



## Einfluss des Militärflugbetriebs auf die Luftqualität in der Region Meiringen

## Impressum

### Herausgeber

beco Berner Wirtschaft

### Facharbeiten

Carbotech AG, Postfach, 4002 Basel

Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut, assoziiertes Institut der Universität Basel

### Bezug

beco Berner Wirtschaft  
Immissionsschutz  
Laupenstrasse 22  
3011 Bern

031 633 57 80  
Info.luft@vol.be.ch  
www.be.ch/luft

© beco, April 2012  
Abdruck mit Quellenangaben erlaubt

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung .....	4
2. Kriterien zur Beurteilung der Luftqualität .....	4
3. Luftschadstoffe und Emissionen aus dem Flugbetrieb .....	5
4. Messkonzept Flugplatz Meiringen.....	6
4.1 Messstandorte .....	7
5. Messresultate .....	8
5.1 Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> .....	8
5.2 Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub> .....	9
5.3 Feinstaub PM <sub>10</sub> .....	11
5.4 Ozon.....	12
5.5 Flüchtige organische Verbindungen (VOC).....	13
6. Geruchsimmissionen .....	16
7. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).....	16
8. Schlussfolgerungen .....	17
9. Literaturverzeichnis.....	17

## 1. Einleitung und Fragestellung

Die Umweltbelastung durch den Flugplatz geht vor allem vom Fluglärm aus. Die bisherigen Messungen im Umfeld des Flugplatzes Meiringen-Unterbach haben sich deshalb auf den Fluglärm konzentriert. Die Luftbelastung im Berner Oberland kann mit den vorhandenen Messstationen und Modellrechnungen gut abgeschätzt werden. Dagegen fehlten bis anhin Daten zu den kleinräumigen Auswirkungen des Flugbetriebs. Die Volkswirtschaftsdirektion hat sich deshalb entschieden, den Wissensstand zur Luftbelastung mit punktuellen Messungen der Luftschadstoffe zu verbessern. Dabei sollte mit einer gezielten Messkampagne abgeklärt werden, wie weit der Flugbetrieb im näheren Umfeld des Flugplatzes zu erhöhten Luftbelastungen führt.

Mit der Messkampagne wurde auch einem Anliegen der Region entsprochen.

## 2. Kriterien zur Beurteilung der Luftqualität

Zur Beurteilung der Luftqualität hat der Bundesrat in der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) Immissionsgrenzwerte festgelegt. Werden die Immissionsgrenzwerte eingehalten, so sind im Allgemeinen keine schädlichen oder lästigen Auswirkungen zu erwarten.

### Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung (Auswahl)

Schadstoff	Grenzwert	Definition	Hauptquellen
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	30 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Industrie- und Hausfeuerungen
	100 µg/m <sup>3</sup>	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden	
Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	30 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Strassenverkehr
	80 µg/m <sup>3</sup>	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden	
Kohlenmonoxid CO	8 mg/m <sup>3</sup>	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden	Strassenverkehr
Ozon O <sub>3</sub>	120 µg/m <sup>3</sup>	1-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden	Strassenverkehr Industrie und Gewerbe (Vorläuferschadstoffe)
Schwebstaub PM10	20 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Verkehr Holzfeuerungen Land- und Forstwirtschaft Industrie und Gewerbe
	50 µg/m <sup>3</sup>	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden	

### 3. Luftschadstoffe und Emissionen aus dem Flugbetrieb

Im Zusammenhang mit dem Flugbetrieb sind folgende Luftschadstoffe von Bedeutung:

- Während den sogenannten Niederlast-Phasen (Startvorbereitung, Rollen, Landung) herrschen im Triebwerk relativ niedere Temperaturen, wobei das Kerosin nicht vollständig verbrannt wird. Bei diesem unvollständigen Verbrennungsprozess entstehen so genannte flüchtige organische Verbindungen (VOC) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).
- Während den sogenannten Vollast-Phasen beim Start entstehen in den Brennkammern der Triebwerke die höchsten Temperaturen. Dies bewirkt zwar eine gute Verbrennung des Treibstoffs, aber dadurch kann sich teilweise auch Luft-Stickstoff mit Luft-Sauerstoff verbinden. Es entstehen während dieser Phasen so auch die meisten Stickoxide (NO<sub>x</sub>).
- Während allen Last-Phasen, insbesondere bei der Landung, entstehen auch Feinstäube (PM<sub>10</sub>).

Im Umweltbericht zum Sachplan Militär Objektblatt Militärflugplatz Meiringen (Envico, August 2011) wurden die Emissionen für den Flugplatz Meiringen für den Zustand 2011 wie folgt berechnet:

*Emissionen Zustand 2011 Flugplatz Meiringen in t/Jahr*

Aktivität	NO <sub>x</sub>	Flugplatz-NO <sub>x</sub>	VOC	PM <sub>10</sub>
Flugbetrieb*	13.3	8.0	32.4	0.84
Abfertigung/Infrastruktur	3.4	3.4	0.8	0.93
Landseitiger Verkehr	0.7	0.7	0.1	0.02
<b>Total</b>	<b>17.4</b>	<b>12.1</b>	<b>33.3</b>	<b>1.78</b>
Zustand 2001 (vgl. Tabelle 5-1)	14.5	11.0	21.7	3.07

