

# Anhang – Hintergrundinformationen zu den stoffbezogenen Expositionsbeschreibungen für Benzylalkohol

## 1 EINLEITUNG

Benzylalkohol ist ein Inhaltsstoff von Bau-Chemikalien und wird u.a. in Epoxidharz-Systemen, Abbeizern und Grundreinigungsmitteln eingesetzt. Aufgrund des Siedepunktes von 205°C gilt Benzylalkohol als Lösemittel. Angesichts des im September 2017 festgelegten AGW für diesen Stoff hat das Gefahrstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, GISBAU ([www.gisbau.de](http://www.gisbau.de)), die Expositionsdaten für Benzylalkohol beim Verarbeiten dieser Produkte auf Baustellen neu ausgewertet. Diese Expositionsbeschreibung liefert also nicht die gesamte Gefahrstoff-Exposition („Summenindex“) sondern betrachtet ausschließlich die Exposition gegenüber diesen einen Stoff.

## 2 MESSVERFAHREN / MESSSTRATEGIE

Die Messung der Benzylalkoholkonzentration erfolgt nach dem IFA-Standardverfahren. Die Probenahme geschieht mittels PAS-Pumpe und Aktivkohle-Röhrchen Typ B. Nach Extraktion mit Methanol / Dichlormethan / Schwefelkohlenstoff (2:1:1) erfolgt die Analytik durch Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektor.

Zusätzlich kam bei 2 Messserien bei Abbeizarbeiten ein direktanzeigendes Messgerät Mini Rae 2000 / ToxiRAE PID mit Photoionisation als Bestimmungsverfahren zum Einsatz. Die damit erhaltenen Messwerte sind **nicht** in das hier beschriebene Datenkollektiv einbezogen worden, sondern werden lediglich für ergänzende Hinweise verwendet.

Die Probenahmen erfolgten grundsätzlich **personengetragen**. Die Probenahmedauer betrug in aller Regel zwei Stunden, war in einigen Fällen aber auch verfahrensbedingt kürzer. Die hier beschriebenen Messungen zeigen also **tätigkeitsbezogene Expositionen** und sind keine Schichtmittelwerte. Grundsätzlich ist nicht auszuschließen, dass einige Tätigkeiten auch über eine gesamte Schicht ausgeführt werden.

Die Messwerte wurden unter normalen, baustellenüblichen Bedingungen erhalten.

## 3 DATENKOLLEKTIV

In der GISBAU-Messdatenbank (alle abgeschlossenen Berichte der BG BAU bis Dezember 2018) liegen 171 Datensätze für Benzylalkohol (CAS# 100-51-6, Gefahrstoff-Code 14734) vor. Eine Übersicht über die Zuordnung dieser Messungen zu den verschiedenen Produktgruppen / Tätigkeiten liefert Tabelle 1.

Der größte Teil der Messungen liegt für die Verarbeitung von Epoxidharz-Systemen vor (65 ausgewertete Messungen). Bei 18 davon ließ sich bislang keine Zuordnung zu einem GISCODE RE durchführen, da unbekannt ist, zu welchem GISCODE das Produkt zum Zeitpunkt der Messung gehörte (im Folgenden mit REX bezeichnet).

Mit 27 Messungen für Abbeizer ist das nächste Teilkollektiv bereits deutlich kleiner. Für die Grundreinigung bei Gebäudereinigern liegen 9 Messungen vor. Weitere Messungen auf die im Folgenden nicht weiter eingegangen wird, sind in der linken Spalte der Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1:** Verteilung der Messungen auf verschiedene Produktgruppen-Bereiche. Bereiche, auf die in dieser Ausarbeitung nicht weiter eingegangen wird, sind kursiv gesetzt.

<i>Hier nicht weiter besprochen</i>	Anzahl	Hier behandelt	Anzahl
<i>RE1-Vorbelastung</i>	3	RE1-Heiss-spritzen	4
<i>Abbeizer PID-Messverfahren</i>	12	RE1-Kleben	1
<i>Abbeizer vor Absaugeinrichtung</i>	1	RE1-Streichen	35
<i>Abbrennen von Fahrbahnmarkierungen</i>	8	RE2-Streichen	6
<i>Autolackierung PU</i>	1	RE3-Spritzen	1
<i>Druckerei Siebreinigung</i>	1	REX-Kleben	2
<i>Innenraumluftmessung</i>	35	REX-Streichen	16
<i>Probenträger defekt</i>	6	Grundreiniger	9
<i>Produkt ohne BzOH</i>	1	Abbeizer	27
<i>Produkt unklar<sup>1</sup></i>	2		
<b>Gesamt 171 davon hier nicht besprochen</b>	<b>70</b>	<b>hier ausgewertet</b>	<b>101</b>

Messwerte kleiner der Bestimmungsgrenze gehen in Höhe der halben Bestimmungsgrenze in die Statistik ein<sup>2</sup>. In einem Fall wurde ein Messwert mit „>2 mg/m<sup>3</sup>“ ausgewiesen - hierbei handelt es sich voraussichtlich um einen Übertragungsfehler, diese Messung wurde mit = 2 mg/m<sup>3</sup> berücksichtigt.

Im Folgenden wird also auf 101 Benzylalkohol-Messungen eingegangen, die bei Epoxidharz-Systemen, Abbeizern und Grundreinigern erhalten wurden. Tabelle 2 zeigt die gesamte Statistik für diese Messungen. Da der weitaus überwiegende Anteil der Messwerte in mg/m<sup>3</sup> ohne Nachkommastelle ausgewiesen wurde, wird auch im Weiteren darauf verzichtet Nachkommastellen anzugeben um somit keine höhere Genauigkeit vorzuspiegeln.

**Tabelle 2:** Gesamtstatistik – alle Werte (außer Anzahlen und %-Anteile) in mg/m<sup>3</sup>.

	P-WERTE	Alle	Abbeizer	Grundreiniger	RE1-Heiss-spritzen	RE1-Kleben	RE1-Streichen	RE2-Streichen	RE3-Spritzen	REX-Kleben	REX-Streichen
		N =	N =	N =	N =	N =	N =	N =	N =	N =	N =
Anzahl		101	27	9	4	1	35	6	1	2	16
Maximum	1	40	40	9	33	2	28	3	31	14	10
95%-Wert	0,95	31	37	8			15				9
90%-Wert	0,9	25	32	7			12				8
80%-Wert	0,8	16	26	7			9				6
O-Quartil	0,75	13	25	7			6				6
70%-Wert	0,7	10	23	6			5				6
60%-Wert	0,6	7	20	5			3				5
50%-Wert	0,5	5	17	4			2				4
40%-Wert	0,4	3	14	4			2				3
30%-Wert	0,3	2	12	4			2				2
U-Quartil	0,25	2	10	3			2				2
20%-Wert	0,2	2	7	3			1				2
10%-Wert	0,1	1	4	2			1				1
5%-Wert	0,05	1	3	2			1				1
Minimum	0	1	2	2	20	2	1	1	31	1	1
Mittelwert		9	18	5	25	2	5	2	31	7	4
Stdabw		10	11	2	5	0	6	1	0	6	3
geo-MW		5	14	4	25	2	3	2	31	4	3
Anzahl "<NWG"		38	2	2	0	1	18	5	0	2	8
% "<NWG"		38	7	22	0	100	51	83	0	100	50

<sup>1</sup> Ein Teil der Messungen kann aus unterschiedlichen Gründen nicht zugeordnet werden.

<sup>2</sup> In einem Fall (200 g EP-Naturstein-Kleber wurden innerhalb von 15 Minuten verarbeitet) war bei der kurzen Probenahmedauer die Bestimmungsgrenze sehr hoch (<27 mg/m). Ansonsten ist in 32 der 38 Fälle mit Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze die Bestimmungsgrenze kleiner oder gleich 5 mg/m<sup>3</sup>.

Die insgesamt 101 Messwerte liegen zwischen  $<2 \text{ mg/m}^3$  und  $40^3 \text{ mg/m}^3$ . In gut einem Drittel der Fälle war der Messwert  $<$  Bestimmungsgrenze. Der Interquartilsabstand zeigt, dass die Hälfte der Messwerte zwischen  $<4 \text{ mg/m}^3$  und  $13 \text{ mg/m}^3$  liegt. Die Probenahmen erfolgten grundsätzlich personengetragen, nur in 6% der Fälle stationär. Die Probenahmedauer betrug in aller Regel zwei Stunden, in 60 % der Fälle war sie verfahrensbedingt kürzer, aber nur in weniger als 20% unterhalb einer Stunde. Die hier beschriebenen Messungen zeigen also tätigkeitsbezogene Expositionen und sind keine Schichtmittelwerte. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass einige Tätigkeiten auch über eine gesamte Schicht ausgeführt werden.

