

Carbotech AG
Postfach
CH-4002 Basel
www.carbotech.ch

Büro Basel
Venusstrasse 7
CH-4102 Binningen
T +41 61 206 95 25
F +41 61 206 95 26



Untersuchungsbericht

Erfassung und Beurteilung der Luftbelastung im Nahbereich des Flugplatzes Meiringen 2011-2012

Erstellt durch

Kurt Schläpfer, Carbotech AG, Basel

Andi Schneider, Carbotech AG, Basel

Numa Farronato, Carbotech AG, Basel

Verfasser Kapitel 5.2: Dr. med. Regula Rapp und Meltem Kutlar Joss, MSc ETH, MPH

Dokumentationsstelle Luftverschmutzung und Gesundheit, Departement Epidemiologie und Public Health,
Schweizerisches Tropen- und Public Health Institut, assoziiertes Institut der Universität Basel

Auftraggeber:

Herr Gerrit Nejedly, beco, Immissionsschutz, Laupenstrasse 22, 3011 Bern

ks/as/sm

Basel, 16. April 2012

1 Auftrag und Zielsetzung

Die Carbotech AG wurde von Herrn Gerrit Nejedly, beco Berner Wirtschaft - Immissionschutz, beauftragt, Luftmessungen im Nahbereich des Flugplatzes Meiringen (Gemeinde/Dorf Unterbach) durchzuführen. Bei den Messungen standen die flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) im Vordergrund. Mit kontinuierlichen Messungen an zwei festen Standorten sollten die durchschnittlichen Belastungen erfasst werden. Dafür wurden vom 27. Dezember 2010 bis zum 5. März 2012 VOC-Messungen mit Passivsammlern durchgeführt. Die Passivsammler wurden jeweils während 2 Wochen exponiert.

Neben den kontinuierlichen Messungen an den beiden Fixstandorten, wurden zu Erfassung von Kurzzeitwerten während geeigneter Belastungsepisoden ereignisbezogene Messungen (VOC und vereinzelt auch Aldehyde) an ausgewählten Standorten durchgeführt.

Diese Stichproben erfolgten am 30. Juni 2011 (Testlauf nahe Emissionsquellen), vom 3.–5. Oktober 2011 anlässlich intensiver Flugbewegungen (Normalbetrieb mit F/A-18 sowie Milizstaffeln mit Tiger) sowie vom 17. Januar bis 16. Februar 2012 während durchschnittlicher Flugbewegungen im Winter.

Ziel der durchgeführten Messungen ist es, eine allfällige Belastung von VOC und Aldehyden durch den Flugbetrieb zu erfassen. Die gesundheitlichen Auswirkungen der gemessenen Luftbelastung soll beurteilt und ein Anteil der Immissionen aus den Flugplatzaktivitäten abgeschätzt werden.

Im vorliegende Bericht werden die methodischen Aspekte der Messungen und Probenahmen (Kapitel 2) beschrieben, die Resultate der Messungen vorgestellt und die Ergebnisse beurteilt. Eine von Dr. Regula Rapp und Meltem Kutlar Joss vom Schweizerisches Tropen- und Public Health Institut (Dokumentationsstelle Luftverschmutzung und Gesundheit) verfasste Beurteilung der gesundheitlichen Risiken ergänzt dabei die lufthygienische Betrachtungsweise.

2 Vorgehensweise

2.1 Messmethoden

Ziel der kontinuierlichen Messkampagne war es, die VOC-Immissionen über ein Jahr zu erfassen. Dabei sollte methodisch sichergestellt sein, dass die Ergebnisse auch mit anderen, aktuellen VOC-Messdaten aus der Schweiz (Schneider, Carbotech 2011) verglichen werden können. Aus diesem Grund wurden für diese Messungen Passivsammler verwendet.

Die Erfassung von Spitzenbelastungen kann nicht mit den Passivsammlern erfolgen, vielmehr sind hier kurze Probenahmen bzw. Messintervalle notwendig. Um die Spitzenbelastungen zu erfassen, wurden aktive Probenahmen von Mitarbeitern der Carbotech AG an geeigneten Standorten (Wind, relevant für die Bewohner, Geruch etc.) und zu geeigneten Zeiten (Flugbetrieb, austauscharme Wetterlagen) durchgeführt. Mit diesen Stichproben sollten möglichst Worst-Case-Situationen erfasst werden.

Da es Hinweise gibt, dass Flugzeugemissionen auch Aldehyde enthalten, wurden vereinzelt auch kurzzeitige Aldehydprobenahmen durchgeführt.

Während der Messkampagne vom 3.–5. Oktober 2011 wurde zudem ein tragbarer Photoionisationsdetektor (Tiger VOC-Gas Detektor, Ion Science, England) eingesetzt. Dieses Gerät erlaubt eine kontinuierliche Erfassung von flüchtigen organischen Verbindungen als Summenparameter. Da das Gerät auf die aromatischen Verbindungen (Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol) besonders empfindlich reagiert, erschien es als Sensor für starke Belastung eine geeignete Unterstützung.

Während der Intensivmessperioden wurde natürlich auch die Nase der anwesenden Probennehmer als „Messinstrument“ eingesetzt.

Passivsammler

Für die passive Probenahme wurden Passivsammler der Marke 3M (Vapor Monitor 3500) verwendet. Die Passivsammler wurden nach der Exposition ins Labor der Carbotech gebracht und aufgearbeitet. Dafür wurde ein interner Standard zugefügt, gefolgt von einer Extraktion mit Schwefelkohlenstoff. Die Analysen erfolgten mittels GC/MS. Die Proben wurden mit dem Standardprogramm apolare VOC auf 37 Verbindungen (siehe Datenblatt) analysiert. Die Analyseergebnisse werden in Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) berechnet. Die Genauigkeit dieser quantitativen Bestimmung beträgt +/- 20 %.

Aktive Probenahme

Die aktive Probenahme der apolaren und polaren VOC erfolgte über SKC-Pumpen PCXR4 (Fluss: 1 L/min), auf Aktivkohleröhrchen (Supelco Anasorb CSC Nr. 226-01). Die exponierten Röhrchen wurden nach Zugabe eines interner Standards mit Schwefelkohlenstoff desorbiert.

Die Analysen der Extrakte wurden mit der gleichen Methode wie die Passivsammler im Labor der Carbotech AG, Basel, durchgeführt.

Die aktive Probenahmen für Aldehyde erfolgte auf ein DNPH-Röhrchen (Supelco). Die Analysen der Röhrchen wurden von der Interlabor AG, Belp, durchgeführt.

Die Analyseergebnisse aus den aktiven Proben sind in Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) berechnet. Die Genauigkeit dieser quantitativen Bestimmung beträgt +/- 20 %.

2.2 Probenahmen kontinuierliche Messungen

Jeweils ein Passivsammler wurde in einem belüfteten Kunststoffrohr während zwei Wochen exponiert. Zur Qualitätssicherung wurden bei einzelnen Probenahmen zwei Passivsammler parallel exponiert. Die Probenahmen erfolgte durch Mitarbeiter des Auftraggebers.

Die Sammler wurden nach der Exposition verschlossen und per Post an das Labor der Carbotech AG geschickt. Die Aufarbeitung erfolgte innert zwei Wochen nach Erhalt der Sammler.

2.3 Stichprobenmessungen

Voruntersuchung

Im Rahmen einer Voruntersuchung fand am 30.6.2011 eine Begehung durch Gerrit Nejedly und Kurt Schläpfer statt. Dabei wurden die Messstrategie sowie mögliche Messstandorte evaluiert. Im Rahmen der Begehung konnte im Nahbereich der laufenden Flugzeuge auch eine VOC- und Aldehydprobenahme durchgeführt werden. Diese Probenahme erfolgte während rund 25 Minuten bei deutlich wahrnehmbarem Geruch nach Kerosen.

Intensivbetrieb

Erste Stichprobenmessungen sollten im Rahmen des Intensivtrainings der Milizpiloten im Oktober 2011 durchgeführt werden. Neben den regulären Flügen mit den F/A-18 standen die älteren Tiger-Flugzeuge (Milizpiloten) im Einsatz.

Vom 3.–5. Oktober war Numa Farronato der Carbotech AG vor Ort und führte Luftprobenahmen durch. Ziel dieser Kampagne vor Ort war die Erfassung der Luftbelastung nahe am Geschehen, während kürzerer Perioden mit viel Flugemissionen. Es wurden sowohl passive als auch aktive Probenahmen durchgeführt. Es wurde zudem eine Probenahme für Aldehyde durchgeführt.

Vor Ort hat Numa Farronato die wichtigsten Strassen und Orte besichtigt und im Kontakt mit Bewohnern mögliche Standorte eruiert.

Mit dem Photoionisationsdetektor sollten die Konzentrationsunterschiede an den verschiedenen Orten grob erfasst werden.

Da wenig Informationen zum detaillierten Flugbetrieb bekannt waren und die Wind-, bzw. Startrichtung unvorhersehbar ist, wurden während der Kampagne ereignisorientierte Messungen an sogenannten „interessanten“ Standorten (mehrere Flugbewegungen, möglichst wenig Wind und Geruch nach Kerosen) durchgeführt.

Dazu wurden an verschiedenen Standorten (s. Karte im Anhang 1) Aktivprobenahmen für VOC (5 Stück) und Aldehyde (1 Stück) gesammelt. Daneben wurden an 4 Standorten während rund 50 Stunden Passivsammler exponiert. Die aktive Probenahme für Aldehyde erfolgte am 5.10.2011 auf ein DNPH-Röhrchen während 100 Minuten.

Tabelle 1: Probenahmen während der Intensivmesskampagne Oktober 2011

Ort	Art	Datum, Zeit	Dauer	Bemerkung
Piste Ost Abplanalp	VOC passiv	3.–5.10.11	50 h	Fixstandort
Schule	VOC passiv	3.–5.10.11	50 h	
Garten Beat Wyss	VOC passiv	3.–5.10.11	50 h	Fixstandort
Studio	VOC passiv	3.–5.10.11	50 h	150m bis Piste
Schule	VOC aktiv	4.10.11, 16.15 h	20 min	Kerosengeruch stark
Studio	VOC aktiv	4.10.11, 09.50 h	30 min	Kerosengeruch
Studio	VOC aktiv	5.10.11, 09.13 h	126 min	-
Studio	VOC aktiv	5.10.11, 12.22 h	350 min	-

Unterbach Pisten Delta Aldehyde 5.10.11, 14.20 h 100 min -

Eine Dokumentation des Flugbetriebs lag nicht vor. Aus diesem Grund wurden die Flugbewegungen während der Messkampagne grob erfasst (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 : Übersicht Flugbetrieb während der Intensivmesskampagne Oktober 2011

	Montag, 3.10.2011	Dienstag, 4.10.2011	Mittwoch, 5.10.2011
Morgen		08.00–08.40 h: 4 Tiger	08.00–09.00 h: 3 Tiger bis 11.30 wenig Flüge viel Helikopterverkehr
Mittag	12.00–14.00 h: 12 Tiger/FA 14.00–16.00 h: 6 Tiger/FA	09.30–16.00 h: 20 Flüge	12.30–17.00: 20–30 Flüge, viel Helikopterverkehr
Abend/ Nacht	Keine Flüge	Bis 22.00 4 Flüge	Bis 20.00 wenig Flüge viel Helikopterverkehr

Normalbetrieb Winter

Im Winter sind die Schadstoffkonzentrationen infolge des geringeren Luftaustausches höher als im Sommer. Lokale Emissionen treten in der Regel deshalb deutlicher zum Vorschein. Neben den Flugzeugemissionen sind aber auch die Emissionen aus den Feuerungen im Winter von Bedeutung.

Um diese Situation zu erfassen wurden im Januar und Februar 2012 weitere Stichprobenmessungen durchgeführt.

Am 17. Januar 2012 wurden durch Numa Farronato VOC-Probenahmen an vier Standorten durchgeführt. Dank der Unterstützung eines Bewohners (Marc Zumbrunn) konnten zwischen dem 19.1.2012 und dem 7.2.2012, am Standort Hof M. Zumbrunn, weitere 10 Luftmessungen¹ durchgeführt werden. Am 25.1.2012 wurde dabei eine Messung an einem (seltenen) flugfreien Tag durchgeführt.

¹ Bei drei Proben wurden Hinweise für Abweichungen bei der Probenahme gefunden. Sie wurden für die Berichterstattung nicht berücksichtigt.

Tabelle 3: Probenahmen während der Messkampagne Januar/Februar 2012

Ort	Art	Datum, Zeit	Dauer	Bemerkung
Studio	VOC aktiv	17.1.12, 10:30 h	280 min	-
Hangar Piste Ost	VOC aktiv	17.1.12, 10:38 h	240 min	-
Schule	VOC aktiv	17.1.12, 10:46 h	240 min	Kerosengeruch stark
Holzlager Diagonalstrasse	VOC aktiv	17.1.12, 11:05 h	240 min	Kerosengeruch
Hof M. Zumbrunn	VOC aktiv	19.1.12, 7:30 h	600 min	-
Hof M. Zumbrunn	VOC aktiv	25.1.12, 7:30 h	570 min	Kein Flugbetrieb
Hof M. Zumbrunn	VOC aktiv	30.1.12	600 min	-
Hof M. Zumbrunn	VOC aktiv	1.2.12	600 min	-
Hof M. Zumbrunn	VOC aktiv	2.2.12	600 min	-
Hof M. Zumbrunn	VOC aktiv	3.2.12	570 min	-
Hof M. Zumbrunn	VOC aktiv	6.2.12	660 min	-
Hof M. Zumbrunn	VOC aktiv	7.2.12	660 min	-
Hof M. Zumbrunn	VOC aktiv	9.2.12	600 min	-
Holzlager Diagonalstrasse	Aldehyde	16.2.12, 11:24 h	240 min	-

4 Resultate

Infolge der umfangreichen Daten werden in diesem Kapitel nur ausgewählte Stoffe und Messperioden dokumentiert. In Anhang 2 und 3 sind die detaillierten Daten aller VOC- und Aldehyde-Messungen enthalten.

