlich die 60°-Proben vollständig ausgewertet. (siehe Anlagen 1 bis 5)

Die summarische Konzentration aller flüchtigen organischen Verbindungen (Total Volatile Organic Compounds, TVOC) zeigt bei Probe 1 (Bob) eine Gesamtkonzentration von 0,15 µg/m<sup>2</sup> und bei Probe 2 (Justin) eine Gesamtkonzentration von 0,20 µg /m<sup>2</sup> auf.

*Tabelle 1: Auswertung der emittierten Stoffe, vgl. mit Excel-Tool*

Stoff	Konzentration / µg/m <sup>2</sup> „Bob“	Konzentration / µg/m <sup>2</sup> „Justin“
Toluol	0,01	0,01
Benzofuran (C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O)	0,01	0,00
Octamethycyclotetrasiloxan	0,01	0,01
α-Terpinene	0,03	0,03
C <sub>13</sub> -C <sub>15</sub> Kohlenwasserstoffe	0,09	0,15
<b>Summe VOC / µg TA/m<sup>2</sup></b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>

Die detaillierte Auswertung kann Anlage 7 und 8 entnommen werden.



## Fazit

Mit der gewählten Messmethode ist keine Bewertung nach AgBB-Schema möglich. Vielmehr handelt es sich um eine Screening-Methode, anhand der man gemessene, flächenbezogene Emissionen untereinander vergleichen kann.

Bei den Proben „Bob“ und „Justin“ ist aber trotzdem zu erkennen, dass trotz fast 40 Jahre Altersunterschied die gleichen VOCs in nahezu gleicher Konzentration vorhanden sind. Was darauf schließen lässt, dass sich in der Zusammensetzung des Linoleums nichts geändert hat und die VOC-Emissionen fast dieselben sind. Zu diesem Schluss sind wir gekommen, da die 40-Jahre alte Probe eine Gesamtkonzentration von  $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^2$  und die neue Probe eine Gesamtkonzentration von  $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^2$  an VOCs aufweist.

Für ein repräsentatives Ergebnis über die Gesundheitsschädlichkeit von Linoleum müssten mehr als zwei Proben gemessen und ausgewertet werden. Des Weiteren kann keine Aussage über die Entstehung des Geruchs getroffen werden, da dies mit dem angewendeten Messverfahren nicht möglich ist.

Die wesentlichen Emissionen treten, bei beiden Proben, bei einer Retentionszeit von 28 Minuten auf (siehe Anlage 1 und 2). Hier liegen C13-C15- Kohlenwasserstoffe, in einer Konzentration von  $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^2$ , vor.

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Resultat von Probe 1 bei  $40^\circ\text{C}$

Anlage 2: Resultat von Probe 1 bei  $60^\circ\text{C}$

Anlage 3: Resultat von Probe 2 bei  $40^\circ\text{C}$

Anlage 4: Resultat von Probe 2 bei  $60^\circ\text{C}$

Anlage 5: Zusammenfassung der Resultate

Anlage 6: Berechnung der Gesamtkonzentration in Probe 1

Anlage 7: Berechnung der Gesamtkonzentration in Probe 2

Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpfennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer





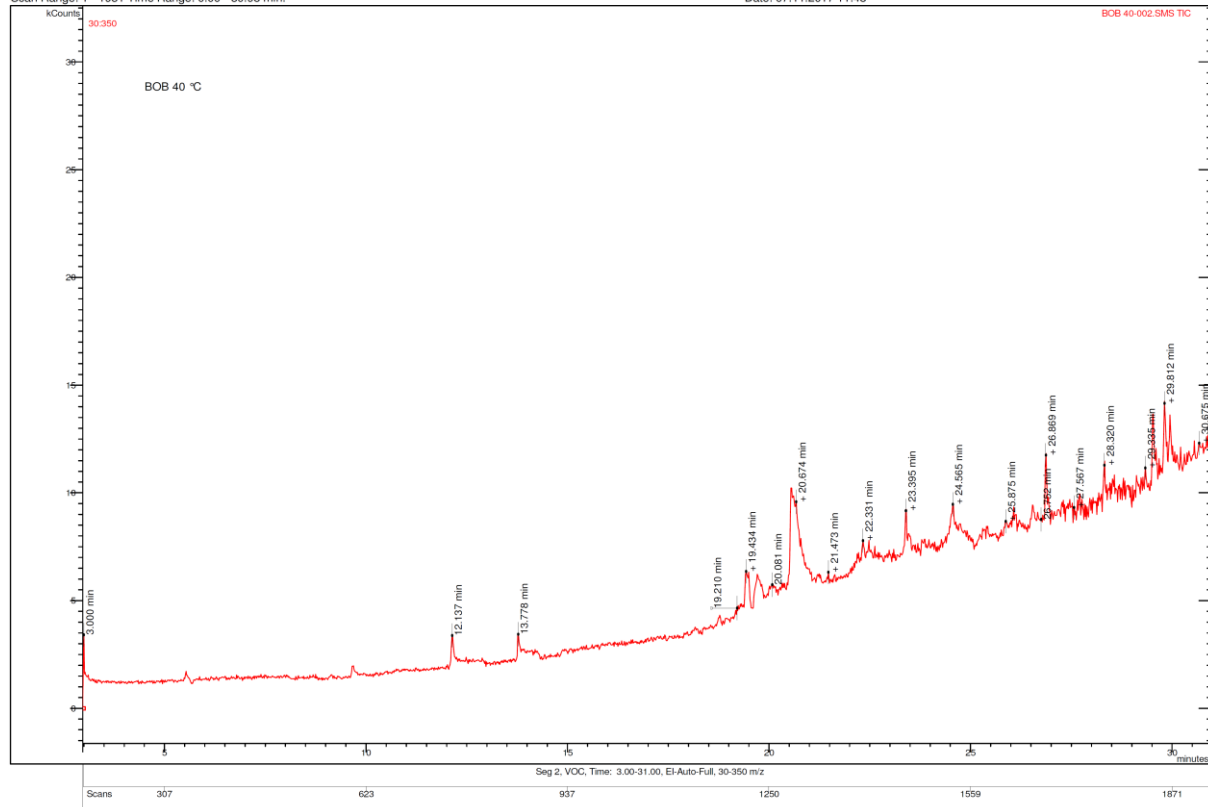


## Anlage 1: Resultat von Probe 1 bei 40°C

### Chromatogram Plot

File: c:\varian\ws\data\04 projektarbeiten-ws17-18\01 linoleum\bob 40-002.sms  
Sample: BOB 002  
Scan Range: 1 - 1931 Time Range: 0.00 - 30.98 min.