In Abbildung 1 sind die Messwerte-Verteilungen für die 3 Hauptkollektive Abbeizer, Epoxidharzbeschichtungen (alle, inklusive Spritzverfahren!) und Grundreiniger dargestellt.

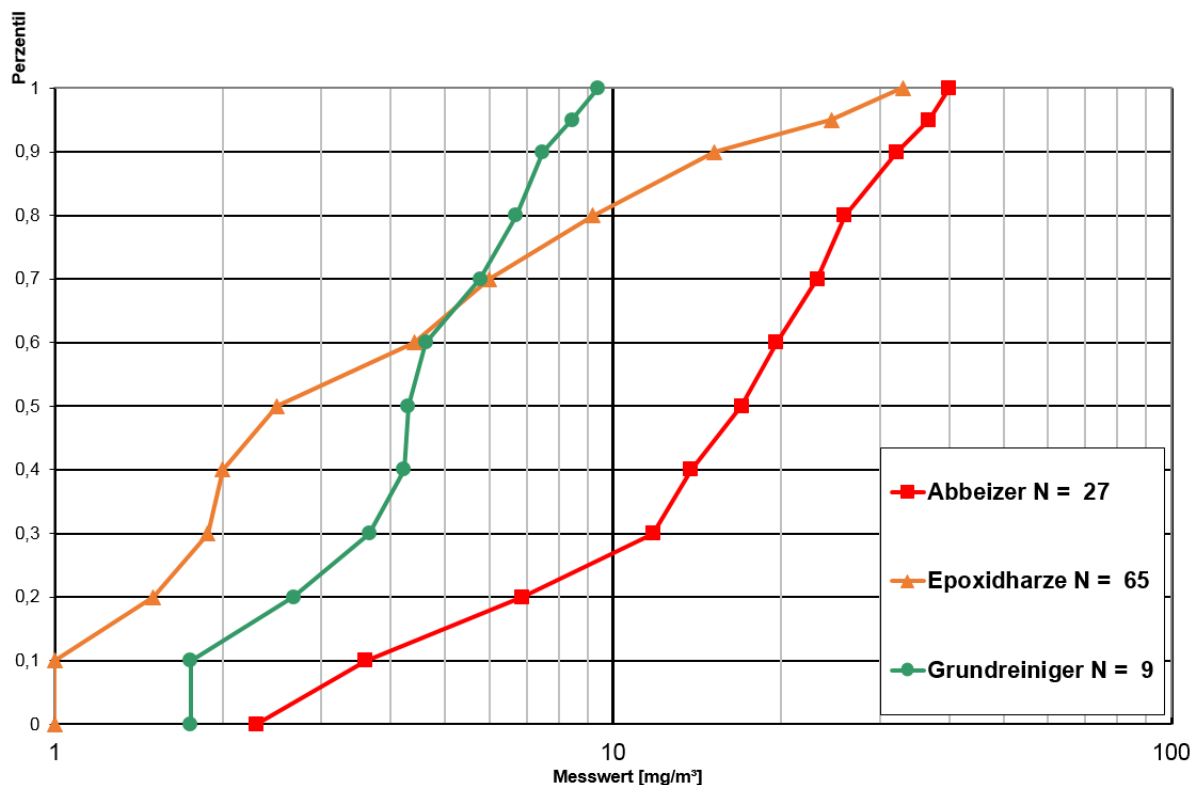
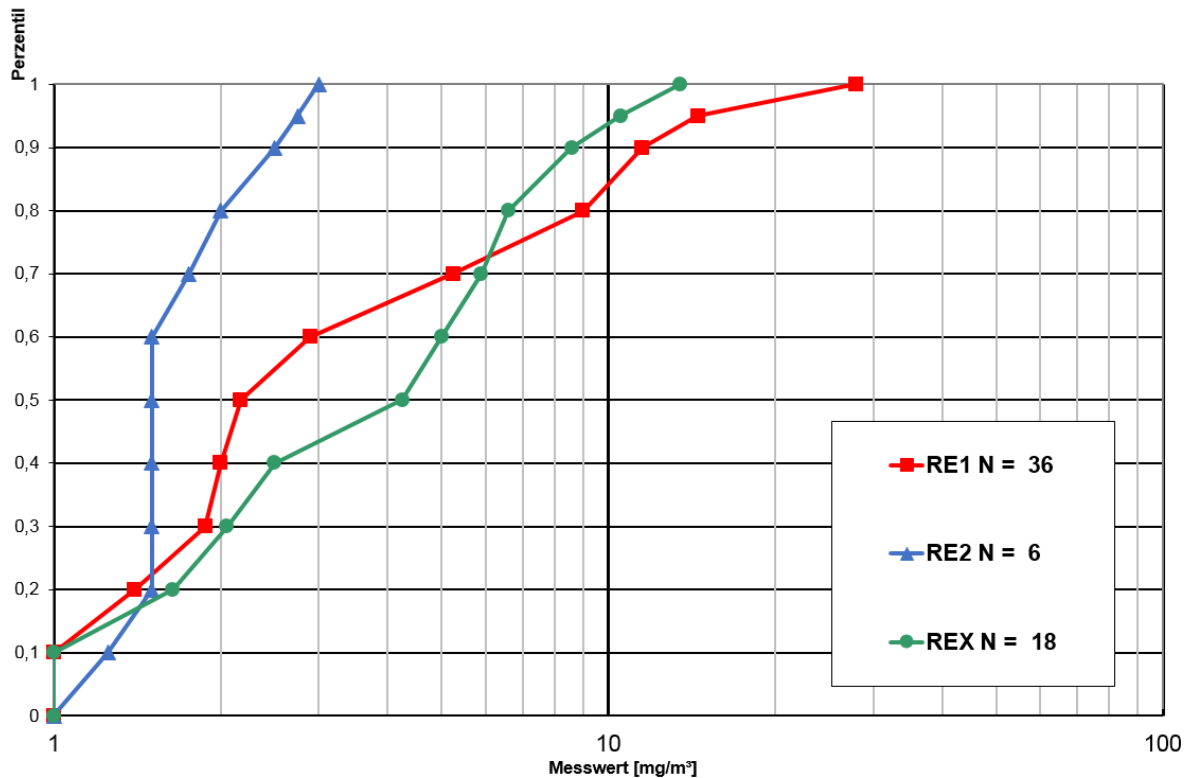


Abbildung 1: Verteilungen der Messwerte

<sup>3</sup> Der in der Version von 2011 aufgeführte Maximalwert von  $55 \text{ mg/m}^3$  wurde bei Abbeizarbeiten direkt vor der Absaugung bestimmt. Dieser Messwerte ist in der neu erstellten Expositionsbeschreibung für Abbeizer und Grundreiniger nicht mehr berücksichtigt, da er keinen Tätigkeitsbezug hat. In 2011 wurden die Abbeizarbeiten nicht näher ausgewertet, da das Kollektiv damals noch zu klein war.

#### 4 AUSWERTUNG EPOXIDHARZ-SYSTEME

Für die Verarbeitung von Benzylalkohol-haltigen Epoxidharz-Systemen liegen 65 ausgewertete Messwerte vor: Für Handanstrich-Anwendungen (Streichen/Spachteln/Rollen, Dosierwagen) liegen 60 Messungen von 25 Baustellen vor. 36 (60%) davon wurden bei RE1-Produkten durchgeführt, 6 (10%) bei RE2-Produkten. Für 18 (30%) kann keine Zuordnung zu einem GISCODE vorgenommen werden. Die Verteilungen dieser 3 Subkollektive sind recht ähnlich<sup>4</sup> (vgl. Abbildung 2), so dass diese drei Subkollektive im Folgenden gemeinsam betrachtet werden können.



**Abbildung 2:** Differenzierung der Messungen bei Epoxidharzsystemen im Handanstrich nach Produktgruppen.

Von den 60 Messwerten für Epoxidharz-Systeme „im Handanstrich“ wurden 48 bei der Beschichtung von Industrie-/Hallenböden auf 15 Baustellen in den Jahren 1995-2016 erhalten. Auf diese wird im folgenden Kapitel vertieft eingegangen. Sechs Messwerte stammen von 4 Baustellen bei der Behälter-Innenbeschichtung und zeigen Expositionen von  $<2$   $\text{mg}/\text{m}^3$  bis  $28$   $\text{mg}/\text{m}^3$ . Ein Messwert ( $<4$   $\text{mg}/\text{m}^3$ ) wurde bei einer Balkon-Beschichtung im Freien mit  $20$   $\text{kg}$  eines RE2-Produktes (Benzylalkoholgehalt in der Mischung ca. 1%) ermittelt. Drei Messwerte wurden beim Auftragen von Klebstoffen erhalten, alle kleiner der Bestimmungsgrenze ( $<2$ ,  $<4$ ,  $<28$   $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

Für Spritzanwendungen liegen von 2 Baustellen im Stahlwasserbau 5 Messwerte vor. Ein Messwert beim Airless-Spritzen von  $600$   $\text{l}$  eines RE3-Produktes in einem Behälter zeigt eine Exposition von  $32$   $\text{mg}/\text{m}^3$ . Vier Messwerte beim thermischen Spritzen mit einer Heißspritzanlage ( $90^\circ\text{C}$ ,  $450$   $\text{l}$  eines RE1-Produktes) zeigen Expositionen von  $20$   $\text{mg}/\text{m}^3$  bis  $33$   $\text{mg}/\text{m}^3$ .