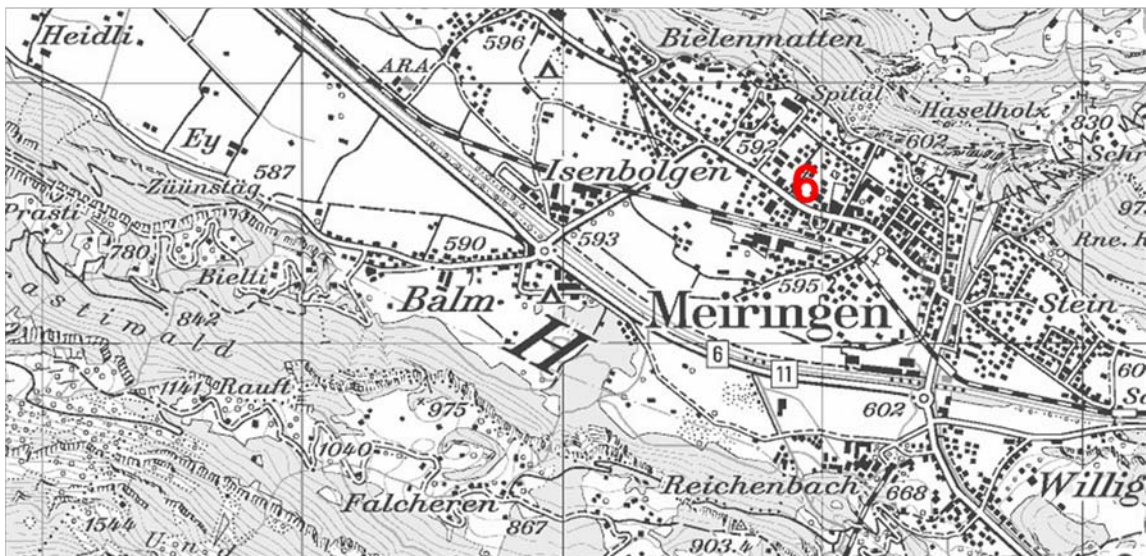
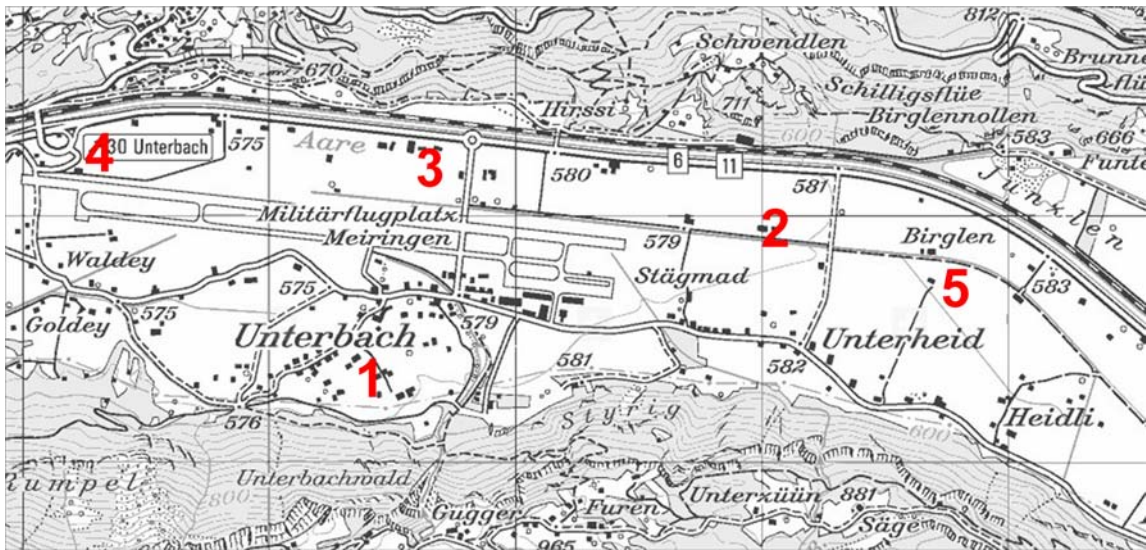
Flugplatz-NO<sub>x</sub>: Anteil bodennahe NO<sub>x</sub>-Emissionen bis ca. 200–300 m ü.G.

\* inkl. Startvorbereitung/Warmlaufen

## 4. Messkonzept Flugplatz Meiringen

Schadstoff	Messkonzept
NO <sub>2</sub>	14-Tage-Mittelwerte an 6 Standorten mit Passivsammlern, Sommer 2010 bis Februar 2012  Kontinuierliche DOAS – Messungen Sommer 2010 bis Sommer 2011
SO <sub>2</sub>	Kontinuierliche DOAS – Messungen Sommer 2010 bis Sommer 2011
O <sub>3</sub>	Kontinuierliche DOAS – Messungen Sommer 2010 bis Sommer 2011
PM10	Kontinuierliche Messungen Herbst 2011 bis Februar 2012
VOC	14-Tage-Mittelwerte an 2 Standorten mit Passivsammlern Analyse von 37 verschiedenen VOC Komponenten (Benzol, Toluol etc.) Sommer 2010 bis Februar 2012  Gezielte Kampagnen mit Aktivkohleröhrchen zur Erfassung der Kurzzeitbelastung mit VOC Herbst 2011 bis Februar 2012