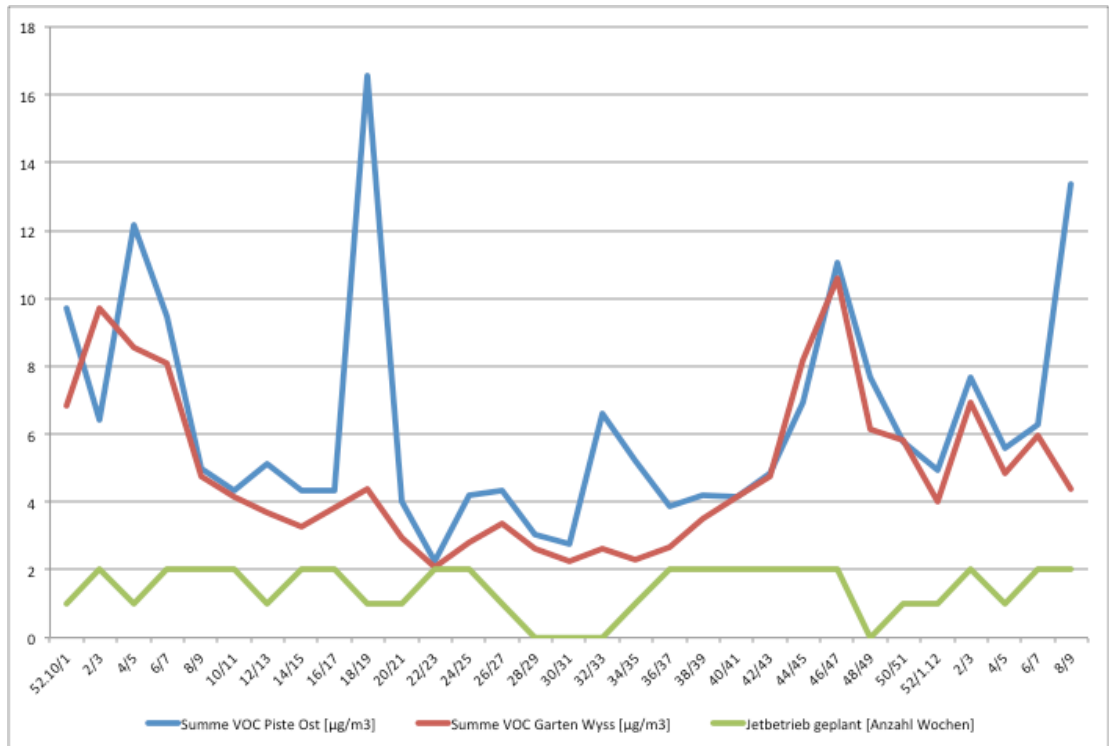
4.1 Ergebnisse Fixstandorte Periode: 27.12.2010 bis 5.3.2012

Die Ergebnisse ausgewählter Verbindungen der Passivsammlermessungen sind in der nachfolgenden Tabelle als Mittelwert, Maximal- und Minimalwert aufgeführt. Basis der Zusammenstellung sind die je 31 Messungen (2-Wochenmittelwerte) an den beiden Standorten.

Tabelle 4: Ergebnisse Passivsammler Fixstandorte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Piste Ost Hof Abplanalp			Garten Beat Wyss		
	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min
Benzol	1.08	2.70	0.30	0.98	2.00	0.20
Ethylbenzol	0.26	0.80	0.08	0.16	0.40	0.06
Toluol	1.58	5.40	0.50	1.17	4.00	0.40
o-Xylol	0.30	1.00	0.09	0.21	0.60	0.07
m/p-Xylol	0.87	3.00	0.20	0.54	1.60	0.10
n-Heptan	0.16	0.90	0.05	0.11	0.30	0.05
n-Octan	0.08	0.20	0.04	0.06	0.10	0.03
Isooctan	0.30	1.20	0.08	0.16	0.50	0.03
n-Nonan	0.06	0.10	0.02	0.05	0.10	0.02
n-Decan	0.11	0.30	0.02	0.13	0.30	0.04
Undecan	0.09	0.30	0.02	0.10	0.30	0.02
Dodecan	0.16	0.40	0.03	0.17	0.30	0.02
Tridecan	0.12	0.40	0.02	0.12	0.40	0.02
o-Ethyltoluol	0.06	0.20	0.02	0.04	0.10	0.01
m/p-Ethyltoluol	0.20	0.60	0.06	0.14	0.40	0.05
Mesitylen	0.07	0.20	0.02	0.05	0.10	0.02
Pseudocumol	0.22	0.60	0.09	0.16	0.50	0.05
Chlorbenzol	0.11	0.60	0.01	0.17	0.90	0.01

Im Jahresmittel beträgt die VOC-Konzentration (Summe VOC = alle analysierten Verbindungen ohne Tetrachlorkohlenstoff) am Standort Piste Ost $6.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Garten Wyss $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In der folgenden Abbildung ist der Jahresverlauf der gemessenen Konzentrationen der Summe VOC dargestellt.

Abbildung 1 Jahresverlauf 2011 Summe VOC und geplanter Jetbetrieb

Die VOC weisen einen typischen Jahresgang mit tieferen Konzentrationen im Sommer auf. Die Konzentrationsschwankungen sind am Standort Piste Ost stärker als im Garten Wyss. Die Abbildung zeigt auch, ob in den jeweiligen 14-tägigen Messperioden gem. Belegungsplan Flpl Kdo Meiringen Jetbetrieb geplant war (die tatsächlichen Flugbewegungen sind nicht bekannt). Ein Zusammenhang zwischen (geplantem) Jetbetrieb und gemessenen VOC-Konzentrationen ist nicht ersichtlich.

Ausgeprägter als bei den VOC ist der Jahresgang des Benzols (siehe Abbildung 2). Im Winterhalbjahr liegen die Benzolkonzentrationen um $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, im Sommer um $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Auch die andern Aromaten und die Alkane zeigen einen Jahresgang, jedoch nicht so deutlich wie Benzol, mit höheren Werten im Winter bei schlechterem Luftaustausch als im Sommer.

Abbildung 2 Jahresverlauf 2011 Benzol

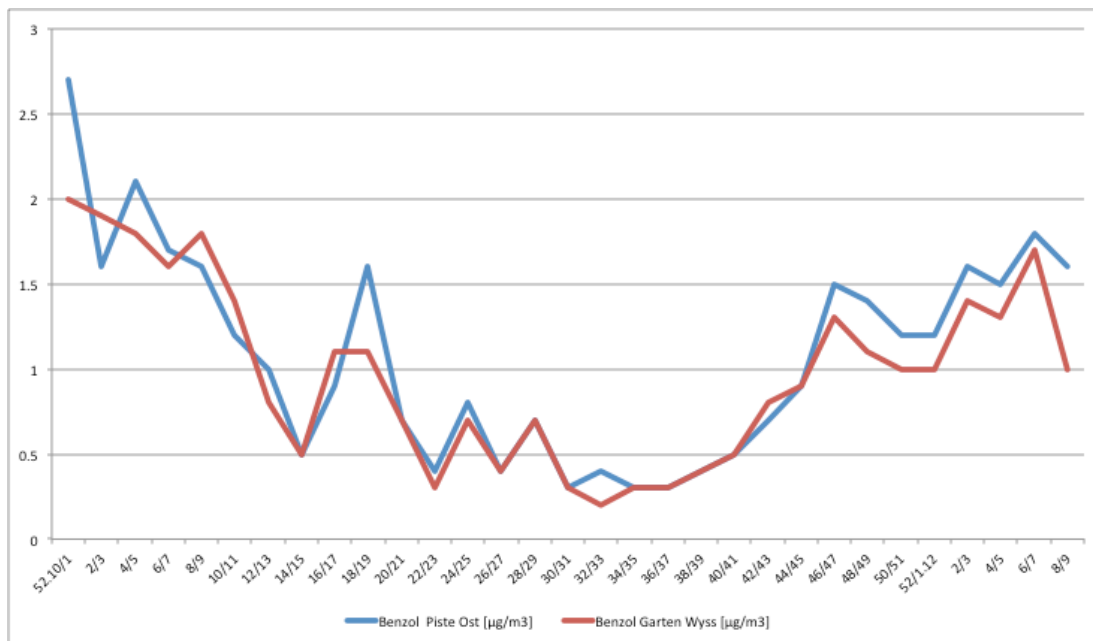
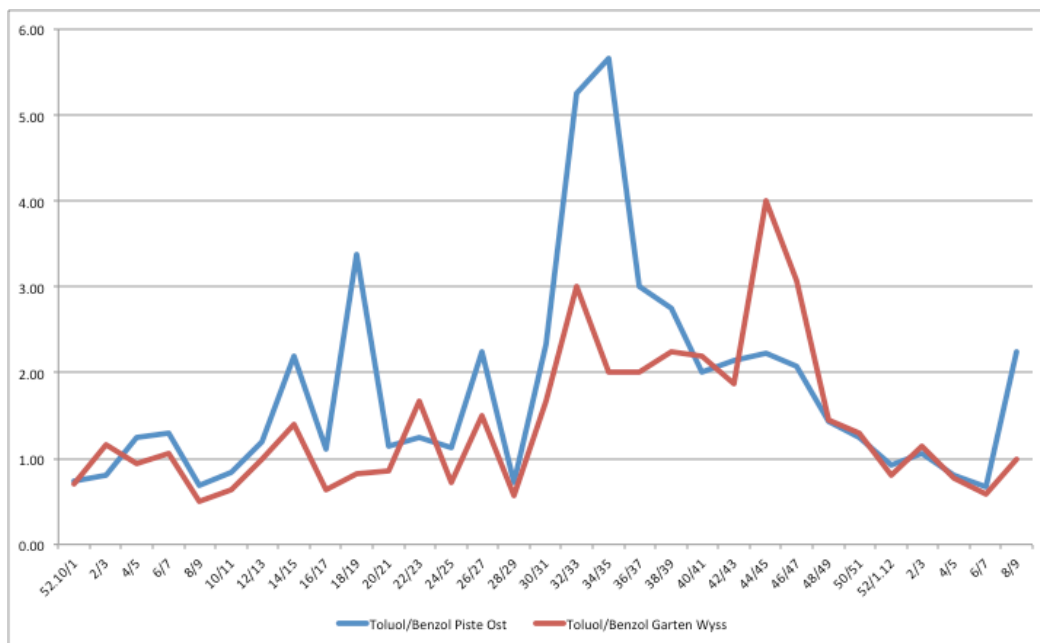


Abbildung 3 zeigt das Toluol/Benzol-Verhältnis an den beiden Standorten.

Abbildung 3 Toluol/Benzol-Verhältnis 2011



Das Verhältnis von Toluol zu Benzol betrug 2011 am Standort Piste Ost 1.9 und im Garten Wyss 1.5. Im Winterhalbjahr lag das Verhältnis sehr tief und erreichte teilweise Werte kleiner 1 (siehe auch Kapitel 5.1).

4.2 Ergebnisse ereignisorientierte VOC-Messungen

Voruntersuchung 30.6.2011 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Die Ergebnisse der Voruntersuchung, nahe an warmlaufenden Flugzeugen F/A-18, zeigten im Wesentlichen etwas höhere Werte von Undecan, Dodecan und Tridecan sowie der Xylole und der höheren Aromaten. Daneben konnte auch Chloroform, Tertrachlorethen, Chlorbenzol und 1,2-Dichlorbenzol in Konzentrationen von 1.3 bis 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nachgewiesen werden, was vermuten lässt, dass neben Abgasen vor allem Reinigungsemissionen erfasst wurden.

Tabelle 5: Ergebnisse Voruntersuchung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ort	Benzol	Toluol	Xylole	Dodecan
Holzlager	1.2	3.8	7	4.4

Ort	Formaldehyd	Acetaldehyd	Aceton
Holzlager	Nicht nachweisbar	15	15

Intensivbetrieb 3. bis 5.10.2011

Im Oktober 2011 hat in Meiringen ein Intensivtraining der Milizpiloten stattgefunden. Neben den regulären Flügen mit den F/A-18 standen die älteren Tiger-Flugzeuge im Einsatz. Vom 3.–5. Oktober war Numa Farronato der Carbotech AG vor Ort und führte Luftprobenahmen durch. Ziel dieser Kampagne vor Ort war die Erfassung der Luftbelastung nahe am Geschehen, während kürzerer Perioden mit viel Flugemissionen. Es wurden sowohl passive als auch aktive Probenahmen durchgeführt. Es wurde zudem eine Probenahme für Aldehyde (5.10.2011) durchgeführt.

Während den Kurzzeit-Messungen im Oktober 2011 konnten vor allem beim Schulhaus leicht erhöhte Dodecan-Werte gemessen werden. Alle übrigen VOC zeigten keine Auffälligkeiten. Dies obwohl während zweier Probenahmen starke Kerosengerüche wahrgenommen wurden.

Tabelle 6: Messresultate Intensivbetrieb 3.–5.10.2011 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ort	Benzol	Toluol	Xylole	Dodecan
Piste Ost Abplanalp	0.8	1.1	0.7	<VG
Schule	1.1	1.2	<VG	1.1
Garten Beat Wyss	0.9	1.7	1.1	0.5
Studio	1.1	2.1	1.1	0.3
Schule	<VG	0.6	0.4	1.2
Studio	<VG	0.9	0.6	<VG

Studio	0.5	0.9	0.6	0.2
Studio	0.2	0.7	0.27	0.04

Ort	Formaldehyd	Acetaldehyd	Aceton
Unterbrach Pisten Delta	Spur	13	9

Mit dem Ziel, auch während der austauscharmen Jahreszeit vereinzelte Kurzzeitmessungen mittels aktiven Probenahmen durchzuführen, wurden am 17. Januar 2012 VOC-Probenahmen an vier Standorten durchgeführt. Ergänzend wurde eine Aldehyd-Messung veranlasst. Auffällig sind die leicht erhöhten Benzol-Konzentrationen, vor allem bei der Schule.

Tabelle 7: Ergebnisse Normalbetrieb Winter 17.1.2012

Ort	Benzol	Toluol	Xylole	Dodecan
Hangar Piste Ost	2.8	2.6	2.2	0.4
Schule	4.0	2.5	1.8	0.2
Holzlager	0.7	0.5	0.4	0.1
Hof M. Zumbrunn	2.6	2.1	1.5	0.2

Dank der Unterstützung eines Bewohners konnten zwischen dem 19.1.2012 und dem 7.2.2012, am Standort Hof M. Zumbrunn weitere 10 Luftmessungen durchgeführt werden. Am 25.1.2012 wurde eine Messung an einem (seltenen) flugfreien Tag durchgeführt. Die Messresultate zeigten keine Auffälligkeiten.