<sup>4</sup> ob die auffällig niedrigen 6 Messwerte für RE2-Produkte Zufall sind oder beispielsweise auf einen geringeren Benzylalkoholgehalt bei lösemittelarmen EP-Systemen wäre ggf. zu hinterfragen

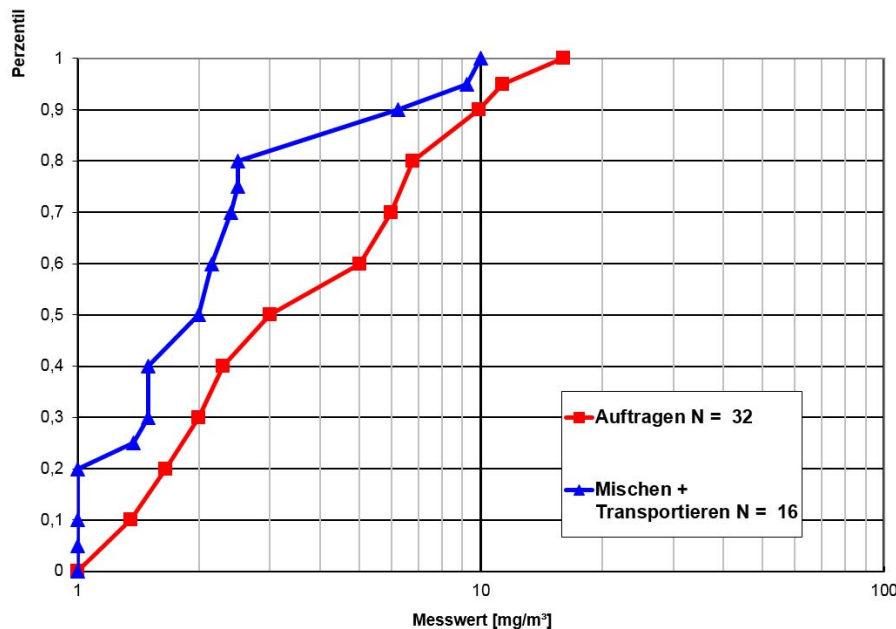
**BESCHICHTUNG VON INDUSTRIE-/HALLENBÖDEN**

Der überwiegende Teil der Messwerte stammt von der Verarbeitung von Epoxidharz-Systemen (-Bodenbeschichtungen und -Estriche). Die zweikomponentigen Produkte, werden vor der Verarbeitung durch Rühren mit einem Rührer oder Mischgerät angemischt, zum Einbauort transportiert und dann verarbeitet. Das angemischte Produkt wird bei der Beschichtung von Industrie- und Hallenböden auf den Boden gegossen und anschließend mit einem Spachtel, Rakel Gummischieber o.ä. verteilt. Häufig erfolgt eine Nachbehandlung mit einer Stachelwalze sowie ein Abstreuen mit (Quarz-)Sand.

In Tabelle 3 sind die Messungen der RE1-, RE2- sowie der nicht zugeordneten REX-Produkte zusammen statistisch ausgewertet. Alle beschriebenen Tätigkeiten werden hier gemeinsam betrachtet, da eine Untergliederung in die einzelnen Arbeitsschritte zu zu kleinen Datenkollektiven führen würde. Diese Tätigkeiten können sowohl von derselben Person in einer Schicht nacheinander ausgeführt werden, als auch von mehreren Personen gleichzeitig. Ein Vergleich der Messwerte für Mischarbeiten + Transportieren mit denen für das Auftragen (vgl. Abbildung 3), deutet an, dass die Expositionen hierbei niedriger sind als beim eigentlichen Auftragen der Beschichtung.

**Tabelle 3:** Expositionen gegenüber Benzylalkohol [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]. Die mit einem Sternchen gekennzeichneten Werte sind durch Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze festgelegt.

Tätigkeit	Anzahl	<NWG	Minimum	50-Perzentil	75-Perzentil	90-Perzentil	95-Perzentil	Maximum
Industriebodenbeschichtung RE1, RE2, REX	48	25	1*	2*	6	9	10	16



**Abbildung 3:** Vergleich der Expositionen bei den Tätigkeiten ‚Mischen + Transportieren‘ mit dem eigentlichen ‚Auftragen‘.

Die Abbildungen 4-8 zeigen die gemessenen Benzylalkoholkonzentrationen in Abhängigkeit verschiedener Rahmenparameter (nicht für alle Messwerte liegen Daten für alle Parameter vor). Für die Einflussfaktoren Verarbeitungsmenge, Raumgrundfläche, Raumvolumen und relative Luftfeuchte lässt sich aus den Abbildungen kein stringenter Einfluss auf die Expositionshöhe erkennen. Lediglich bei der Raumtemperatur zeigen die Messungen unterhalb 15°C niedrigere Werte im Vergleich zu höheren Temperaturen.

Die Angaben zu den Verarbeitungsmengen liegen zwischen 5 kg und 560 kg. Hier ist gewiss zu unterscheiden, ob die Menge während der Messdauer von der jeweiligen Person oder insgesamt an diesem Tag von der gesamten Kolonne verarbeitet wurde. Aus dem Interquartilsabstand ergibt sich, dass mehr als die Hälfte der Angaben zur Verarbeitungsmenge zwischen 50 kg und 400 kg liegt.