## 4.1 Messstandorte

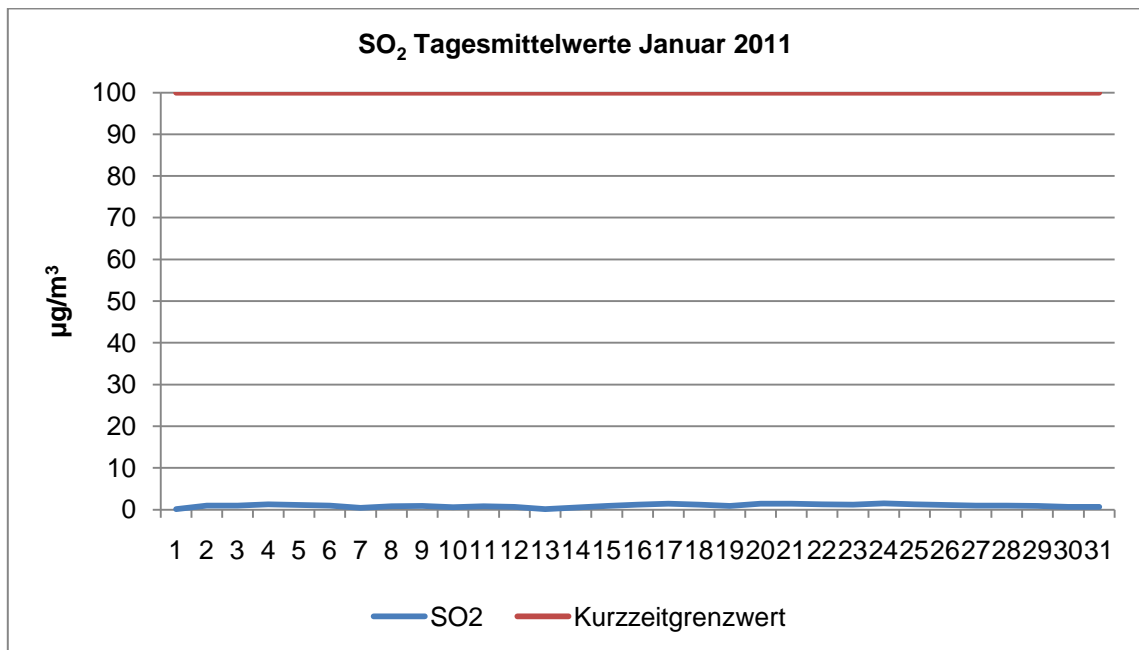


Nr	Bezeichnung	Standorttyp	Parameter
1	Garten Hof Wyss	Siedlung	NO <sub>2</sub> -Passivsammler VOC-Passivsammler Kontinuierliche Messungen DOAS
2	Piste Ost Hof Aplanalp	Piste	NO <sub>2</sub> -Passivsammler
3	Hof Zumbrunn	Hauptstrasse	NO <sub>2</sub> -Passivsammler (Strasse) PM10 (Piste)
4	Piste West	Piste	NO <sub>2</sub> -Passivsammler VOC-Passivsammler
5	Hof Thöni	Hintergrund	NO <sub>2</sub> -Passivsammler
6	Meiringen Zentrum	Hauptstrasse	NO <sub>2</sub> -Passivsammler

## 5. Messresultate

### 5.1 Schwefeldioxid SO<sub>2</sub>

Schwefeldioxid entsteht vor allem beim Verbrennen schwefelhaltiger Brenn- und Treibstoffe und stammt demzufolge vorwiegend aus den Ölfeuerungen. Entsprechend ist die Belastung im Winter am höchsten. Exemplarisch wird deshalb der Schadstoffverlauf für den Monat Januar 2011 dargestellt.



Die Belastung mit Schwefeldioxid verläuft in Unterbach wie auch in den anderen Regionen im Kanton Bern auf einem sehr tiefen Niveau. Alle Werte liegen unterhalb von 2 Mikrogramm. Die tiefe Belastung ist in erster Linie die Folge einer schrittweisen Herabsetzung des Schwefelgehalts im Heizöl. Zudem dürften in Unterbach vor allem Holzfeuerungen im Einsatz sein.



### 5.2 Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>

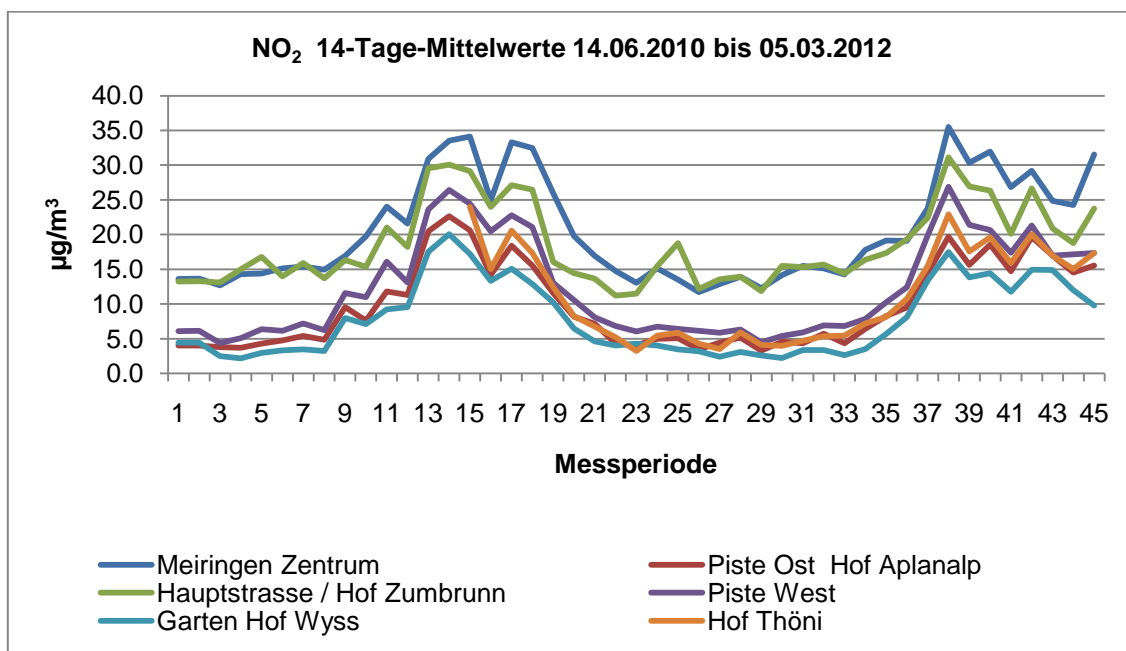
Stickoxide entstehen bei der Verbrennung fossiler Brenn- und Treibstoffe und werden bis zu 95 Prozent als Stickstoffmonoxid (NO) ausgestossen. Das wird in der Atmosphäre rasch in das giftigere Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) umgewandelt. Hauptverantwortlich für die Stickoxidemissionen sind die Motorfahrzeuge. Demzufolge treten die höchsten Belastungen in der Nähe der stark befahrenen Verkehrsachsen auf. Dabei ist die Belastungssituation von der Distanz zur Strasse abhängig.