Tabelle 8: Ergebnisse Normalbetrieb Winter 19.1 bis 7.2.2012 (Maximalwert 19.1.2012)

Ort	Benzol	Toluol	Xylole	Dodecan
Hof M. Zumbrunn	2.3	6.8	5.5	0.2

Aldehydmessung (16.2.2012)

Ort	Formaldehyd	Acetaldehyd	Aceton
Holzlager	< 2	6	< 2

5 Beurteilung

5.1 Lufthygienische Beurteilung

Im Jahr 2009 wurde im Auftrag mehrerer Kantone und des Bundesamtes für Umwelt an insgesamt 24 Standorten einjährige VOC-Immissions-Messkampagnen durchgeführt (Schneider, Carbotech 2011). Ziel dieser umfangreichen Messungen war, die Belastungssituation in der Schweiz abzuschätzen und eine Beurteilungsbasis für Resultate künftiger Messungen an andern Standorten bereitzustellen.

In der nachfolgenden Tabelle werden die VOC-Jahresmittelwerte 2011 an den beiden Standorten in Meiringen mit den 2009 gemessenen Mittelwerten verglichen. Zu diesem Zweck wurden die Mittelwerte aus den ersten 26 Messungen (27.12.2010–27.12.2011) an den Standorten Meiringen Piste Ost und Garten Wyss gebildet.

Tabelle 9: VOC-Jahresmittelwerte Meiringen 2011 und Schweiz 2009 (24 Standorte)

	Meiringen 2011		CH 2009
	Piste Ost	Garten Wyss	
Benzol	0.99	0.92	0.6 - 2.9
Ethylbenzol	0.26	0.16	0.2 - 2.8
Toluol	1.54	1.18	0.7 - 24.0
o-Xylol	0.30	0.21	0.1 - 4.0
m/p-Xylol	0.85	0.54	0.4 - 11.0
n-Heptan	0.16	0.11	0.1 - 2.9
n-Octan	0.08	0.06	0.0 - 3.4
Isooctan (2,2,4-TMPentan)	0.27	0.17	0.1 - 2.4
n-Nonan	0.05	0.04	0.0 - 3.9
n-Decan	0.08	0.08	0.0 - 2.7
Undecan	0.09	0.10	0.0 - 1.2
Dodecan	0.11	0.11	0.1 - 0.6
Tridecan	0.02	0.01	0.0 - 0.3
n-Propylbenzol	0.06	0.05	0.1 - 0.7
Cumol (Isopropylbenzol)	0.01	0.01	0.0 - 0.3
o-Ethyltoluol	0.06	0.04	0.0 - 0.9
m/p-Ethyltoluol	0.20	0.14	0.1 - 3.4
Mesitylen (1,3,5-TMB)	0.07	0.05	0.0 - 1.2
Pseudocumol (1,2,4-TMB)	0.22	0.16	0.1 - 3.7
Hemellitol (1,2,3-TMB)	0.06	0.04	0.0 - 1.0

Verglichen mit der durchschnittlichen Belastung in der Schweiz sind die VOC-Immissionskonzentrationen in Meiringen tief. Bei der Messkampagne 2009 wurden allerdings die meisten Standorte in Emittentennähe (Verkehr, Industrie) gewählt und sind nicht direkt mit Meiringen vergleichbar. Standorte in der Nähe von Emittenten zeigen bei den VOC-Immissionen kaum einen Jahresgang, gut durchlüftete oder Emittenten-ferne Standorte dagegen einen Jahresgang, der mit jenem in Meiringen vergleichbar ist.

Die VOC-Immissionen sind in Meiringen etwas höher als an einem ländlichen, strassenfernen Vergleichs-Standort, jedoch tiefer als an ländlichen Standorten in Autobahn-Nähe oder an Agglomerations-Standorten.

Dem ländlichen Vergleichs-Standort aus der Messkampagne 2009 entsprechen auch die tiefen Toluol/Benzol-Verhältnisse in Meiringen. Dieses Verhältnis beträgt im Jahresmittel in Meiringen Piste Ost 1.9, in Meiringen Garten Wyss 1.5 und am Vergleichs-Standort 2009 ebenfalls 1.5. Wie 2009 am ländlichen, strassen-fernen Standort liegen im Winterhalbjahr die Benzol-Immissionskonzentrationen oft höher als die Toluol-Konzentrationen, in Meiringen allerdings deutlicher als am Vergleichs-Standort. (An Standorten in der Nähe von Strassen wird auch im Winter immer deutlich mehr Toluol als Benzol gemessen, das Verhältnis liegt im Jahresmittel zwischen 3 und 4.)

Aus der Literatur ist bekannt, dass Militärjets unter Umständen wesentlich mehr Benzol als Toluol emittieren. Einzelne Messwerte im Winter zeigen deutlich höhere Benzol- als Toluol-Immissionen. Ein Einfluss der Jetemissionen auf das Toluol/Benzol-Verhältnis in Meiringen kann nicht ausgeschlossen werden. Die Benzol-Immissionen sind jedoch im Jahresmittel nicht signifikant erhöht.

Die VOC-Immissionen in Meiringen zeigen einzelne Spitzenwerte, den auffälligsten im Mai (Woche 18/19, siehe Abbildung 1) am Standort Piste Ost. In der CH-Messkampagne 2009 wurden an mehreren Standorten ähnliche Ereignisse festgestellt. In einzelnen Fällen fielen diese Spitzen mit einer Bautätigkeit in unmittelbarer Nähe zusammen, in Meiringen sind die Ursachen nicht bekannt.

Für Aldehyde und Ketone, wie sie bei den Stichprobenmessung bestimmt wurden, sind uns keine Aussenluftmessungen bekannt, die sich für einen Vergleich eignen würden.

Geruchsimmissionen

Kerosen hat einen charakteristischen Geruch. So wie dieser Geruch typisch für Zivilflughäfen ist, ist er auch im Nahbereich der Flugzeuge auf dem Flugplatz Meiringen wahrnehmbar. Nachdem die Kurzzeitmessungen gezeigt haben, dass auch in der Luft mit intensivem Kerosengeruch keine deutlich erhöhten VOC-Konzentrationen gemessen wurden, war klar, dass die geruchsbildenden Stoffe nicht zu den Hauptbestandteilen des Treibstoffs gehören. Es sind verschiedene Mercaptane für den Geruch von Kerosen und weiteren Erdölprodukten verantwortlich. Obwohl man einen Teil der Mercaptane bei der Entschwefelung eliminiert, bleiben genügend Mengen im Kerosen, um den typischen Geruch zu verursachen. Mercaptane können in sehr tiefen Konzentrationen, d.h. Nanogramm pro Kubikmeter Luft (Jon, (1986); Verschueren (1983)), mit der Nase wahrgenommen werden. Mercaptane sind nur in geringen Konzentrationen von einigen Dutzend bis einigen Hunderten ppm (Parts per Million) in Kerosen enthalten. Die leicht flüchtigen Mercaptane (Ethyl-, Methyl-, Amyl- und Allylmercaptan) verdunsten aber schneller als die anderen im Kerosen enthaltenen VOC. So ist die Flüchtigkeit zusammen mit dem tiefen Geruchsschwellenwert für die starken Geruchsimmissionen verantwortlich. Je nach Zusammensetzung des Kerosen ist es deshalb möglich, dass bei geringen VOC-Werten (z.B. Benzol $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ein deutlicher Kerosengeruch durch die Mercaptane wahrgenommen werden kann. Mercaptane sind in solch tiefen Konzentrationen mit den angewendeten Probenahme- und Analysemethoden nicht messbar.

5.2 Gesundheitliche Beurteilung²

Ziel dieses Abschnittes ist die Abschätzung von gesundheitlichen Risiken durch Schadstoffimmissionen des Militärflughafens Meiringen. Diese Abschätzung wird aufgrund der Messungen der flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe VOC vorgenommen, welche das Büro Carbotech AG über mehr als ein Jahr an zwei Orten im Umfeld des Flugplatzes durchgeführt hat. Von Vol-Beco standen zudem Angaben über die Belastung mit Stickstoffdioxid (NO₂) über die Jahre 2010 und 2011 zur Verfügung.

Die VOC- und NO₂-Belastungen werden mit den Auswirkungen langdauernder Belastungen derselben Stoffe aus anderen Quellen verglichen, wie sie aus Bevölkerungsstudien bekannt sind. Dabei orientierten wir uns an den Schweizer Immissionsgrenzwerten (Luftreinhalteverordnung LRV), dem Richtwert des Schweizer Bundesamtes für Gesundheit, den Richtwerten der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und den Richtwerten für die Innenraumluft des deutschen Umweltbundesamtes, da diese Grenz- und Richtwerte zum langfristigen Schutz der Allgemeinbevölkerung konzipiert sind.

Für Stoffe, zu denen es keine anerkannten Grenz- oder Richtwerte für die Bevölkerung gibt, stützten wir uns auf die maximal am Arbeitsplatz erlaubte Konzentration (MAK-Werte der SUVA) ab. Diese MAK-Werte entsprechen der höchstzulässigen Durchschnittskonzentration, die nach dem Stand der Kenntnisse bei den meisten Beschäftigten bei einer Einwirkung von 8 Stunden täglich und 42 Stunden pro Woche auch über längere Zeit die Gesundheit nicht gefährdet. Die MAK-Werte sind auf gesunde, arbeitsfähige Personen ausgelegt, während in der Allgemeinbevölkerung Kinder, betagte und kranke Personen auch vor Schäden geschützt werden müssen. Zudem ist die Bevölkerung Schadstoffen in der Aussenluft nicht nur während den Arbeitsstunden, sondern potenziell dauernd ausgesetzt, was bei der bevölkerungsbezogenen Beurteilung berücksichtigt werden muss. Bei gewissen Stoffen gibt es zusätzlich zu den auf die ganze Arbeitszeit ausgerichteten MAK-Werten Spitzenbegrenzungen für akute Wirkungen. Aus diesen und aus experimentellen Studien an Menschen können Informationen über akute Reizwirkungen an den Augen und den Schleimhäuten der Atemwege gewonnen werden.

Die Ergebnisse der stichprobenweise an mehreren Standorten erhobenen Messungen von flüchtigen Stoffen bei intensivem und normalem Flugbetrieb über einige Stunden werden anhand solcher Spitzenbegrenzungen, Reizschwellen und Geruchsschwellen aus experimentellen Studien beurteilt.

Benzol

Benzol ist in Treibstoffen enthalten, entsteht aber auch bei der Verbrennung anderer Energieträger wie zum Beispiel Holz. In der Raumluft ist Rauchen die wichtigste Benzolquelle. Die Geruchsschwelle liegt für empfindliche Personen bei 4.5 Milligramm pro Kubikmeter Luft (mg/m³). Benzol wirkt akut reizend auf Schleimhäute und Haut und führt zu Störung des Zentralnervensystems (Erregung, Depression). Eine akute Gefährdung wird ab 1'600 Milligramm pro Kubikmeter Luft (mg/m³) beschrieben (Gestis Stoffdatenbank). Die Hauptbedenken in Bezug auf Benzol sind langdauernde Belastungen, da Benzol als krebserregend eingestuft ist. Gemäss der internationalen Agentur für Krebsforschung IARC kann eine langjährige Belastung mit Benzol zu Erkrankungen des blutbildenden und des lymphatischen Systems führen, beispielsweise zu Leukämie.

² Kapitel 5.2 zu den Gesundheitlichen Auswirkungen wurde von Dr. med. Regula Rapp und Meltem Kutlar Joss, MSc ETH, MPH, von der Dokumentationsstelle Luftverschmutzung und Gesundheit, Departement Epidemiologie und Public Health, Schweizerisches Tropen- und Public Health Institut, assoziiertes Institut der Universität Basel, erstellt

Die SUVA legt den MAK-Wert bei 1.6 Milligramm pro Kubikmeter (1.6 mg/m^3) fest (2011). Die EU hat einen Grenzwert für die Aussenluft von 5 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft ($5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) definiert. Die Schweiz hat keinen Immissionsgrenzwert für Benzol festgelegt, da die Konzentrationen von krebserregenden Stoffen gemäss Luftreinhalteverordnung möglichst tief gehalten werden sollen (Minimierungsgebot).

Die im Mittel gemessenen $1.08 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ Benzol (Piste Ost Hof Abplanalp) liegen im Mittelfeld der Jahresdurchschnittsbelastung der Schweizer Bevölkerung:

In der Jahresstatistik 2010 des nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) werden für Benzol Jahresmittelwerte von $0.51 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Rigi-Seebodenalp) bis $1.04 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Zürich) angegeben. Die VOC-Messungen von Schneider (Carbotech AG, 2011) ergaben Jahresmittelwerte für Benzol im Jahr 2009 zwischen $0.6 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Bonfol) und $2.9 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Genf). Die in Meiringen gemessenen Werte sind vergleichbar mit den $1.1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ in Thun, Cadempino und Basel-St. Johann.

Der bei der Schule Unterbach über wenige Stunden am 17.1.2012 (Normalbetrieb, ungünstige Wetterlage) gemessene höchste Benzolwert von $4.0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ liegt in derselben Grössenordnung wie an verkehrsbelasteten Standorten in der Schweiz oder wie an der NABEL Station Zürich Kaserne. Die Stichprobenergebnisse einzelner Tage bei Intensivbetrieb des Flugplatzes lagen im Bereich von nicht nachweisbar bis 1.1 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft, das heisst nicht höher, als die über längere Zeit gemessenen Durchschnittswerte.

Damit liegt die gesundheitliche Belastung infolge Benzolemissionen durch Flugplatz und lokalen Verkehr im unteren Bereich derjenigen von bewohnten Gebieten der Schweiz. Ein zusätzliches Risiko durch den Flugbetrieb kann nicht ausgemacht werden.

Ethylbenzol

Ethylbenzol ist wie Benzol in Treibstoffen enthalten. Empfindliche Personen riechen Ethylbenzol im Experiment bereits ab etwa $30 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Cometto-Muniz 2009). Die Reizschwelle liegt bei 870 mg/m^3 (Ruth, 1986). Die Dämpfe des leicht flüchtigen Ethylbenzols können gut über den Atemweg aufgenommen werden. Akut wirkt es reizend auf die Augen und Atemwege und kann zu Störung des Zentralnervensystems führen. Hohe Dosen wirken narkotisierend. Zu den Gesundheitswirkungen bei langdauernder Belastung sind keine ausreichenden Angaben verfügbar (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, 2012).