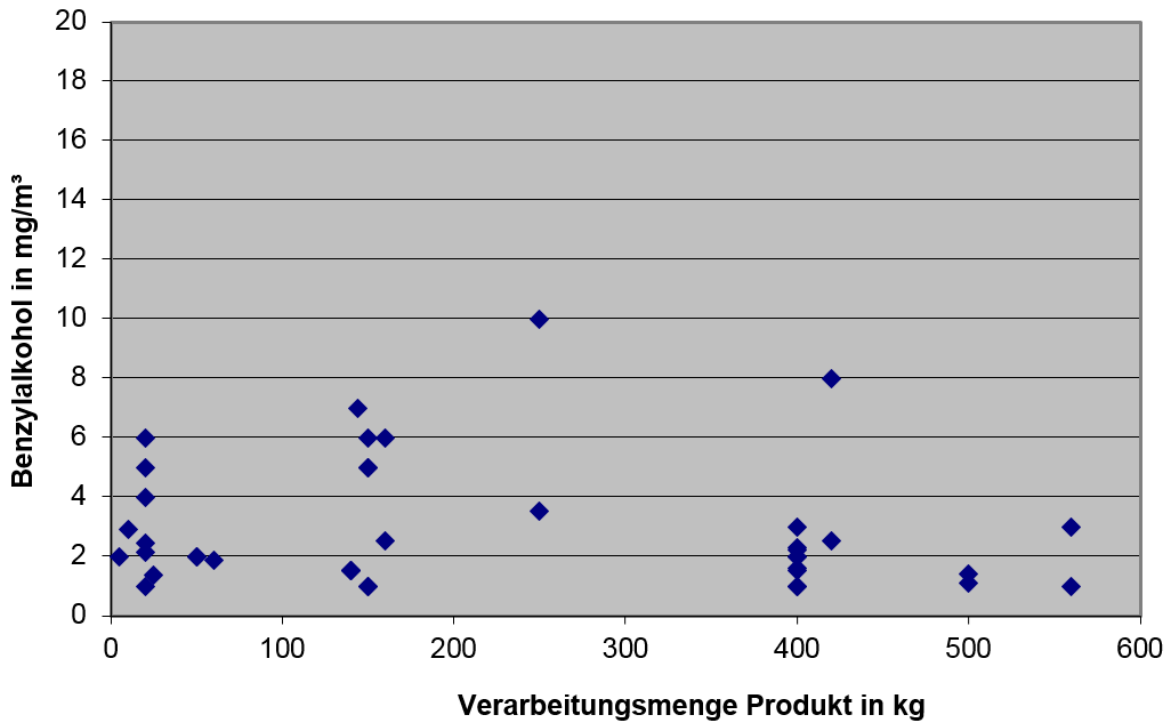
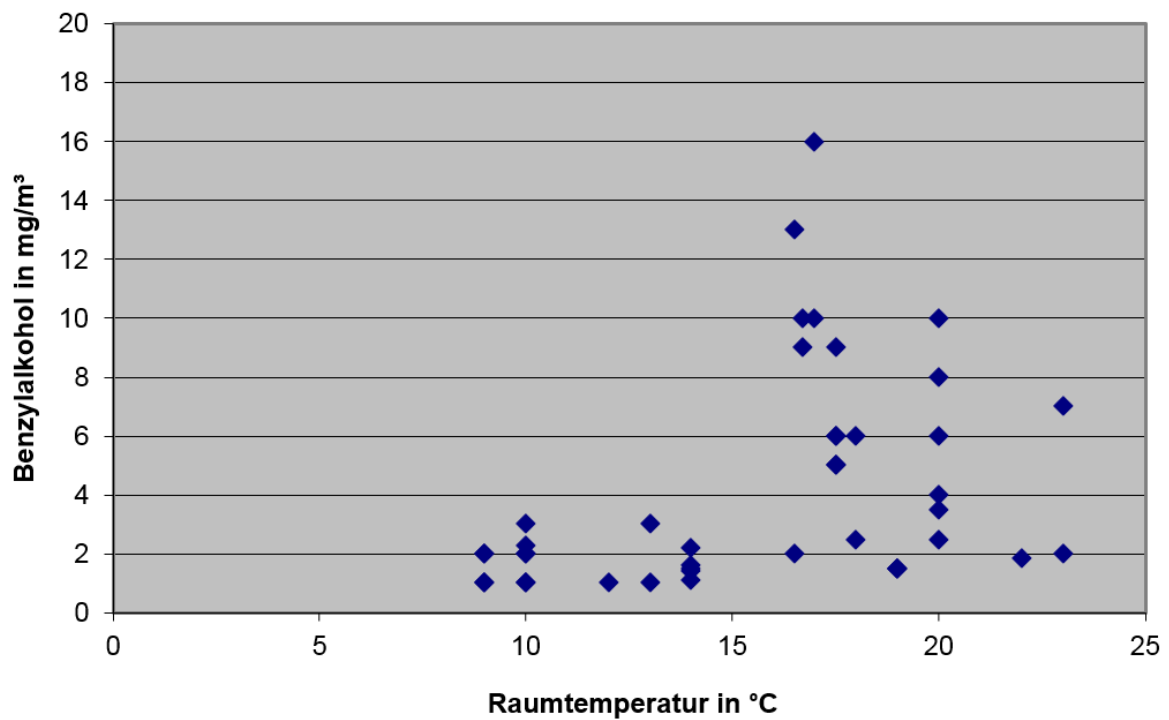
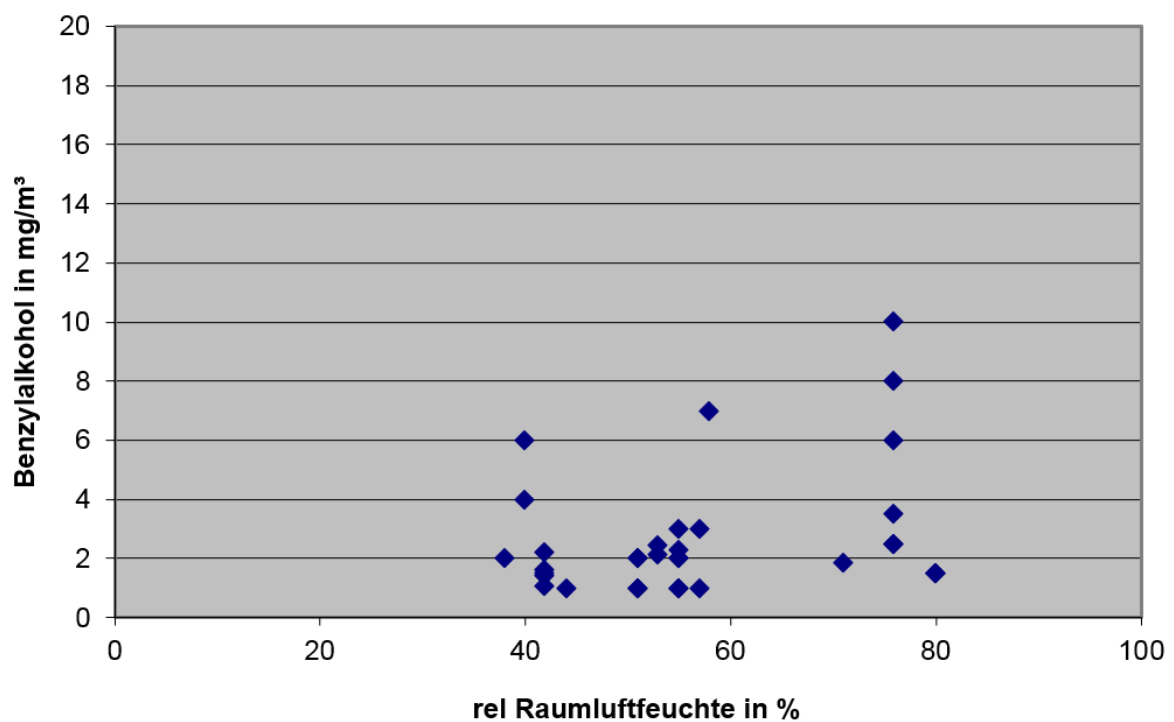