Zusätzliche Quelle in der Region Unterbach sind die NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Flugbetrieb. Gemäss Umweltbericht hat ungefähr die Hälfte der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Flugbetrieb direkten Einfluss auf die lokale, bodennahe Immissionsituation.

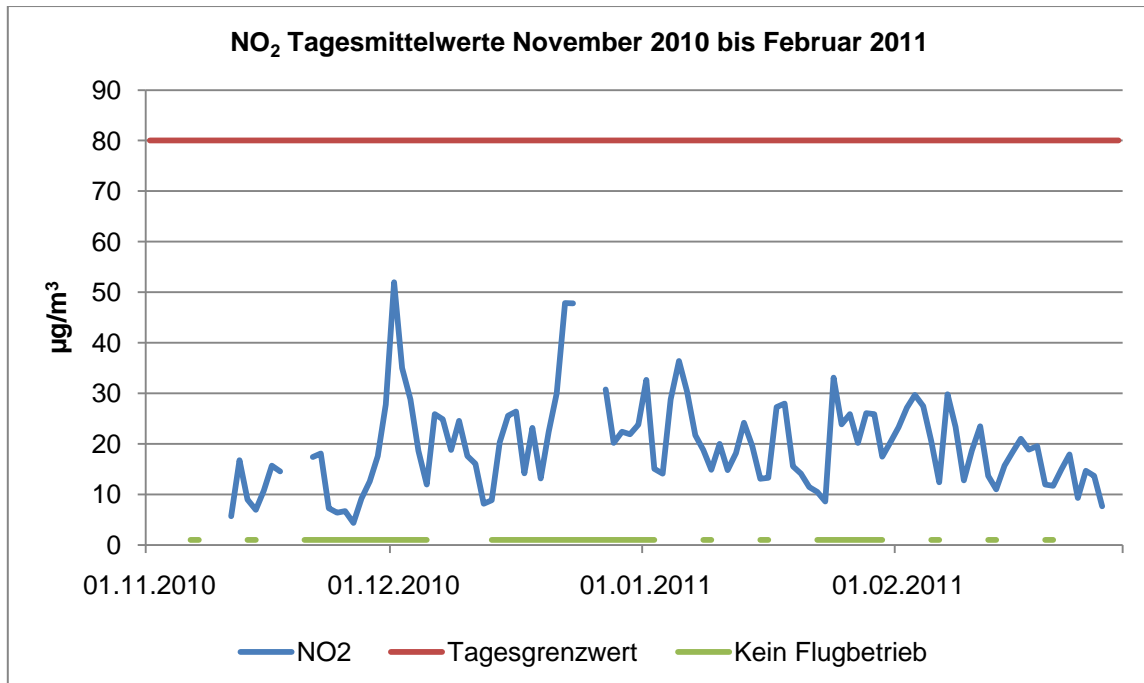
#### Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid 2011

Standort	Jahresmittelwert µg/m <sup>3</sup>
1 Garten Wyss	8
2 Piste Ost Hof Aplanalp	9
3 Hof Zumbrunn	17
4 Piste West	12
5 Hof Thöni	10
6 Meiringen Zentrum	20
<b>Grenzwert</b>	<b>30</b>

Die mittlere NO<sub>2</sub>-Belastung (Jahresmittel) in der Region Meiringen-Unterbach ist sehr tief. Die Hintergrundbelastung liegt mit 8-10 µg/m<sup>3</sup> rund 3-4 µg/m<sup>3</sup> tiefer als im Mittelland. Auch entlang der Hauptstrasse im Zentrum von Meiringen liegt die Belastung rund 10 µg/m<sup>3</sup> unter dem Jahresgrenzwert.



Der Verlauf der 14-Tage-Mittelwerte zeigt deutlich, dass die Belastung im Winter (Messperioden 11 bis 19 und 37 bis 45) höher ist als im Sommer. Die Messstandorte in Strassennähe (Meiringen Zentrum und Hof Zumbrunn) weisen aufgrund des direkten Einflusses des motorisierten Verkehrs die höchsten Belastungen mit Stickstoffdioxid auf.