Ein bevölkerungsbezogener Grenzwert existiert für Ethylbenzol nicht. Der MAK-Wert und der Kurzzeitgrenzwert (15 Minuten) liegen bei 435 mg/m^3 .

Ein Vergleich mit anderen Ethylbenzol-Jahresmittelwerten in der Schweiz zeigt, dass die in der Umgebung des Flugplatzes Meiringen gemessenen Mittelwerte mit $0.16 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Garten Beat Wyss) bis $0.26 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Piste Ost Hof Abplanalp) vergleichbar sind mit den tiefsten Mittelwerten, die im Rahmen der VOC-Messungen von 2009 (Schneider, Carbotech 2011) gemessen wurden ($0.2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ in Bonfol bzw. $0.3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ in Rothenbrunnen). Sie liegen auch im unteren Drittel der NABEL-Messungen im Jahr 2010. Hier werden für Ethylbenzol Jahresmittelwerte von $0.12 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Rigi-Seebodenalp) bis $0.54 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Zürich) angegeben.

Auch die höchsten Werte von bis zu $0.9 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, welche im Januar/Februar 2012 stichprobenweise bei ungünstigen Verhältnissen und Flugbetrieb über einige Stunden erhoben worden waren, liegen ein Vielfaches unter der hier beschriebenen Geruchschwelle oder gar den Konzentrationen, welche Reizungen hervorrufen.

Toluol

Toluol ist im Treibstoff und in Lösungsmitteln enthalten. Mit einer Zigarette wird ca. 0.1 mg Toluol aufgenommen. Die Geruchsschwelle wird ab 1 mg/m^3 (WHO 2000) angegeben. Es wirkt in hohen Konzentrationen auf das Gehirn und führt zu Erregung, Desorientierung, Zittern, Halluzinationen und Müdigkeit, Schwäche, Schwindel, Kopfweg, Schlaflosigkeit und Reizerscheinungen.

Für den Schutz der Bevölkerung empfiehlt die Weltgesundheitsorganisation (WHO 2000) einen Raumluft-Richtwert von $260 \mu\text{g/m}^3$ (Wochendurchschnitt).

In Meiringen wurde im Zeitraum von 27.12.2011 bis 5.3.2012 Mittelwerte von $1.6 \mu\text{g/m}^3$ (Piste Ost Hof Abplanalp) und $1.2 \mu\text{g/m}^3$ (Garten B. Wyss) für Toluol ermittelt. Diese Werte sind mit den tiefsten Werten der Messkampagne im Jahr 2009 (Schneider, Carbotech 2011) vergleichbar. In der Jahresstatistik 2010 des NABEL-Messnetzes werden für Toluol Jahresmittelwerte von $0.6 \mu\text{g/m}^3$ (Rigi-Seebodenalp) bis $3.51 \mu\text{g/m}^3$ (Zürich) angegeben. Auch der über wenige Stunden am 19. Januar 2012 gemessene höchste Wert von $6.8 \mu\text{g/m}^3$ (0.0068 mg/m^3) am Standort Hof Zumbrunn liegt weit unter wahrnehmbaren Konzentrationen oder dem von der WHO zum Schutz der Bevölkerung definierten Richtwert.

Eine kurz- oder langfristige Belastung mit diesen Toluol-Konzentrationen in Meiringen ist nicht mit einem nachweisbaren gesundheitlichen Risiko verbunden.

Xylol

Xylole finden Verwendung in Farben, Lacken, Klebern, Pestiziden und Treibstoffen. Empfindliche Personen können Xylol bereits bei tiefen Konzentrationen (Bereich $0.05\text{--}0.5 \text{ mg/m}^3$) als süßlichen Geruch wahrnehmen, wobei die Geruchsschwelle je nach Herkunft der Personen stark unterschiedlich ist (Hoshika, 1993) und sich in der Literatur auch viel höhere Geruchsschwellenwerte finden. Reizungen werden ab etwa 435 mg/m^3 angegeben (Ruth, 1986). m/p-Xylol reizt die Augen ab 870 mg/m^3 .

Die Aufnahme kann über die Atemwege sowie über die Haut erfolgen. Xylole wirken narkotisierend, können Schwindel und Erbrechen verursachen. Dabei wirken sie stärker narkotisch als Benzol.

Ein bevölkerungsbezogener Grenzwert existiert für Ethylbenzol nicht. Der MAK-Wert für Xylole wurde für gesunde Arbeitnehmende auf 435 mg/m^3 festgelegt. Spitzenwerte, gemittelt über 15 Minuten dürfen 870 mg/m^3 nicht überschreiten und pro Arbeitsschicht höchstens 4 mal vorkommen (Suva, 2011).

Die am Flughafen Meiringen gemessenen Langzeit-Mittelwerte von m/p-Xylol von $0.54 \mu\text{g/m}^3$ (Garten Beat Wyss) bis $0.87 \mu\text{g/m}^3$ (Piste Ost Hof Abplanalp) sowie von o-Xylol von $0.21 \mu\text{g/m}^3$ (Garten Beat Wyss) bis $0.3 \mu\text{g/m}^3$ (Piste Ost Hof Abplanalp) liegen zusammengezählt ($0.75\text{--}1.17 \mu\text{g/m}^3$) ein Vielfaches unter den hier beschriebenen Geruchsschwellenwerten, den MAK-Werten oder Werten, welche Reizungen auslösen könnten. Auch der am Standort Unterbach bei Normalbetrieb des Flugplatzes über einige Stunden gemessene höchste Xylol-Wert von $5.5 \mu\text{g/m}^3$ liegt weit darunter.

In der VOC-Messkampagne im Jahr 2009 (Schneider, Carbotech 2011) wurden für m/p-Xylol Jahresmittelwerte von minimal $0.4 \mu\text{g/m}^3$ (Bonfol) bis maximal $11.0 \mu\text{g/m}^3$ (Genf) ermittelt. In der Jahresstatistik 2010 des NABEL-Messnetzes werden für m/p-Xylol Jahresmittelwerte von $0.28 \mu\text{g/m}^3$ (Rigi-Seebodenalp) bis $1.84 \mu\text{g/m}^3$ (Zürich) angegeben.

Für o-Xylol wurden in der VOC-Messkampagne 2009 (Carbotech 2011) Jahresmittelwerte von minimal $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bonfol, Domat-Ems, Rothenbrunnen) bis maximal $4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Genf) ermittelt. Das NABEL mass 2010 für o-Xylol Jahresmittelwerte von $0.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rigi-Seebodenalp) bis $0.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Zürich). Damit gehört Meiringen zu den weniger belasteten Gebieten in der Schweiz. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Emissionen von Xyloolen des Militärflughafens Meiringen keine gesundheitschädlichen Effekte haben.

Alkane, n-Heptan

Alkane sind Bestandteil von Treibstoffen und werden als Lösungsmittel verwendet. Heptan ist hier dasjenige von mehreren gemessenen Alkanen mit dem höchsten Messwert. Heptan hat eine Geruchsschwelle von etwa $200 \text{mg}/\text{m}^3$. Höhere Konzentrationen führen zu leichter Reizung der Augen und Atemwege, ferner zu Beschwerden und Störungen des zentralen Nervensystems. Bei längerdauerndem Kontakt mit der Flüssigkeit kommt es zu Hautirritation.

Der MAK-Wert und der 15-Minuten Kurzzeitgrenzwert liegt bei $1'600 \text{mg}/\text{m}^3$, um Reizungen und längerfristige Schäden bei gesunden Arbeitnehmenden zu vermeiden.

Es gibt keine Studien in der Allgemeinbevölkerung, welche langfristige Folgen von niedrigen, in der Aussenluft durch Industrie oder Verkehr verursachten Belastungen mit Alkanen oder spezifisch Heptan nachgewiesen oder systematisch untersucht haben.

In Meiringen wurde im Zeitraum von 27.12.2011 bis 5.3.2012 für n-Heptan Mittelwerte von $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Piste Ost Hof Abplanalp) und $0.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hof Wyss) ermittelt. Das entspricht einem Bruchteil von nicht einmal einem Millionstel des Grenzwertes am Arbeitsplatz, der zum Schutz vor akuten und langfristigen Folgen eingehalten werden muss. Alle anderen Alkan-Konzentrationen liegen noch tiefer. Auch von der Summe aller dieser Verbindungen sind keinerlei Folgen zu erwarten, der Richtwert für Innenräume für die Summe der Kohlenwasserstoffe C9-C14 (d.h. mit 9-14 Kohlenstoffatomen) des deutschen Umweltbundesamtes liegt beispielsweise bei $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In der Jahresstatistik 2010 des nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) wird an der Messstation Zürich Kaserne für Heptan ein Jahresmittelwert von $0.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben. Im Bericht „VOC-Immissionsmessungen in der Schweiz 1991–2009“ lagen die Jahresmittelwerte für n-Heptan im Jahr 2009 zwischen $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit gehören die in Meiringen gemessenen Werte zu den tiefsten in der Schweiz.

Aldehyde, Formaldehyd, Acetaldehyd

Die Substanzen, welche zur Stoffgruppe der Aldehyde gehören, haben alle eine starke Reizwirkung auf die Schleimhäute der Nase, des Rachens und der oberen Atemwege, sowie auf die Augen. Hohe Konzentrationen werden wegen dieser örtlichen Reizwirkung nicht ertragen, deshalb kommt es nicht zu eigentlichen Vergiftungserscheinungen. Es gibt Tierversuche, welche darauf hindeuten, dass durch einige Aldehyde die Krebsentstehung gefördert werden könnte. Dabei wurden jedoch viel höhere Konzentrationen getestet, als sie in der Umwelt vorkommen.

Formaldehyd ist ein farbloses, stechend riechendes Gas, mit vielseitiger Verwendung: Holzwerkstoffplatten, Bodenversiegelung, Textilindustrie, Gummi- und Farbstoffproduktion etc. Es wird auch im menschlichen Stoffwechsel, in Pflanzen, im Tabakrauch und bei anderen Verbrennungsvorgängen gebildet. Eine nicht berufliche Belastung mit Formaldehyd kommt daher meist in Innenräumen zustande, zum Beispiel durch Passivrauchen oder in Neubauten.

Die Geruchsschwelle liegt etwa bei 0.1 mg/m^3 , einzelne Personen können noch kleinere Konzentrationen riechen. Konzentrationen von $0.6\text{-}1.2 \text{ mg/m}^3$ führen zu Reizung der Augen (WHO, 2010). Bereits solche Konzentrationen können bei Asthmatikern Atembeschwerden auslösen. Wegen diesen Reizwirkungen hat das Bundesamt für Gesundheit für Innenräume und Aufenthaltsräume die Empfehlung herausgegeben, die Konzentration nicht über 0.125 mg/m^3 ($= 125 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) steigen zu lassen.

Der MAK-Wert liegt bei 0.37 mg/m^3 . Der Kurzzeitgrenzwert (für Spitzen von 15 Minuten) wurde auf 0.74 mg/m^3 festgelegt. Ein langdauernder beruflicher Kontakt mit höheren Konzentrationen Formaldehyd kann nachgewiesenermassen zu einer Sensibilisierung und zum spezifischen Formaldehydasthma führen. Ferner wurden als Folge der stetigen Reizung der Schleimhäute gehäufte Fälle von Nasenhöhlenkrebs bei stark exponierten Personen (Einbalsamierer, Schreiner) berichtet, weswegen die internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) Formaldehyd in die Liste der krebserregenden Substanzen aufgenommen hat.

Die im Bereich der Nachweisgrenze liegenden Spuren von Formaldehyd, welche bei Intensivbetrieb im Pistendelta Unterbach gefunden wurden, stellen keine gesundheitliche Gefahr dar.

Zu Formaldehyd liegen keine Aussenluft-Messungen für die Schweiz vor. In einer multi-zentrischen europäischen Studie wurden in der Aussenluft in Städten Langzeitmittelwerte von $0.4\text{-}4.9 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ und in den entsprechenden Wohnungen $14.4\text{-}30.7 \text{ } \mu\text{g}$ Formaldehyd/ m^3 festgestellt (AIRMEX-Studie, Bruinen de Bruin 2008).

Acetaldehyd entsteht im Körper beim Abbau von Alkohol, in Pflanzen und im Tabakrauch. Auch Acetaldehyd wird in der chemischen Industrie vielfältig verwendet und Treibstoffen zugesetzt.

Acetaldehyd hat eine Geruchsschwelle von 0.385 mg/m^3 . In Kombination mit Formaldehyd kann es zu einem additiven oder synergistischen Effekt betreffend Geruchsschwelle kommen. Die Reizschwelle liegt bei 90 mg/m^3 , welche auch als MAK-Wert und Kurzzeitgrenzwert (15 Minuten) festgelegt ist.

Es gehört laut IARC zu den Stoffen mit möglicherweise krebserzeugender Wirkung. Durch Alkoholkonsum im Körper entstehendes Acetaldehyd schädigt die Leberzellen, führt zu Leberzirrhose und Leberkrebs. Es gibt keine Studien in der Allgemeinbevölkerung, welche die langfristige Folgen von niedrigen Konzentrationen von Acetaldehyd in der Aussenluft nachgewiesen oder systematisch untersucht haben, die Aufnahme aus der Aussenluft ist in jedem Fall sehr viel geringer als die Aufnahme durch Alkoholkonsum, Tabakrauch etc.

Die bei Intensivbetrieb gemessenen $13 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ im Pistendelta Unterbach liegen 30-fach unterhalb der Geruchsschwelle und vielfach unter dem MAK-Wert. Eine Gesundheitsgefährdung ist nicht zu erwarten.

Für Acetaldehyd gibt es keine Aussenluftmessungen in der Schweiz. Die in der AIRMEX-Studie in europäischen Städten festgestellten Aussenluftwerte lagen im Bereich $0.4\text{-}3.3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, die Raumluftwerte im Bereich $9.6\text{-}15.8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Die kurzfristigen Spitzenwerte im Pistendelta Unterbach liegen also im Bereich der langfristigen Wohnraumbelastung in europäischen Städten.

Aceton ist eine leicht entzündlich Flüssigkeit mit charakteristischem Geruch, die als Lösungsmittel, zum Entfetten, bei der Kunststoffherstellung etc. häufig verwendet wird. Auch im Stoffwechsel entsteht Aceton.