Operator:  
Date: 07.11.2017 11:48



Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer

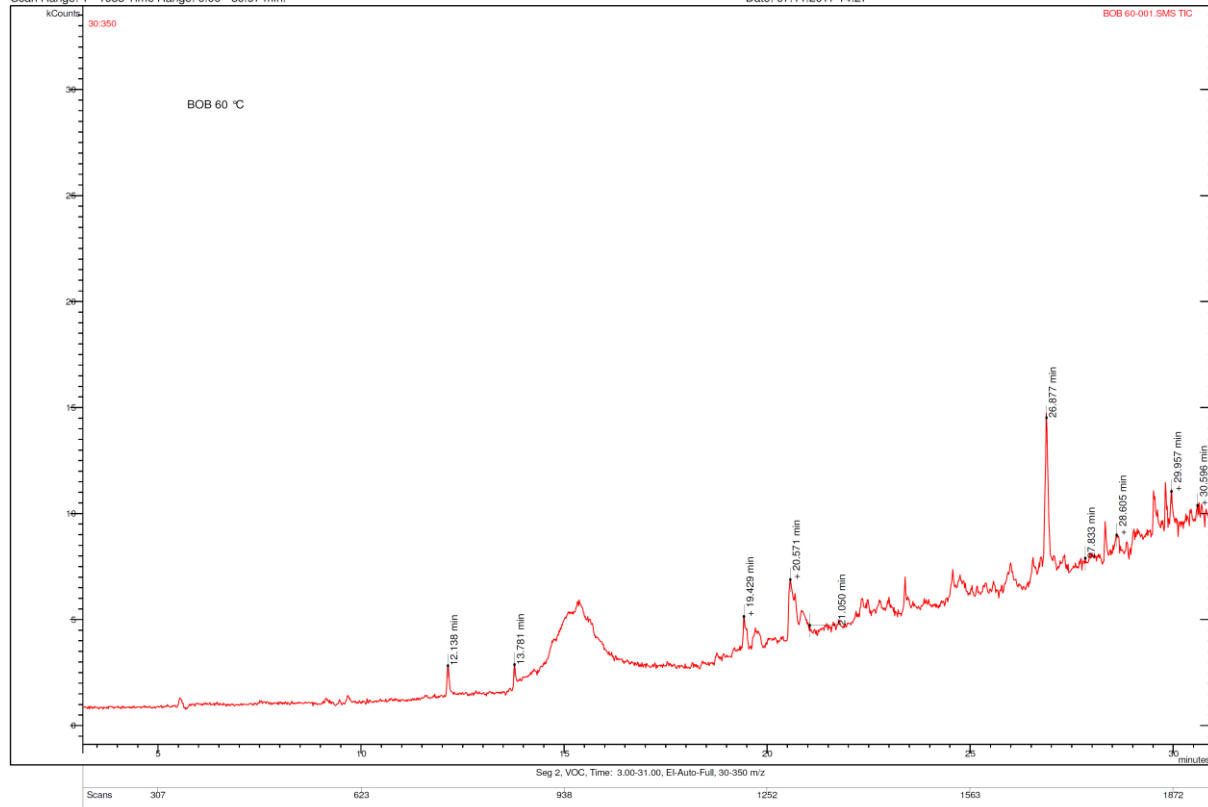


## Anlage 2: Resultat von Probe 1 bei 60°C

### Chromatogram Plot

File: c:\varian\ws\data\04 projektarbeiten-ws17-18\01 linoleum\bob 60-001.sms  
Sample: BOB 60-001  
Scan Range: 1 - 1933 Time Range: 0.00 - 30.97 min.

Operator:  
Date: 07.11.2017 14:27



Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpfennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer

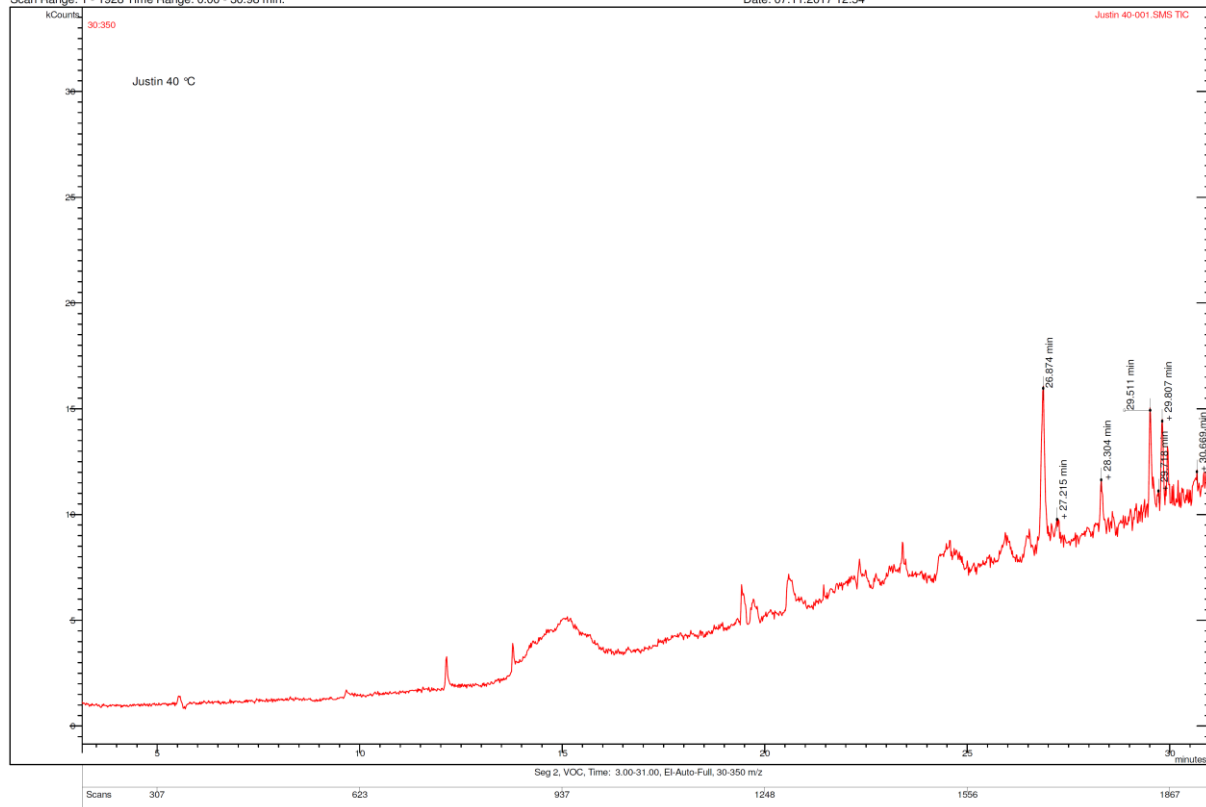


## Anlage 3: Resultat von Probe 2 bei 40°C

### Chromatogram Plot

File: ...lanws\data\04 projektarbeiten-ws17-18\01 linoleum\justin 40-001.sms  
Sample: Justin 001  
Scan Range: 1 - 1928 Time Range: 0.00 - 30.98 min.

Operator:  
Date: 07.11.2017 12:54



Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpfennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer

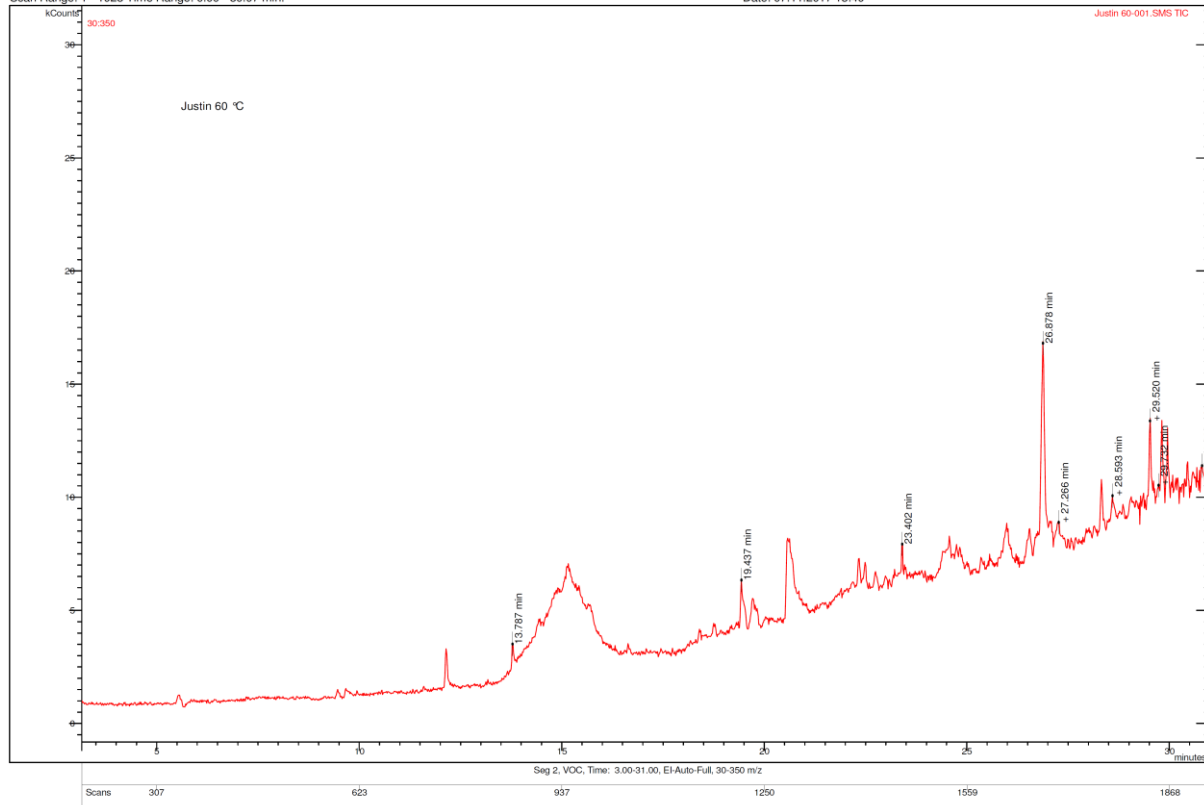


## Anlage 4: Resultat von Probe 2 bei 60°C

### Chromatogram Plot

File: ...iarwei\data\04 projektarbeiten-ws17-18\01 linoleum\justin 60-001.sms  
Sample: Justin 60-001  
Scan Range: 1 - 1928 Time Range: 0.00 - 30.97 min.