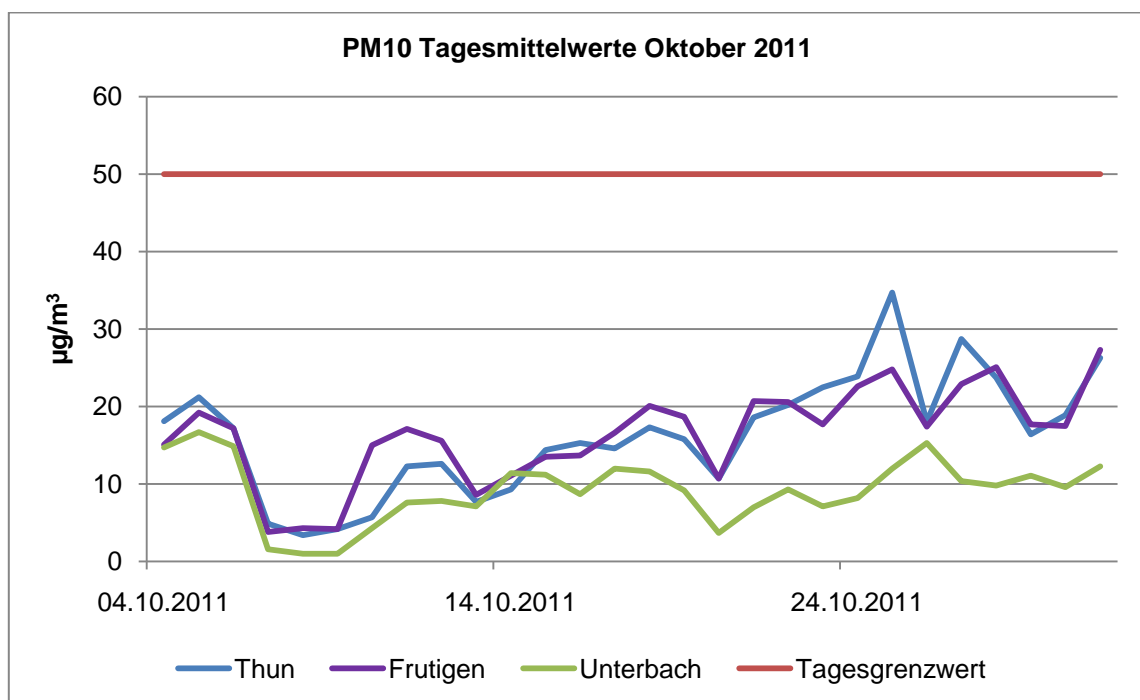


Auch in den stärker belasteten Wintermonaten liegt die Belastung deutlich unter dem Tagesgrenzwert. Ein Einfluss des Flugbetriebs ist aus den Messungen nicht ersichtlich. Entscheidender für die Belastungssituation sind die Durchlüftung und die Inversionshäufigkeit.

### 5.3 Feinstaub PM10

Als PM10 werden kleine Partikel des Gesamtstaubs mit einem Durchmesser von weniger als 10 µm bezeichnet. Neben dem von uns Menschen verursachten Feinstaub gibt es auch natürliche Quellen. PM10 ist ein komplexes, physikalisch-chemisches Gemisch. Es besteht aus primär emittierten und aus sekundär gebildeten Komponenten natürlichen und anthropogenen Ursprungs. Primäre Komponenten entstehen bei verschiedensten Verbrennungsprozessen, durch Reifen- und Bremsabrieb, Aufwirbelung von Staub etc. Sekundäre Komponenten entstehen durch chemische Prozesse aus gasförmigen Vorläufer-Schadstoffen wie beispielsweise Stickoxide (NO<sub>x</sub>) oder flüchtige organische Verbindungen (VOC).

Zusätzliche Quelle in der Region Unterbach sind die PM10-Emissionen aus dem Flugbetrieb. Gemäss Umweltbericht stammen rund 1.8 Tonnen PM10 aus den Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Flugbetrieb.

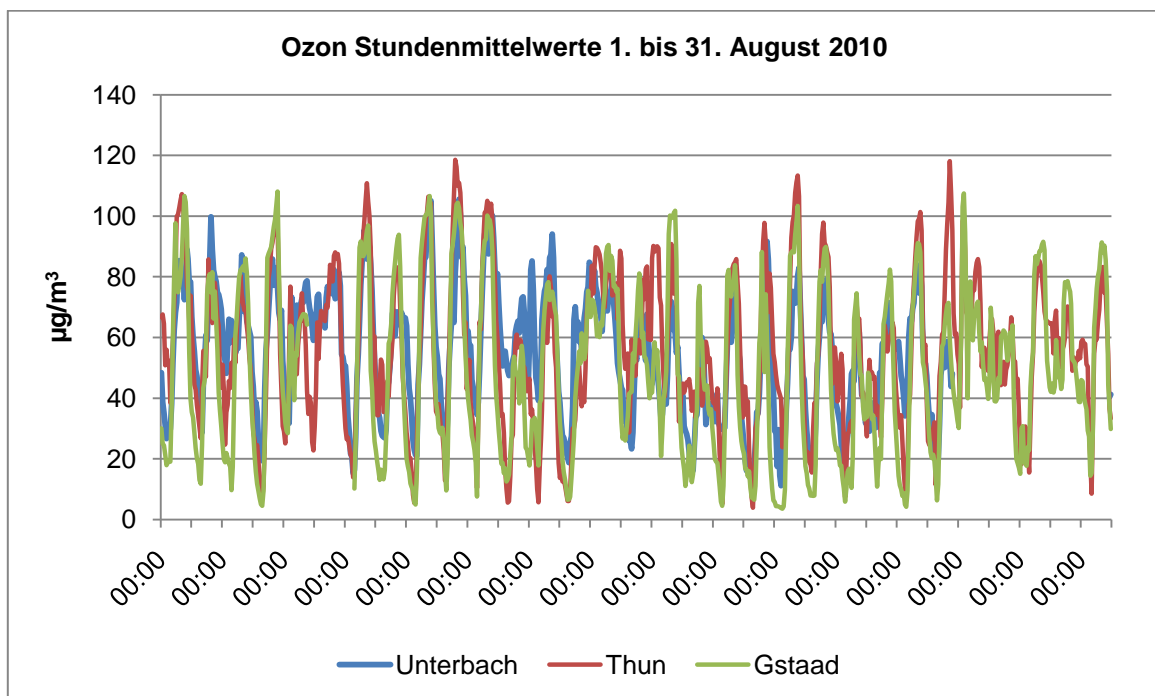
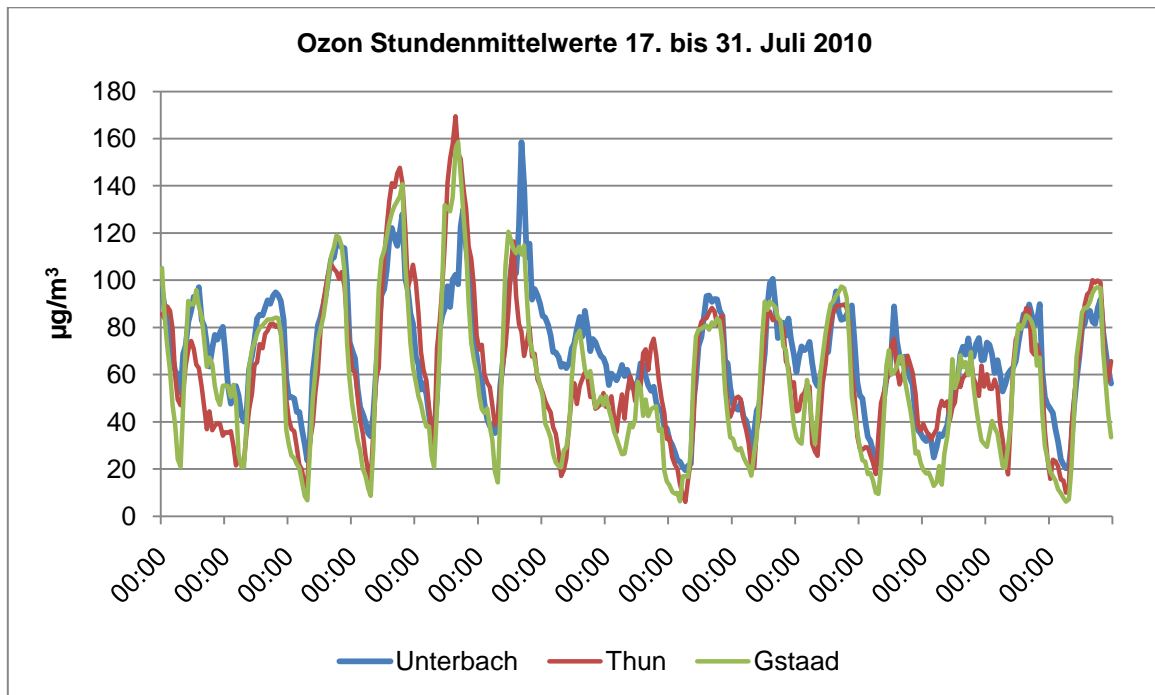