Abbildung 4: Exposition vs. Verarbeitungsmenge Produkt

**Abbildung 5:** Exposition vs. Raumtemperatur**Abbildung 6:** Exposition vs. Luftfeuchte

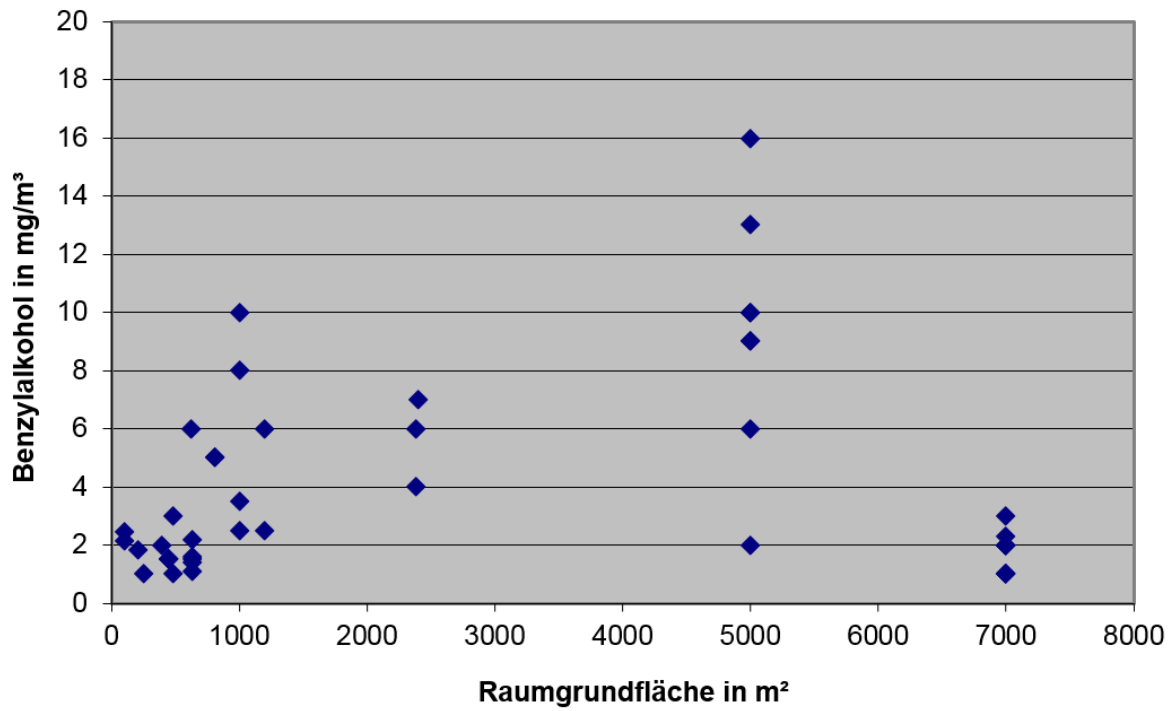


Abbildung 7: Exposition vs. Grundfläche des Raumes

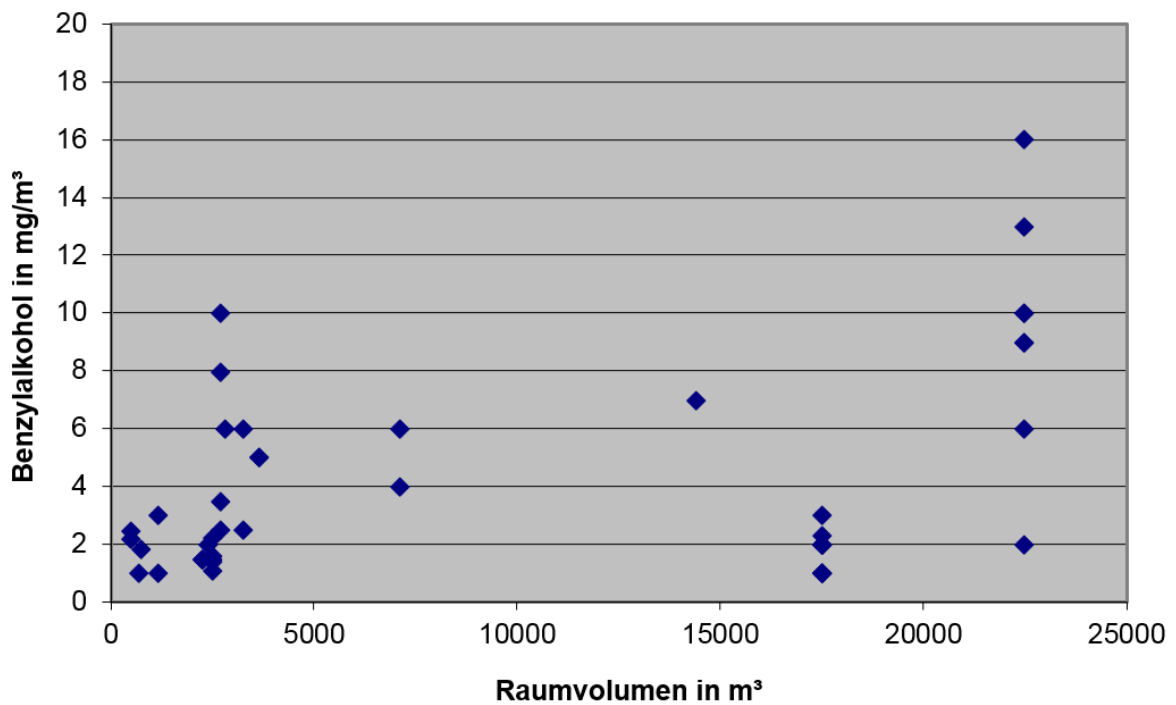


Abbildung 8: Exposition vs. Raumvolumen



In Tabelle 4 sind die Angaben zum Gehalt an Benzylalkohol in den verwendeten Epoxidharz-Systemen aufgeführt. Der Gehalt in der anwendungsfertigen Mischung (also unter Berücksichtigung des Mischungsverhältnisses) liegt etwa zwischen 4% und 16%. Der - bezogen auf die Anzahl der für ein EP-System mit bekanntem Benzylalkoholgehalt vorliegenden Messwerte - gewichtete Mittelwert des Benzylalkoholgehaltes liegt bei 11%. Bei genauer Kenntnis des Gehalts aus der Rezeptur wurde dieser Rezepturwert herangezogen, ansonsten orientieren sich die Angaben an der unteren Grenze der Bereichsangaben in den Sicherheitsdatenblättern.

**Tabelle 4:** Angaben zum Benzylalkoholgehalt der Produkte, für die Angaben vorliegen, in Gewichtsprozent. Rezepturangaben sind fett gesetzt.

Produktgruppe	Produkt anonym	Anzahl	MischVerh. A:B	BenzAlk-Gehalt in A-Komponente	BenzAlk-Gehalt in B Komponente	% in der Mischung	SDB-Datum	Jahr der Messung
RE1-Streichen	D2	2	3:1	5	0	3,8		1996
RE1-Streichen	S1	10	3:1	0	48	12,0		1996
RE1-Streichen	S2	2	2:1	0	37	12,3		1996
REX-Streichen	B1	1	3:1	0	25-50	6,3	25.04.2002	2001
RE1-Streichen	M1	2	2:1	0	35	12,3		2002
RE2-Streichen	D3	5	2:1	2	45	16,3		2010
RE1-Streichen	M2	3	4,3:1	2,5-10	25-50	6,7	08.12.2017	2016
RE1-Streichen	M3	2	2,3:1	1-3	20-25	6,8	15.09.2016	2016

Um die Grenzen einer Verallgemeinerung der hier beschriebenen Messergebnisse ansatzweise aufzeigen zu können, sollen im Folgenden die Rahmenparameter bei den höchsten gemessenen Expositionen zusammengestellt werden bzw. die Benzylalkoholkonzentrationen bei den Extremwerten der Rahmenparameter.

Es liegen 9 Messwerte vor ( $7 \text{ mg/m}^3$  -  $16 \text{ mg/m}^3$ ), die oberhalb des 75-Perzentilwertes der Messwertverteilung liegen. Diese stammen von 3 Baustellen aus den Jahren 1995 - 1996. Die Angaben zur verarbeiteten Menge reichen von 144 kg bis 420 kg. Die Raumfläche lag zwischen  $1000 \text{ m}^2$  und  $5000 \text{ m}^2$ , das Raumvolumen zwischen  $2700 \text{ m}^3$  und  $22500 \text{ m}^3$ . Die relative Luftfeuchte variierte zwischen 58% und 76%, die Raumtemperaturen zwischen  $17^\circ\text{C}$  und  $23^\circ\text{C}$ . Angaben zum Benzylalkoholgehalt in den hier verwendeten Produkten liegen leider nicht vor.

Die 15 größten Angaben zur Verarbeitungsmenge sind zwischen 400kg und 560kg (die nächste wäre 248 kg); hier sind die Benzylalkoholkonzentrationen in Bereichen von  $<2$  -  $8 \text{ mg/m}^3$ .

Die 18 größten Angaben zur Raumfläche sind  $7000\text{m}^2$  und  $5000^2$  (die nächste wäre  $2400\text{m}^2$ ); hier sind die Benzylalkoholkonzentrationen in Bereichen von  $<2$  -  $3 \text{ mg/m}^3$  bzw.  $2$  -  $16 \text{ mg/m}^3$ . Die 3 kleinsten Angaben zur Raumfläche sind  $100\text{m}^2$  bzw.  $210\text{m}^2$ , hier sind die Benzylalkoholkonzentrationen im Bereich von  $<4 \text{ mg/m}^3$ .

Die 19 größten Angaben zum Raumvolumen sind  $22500\text{m}^3$ ,  $17500\text{m}^3$  und  $14400\text{m}^3$  (die nächste wäre  $7140\text{m}^3$ ); hier sind die Benzylalkoholkonzentrationen in Bereichen von  $2$  -  $16 \text{ mg/m}^3$ ,  $<2$  -  $3 \text{ mg/m}^3$  bzw. bei  $7 \text{ mg/m}^3$ . Die 3 kleinsten Raumvolumenangaben sind  $500\text{m}^3$  bzw.  $735\text{m}^3$ , hier sind die Benzylalkoholkonzentrationen im Bereich von  $<4 \text{ mg/m}^3$  (das sind dieselben Werte wie bei der kleinsten Raumfläche).

Die 9 höchsten Werte für die relative Luftfeuchtigkeit liegen bei 76% bzw. 80% (bei Raumtemperaturen zwischen  $18$ - $20^\circ\text{C}$ ), hier sind die Benzylalkoholkonzentrationen im

Bereich von <2 - 10 mg/m<sup>3</sup>. Die 9 niedrigsten Werte liegen zwischen 38% und 44% (bei Raumtemperaturen zwischen 20-23°C), hier sind die Benzylalkoholkonzentrationen im Bereich von 2 - 6 mg/m<sup>3</sup>.

Ein ausgeprägter Sprung der Angaben zur Raumtemperatur liegt nicht vor, die 3 höchsten Werte liegen bei 22°C bzw. 23°C, hier sind die Benzylalkoholkonzentrationen im Bereich von <4 - 7 mg/m<sup>3</sup>.

Neben den hier angesprochenen Rahmenparametern können auch die am Vortag verarbeiteten Produkte einen Einfluss auf die Exposition der Verarbeiter haben. Dieser - unter Umständen nicht zu vernachlässigende - Effekt konnte auf einer Baustelle beobachtet werden, bei der am ersten Tag eine relativ stark Benzylalkohol-haltige Grundierung (16% in der anwendungsfertigen Mischung) verarbeitet wurde, auf die am Folgetag eine Benzylalkohol-freie Beschichtung aufgetragen wurde. Während der Verarbeitung der Benzylalkohol-haltigen Grundierung<sup>5</sup> lag die Exposition unter der Bestimmungsgrenze, dagegen am Folgetag bei der Verarbeitung der Benzylalkohol-freien Beschichtung bei 4 mg/m<sup>3</sup> - 8 mg/m<sup>3</sup>.