Der MAK-Wert liegt bei $1'200 \text{ mg/m}^3$, die Spitzenbegrenzung am Arbeitsplatz bei $2'400 \text{ mg/m}^3$. Bei höheren Konzentrationen treten Reizungen der Schleimhäute und der Augen sowie Müdigkeit auf. Diese und auch die Geruchsschwelle sind stark von der Gewöhnung abhängig; für die Geruchsschwelle wird eine Spannweite von $50\text{--}1000 \text{ mg/m}^3$ angegeben (Arts 2002, Review). Da Aceton rasch ausgeschieden wird, sind langfristige Folgen nicht bekannt. Die an zwei Orten über wenige Stunden gemessenen Konzentrationen von 9 respektive $15 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ liegen weit unter den Werten, die Reizungen auslösen könnten.

NO₂

Stickstoffdioxid NO₂ ist ein rotbraunes, stechend riechendes Gas, das bei Verbrennungsprozessen entsteht. In der Aussenluft ist die Treibstoffverbrennung, in der Raumluft sind Gasherde, Feuerstellen und Rauchen die massgeblichen Quellen. Die Geruchsschwelle liegt etwa bei $200 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, bei einschleichender Erhöhung der Konzentration tritt aber rasch eine Gewöhnung ein. Messbare Veränderungen der Lungenfunktion und Entzündungserscheinungen in den Atemwegen treten bei gesunden Personen in Experimenten etwa ab $2\text{--}3 \text{ mg NO}_2/\text{m}^3$ auf. Personen mit Asthma reagieren bereits auf geringere Dosen mit einer verstärkten Reaktion der Atemwegsmuskulatur (ab $3\text{--}500 \text{ } \mu\text{g/m}^3$). Sehr hohe Dosen können Atemnot und Lungenödem auslösen. Langdauernde Belastungen mit Stickstoffdioxid führten in Tierversuchen zu einer schlechteren Infektionsabwehr. Bei Kindern aus Haushaltungen mit Gasherden wurden ab $30\text{--}40 \text{ } \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ häufiger Atemwegsinfektionen wie Bronchitis und Lungenentzündung festgestellt. Die Luftreinhalteverordnung schreibt deshalb einen Grenzwert von $30 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ für den Jahresmittelwert vor und einen Wert von $80 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ als Tagesmittelgrenzwert.

In der Schweiz wurden 2010 in ländlichen Gebieten unterhalb von 1000 m Jahresmittelwerte von $13\text{--}21 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ gemessen, in städtischen und vorstädtischen Gebieten sowie in der Nähe von Autobahnen $24\text{--}45 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Die gemessenen Jahresmittelwerte von $8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Garten Beat Wyss) bis $17 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Hof Zumbrunn) sind vergleichsweise niedrig, der Wert von $20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ im Zentrum von Meiringen verkehrsbedingt. Ein Einfluss des Flugbetriebes auf die Gesundheit ist dadurch nicht zu erwarten.

Schlussfolgerung

Zur Beurteilung der Schadstoffe Benzol, Toluol, Formaldehyd und Stickstoffdioxid (NO₂) konnten wir bevölkerungsbezogene Grenz- oder Richtwerte heranziehen. Die gemessenen Werte lagen bei all diesen Schadstoffen unterhalb dieser Werte. Für die übrigen Stoffe haben wir Informationen über Reizschwellen und MAK-Werte herangezogen. Die Messergebnisse lagen für diese Stoffe tausendfach oder noch tiefer unter solchen Referenzwerten.

Alle in Meiringen gemessenen Werte sind daher niedriger als die Konzentrationen, welche akute oder langfristige Gesundheitsschäden bewirken, viele sehr viel niedriger. Dies gilt für die durchschnittlichen Werte über einen längeren Zeitraum, wie auch für die stichprobenweise erhobenen kurzfristigen Spitzenkonzentrationen. Unsere Bewertung gilt für die gesamte Belastung, da wir nicht nach Flugbetrieb und anderen Quellen differenzieren konnten.

Wir halten daher das Risiko für eine Gesundheitsgefährdung durch den Schadstoffausstoss des Flughafens in Meiringen für vernachlässigbar gering.

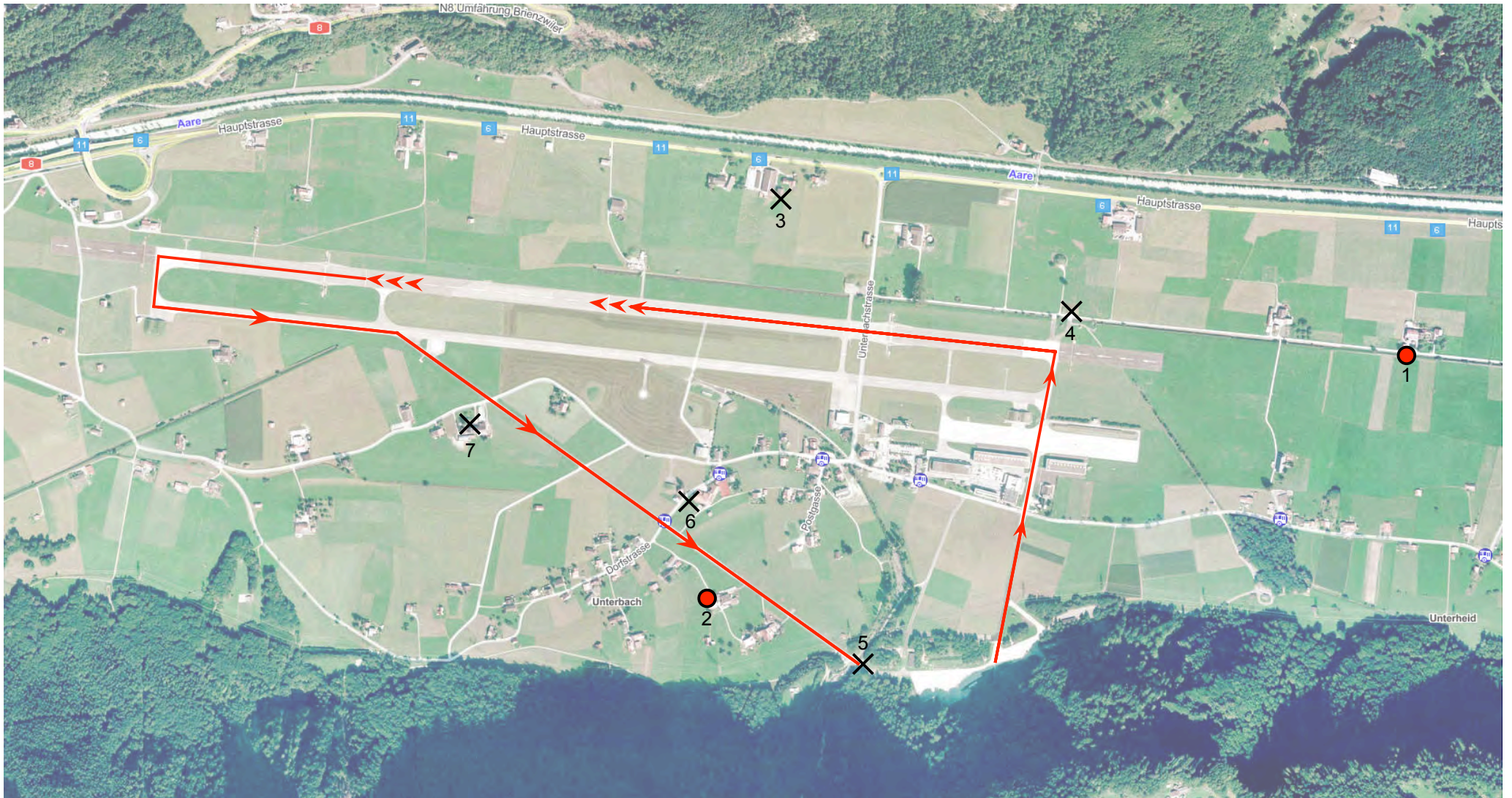
6 Fazit

Die Resultate der VOC-Immissionsmessungen in Meiringen zeigen eine relativ geringe Belastung, wie sie für einen ländlichen Standort zu erwarten sind. Signifikante Abweichungen von Messwerten früherer Kampagnen an verschiedenen Standorten in der Schweiz konnten nicht festgestellt werden. Ein gravierender Einfluss des Flughafens auf die Immissionsituation lässt sich an Hand der analysierten Substanzpalette nicht nachweisen. Ebenso darf eine Gesundheitsgefährdung durch diese Schadstoffe als vernachlässigbar gering eingestuft werden.

Literatur

- Arts JHE, Mojet J, van Gemert LJ, Emmen HH, Lammers JHCM, Marquart J, et al. An analysis of human response to the irritancy of acetone vapors. *Crit. Rev. Toxicol.* 2002 Jan;32(1):43–66.
- BAFU, EMPA, hrsg. NABEL – Luftbelastung 2010, Bern, 2011. Internet, cited 2012 Apr 3]. <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01620/index.html?lang=de>
- Bruinen de Bruin Y, Koistinen K, Kephelopoulos S, Geiss O, Tirendi S, Kotzias D. Characterisation of urban inhalation exposures to benzene, formaldehyde and acetaldehyde in the European Union. *Environ Sci Pollut Res.* 2008 Jul 1; 15 (5):417–30.
- Bundesamt für Gesundheit - Formaldehyd. Internet, cited 2012 Apr 3, <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/05381/index>.
- Cometto-Muñiz JE, Abraham MH. Olfactory detectability of homologous n-alkylbenzenes as reflected by concentration-detection functions in humans. *Neuroscience.* 2009 Jun 16; 161 (1): 236-248.
- EKL – BUWAL. Benzol in der Schweiz. Schriftenreihe Umwelt Nr. 350. BUWAL, Bern 2003.
- Hoshika Y, Imamura T, Muto G, Van Gemert LJ, Don JA, Walpot JJ. International comparison of odor threshold values of several odorants in Japan and in The Netherlands. *Environ Res.* 1993 Apr;61(1):78-83.
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. GESTIS-Stoffdatenbank. Internet, cited 2012 Mar 29. www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank.
- Jon H. Ruth (1986):“ Odor Thresholds and Irritation Levels of Several Chemical Substances“, *Am, Ind, Hyg, Assoc, J.* (47) p. A142- 151.
- Laska M, Hudson R. A Comparison of the Detection Thresholds of Odour Mixtures and Their Components. *Chem. Senses.* 1991 Dec 1; 16 (6):651–62.
- Luftreinhalte-Verordnung (LRV) SR 814.318.142.1. Stand 15.7.2010.
- Ruth JH. Odor thresholds and irritation levels of several chemical substances: a review. *Am Ind Hyg Assoc J* 1986; 47 (3): A142-151.
- Schneider A. VOC-Immissionsmessungen in der Schweiz 1991 - 2009. Carbotech AG, Basel 2011.
- SUVA. Grenzwerte am Arbeitsplatz 2012. SUVA Luzern, 2011. Internet. www.suva.ch/startseite-suva/praevention-suva/arbeit-suva/arbeitsmedizin-suva.htm.
- Umweltbundesamt. Gesundheit und Umwelthygiene - Richtwerte für die Innenraumluft. Internet, cited 2012 Mar 28. www.umweltbundesamt.de/gesundheit/innenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm
- Verschueren Karel (1984): Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals 2. Edition“, Van Nostrand, New York
- World Health Organization. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants Copenhagen: World Health Organisation; 2010. Internet, cited 2012 Mar 28. www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/air-quality/policy/indoor-air-quality/chemical-indoor-air-pollutants-selected-pollutants/who-guidelines-for-indoor-air-quality-selected-pollutants.
- World Health Organization. Air Quality Guidelines for Europe. 2nd ed. Copenhagen: World Health Organization; 2000.

Anhang 1: Karte mit Messstandorten



Legende :

- Bewegungen am Boden
- Start / Landung
- Fixstandorte Passivsammler
- Standorte Ereignisprobenahmen

Standorte :

- 1 Piste Ost Hof Abplanalp
- 2 Garten Beat Wyss
- 3 Studio
- 4 Hangar Piste Ost
- 5 Holzlager Diagonalstrasse
- 6 Schule
- 7 Hof M. Zumbrunn

Anhang 2: Analysedaten kontinuierliche Messungen

Resultate VOC Analytik

Auftragsnummer (Carbotech)
 Auftraggeber
 Firma / Amt
 Auftragsbezeichnung
 Projektnummer (Carbotech)

122
 Herr Gerrit Nejedly
 beco Berner Wirtschaft Economie Bernoise
 Immissionsmessungen Flugplatz Meiringen 2011_2012
 523