Operator:  
Date: 07.11.2017 13:49

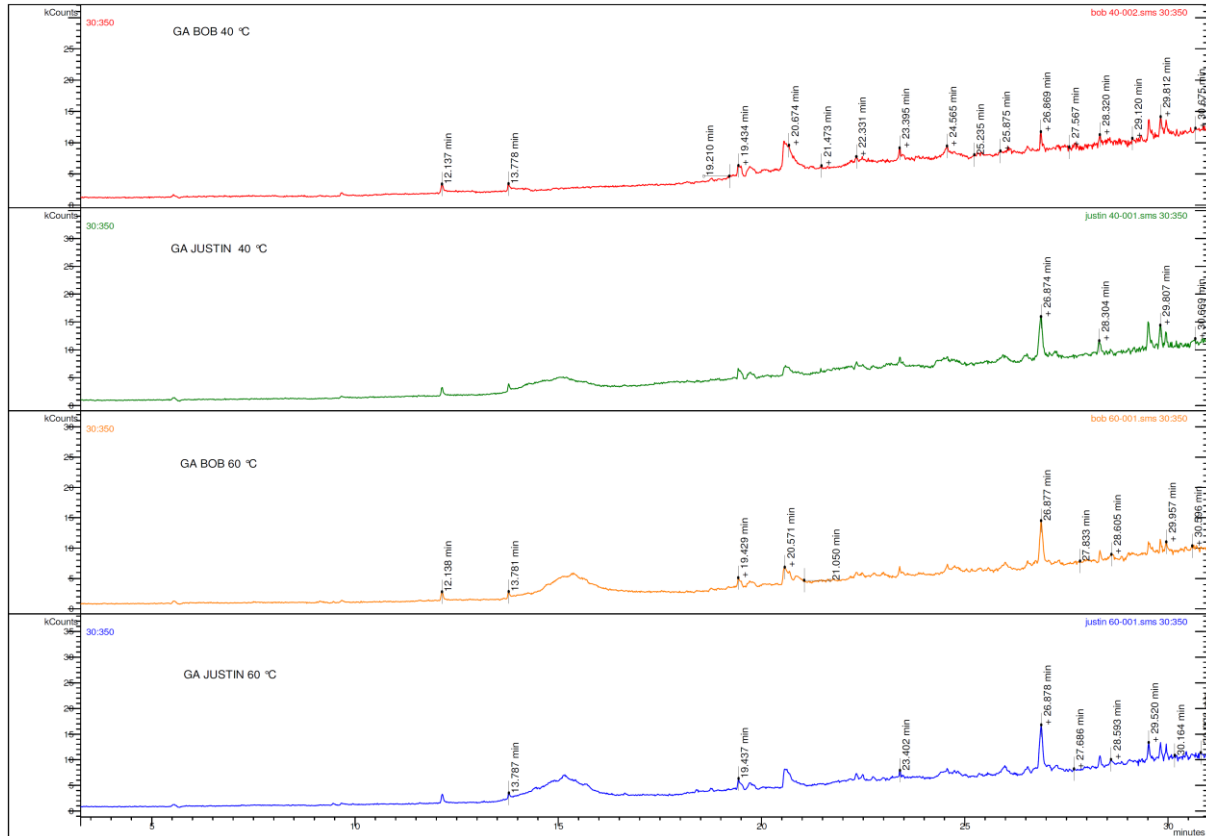


Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer



## Anlage 5: Zusammenfassung der Resultate

### Chromatogram Plots



Lisa Eckl  
Frederike Fröhling  
Johanna Wucherpfennig  
Ida Hess  
Diana Krichbaumer



## Anlage 6: Berechnung der Gesamtkonzentration in Probe 1

lfd.-Nr.	
Messdatum	10. November 2017
Hersteller	
Probenbezeichnung	Bob 60°C, Baustellenprobe
Probenfläche	5 x 20 cm = 0,1 m <sup>2</sup>
Probenvorbereitung	Gasanalyse
Analysenmethode	SPME-GC/MS

Nr.	RT / min	Fläche	Stoff	Konzentration / µg/m <sup>2</sup>
1	12,14	5257	Toluol	0,01
2	13,78	2880	Benzofuran (C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O)?	0,01
3	19,43	6080	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,01
4	20,57	18195	α-Terpinene	0,03
5	21,05	923	Limonen	0,00
6	26,88	51155	C13-C15-Kohlenwasserstoffe	0,09
7	15,39	-	1,2-Benzenedicarboxylic acid, 2-ethoxy-2-oxoethyl ethyl ester	-
8				0,00
9				0,00
10				0,00
11				0,00
12				0,00
13				0,00
14				0,00
15				0,00
16				0,00
17				0,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00

Summe VOC / µg TÄ/m<sup>2</sup> 0,15

Probenmenge / Fläche	0,01
----------------------	------

C-TA 2,72E-08  
 AREA-TA 1485800  
 C-TA/AREA-TA/EW 1,83E-06  
 xE6

Lisa Eckl  
 Frederike Fröhling  
 Johanna Wucherpennig  
 Ida Hess  
 Diana Krichbaumer



## Anlage 7: Berechnung der Gesamtkonzentration in Probe 2

lfd.-Nr.	
Messdatum	10. November 2017
Hersteller	
Probenbezeichnung	Justin 60°C
Probenmenge / g	5 x 20 cm = 0,1 m²
Probenvorbereitung	Gasanalyse
Analysenmethode	SPME-GC/MS

Nr.	RT / min	Fläche	Stoff	Konzentration / µg/m²
1	12,14	6072	Toluol	0,01
2	13,78	2387	Benzofuran, 2,3-dihydro-2-methyl-5-phenyl (C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O)?	0,00
3	19,43	4231	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,01
4	20,57	13807	α-Terpinene	0,03
5	26,88	82857	C13-C15-Kohlenwasserstoffe	0,15
6				0,00
7				0,00
8				0,00
9				0,00
10				0,00
11				0,00
12				0,00
13				0,00
14				0,00
15				0,00
16				0,00
17				0,00
18				0,00
19				0,00
20				0,00

Summe VOC / µg TÄ/m² 0,20

Probenmenge / Fläche	0,01
----------------------	------

C-TA 2,72E-08  
 AREA-TA 1485800  
 C-TA/AREA-TA/EW 1,83E-06  
 xE6

Lisa Eckl  
 Frederike Fröhling  
 Johanna Wucherpennig  
 Ida Hess  
 Diana Krichbaumer