---

<sup>5</sup> auf einer weiteren Baustelle wurde während des Auftragens etwa der dreifachen Menge des gleichen Produktes in einem Raum von 29\*17\*2,4 m<sup>3</sup> eine Exposition von 3 mg/m<sup>3</sup> gemessen beim Mischen war die Exposition kleiner der Bestimmungsgrenze.

## 5 AUSWERTUNG ABBEIZER / GRUNDREINIGER

Für die Verarbeitung von Abbeizern liegen 27 Messwerte auf Benzylalkohol von 9 Baustellen aus den Jahren 1999-2015 vor. Sie reichen von <4 mg/m<sup>3</sup> bis zu 40 mg/m<sup>3</sup>.

Die 9 Messwerte bei Grundreinigungsarbeiten an Fußböden stammen von 5 Objekten aus den Jahren 1996-2015 und zeigen nur sehr geringe Expositionen von maximal 9 mg/m<sup>3</sup>.

Im Folgenden werden Hintergrundangaben zur Auswertung zusammengestellt, die die Ausführungen in der Expositionsbeschreibung „Benzylalkohol bei Abbeizern und Grundreinigern“ ergänzen. Die statistischen Parameter für die gebildeten Subkollektive sind unabhängig von einer ggf. geringen Anzahl an Messwerten in Tabelle 5 zusammengestellt.

**Tabelle 5:** Gesamtstatistik – alle Werte (außer Anzahlen und %-Anteile) in mg/m<sup>3</sup>.

P-WERTE	Alle Abbeizer +			Stahlwasserbau /			
	Grundreiner	alle Abbeizer	Fenster abbeizen	Korrosionsschutz	Wände abbeizen	Grundreiner	
	N =	N =	N =	N =	N =	N =	
Anzahl	36	27	6	7	14	9	
Maximum	1	40,0	40,0	6,6	34,0	40,0	9,4
95%-Wert	0,95	35,0	36,8	6,2	31,9	38,7	8,4
90%-Wert	0,9	29,0	32,2	5,8	29,8	35,9	7,5
80%-Wert	0,8	24,0	26,0	5,0	26,2	28,0	6,7
O-Quartil	0,75	21,5	25,0	4,8	25,0	26,0	6,5
70%-Wert	0,7	19,5	23,2	4,5	23,8	26,0	5,8
60%-Wert	0,6	16,0	19,6	4,0	22,2	23,2	4,6
50%-Wert	0,5	12,0	17,0	3,5	21,0	19,5	4,3
40%-Wert	0,4	8,0	13,8	3,0	18,6	19,0	4,2
30%-Wert	0,3	5,8	11,8	2,8	16,6	15,6	3,7
U-Quartil	0,25	4,6	9,5	2,6	16,0	13,0	3,3
20%-Wert	0,2	4,2	6,9	2,5	15,4	12,0	2,7
10%-Wert	0,1	2,8	3,6	2,4	14,2	11,3	1,8
5%-Wert	0,05	2,2	2,7	2,4	13,6	10,0	1,8
Minimum	0	1,8	2,3	2,3	13,0	8,0	1,8
Mittelwert		14,4	17,6	3,9	21,4	21,6	4,8
Stdabw		10,8	10,6	1,5	6,8	9,5	2,4
geo-MW		10,1	13,6	3,6	20,4	19,5	4,2
Anzahl "<NWG"		4	2	2	0	0	2
% "<NWG"		11	7	33	0	0	22

Die Abbildungen 9-14 zeigen die gemessenen Benzylalkoholkonzentrationen in Abhängigkeit verschiedener Rahmenparameter (nicht für alle Messwerte liegen Daten für alle Parameter vor). Für die Einflussfaktoren Raumgrundfläche, Raumvolumen, Raumtemperatur und relative Luftfeuchte lässt sich aus den Abbildungen kein stringenter Einfluss auf die Expositionshöhe erkennen. Lediglich bei der Verarbeitungsmenge für das Produkt bzw. der

abgeschätzten Benzylalkoholmenge könnte möglicherweise ein linearer Zusammenhang abgeleitet werden<sup>6</sup>.

Die Angaben zu den Verarbeitungsmengen liegen zwischen 0,5 kg und 120 kg. Aus dem Interquartilsabstand ergibt sich, dass mehr als die Hälfte der Angaben zur Verarbeitungsmenge für Abbeizer und Grundreiniger zusammen betrachtet zwischen 3 kg und 45 kg liegt. Das sind sicherlich Angaben, die die üblichen Verarbeitungsmengen auf solchen Baustellen / Objekten widerspiegeln.

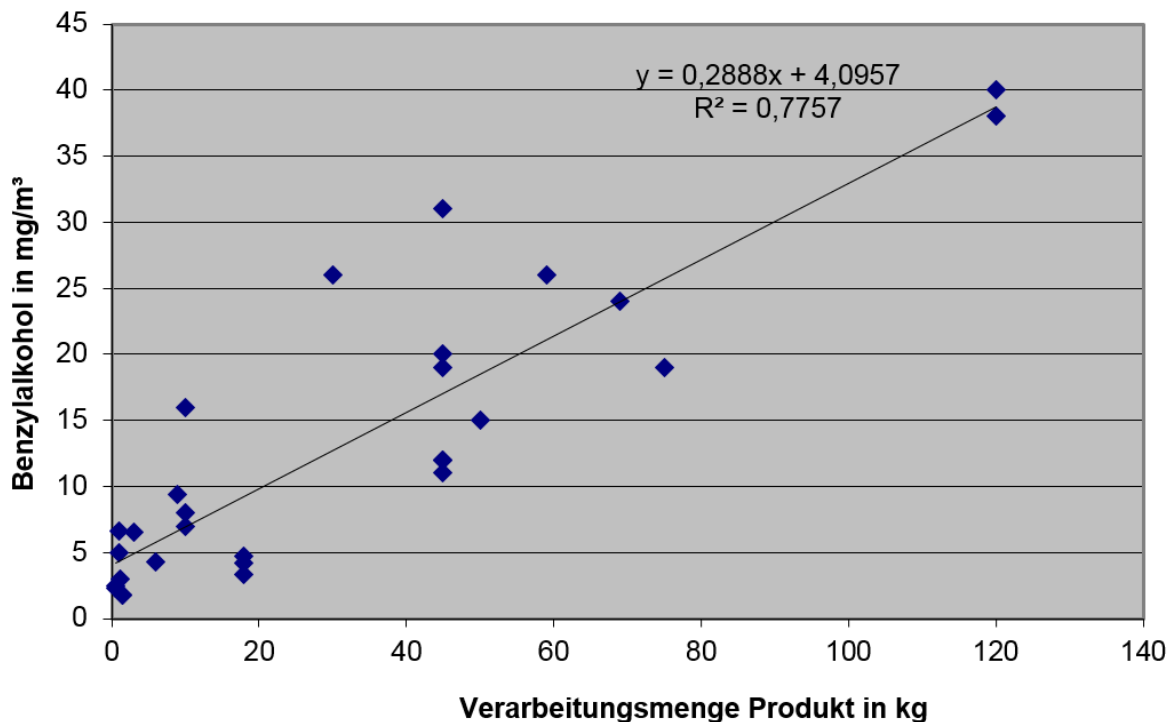


Abbildung 9: Exposition vs. Verarbeitungsmenge Produkt (s.a. Fußnote <sup>6</sup>)

<sup>6</sup> Die Regressionsgeraden in Abbildung 9 und 10 müssen nicht durch den Ursprung verlaufen, da der Wert „0 mg/m<sup>3</sup>“ durch die halbe Bestimmungsgrenze festgelegt ist, die hier in der Größenordnung von 3 mg/m<sup>3</sup> liegt. Bei einem fixen Ordinatenabschnitt von 2 mg/m<sup>3</sup> ( $3/2 = 1,5$  gerundet auf 2) ergeben sich folgende Abhängigkeiten: Für die Verarbeitungsmenge Produkt  $y = 0,3 x + 2$  mit  $R^2 = 0,76$  (Abbildung 9) und für die Verarbeitungsmenge Benzylalkohol  $y = 1,1 x + 2$  mit  $R^2 = 0,75$  (Abbildung 10).