Probenbezeichnung Kunde	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof
	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp
Probenbezeichnung Carbotech	1502	1521	1543	1563	1580	1628	1652	1701	1731	1742	1769	1827	1839	1916	
Analyse	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	
Standort	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	
Passivsammler	HK 5488	HK 5499	HK 5506	HK 5464	HK5504	HK 5535	HK 5476	HK 5470	HK 5500	HK 7453	HK 7410	HK 7400	HK 7404	HK 5948	
Exposition von	27.12.10 13:45	10.1.11 10:40	24.1.11 10:55	7.2.11 15:25	21.2.11 15:00	7.3.11 11:15	21.3.11 11:15	4.4.11 15:20	18.4.11 10:50	2.5.11 11:05	16.5.11 11:05	30.5.11 11:00	14.6.11 15:10	27.6.11 9:55	
Exposition bis	10.1.11 10:40	24.1.11 10:55	7.2.11 15:25	21.2.11 15:00	7.3.11 11:15	21.3.11 11:15	4.4.11 15:20	18.4.11 10:50	2.5.11 11:05	16.5.11 10:50	30.5.11 11:00	14.6.11 15:10	27.6.11 9:55	11.7.11 11:20	
Expositionsdauer (h)	333	336	341	336	332	336	340	332	336	336	336	364	307	337	
Substanzen	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	
Benzol	2.7	1.6	2.1	1.7	1.6	1.2	1	0.5	0.9	1.6	0.7	0.4	0.8	0.4	
Ethylbenzol	0.4	0.3	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	0.2	0.1	0.2	0.2	
Toluol	2	1.3	2.6	2.2	1.1	1	1.2	1.1	1	5.4	0.8	0.5	0.9	0.9	
o-Xylol	0.4	0.3	0.6	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.1	0.2	0.2	
m/p-Xylol	1.3	0.9	1.8	1.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.5	3	0.5	0.3	0.6	0.6	
Styrol	0.1	< VG	0.1	< VG	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	< VG	0.03	0.02	0.04	0.04	
n-Heptan	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.07	0.1	0.1	0.1	0.9	0.08	0.05	0.1	0.07	
n-Octan	0.1	0.07	0.1	0.1	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.2	0.08	0.05	0.08	0.05	
Isooctan (2,2,4-TMPentan)	0.4	0.3	0.6	0.5	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	1.1	0.2	0.1	0.2	0.1	
n-Nonan	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.04	0.04	0.07	0.06	0.09	0.06	0.04	0.04	0.04	
n-Decan	0.1	0.09	0.2	0.2	0.02	< VG	0.03	0.05	0.06	0.03	< VG	< VG	< VG	< VG	
Undecan	0.1	0.08	0.3	0.2	0.03	0.1	0.1	0.1	0.06	0.1	0.06	0.04	0.04	0.02	
Dodecan	0.09	< VG	0.2	0.1	< VG	< VG	0.4	< VG	0.07	< VG	0.04	< VG	< VG	< VG	
Tridecan	< VG	< VG	0.09	0.07	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
n-Propylbenzol	0.08	0.06	0.1	0.09	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.2	0.04	0.02	0.04	0.04	
Cumol (Isopropylbenzol)	0.02	< VG	0.03	0.02	< VG	< VG	< VG	0.02	0.02	0.05	0.02	< VG	< VG	0.02	
o-Ethyltoluol	0.09	0.06	0.1	0.09	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.2	0.05	0.02	0.04	0.03	
m/p-Ethyltoluol	0.3	0.2	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.6	0.2	0.06	0.1	0.1	
-															
Mesitylen (1,3,5-TMB)	0.1	0.07	0.2	0.1	0.04	0.02	0.04	0.05	0.04	0.2	0.06	0.02	0.05	0.03	
Pseudocumol (1,2,4-TMB)	0.4	0.3	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.6	0.2	0.09	0.2	0.1	
Hemellitilol (1,2,3-TMB)	0.1	0.07	0.1	0.1	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.1	0.06	0.02	0.04	0.04	
alpha-Pinen	0.2	0.2	0.3	0.3	0.08	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.2	0.2	
beta-Pinen	0.09	0.07	0.1	0.1	0.03	< VG	0.04	0.06	0.04	0.06	0.08	0.04	0.07	0.1	
3-Caren	0.03	0.03	0.03	0.03	< VG	< VG	< VG	0.04	< VG	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	
Camphen	0.04	0.03	0.04	0.04	< VG	< VG	0.03	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.08	
Limonen	0.07	0.05	0.05	0.06	< VG	0.06	< VG	0.05	< VG	0.02	0.04	0.03	0.1	0.2	
Chloroform	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.04	0.03	0.04	0.06	0.1	0.04	0.03	0.04	0.04	
1,1,1-Trichlorethan	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	
1,1,2-Trichlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
1,1,2,2-Tetrachlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
Tetrachlorkohlenstoff	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	
Trichlorethen	< VG	0.03	0.01	0.03	0.02	< VG	< VG	< VG	0.01	0.01	< VG	< VG	< VG	0.02	
Tetrachlorethen (Per)	0.03	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.03	0.07	0.04	0.03	0.02	0.03	
Chlorbenzol	0.06	< VG	0.4	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.6	
1,2-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
1,3-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
1,4-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.02	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	

* Werte unterhalb der Vertrauensgrenze wurden "< VG" bezeichnet
 Blindwerte des Sammlers und des Lösungsmittels wurden subtrahiert

Resultate VOC Analytik

Auftragsnummer (Carbotech)
 Auftraggeber
 Firma / Amt
 Auftragsbezeichnung
 Projektnummer (Carbotech)

Probenbezeichnung Kunde	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof	Piste Ost Hof
	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp	Abplanalp
Probenbezeichnung Carbotech	1937	1959	1990	2000	2036	2076	2122	2145	2200	2224	2263	2279	2323	2357	
Analyse	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	
Standort	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	
Passivsammler	HK 5961	XQ 2715	XQ 3013	XQ 2743	XQ 3427	XQ 3478	XQ 3088	XQ 3044	XQ 2990	XQ 3419	XQ 3495	XQ 4353	XQ 4044	XQ 4348	
Exposition von	11.7.11 11:20	25.7.11 11:20	8.8.11 15:05	22.8.11 11:10	5.9.11 9:45	19.9.11 13:35	3.10.11 13:55	17.10.11 10:35	31.10.11 13:55	14.11.11 16:20	28.11.11 8:10	12.12.11 14:50	27.12.11 14:25	9.1.12 15:10	
Exposition bis	25.7.11 11:20	8.8.11 15:05	22.8.11 11:10	5.9.11 9:45	19.9.11 13:35	3.10.11 13:55	17.10.11 10:35	31.10.11 13:55	14.11.11 16:20	28.11.11 8:10	12.12.11 14:50	27.12.11 14:25	9.1.12 15:10	23.1.12 15:00	
Expositionsdauer (h)	336	340	332	335	340	336	333	339	338	328	343	360	313	336	
Substanzen	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	
Benzol	0.7	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.5	1.4	1.2	1.2	1.6	
Ethylbenzol	0.09	0.08	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	
Toluol	0.5	0.7	2.1	1.7	0.9	1.1	1	1.5	2	3.1	2	1.5	1.1	1.7	
o-Xylol	0.09	0.09	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.6	0.4	0.3	0.2	0.3	
m/p-Xylol	0.2	0.2	1	0.8	0.6	0.5	0.5	0.7	0.9	1.6	1	0.7	0.6	0.9	
Styrol	< VG	< VG	< VG	0.03	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.04	< VG	< VG	< VG	0.05	
n-Heptan	0.05	0.07	0.2	0.2	0.09	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	
n-Octan	0.04	0.06	0.1	0.1	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.1	0.09	0.07	0.05	0.09	
Isooctan (2,2,4-TMPentan)	0.4	0.08	0.4	0.3	0.09	0.1	0.09	0.2	0.2	0.2	0.1	< VG	< VG	0.08	
n-Nonan	0.02	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.03	0.02	0.03	0.08	0.03	0.04	0.02	0.09	
n-Decan	0.02	0.1	0.1	0.1	0.09	0.1	0.1	0.09	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	
Undecan	0.07	0.1	0.05	0.02	0.1	0.08	0.1	0.03	0.08	0.2	0.1	0.1	0.2	0.09	
Dodecan	0.06	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1	0.06	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	
Tridecan	< VG	< VG	< VG	< VG	0.09	0.05	0.09	< VG	0.02	0.08	0.02	0.1	< VG	0.2	
n-Propylbenzol	0.03	0.04	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.05	0.07	0.1	0.08	0.06	0.07	0.09	
Cumol (Isopropylbenzol)	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.02	< VG	0.03	< VG	< VG	< VG	0.03	
o-Ethyltoluol	0.02	0.03	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.1	0.07	0.06	0.05	0.09	
m/p-Ethyltoluol	0.07	0.07	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	
-															
Mesitylen (1,3,5-TMB)	0.02	0.03	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07	0.1	0.08	0.07	0.06	0.1	
Pseudocumol (1,2,4-TMB)	0.09	0.09	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	
Hemellitilol (1,2,3-TMB)	< VG	0.03	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.04	0.07	0.1	0.07	0.06	0.05	0.08	
alpha-Pinen	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.5	0.2	0.2	0.2	
beta-Pinen	0.07	0.06	0.1	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.1	0.2	0.2	0.09	0.05	0.1	
3-Caren	0.04	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.08	0.06	0.03	0.03	0.07	
Camphen	0.05	0.06	0.08	0.05	0.05	0.06	0.06	0.04	0.06	0.08	0.05	0.03	0.03	0.05	
Limonen	0.2	0.1	0.1	0.1	0.08	0.05	0.06	< VG	0.06	0.09	0.08	0.08	0.06	0.1	
Chloroform	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	
1,1,1-Trichlorethan	0.03	0.03	< VG	< VG	< VG	0.02	0.03	0.03	< VG	< VG	< VG	0.03	0.03	0.03	
1,1,2-Trichlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
1,1,2,2-Tetrachlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
Tetrachlorkohlenstoff	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	
Trichlorethen	0.01	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.03	< VG	< VG	0.01	< VG	0.01	
Tetrachlorethen (Per)	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.06	0.07	0.07	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	
Chlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.02	0.03	0.03	< VG	0.03	< VG	< VG	0.02	
1,2-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.03	0.04	< VG	0.03	< VG	< VG	0.04	0.04	0.04	
1,3-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
1,4-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.02	0.02	0.04	

* Werte unterhalb der Vertrauensgrenze wurden "< VG" bezeichnet
 Blindwerte des Sammlers und des Lösungsmittels wurden subtrahiert

Resultate VOC Analytik

Auftragsnummer (Carbotech)
 Auftraggeber
 Firma / Amt
 Auftragsbezeichnung
 Projektnummer (Carbotech)

122
 Herr Gerrit Nejedly
 beco Berner Wirtschaft Economie Bernoise
 Immissionsmessungen Flugplatz Meiringen 2011_2012
 523

Probenbezeichnung Kunde	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss
Probenbezeichnung Carbotech	1503	1522	1544	1564	1581	1629	1653	1702	1732	1743	1770	1828	1840	1917	
Analyse	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	
Standort	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	
Passivsammler	HK 5514	HK 5452	HK 5437	HK 5501	HK 5474	HK 5469	HK 5481	HK 5516	HK 7398	HK 7405	HK 7476	HK 7444	HK 7408	HK 5905	
Exposition von	27.12.10 14:05	10.1.11 11:00	24.1.11 11:15	7.2.11 15:40	21.2.11 15:15	7.3.11 11:35	21.3.11 11:30	4.4.11 15:35	18.4.11 11:05	2.5.11 10:55	16.5.11 11:05	30.5.11 11:25	14.6.11 15:25	27.6.11 10:20	
Exposition bis	10.1.11 11:00	24.1.11 11:15	7.2.11 15:40	21.2.11 15:15	7.3.11 11:35	21.3.11 11:30	4.4.11 15:35	18.4.11 11:05	2.5.11 11:20	16.5.11 11:05	30.5.11 11:25	14.6.11 15:25	27.6.11 10:20	11.7.11 11:35	
Expositionsdauer (h)	333	336	340	336	332	336	340	332	336	336	336	364	307	337	
Substanzen	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	
Benzol	2	1.9	1.8	1.6	1.8	1.4	0.8	0.5	1.1	1.1	0.7	0.3	0.7	0.4	
Ethylbenzol	0.2	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.08	0.1	0.1	
Toluol	1.4	2.2	1.7	1.7	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6	
o-Xylol	0.3	0.6	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.09	0.1	0.1	
m/p-Xylol	0.8	1.6	1.1	1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	
Styrol	0.08	< VG	< VG	0.05	< VG	0.03	< VG	0.04	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.03	
n-Heptan	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.07	0.06	0.08	0.09	0.1	0.06	0.05	0.06	0.06	
n-Octan	0.07	0.1	0.08	0.1	0.05	0.05	0.03	0.04	0.05	0.06	0.04	0.03	0.04	0.04	
Isooctan (2,2,4-TMPentan)	0.2	0.4	0.4	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	
n-Nonan	0.08	0.1	0.1	0.1	0.05	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	
n-Decan	0.1	0.1	0.1	0.2	< VG	< VG	< VG	0.04	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
Undecan	0.09	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.04	0.06	0.1	0.08	0.06	0.03	
Dodecan	0.2	< VG	< VG	0.09	0.08	< VG	0.3	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
Tridecan	< VG	< VG	< VG	0.05	< VG	0.02	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
n-Propylbenzol	0.06	0.09	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	
Cumol (Isopropylbenzol)	< VG	0.03	0.02	0.02	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.02	< VG	< VG	< VG	< VG	
o-Ethyltoluol	0.06	0.1	0.07	0.08	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	
m/p-Ethyltoluol	0.2	0.4	0.3	0.3	0.1	0.08	0.09	0.1	0.09	0.1	0.08	0.05	0.07	0.09	
-															
Mesitylen (1,3,5-TMB)	0.07	0.1	0.08	0.08	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	
Pseudocumol (1,2,4-TMB)	0.3	0.5	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.08	0.1	0.1	
Hemellitilol (1,2,3-TMB)	0.07	0.1	0.06	0.08	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	< VG	0.02	0.03	
alpha-Pinen	0.1	0.2	0.2	0.2	0.05	0.06	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	
beta-Pinen	0.06	0.08	0.06	0.09	0.02	0.02	0.03	0.1	0.1	0.06	0.08	0.04	0.08	0.09	
3-Caren	0.03	0.03	0.02	0.02	< VG	< VG	< VG	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06	0.06	
Camphen	0.03	0.03	0.03	0.05	0.02	< VG	0.03	0.06	0.07	0.04	0.04	0.04	0.05	0.09	
Limonen	0.05	0.08	0.03	0.05	< VG	0.07	0.06	0.07	0.08	0.04	0.03	0.04	0.07	0.1	
Chloroform	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.02	0.04	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	
1,1,1-Trichlorethan	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	
1,1,2-Trichlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
1,1,2,2-Tetrachlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
Tetrachlorkohlenstoff	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
Trichlorethen	< VG	0.04	0.02	0.03	0.01	0.01	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.02	
Tetrachlorethen (Per)	0.02	0.04	0.04	0.06	0.05	0.05	0.03	0.07	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	
Chlorbenzol	0.1	< VG	0.9	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.6	
1,2-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
1,3-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
1,4-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	

* Werte unterhalb der Vertrauensgrenze wurden "< VG" bezeichnet
 Blindwerte des Sammlers und des Lösungsmittels wurden subtrahiert

Resultate VOC Analytik

Auftragsnummer (Carbotech)
 Auftraggeber
 Firma / Amt
 Auftragsbezeichnung
 Projektnummer (Carbotech)