Aufgrund von Problemen mit dem Messgerät liegen nur für den Monat Oktober 2011 zuverlässige Daten vor. Ein Vergleich mit den Daten von Thun und Frutigen zeigen, dass die Belastung in Unterbach auf einem tieferen Niveau verläuft, tendenziell aber einen vergleichbaren Trend aufweist.

Ein Einfluss des Flugbetriebs kann nicht nachgewiesen werden. Da der Jahresgrenzwert für PM10 von 30 µg/m<sup>3</sup> im Kanton Bern in erster Linie in den verkehrsreichen Zentren der grossen Städte in schlecht durchlüfteten Strassenschluchten überschritten wird, ist die Annahme zulässig, dass der Grenzwert in Unterbach eingehalten wird.

## 5.4 Ozon

Bodennahes Ozon ist ein Schadstoff, der bei schönem Wetter unter Einwirkung von Sonnenlicht aus Stickoxid ( $\text{NO}_x$ ) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) entsteht. Die von Jahr zu Jahr unterschiedliche Belastung widerspiegelt deshalb in erster Linie die Wetterentwicklung



Der Vergleich mit Thun und Gstaad für den Sommer 2010 zeigt, dass sich die Ozonbelastung in Unterbach nicht wesentlich von den anderen Standorten unterscheidet. Dies bedeutet, dass der Ozongrenzwert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auch in Unterbach häufig überschritten wird, da hohe Ozonbelastungen während den Sommermonaten grossflächig auftreten. Dies ist nicht nur die Folge von lokalen Emissionen der Vorläuferschadstoffe. Auch die Emissionen in Europa tragen zur Ozonbildung bei uns bei. Ein direkter Einfluss des Flugbetriebs auf die lokale Ozonbelastung kann nicht nachgewiesen werden. Hingegen liefern die Stickoxid- und VOC-Emissionen aus dem Flugbetrieb als Vorläuferschadstoffe einen Beitrag zur grossräumigen Ozonbelastung.

### 5.5 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Die Gruppe der VOC umfasst eine Vielzahl von Substanzen. Verschiedene VOC haben krebserregende Eigenschaften (z. B. Benzol), andere sind toxisch, wobei die Toxizität der einzelnen VOC sehr stark variiert. Im Rahmen der umfangreichen Messungen, die von der Firma Carbotech durchgeführt wurden, wurden 37 (apolare) VOC-Verbindungen sowie verschiedene Aldehyde analysiert. Infolge der umfangreichen Daten beschränkt sich dieser Bericht auf die beiden Komponenten Benzol und Toluol, bei welchen die höchsten Belastungen gemessen wurden sowie auf ausgewählte Messperioden.

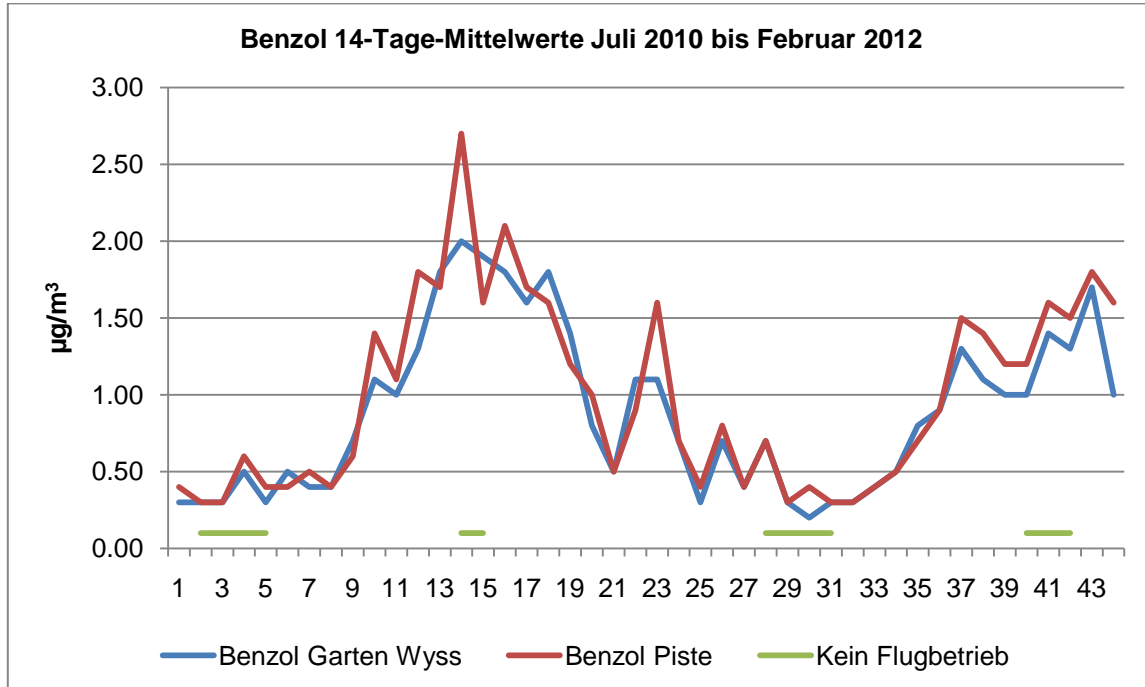
Die detaillierten Daten aller VOC- und Aldehyde-Messungen sind im Bericht der Carbotech (Carbotech 2012) enthalten, wie auch eine ausführliche gesundheitliche Beurteilung der gemessenen VOC-Konzentrationen, die vom Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut in Basel durchgeführt wurde.