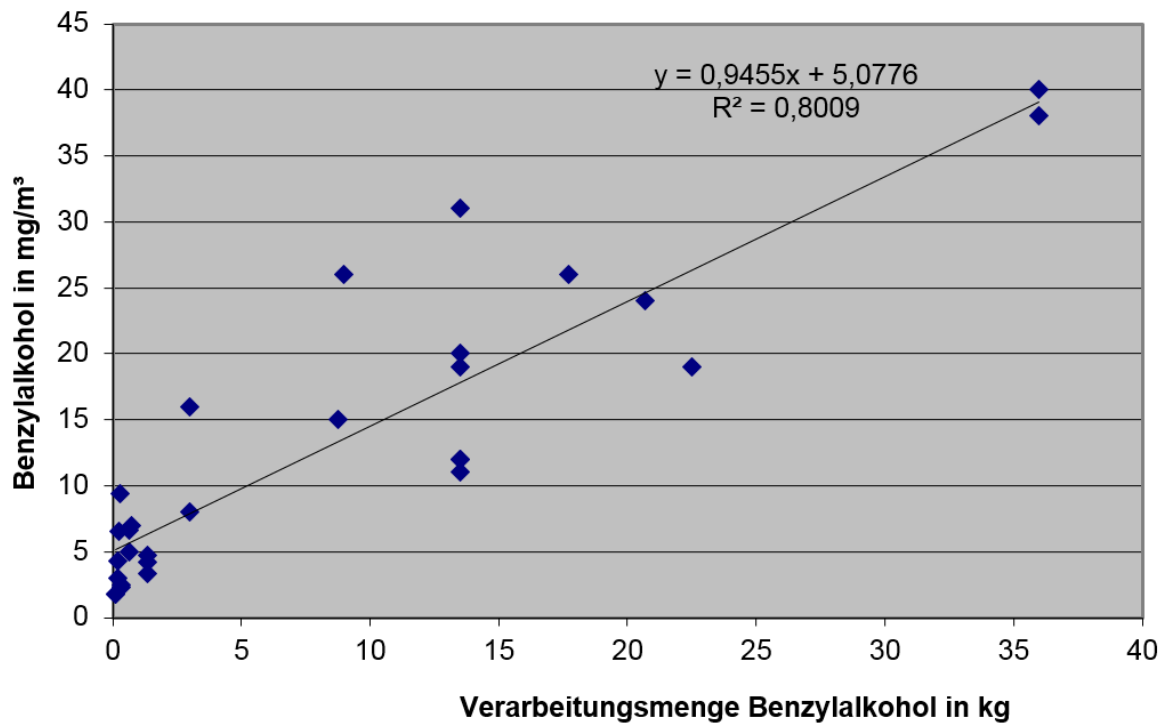


Abbildung 10: Exposition vs. Verarbeitungsmenge Benzylalkohol (s.a. Fußnote <sup>6</sup> Seite 12)