Probenbezeichnung Kunde	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss	Garten Beat Wyss
Probenbezeichnung Carbotech	1938	1960	1991	2001	2037	2077	2123	2146	2201	2225	2264	2280	2324	2358	
Analyse	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	Passivsammler	
Standort	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	
Passivsammler	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	Meiringen	
Exposition von	HK 5974	XQ 3054	XQ 3086	XQ 3029	XQ 3414	XQ 3484	XQ 3090	XQ 3507	XQ 3508	XQ 3428	XQ 3490	XQ 4373	XQ 4397	XQ 4400	
Exposition bis	11.7.11 11:35	25.7.11 11:35	8.8.11 15:20	22.8.11 11:25	5.9.11 10:00	19.9.11 13:50	3.10.11 14:30	17.10.11 10:55	31.10.11 14:30	14.11.11 16:40	28.11.11 8:35	12.12.11 15:05	27.12.11 14:40	9.1.12 15:00	
Expositionsdauer (h)	336	340	332	335	340	337	332	340	338	328	343	360	312	336	
Substanzen	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*
Benzol	0.7	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1.3	1.1	1	1	1.4	
Ethylbenzol	0.08	0.06	0.06	0.07	0.08	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	
Toluol	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.9	1.1	1.5	3.6	4	1.6	1.3	0.8	1.6	
o-Xylol	0.09	0.07	0.08	0.07	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	
m/p-Xylol	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.9	1.3	0.8	0.8	0.4	0.9	
Styrol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	
n-Heptan	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06	0.09	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	
n-Octan	0.03	0.03	0.05	0.04	0.05	0.06	0.09	0.08	0.08	0.1	0.08	0.07	0.05	0.08	
Isooctan (2,2,4-TMPentan)	0.1	0.04	0.1	0.08	0.06	0.05	0.03	0.1	0.1	0.2	0.06	0.03	< VG	< VG	
n-Nonan	0.02	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	< VG	0.04	0.08	0.04	0.07	< VG	0.08	
n-Decan	< VG	0.09	0.08	0.07	0.08	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	
Undecan	0.07	0.07	0.05	0.02	0.09	0.1	0.09	0.07	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	
Dodecan	< VG	0.1	0.1	0.05	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3	
Tridecan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.04	0.06	< VG	0.03	0.08	< VG	0.1	< VG	0.2	
n-Propylbenzol	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.06	0.07	0.1	0.07	0.07	0.05	0.08	
Cumol (Isopropylbenzol)	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.02	< VG	< VG	0.03	< VG	0.01	< VG	0.03	
o-Ethyltoluol	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.04	0.06	0.1	0.06	0.05	0.04	0.08	
m/p-Ethyltoluol	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	
-															
Mesitylen (1,3,5-TMB)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.05	0.07	0.1	0.07	0.07	0.06	0.1	
Pseudocumol (1,2,4-TMB)	0.09	0.08	0.05	0.05	0.08	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	
Hemellit (1,2,3-TMB)	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.04	0.06	0.1	0.06	0.06	0.04	0.08	
alpha-Pinen	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	
beta-Pinen	0.08	0.07	0.2	0.08	0.08	0.07	0.07	0.05	0.07	0.1	0.09	0.06	0.05	0.09	
3-Caren	0.05	0.06	0.08	0.05	0.07	0.06	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.06	
Camphen	0.07	0.08	0.1	0.07	0.07	0.06	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.04	
Limonen	0.09	0.07	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	< VG	0.02	0.05	0.03	0.1	0.05	0.07	
Chloroform	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	
1,1,1-Trichlorethan	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	< VG	< VG	0.03	0.03	0.03	
1,1,2-Trichlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
1,1,2,2-Tetrachlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
Tetrachlorkohlenstoff	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	
Trichlorethen	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.02	< VG	< VG	0.01	< VG	0.01	
Tetrachlorethen (Per)	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
Chlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.02	< VG	0.02	0.08	0.03	0.02	
1,2-Dichlorbenzol	< VG	0.02	< VG	< VG	< VG	0.04	< VG	0.02	< VG	0.03	0.03	0.08	0.04	0.04	
1,3-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	
1,4-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.03	0.02	0.04	

* Werte unterhalb der Vertrauensgrenze wurden "< VG" bezeichnet
 Blindwerte des Sammlers und des Lösungsmittels wurden subtrahiert

Anhang 3: Analysedaten ereignisorientierte Messungen VOC und Aldehyde

Resultate VOC Analytik

Auftragsnummer (Carbotech)	122
Auftraggeber	Herr Gerrit Nejedly
Firma / Amt	beco Berner Wirtschaft Economie Bernoise
Auftragsbezeichnung	Meiringen
Projektnummer (Carbotech)	523

Probenbezeichnung Kunde	Holzlager Diagonalstrasse	Vertrauensgrenze
Probenbezeichnung Carbotech	1867	VG (ug/m3)
	SKC-Tube	
Analyse	apolare VOC	
Standort	Meiringen	
Probenahmedatum	30.06.2011	1500
Fluss (ml/min)	2000	
Dauer (min)	25	
Volumen (L)	50	50
Substanzen	ug/m3*	(ug/m3)
Benzol	1.2	0.16
Ethylbenzol	1.9	0.16
Toluol	3.8	0.16
o-Xylol	2.7	0.17
m/p-Xylol	4.3	0.17
Styrol	< VG	0.38
n-Heptan	1	0.16
n-Octan	1.9	0.16
Isooctan (2,2,4-TMPentan)	0.9	0.16
n-Nonan	2.2	0.16
n-Decan	2.8	0.16
Undecan	3.8	0.16
Dodecan	4.4	0.16
Tridecan	4.7	0.16
n-Propylbenzol	3.2	0.16
Cumol (Isopropylbenzol)	2.8	0.16
o-Ethyltoluol	3	0.17
m/p-Ethyltoluol	6	0.16
-		
Mesitylen (1,3,5-TMB)	3.2	0.16
Pseudocumol (1,2,4-TMB)	3.5	0.16
Hemellitil (1,2,3-TMB)	3.5	0.18
alpha-Pinen	2.7	0.17
beta-Pinen	< VG	0.17
3-Caren	< VG	0.17
Camphen	< VG	0.17
Limonen	< VG	0.17
Chloroform	1.3	0.17
1,1,1-Trichlorethan	< VG	0.16
1,1,2-Trichlorethan	< VG	0.16
1,1,2,2-Tetrachlorethan	< VG	0.18
Tetrachlorkohlenstoff	1.9	0.16
Trichlorethen	< VG	0.15
Tetrachlorethen (Per)	1.6	0.16
Chlorbenzol	1.3	0.17
1,2-Dichlorbenzol	3	0.19
1,3-Dichlorbenzol	< VG	0.19
1,4-Dichlorbenzol	< VG	0.19

* Werte unterhalb der Vertrauensgrenze wurden "< VG" bezeichnet
Blindwerte des Sammlers und des Lösungsmittels wurden subtrahiert

Resultate VOC Analytik

Auftragsnummer (Carbotech) 122
 Auftraggeber Herr Gerrit Nejedly
 Firma / Amt beco Berner Wirtschaft Economie Bernoise
 Auftragsbezeichnung Meiringen
 Projektnummer (Carbotech) 523

Probenbezeichnung Kunde	Piste Ost		Garten Beat		Studio Richtung				Vertrauensgrenze	Vertrauensgrenze	Vertrauensgrenze
	Abplanalp	Schule	Wyss	Startbahn	Schulhaus	Studio	Studio	Studio			
Probenbezeichnung Carbotech	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	VG (ug/m3)	VG (ug/m3)	VG (ug/m3)
Analyse	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	SKC-Tube apolare VOC	SKC-Tube apolare VOC	SKC-Tube apolare VOC	SKC-Tube apolare VOC	Passivsammler apolare VOC	SKC-Tube apolare VOC	SKC-Tube apolare VOC
Standort	Ost Hof Abplanalp		Garten Beat Wyss								
Passivsammler	BZ 2953	BZ 2943	BZ 2904	BZ 2913							
Exposition von	3.10.11 15:50	3.10.11 16:45	3.10.11 12:15	3.10.11 17:00							
Exposition bis	5.10.11 18:10	5.10.11 18:20	5.10.11 18:25	5.10.11 19:20							
Expositionsdauer (h)	50	50	54	50					50		
Probenahmedatum					04.10.2011	04.10.2011	05.10.2011	05.10.2011		1500	1500
Fluss (ml/min)					1000	1000	1000	1000			
Dauer (min)					20	30	126	350			
Volumen (L)					20	30	126	350		20	350
Substanzen	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	(ug/m3)	(ug/m3)	(ug/m3)
Benzol	0.8	1.1	0.9	1.1	< VG	< VG	0.5	0.2	0.07	0.39	0.02
Ethylbenzol	0.2	< VG	0.3	0.3	< VG	< VG	0.2	0.07	0.10	0.39	0.02
Toluol	1.1	1.2	1.7	2.1	0.6	0.9	0.9	0.7	0.08	0.39	0.02
o-Xylol	0.2	< VG	0.3	0.3	< VG	< VG	0.2	0.07	0.10	0.42	0.02
m/p-Xylol	0.5	< VG	0.8	0.8	0.4	0.6	0.4	0.2	0.10	0.42	0.02
Styrol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.22	0.94	0.05
n-Heptan	0.2	0.3	0.3	0.2	< VG	< VG	0.09	0.04	0.09	0.39	0.02
n-Octan	< VG	0.1	0.2	0.1	< VG	< VG	0.09	0.03	0.10	0.39	0.02
Isooctan (2,2,4-TMPentan)	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.1	0.1	0.10	0.39	0.02
n-Nonan	< VG	< VG	0.1	< VG	< VG	< VG	0.2	0.03	0.11	0.39	0.02
n-Decan	< VG	< VG	0.1	< VG	0.8	< VG	0.3	0.06	0.11	0.39	0.02
Undecan	0.2	0.3	0.2	0.6	< VG	0.3	0.3	0.05	0.12	0.39	0.02
Dodecan	< VG	1.1	0.5	0.3	1.2	< VG	0.2	0.04	0.12	0.39	0.02
Tridecan	< VG	< VG	< VG	0.1	< VG	< VG	0.08	< VG	0.12	0.39	0.02
n-Propylbenzol	< VG	0.2	0.1	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.11	0.39	0.02
Cumol (Isopropylbenzol)	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.11	0.39	0.02
o-Ethyltoluol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.07	< VG	0.11	0.42	0.02
m/p-Ethyltoluol	0.1	0.2	0.2	0.2	< VG	0.3	0.2	0.06	0.10	0.39	0.02
-											
Mesitylen (1,3,5-TMB)	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.10	0.39	0.02
Pseudocumol (1,2,4-TMB)	< VG	< VG	0.1	< VG	0.5	< VG	0.2	0.05	0.11	0.39	0.02
Hemellitol (1,2,3-TMB)	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.07	< VG	0.12	0.44	0.03
alpha-Pinen	0.1	0.3	0.2	< VG	< VG	< VG	0.07	0.04	0.12	0.42	0.02
beta-Pinen	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.12	0.42	0.02
3-Caren	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.13	0.42	0.02
Camphen	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.13	0.42	0.02
Limonen	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.1	0.04	0.13	0.42	0.02
Chloroform	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.08	0.42	0.02
1,1,1-Trichlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.09	0.39	0.02
1,1,2-Trichlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.09	0.39	0.02
1,1,2,2-Tetrachlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.10	0.44	0.03
Tetrachlorkohlenstoff	0.2	0.2	0.2	0.2	< VG	< VG	0.2	0.3	0.09	0.39	0.02
Trichlorethen	< VG	0.08	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.08	0.37	0.02
Tetrachlorethen (Per)	< VG	< VG	0.09	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.09	0.39	0.02
Chlorbenzol	0.1	< VG	0.1	0.1	< VG	< VG	< VG	< VG	0.09	0.42	0.02
1,2-Dichlorbenzol	0.3	0.3	0.2	0.3	< VG	< VG	< VG	< VG	0.11	0.47	0.03
1,3-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.12	0.47	0.03
1,4-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.11	0.47	0.03

* Werte unterhalb der Vertrauensgrenze wurden "< VG" bezeichnet
 Blindwerte des Sammlers und des Lösungsmittels wurden subtrahiert

Resultate VOC Analytik

Auftragsnummer (Carbotech) 122
 Auftraggeber Herr Gerrit Nejedly
 Firma / Amt beco Berner Wirtschaft Economie Bernoise
 Auftragsbezeichnung Meiringen
 Projektnummer (Carbotech) 523

aktive Messungen vor Ort 17.1.2012

Probenbezeichnung Kunde	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Vertrauensgrenze	Vertrauensgrenze
Probenbezeichnung Carbotech	2333	2334	2335	2336	VG (ug/m3)	VG (ug/m3)
	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube
Analyse	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC
Standort	Studio	Hangar Piste Ost	Schule	Holzlager Diagonalstrasse		
Probenahmedatum	17.01.2012	17.01.2012	17.01.2012	17.01.2012		
Fluss (ml/min)	500	500	1000	1000		
Dauer (min)	280	240	240	240		
Volumen (L)	140	120	240	240	120	240
Substanzen	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	(ug/m3)	(ug/m3)
Benzol	2.6	2.8	4	0.7	0.04	0.02
Ethylbenzol	0.3	0.5	0.4	0.1	0.04	0.02
Toluol	2.1	2.6	2.5	0.5	0.04	0.02
o-Xylol	0.4	0.6	0.5	0.1	0.05	0.02
m/p-Xylol	1.1	1.6	1.3	0.3	0.05	0.02
Styrol	< VG	< VG	< VG	< VG	0.10	0.05
n-Heptan	0.2	0.2	0.2	0.1	0.04	0.02
n-Octan	0.1	0.2	0.2	0.1	0.04	0.02
Isooctan (2,2,4-TMPentan)	0.1	0.2	0.6	0.03	0.04	0.02
n-Nonan	0.2	0.5	0.2	0.2	0.04	0.02
n-Decan	0.3	0.8	0.6	0.3	0.04	0.02
Undecan	0.3	0.6	0.3	0.2	0.04	0.02
Dodecan	0.2	0.4	0.2	0.1	0.04	0.02
Tridecan	0.1	0.2	0.1	0.1	0.04	0.02
n-Propylbenzol	0.1	0.1	0.1	0.04	0.04	0.02
Cumol (Isopropylbenzol)	< VG	< VG	< VG	< VG	0.04	0.02
o-Ethyltoluol	0.1	0.2	0.1	0.06	0.05	0.02
m/p-Ethyltoluol	0.3	0.5	0.4	0.1	0.04	0.02
-						
Mesitylen (1,3,5-TMB)	0.1	0.2	0.1	0.05	0.04	0.02
Pseudocumol (1,2,4-TMB)	0.3	0.5	0.3	0.1	0.04	0.02
Hemellitol (1,2,3-TMB)	0.1	0.2	0.1	0.05	0.05	0.02
alpha-Pinen	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.02
beta-Pinen	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.02
3-Caren	< VG	< VG	< VG	0.03	0.05	0.02
Camphen	< VG	< VG	0.03	0.05	0.05	0.02
Limonen	0.07	< VG	0.08	0.09	0.05	0.02
Chloroform	0.07	0.06	0.07	0.06	0.05	0.02
1,1,1-Trichlorethan	0.06	< VG	< VG	0.04	0.04	0.02
1,1,2-Trichlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	0.04	0.02
1,1,2,2-Tetrachlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.02
Tetrachlorkohlenstoff	0.4	0.4	0.5	0.4	0.04	0.02
Trichlorethen	< VG	< VG	< VG	< VG	0.04	0.02
Tetrachlorethen (Per)	< VG	< VG	< VG	< VG	0.04	0.02
Chlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.02
1,2-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.03
1,3-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.03
1,4-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.03