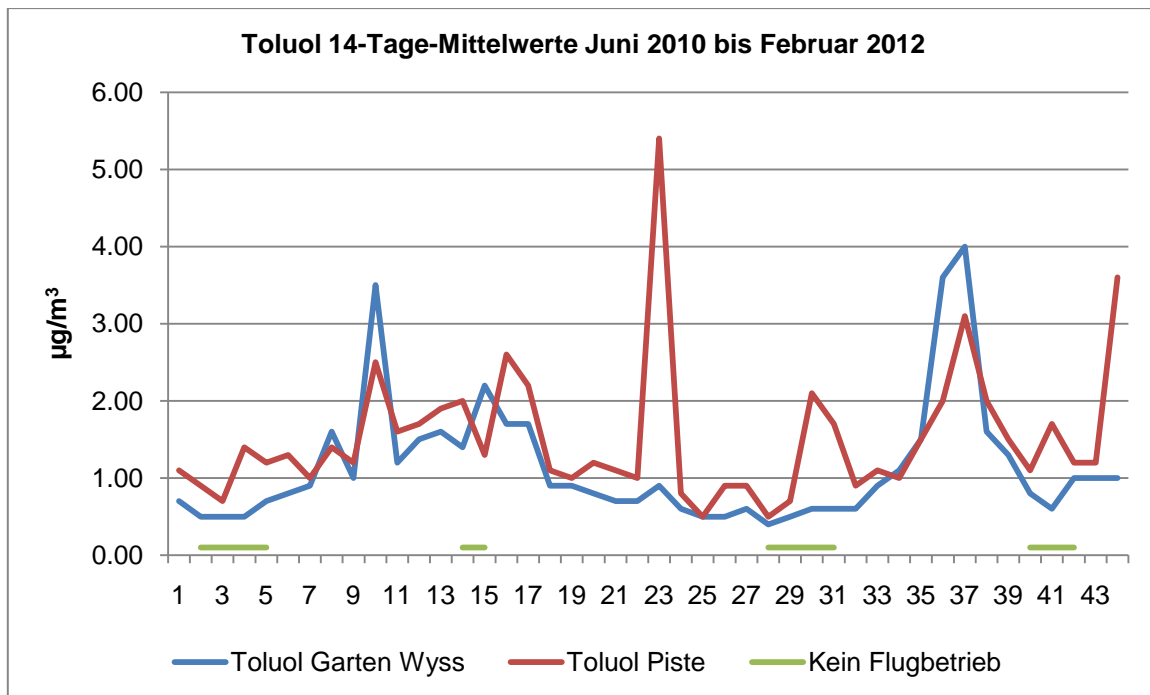
#### Kontinuierliche Messung mit Passivsammlern

Die kontinuierlichen Messungen wurden (14-Tage-Mittelwerte) an 2 Standorten durchgeführt.

#### Jahresmittelwerte 2011 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standort	Benzol	Toluol
1 Garten Wyss	0.92	1.18
2 Piste Ost	0.99	1.54





Im Winterhalbjahr werden im Durchschnitt höhere VOC-Konzentrationen gemessen, da einerseits die vertikale Durchmischung häufig vermindert ist (Inversionslagen). Andererseits werden die VOC während der kalten Jahreszeit in der Atmosphäre langsamer abgebaut. Ein Einfluss des Flugbetriebs auf die Messwerte ist nicht erkennbar.

### Stichprobenmessungen

Zwischen Oktober 2011 und Februar 2012 wurden an verschiedenen Standorten zur Erfassung der Kurzzeitbelastung Stichprobenmessungen mit Aktivkohleröhrchen durchgeführt. Die Dauer der Probenahmen lag dabei zwischen 20 Minuten und 2 Tagen.

Stellvertretend wird die Messung vom 17. Januar 2012 dargestellt. Es handelt sich um Mittelwerte von rund 4 Stunden Dauer. Dabei wurde an einzelnen Standorten auch ein deutlicher Kerosingeruch wahrgenommen.

Standort	Benzol $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Toluol $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hangar Piste Ost	2.8	2.6
Schule	4.0	2.5
Holzlager	0.7	0.5
Hof M. Zumbrunn	2.6	2.1

## **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. Für krebserregende Luftschadstoffe wie Benzol legt die LRV keine Grenzwerte fest. Es besteht jedoch das Minimierungsgebot. In der EU wurde für Benzol ein Grenzwert von 5 Mikrogramm als Jahresmittel festgelegt. Die Hauptbedenken in Bezug auf die Gesundheit sind langandauernde Belastungen.

Die Langzeitmessungen an den beiden Standorten zeigen, dass der Jahresmittelwert mit rund  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich unter dem von Grenzwert der EU liegt und damit im Mittelfeld der Jahresdurchschnittsbelastung der Schweizer Bevölkerung.

Der bei der Schule Unterbach am 17. Januar 2012 über wenige Stunden gemessene höchste Benzolwert von  $4\mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt in derselben Grössenordnung wie an verkehrsbelasteten Standorten in der Schweiz.