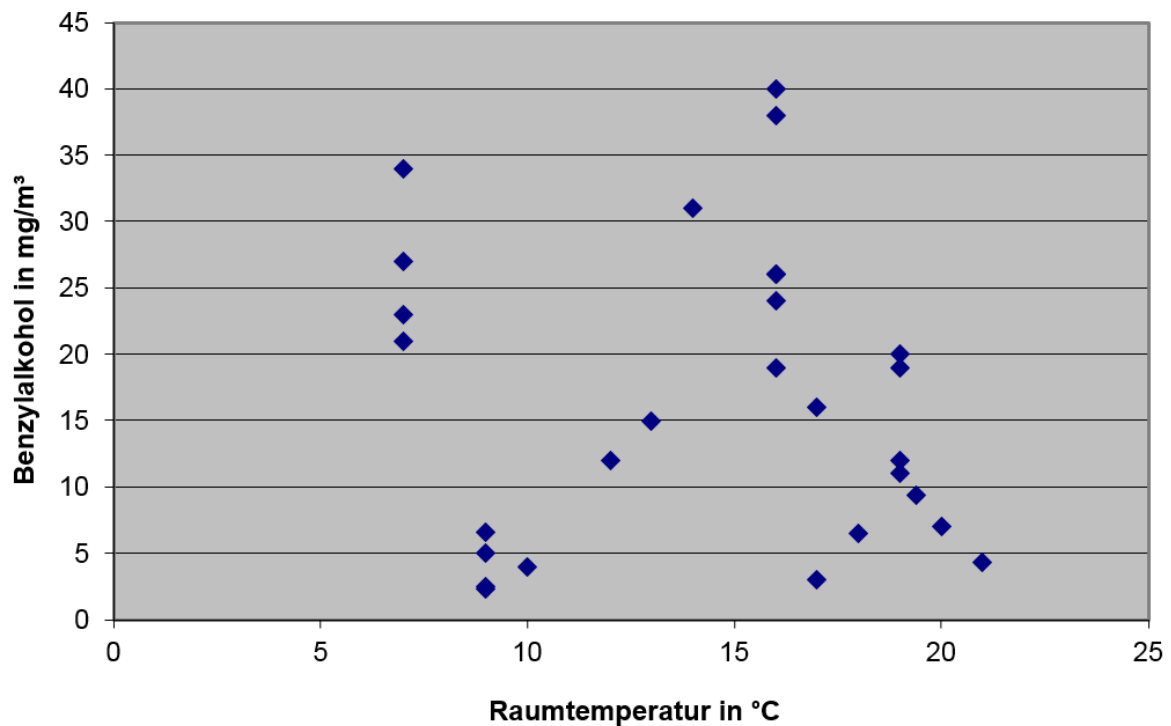


Abbildung 11: Exposition vs. Raumtemperatur

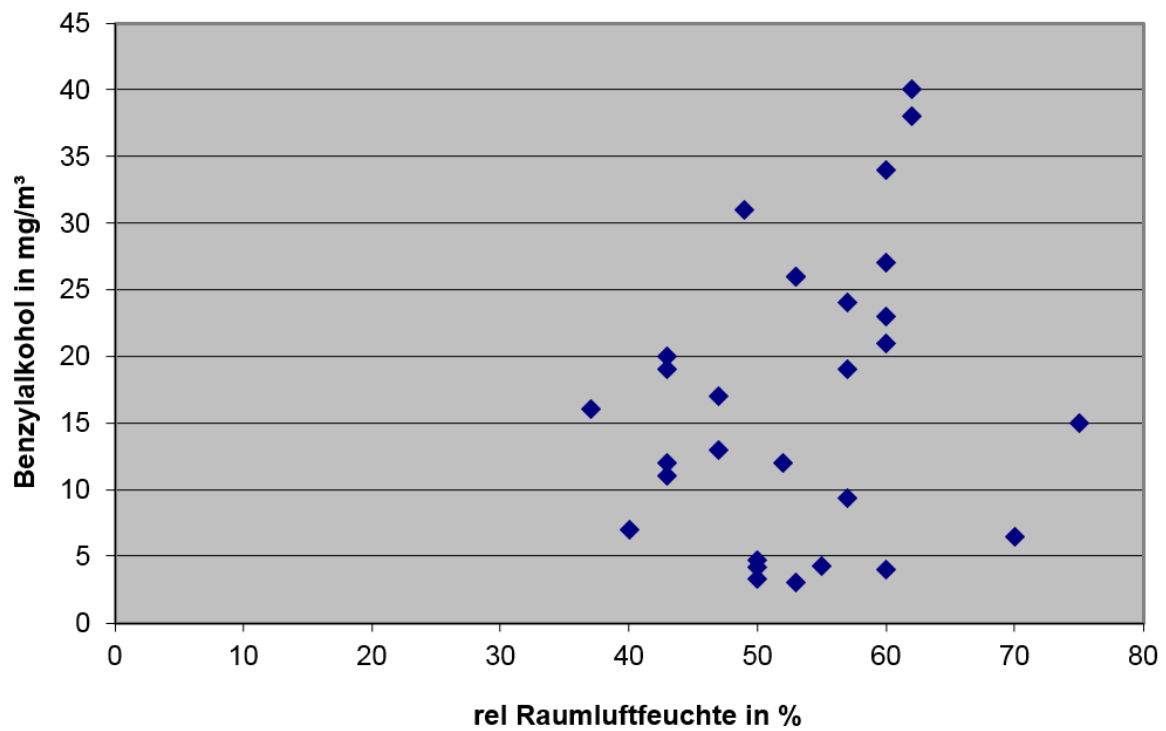


Abbildung 12: Exposition vs. Luftfeuchte

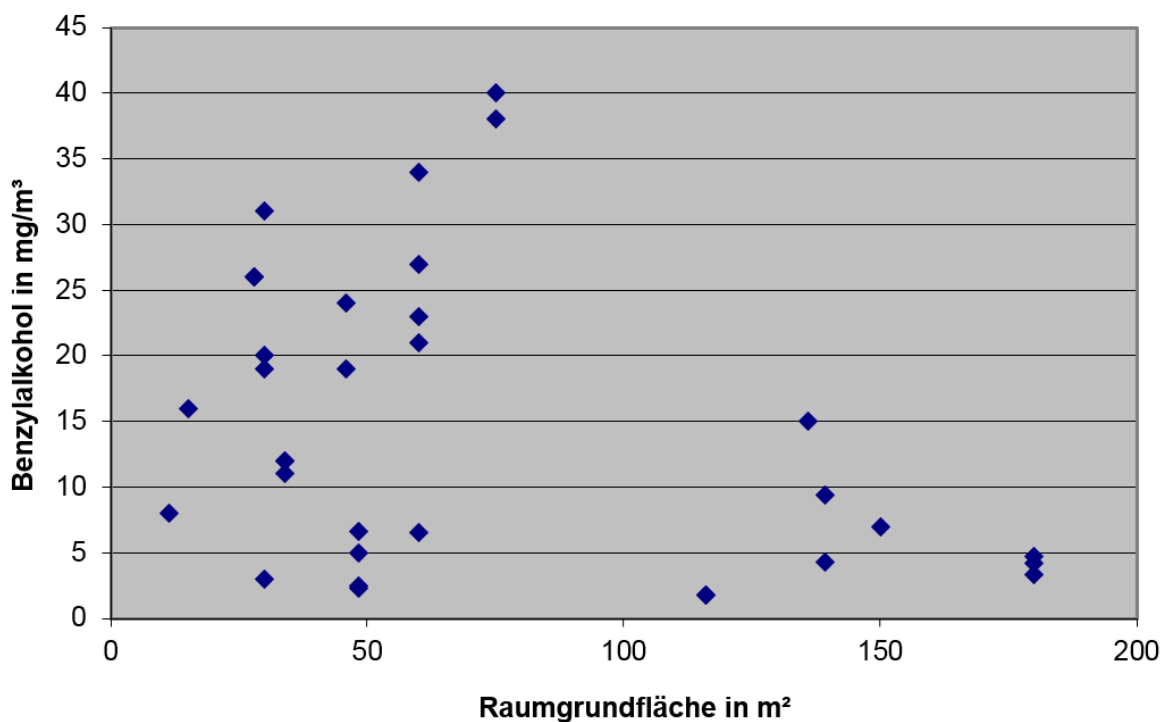


Abbildung 13: Exposition vs. Grundfläche des Raumes

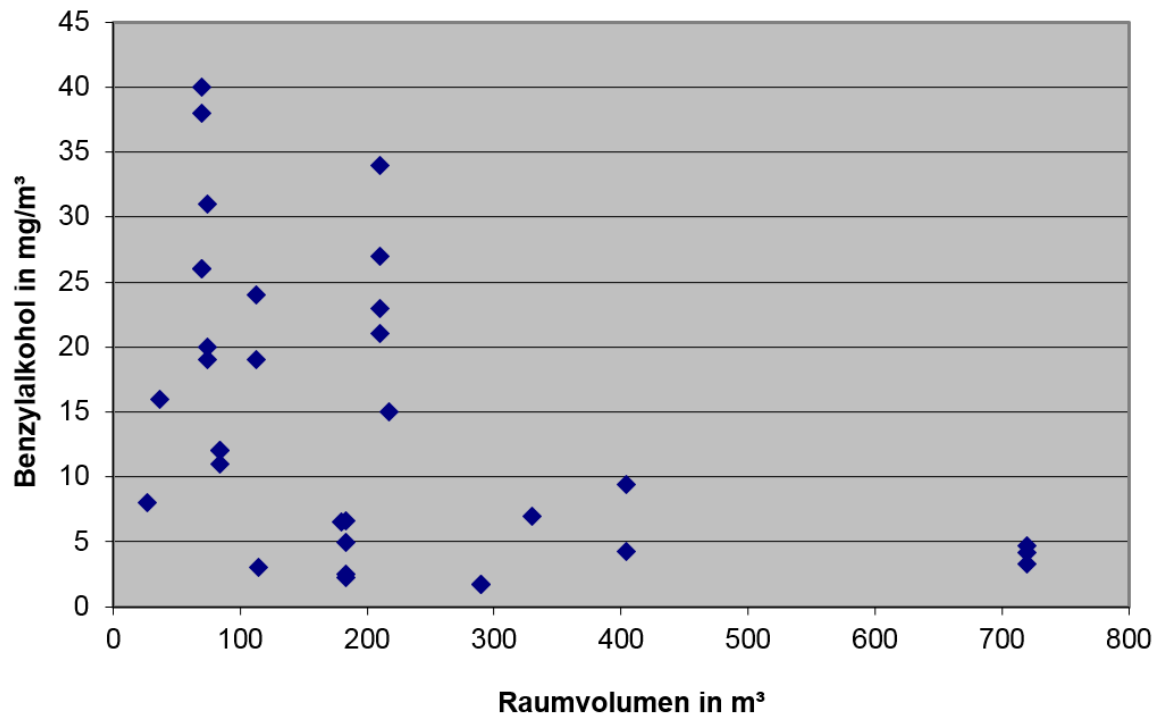


Abbildung 14: Exposition vs. Raumvolumen

In Tabelle 6 sind die Angaben zum Gehalt an Benzylalkohol in den verwendeten Abbeizern und Grundreinigern aufgeführt. Der Gehalt liegt bei den Abbeizern etwa zwischen 15% und 60% und bei den Grundreinigern etwa zwischen 3% und 8%.

**Tabelle 6:** Angaben zum Benzylalkoholgehalt der Produkte in Gewichtsprozent. Für die Mengenabschätzungen wurde der Mittelwert der oberen und unteren Grenze der Angaben im Sicherheitsdatenblatt genommen.

Produkt	BzOH-Gehalt	Dichte	BzOH Mittelwertangabe	Anzahl Messwerte
Abbeizer				
A1	30	n.b.	30	14
A2	50-75	1,04	62,5	4
A3	10-25	1	17,5	1
A4			17,5	1
A5	10-25	1	17,5	6
A6			17,5	2
Grundreiniger				
R1	5-10	1,059	7,5	3
R2	5-10	1,03	7,5	4
R3	1-5	1,06	3	2

Um die Grenzen einer Verallgemeinerung der hier beschriebenen Messergebnisse ansatzweise aufzeigen zu können, sollen im Folgenden die Rahmenparameter bei den höchsten

gemessenen Expositionen zusammengestellt werden bzw. die Benzylalkoholkonzentrationen bei den Extremwerten der Rahmenparameter.

Es liegen 7 Messwerte für Abbeizer vor (26 mg/m<sup>3</sup> - 40 mg/m<sup>3</sup>), die oberhalb des 75-Perzentilwertes der Messwerteverteilung liegen. Diese stammen von 3 Baustellen aus den Jahren 1999 - 2015. Die Angaben zur verarbeiteten Menge reichen von 30 kg bis 120 kg. Die Raumfläche lag zwischen 28 m<sup>2</sup> und 75 m<sup>2</sup>, das Raumvolumen zwischen 70 m<sup>3</sup> und 210 m<sup>3</sup>. Die relative Luftfeuchte variierte zwischen 49% und 62%, die Raumtemperaturen zwischen 7°C und 16°C. Die Angaben zum Benzylalkoholgehalt in den hier verwendeten Produkten wurden abgeschätzt zu 18% bis 30%.

Die beiden größten Angaben zur Verarbeitungsmenge des Produktes sind 120 kg (die nächste wäre 75 kg); hier wurden die maximalen Benzylalkoholkonzentrationen gemessen (38 und 40 mg/m<sup>3</sup>; bei 75 kg waren es 19 mg/m<sup>3</sup>).

Der Einfluss der übrigen Rahmenparameter wie Raummaße und Klimaparameter scheint weniger stark zu sein als die Unterschiede in der Verarbeitung. Da bei den Arbeiten im Stahlwasserbau / Korrosionsschutz und beim Abbeizen ganzer Wände die eingesetzte Produktmenge, die Benzylalkoholmenge und die bearbeiteten Flächen deutlich größer sind als beim Abbeizen von Fensterflügeln ist der beobachtete Unterschied in der Höhe der Exposition in diesen Subkollektiven erklärbar. Tabelle 7 zeigt, in welcher Größenordnung diese Parameter innerhalb der Subkollektive gelegen haben.

**Tabelle 7:** Spannweite einiger Parameter für die Subkollektive (für den Stahlwasserbau/ Korrosionsschutz liegen teilweise nur wenige Angaben vor, diese sind dann in Klammern gesetzt).

Subkollektiv	Produktmenge [kg]	bearbeitete Fläche [m <sup>2</sup> ]	Menge BzOH [kg]
Grundreiniger	1,5 - 18	60 - 215	1,8 - 9
Abbeizer Fenster	0,5 - 1,2	1,5 - 2,5	0,2 - 0,6
Abbeizer Stahlwasserbau/ Korrosionsschutz	(50)	15 - 220	(9)
Abbeizer Wände	10 - 120	20 - 120	8 - 40

Diese Erläuterung zu den Expositionsbeschreibungen wurde von der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft im April 2011 erstellt und im März 2019 aktualisiert.

Ansprechpartner:

Dr. Uwe Musanke, uwe.musanke@bgbau.de, Tel. 069 / 4705 - 283

Dr. Klaus Kersting, klaus.kersting@bgbau.de, Tel. 069 / 4705 - 281