* Werte unterhalb der Vertrauensgrenze wurden "< VG" bezeichnet
 Blindwerte des Sammlers und des Lösungsmittels wurden subtrahiert

Resultate VOC Analytik

Auftragsnummer (Carbotech) 240 aktive Messungen 19.1.2012 - 16.2.2012
 Auftraggeber Herr Gerrit Nejedly
 Firma / Amt beco Berner Wirtschaft Economie Bernoise
 Auftragsbezeichnung Meiringen
 Projektnummer (Carbotech) 523

Probenbezeichnung Kunde	Hof M. Zumbrunn	Hof M. Zumbrunn	Hof M. Zumbrunn	Hof M. Zumbrunn	Hof M. Zumbrunn	Hof M. Zumbrunn	Hof M. Zumbrunn	Hof M. Zumbrunn	Hof M. Zumbrunn	Hof M. Zumbrunn	Vertrauensgrenze	Vertrauensgrenze
Probenbezeichnung Carbotech	2405	2427	2408	2411	2412	2413	2428	2429	2414		VG (ug/m3)	VG (ug/m3)
Analyse	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube	SKC-Tube		SKC-Tube	SKC-Tube
Standort	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC	apolare VOC		apolare VOC	apolare VOC
Probenahmedatum	19.01.2012	20.01.2012	30.01.2012	09.02.2012	01.02.2012	02.02.2012	03.02.2012	06.02.2012	07.02.2012			
Fluss (ml/min)	500	500	500	500	500	500	500	500	500			
Dauer (min)	600	600	630	600	600	600	570	660	660			
Volumen (L)	300	300	315	300	300	300	285	330	330		120	330
Substanzen	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	ug/m3*	(ug/m3)	(ug/m3)
Benzol	2.3	0.2	1.6	1.6	1.4	2.2	0.8	0.8	1.5	0.04	0.04	0.02
Ethylbenzol	0.9	0.02	0.4	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.04	0.04	0.02
Toluol	6.8	0.09	2.3	0.9	1.5	1.6	0.5	0.5	1	0.04	0.04	0.02
o-Xylol	1.3	< VG	0.4	0.2	0.3	0.3	0.09	0.08	0.2	0.05	0.05	0.02
m/p-Xylol	4.2	0.04	1.2	0.4	0.7	0.7	0.2	0.2	0.4	0.05	0.05	0.02
Styrol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.10	0.10	0.04
n-Heptan	0.6	0.02	0.3	0.2	0.2	0.2	0.08	0.07	0.2	0.04	0.04	0.02
n-Octan	0.2	< VG	0.1	0.08	0.09	0.1	0.04	0.03	0.08	0.04	0.04	0.02
Isooctan (2,2,4-TMPentan)	0.7	0.02	0.3	0.07	0.2	0.1	0.07	0.09	0.09	0.04	0.04	0.02
n-Nonan	0.2	< VG	0.1	0.1	0.1	0.1	0.03	0.02	0.1	0.04	0.04	0.02
n-Decan	0.5	< VG	0.1	0.1	0.2	0.1	0.03	0.02	0.1	0.04	0.04	0.02
Undecan	0.2	< VG	0.1	0.1	< VG	0.2	0.05	0.03	< VG	0.04	0.04	0.02
Dodecan	0.2	< VG	0.2	0.1	0.2	0.2	0.02	0.02	0.1	0.04	0.04	0.02
Tridecan	0.6	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.03	0.5	0.04	0.04	0.02
n-Propylbenzol	0.2	< VG	0.09	0.07	0.08	0.08	< VG	< VG	0.07	0.04	0.04	0.02
Cumol (Isopropylbenzol)	0.07	< VG	0.05	0.05	0.05	0.05	< VG	< VG	0.04	0.04	0.04	0.02
o-Ethyltoluol	0.2	< VG	0.1	0.09	0.1	0.1	< VG	0.02	0.09	0.05	0.05	0.02
m/p-Ethyltoluol	0.8	< VG	0.3	0.2	0.2	0.2	0.06	0.06	0.2	0.04	0.04	0.02
-												
Mesitylen (1,3,5-TMB)	0.4	< VG	0.1	0.07	0.09	0.08	< VG	< VG	0.07	0.04	0.04	0.02
Pseudocumol (1,2,4-TMB)	0.9	< VG	0.4	0.2	0.3	0.3	0.04	0.04	0.2	0.04	0.04	0.02
Hemellitilol (1,2,3-TMB)	0.2	< VG	0.1	0.08	0.09	0.09	< VG	< VG	0.07	0.05	0.05	0.02
alpha-Pinen	0.08	< VG	0.8	0.05	0.4	0.07	< VG	< VG	0.06	0.05	0.05	0.02
beta-Pinen	< VG	< VG	0.1	< VG	0.09	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.05	0.02
3-Caren	0.09	< VG	0.2	< VG	0.1	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.05	0.02
Camphen	0.06	< VG	0.1	< VG	0.08	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.05	0.02
Limonen	< VG	< VG	0.2	< VG	0.2	< VG	< VG	0.02	< VG	0.05	0.05	0.02
Chloroform	0.04	0.02	0.07	0.07	0.07	0.08	0.04	0.04	0.07	0.05	0.05	0.02
1,1,1-Trichlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	0.04	0.05	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02
1,1,2-Trichlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.04	0.04	0.02
1,1,2,2-Tetrachlorethan	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.05	0.02
Tetrachlorkohlenstoff	0.4	0.2	0.5	0.4	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.04	0.04	0.02
Trichlorethen	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.03	< VG	< VG	< VG	0.04	0.04	0.02
Tetrachlorethen (Per)	< VG	< VG	0.05	0.05	0.07	0.06	0.03	0.02	0.05	0.04	0.04	0.02
Chlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.05	0.02
1,2-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.05	0.02
1,3-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.05	0.02
1,4-Dichlorbenzol	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	< VG	0.05	0.05	0.02

* Werte unterhalb der Vertrauensgrenze wurden "< VG" bezeichnet
 Blindwerte des Sammlers und des Lösungsmittels wurden subtrahiert

** semiquantitativ



UNTERSUCHUNGSBERICHT

Carbotech AG
Analytik
Postfach
CH-4002 Basel

Auftrag : 1107-00087
Eingang : 05. Juli 2011
Methode : UM-030-006 HPLC
Bei Fragen : Ruedi Camenzind, Adrian Zobrist
Nils Zimmermann

Proben-Nr.
Probenbezeichnung

329131
LpDNPH S10 30.06.2011 Meiringen
Vol: 25L

Aldehyde/Ketone:	[CAS-Nr.]
Formaldehyd	50-00-0
Acetaldehyd	75-07-0
Acrolein	107-02-8
Aceton	67-64-1
Propionaldehyd	123-38-6
Crotonaldehyd	4170-30-3
Methacrolein	78-85-3
2-Butanon	78-93-3
Butyraldehyd/Isobutyraldehyd	123-72-8/78-84-2
Benzaldehyd	100-52-7
Isovaleraldehyd	590-86-3
Valeraldehyd	110-62-3
Glutaraldehyd	111-30-8
o-Tolualdehyd	529-20-4
m,p-Tolualdehyd	620-23-5/104-87-0
Hexaldehyd	66-25-1
2.5-Dimethylbenzaldehyd	5779-94-2

Resultat [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	DG
n.n.	2
15	2
n.n.	2
15	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2

Belp, 07. Juli 2011

Heinz Laska
Prüfleiter

Monika Gumpendobler
Prüfleiterin



ANALYSENZERTIFIKAT

Carbotech AG
Frau Denise Hofer
Venusstrasse 7
CH-4102 Binningen

Auftrag : 1110-00260
Eingang : 12. Oktober 2011
Methode : UM-030-006 HPLC
Bei Fragen : Ruedi Camenzind, Adrian Zobrist
Nils Zimmermann

Proben-Nr.
Probenbezeichnung

336300
Unterbach
Volumen: 100L
Fluss: 1L/min. 100 min.

Aldehyde/Ketone:	[CAS-Nr.]
Formaldehyd	50-00-0
Acetaldehyd	75-07-0
Acrolein	107-02-8
Aceton	67-64-1
Propionaldehyd	123-38-6
Crotonaldehyd	4170-30-3
Methacrolein	78-85-3
2-Butanon	78-93-3
Butyraldehyd/Isobutyraldehyd	123-72-8/78-84-2
Benzaldehyd	100-52-7
Isovaleraldehyd	590-86-3
Valeraldehyd	110-62-3
Glutaraldehyd	111-30-8
o-Tolualdehyd	529-20-4
m,p-Tolualdehyd	620-23-5/104-87-0
Hexaldehyd	66-25-1
2.5-Dimethylbenzaldehyd	5779-94-2

Resultat [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	DG
Spur	2
13	2
n.n.	2
9	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2
n.n.	2

Spur: kleiner als Bestimmungsgrenze von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

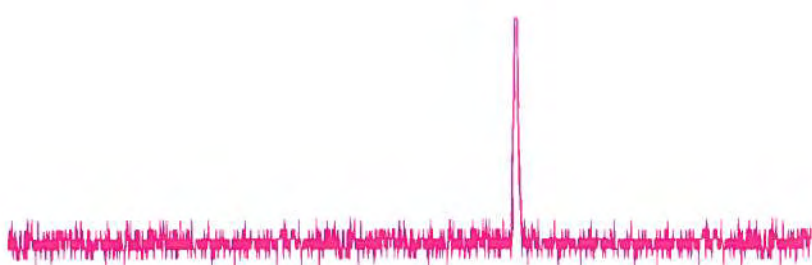
Belp, 13. Oktober 2011

Heinz Laska
Prüfleiter

Patrick Gygax
Prüfleiter

INTERLABOR BLP AG

Aemmenmattstr. 16 • PF 205 • CH-3123 Belp
Tel. +41 (0)31 818 77 77 • Fax +41 (0)31 818 77 78
Mail info@interlabor.ch • Internet www.interlabor.ch



ANALYSENZERTIFIKAT

Carbotech AG
Frau Denise Hofer
Venusstrasse 7
CH-4102 Binningen

Auftrag : 1202-00626
Eingang : 21. Februar 2012
Methode : UM-030-006 HPLC
Bei Fragen : Ruedi Camenzind, Adrian Zobrist
Nils Zimmermann

Proben-Nr. 345936
Probenbezeichnung LpDNPB S10, Vol: 60L
Meiringen Ende diagonale Strasse

Aldehyde/Ketone:	[CAS-Nr.]	Resultat [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	DG
Formaldehyd	50-00-0	n.n.	2
Acetaldehyd	75-07-0	6	2
Acrolein	107-02-8	n.n.	2
Aceton	67-64-1	n.n.	2
Propionaldehyd	123-38-6	n.n.	2
Crotonaldehyd	4170-30-3	n.n.	2
Methacrolein	78-85-3	n.n.	2
2-Butanon	78-93-3	n.n.	2
Butyraldehyd/Isobutyraldehyd	123-72-8/78-84-2	n.n.	2
Benzaldehyd	100-52-7	n.n.	2
Isovaleraldehyd	590-86-3	n.n.	2
Valeraldehyd	110-62-3	n.n.	2
Glutaraldehyd	111-30-8	n.n.	2
o-Tolualdehyd	529-20-4	n.n.	2
m,p-Tolualdehyd	620-23-5/104-87-0	n.n.	2
Hexaldehyd	66-25-1	n.n.	2
2.5-Dimethylbenzaldehyd	5779-94-2	n.n.	2

Belp, 24. Februar 2012



P. Gygax

Patrick Gygax
Kontrolle

Anhang 4: Zeitplan Flugbetrieb

BELEGUNGSPLANUNG Flpl Kdo Meiringen 2011

Stand 27. Oktober 2010 Änderungen sind möglich

Jahr	2011																																																				
Monat	Januar				Februar				März				April				Mai				Juni				Juli				August				September				Oktober				November				Dezember								
Montag	3	10	17	24	31	7	14	21	28	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	
KW	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
Flugdienst (Jet)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Axalp		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Ende FB Do. 15.12.11

- Flugdienst von Milizstaffeln mit Flugzeug Tiger
- Flugdienst Berufsstafel mit Flugzeug F/A-18
- Kein Jetbetrieb geplant
- Truppenbelegung WK
- Fliegerschiessplatz offen
- Fliegerschiessen geplant
- AxA** Anlass Fliegerschiessen Axalp

Flugbetriebszeiten

Montag bis Freitag: 08:00-12:00 Uhr 13:30-17:00 Uhr

Von Oktober bis März sind einmal pro Woche Nachflüge geplant (Montag oder Dienstag) 18:00 bis 22:00 h.

Während dem WK (Kalenderwoche 39-41) gelten spezielle Flugbetriebszeiten.



BELEGUNGSPLANUNG Flpl Kdo Meiringen 2012

Stand 21. November 2011, Änderungen sind möglich

Jahr	2012																																																									
Monat	Januar				Februar				März				April				Mai				Juni				Juli				August				September				Oktober				November				Dezember													
Montag	2	9	16	23	30	6	13	20	27	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24						
KW	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52						
Flugdienst (Jet)																																																										
Axalp																																																										

- Flugdienst von Milizstaffeln mit Flugzeug Tiger
- Flugdienst Berufstaffel mit Flugzeug F/A-18
- Kein Jetbetrieb geplant
- Truppenbelegung WK
- Fliegerschiessplatz offen
- Fliegerschiessen geplant
- AxA Anlass Fliegerschiessen Axalp

Flugbetriebszeiten

Montag bis Freitag: 08:00-12:00 Uhr 13:30-17:00 Uhr

Von Oktober bis März sind einmal pro Woche Nachflüge geplant (Montag oder Dienstag) 18:00 bis 22:00 h.

Während dem WK (Kalenderwoche 17-19) gelten spezielle Flugbetriebszeiten.

Ende FB Fr. 14.12.12