Die Stichprobenergebnisse einzelner Tage bei Intensivbetrieb des Flugplatzes lagen im Bereich von nicht nachweisbar bis  $1.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ , das heisst nicht höher als die an den Standorten Garten Wyss und Piste Ost gemessenen Jahresmittelwerte.

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.

## **Toluol**

Toluol ist im Treibstoff und in Lösungsmitteln enthalten. Mit einer Zigarette wird ca. 0.1 mg (Milligramm) Toluol aufgenommen. Es wirkt in hohen Konzentrationen auf das Gehirn und führt unter anderem zu Schwindel und Kopfweh. Für den Schutz der Bevölkerung empfiehlt die Weltgesundheitsorganisation (WHO) einen Raumluft-Richtwert von  $260\mu\text{g}/\text{m}^3$  als Wochendurchschnitt.

Die in Unterbach gemessenen Belastungen mit Toluol liegen weit unter dem von der WHO zum Schutz der Bevölkerung definierten Richtwert. Damit sind diese Belastungen nicht mit einem nachweisbaren gesundheitlichen Risiko verbunden.

## **Schlussfolgerung aus den VOC-Messungen**

Das Schweizerische Tropen- und Public Health-Institut kommt in seiner Bewertung aller analysierten VOC-Verbindungen und Messkampagnen (Carbotech 2012) zu folgendem Schluss:

«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 als vernachlässigbar gering.»

## 6. Geruchsimmissionen

Kerosin hat einen charakteristischen Geruch. So wie dieser Geruch typisch für Zivilflughäfen ist, ist er auch im Nahbereich des Flugplatzes Meiringen-Unterbach wahrnehmbar. Insbesondere die VOC-Kurzzeitmessungen haben gezeigt, dass auch bei Auftreten von intensivem Kerosingeruch keine deutlich erhöhten VOC-Konzentrationen gemessen wurden. Dies lässt den Schluss zu, dass die geruchsbildenden Stoffe nicht zu den Hauptbestandteilen des Treibstoffs gehören. Verantwortlich für den Geruch sind die sogenannten «Mercaptane». Diese können bereits in sehr tiefen, nicht messbaren Konzentrationen mit der Nase wahrgenommen werden.

## 7. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

PAK kommen in der Umwelt als komplexe Gemische aus mehr als hundert verschiedenen Verbindungen vor. Oft wird auch nur Benzo(a)pyren als Leitsubstanz eines PAK-Gemisches erfasst. In der Schweiz existiert für diese Substanz kein Grenzwert, weil bei uns für alle kanzerogenen Luftschadstoffe unabhängig von den auftretenden Belastungen ein Minimierungsgebot gilt. Einen Anhaltspunkt für das Ausmass der Immissionen gibt aber ein in der Europäischen Union (EU) definierter Zielwert von 1 Nanogramm pro Kubikmeter Luft (ng/m<sup>3</sup>) im Jahresmittel.

Aufgrund der aufwändigen Analytik wurden PAK in Unterbach nicht gemessen. Immissionsmessungen der EMPA in den Gemeinden um den Flugplatz Zürich-Kloten zeigen jedoch, dass die Konzentrationen der PAK (v.a. Benzo[a]pyren) in der Luft mit Grössenordnung 0.03 bis 0.23 ng/m<sup>3</sup> etwas niedriger sind als diejenigen vergleichbarer europäischer Agglomerationen und deutlich geringer als diejenigen in anderen städtisch geprägten Orten (Zürich 0.50 ng/m<sup>3</sup>) in der Schweiz (Umweltpraxis 2004).

Da PAK generell bei der unvollständigen Verbrennung von organischem Material (z.B. Kohle, Heizöl, Treibstoff, Holz, Tabak) entstehen, sind die Holzfeuerungen eine Hauptquelle der PAK-Emissionen. Eine Gesundheitsgefährdung durch PAK aus dem Flugbetrieb ist demzufolge nicht wahrscheinlich.



## 8. Schlussfolgerungen

Aus den umfangreichen Messungen kann in Bezug auf einen möglichen Einfluss des Flugplatzes folgendes Fazit gezogen werden:

- Ein gravierender Einfluss des Flugplatzes auf die Immissionssituation in der Region Meiringen-Unterbach lässt sich anhand der durchgeführten Messungen und Analysen nicht nachweisen.
- Eine Gesundheitsgefährdung der Bevölkerung durch die Emissionen aus dem Flugbetrieb kann als vernachlässigbar gering eingestuft werden.

Bezüglich den in der Luftreinhalte-Verordnung des Bundes festgelegten Schadstoffen und Grenzwerten kann die Luftqualität in der Region Meiringen wie folgt charakterisiert werden:

- Die Belastung mit Schwefeldioxid verläuft auf einem sehr tiefen Niveau.
- Die Stickstoffdioxid-Konzentrationen sind geringer als an vergleichbaren Standorten im Mittelland. Alle Grenzwerte – insbesondere auch an der Hauptstrasse in Meiringen – werden deutlich eingehalten.
- Hohe Ozonwerte sind im Sommer wie in der ganzen Schweiz auch in der Region Meiringen zu verzeichnen.
- Die Feinstaubmessungen weisen darauf hin, dass der Langzeitgrenzwert eingehalten wird. Während langandauernden winterlichen Inversionslagen sind Überschreitungen des Tagesgrenzwerts in der Region Meiringen nicht auszuschliessen. Dies stellt jedoch ein grossräumiges Problem dar.

## 9. Literaturverzeichnis

Carbotech AG – Erfassung und Beurteilung der Luftbelastung im Nahbereich des Flugplatzes Meiringen 2011-2012, Carbotech AG, Basel 2012, Bericht im Auftrag des beco Berner Wirtschaft

Envico AG – Sachplan Militär Objektblatt Militärflugplatz Meiringen, Umweltbericht, Envico AG, Zürich 2011

Umweltpraxis Nr. 37, Mai 2004 – Mögliche Auswirkungen der Flugzeugabgase auf Mensch und Umwelt, AWEL Zürich, 2004