



Messbericht

Feinstaub im Winter 2013/2014

Zahl: 205-02/145/72 - 2014, DI A.Kranabetter, Ing. M.Göbl, M.Herzog

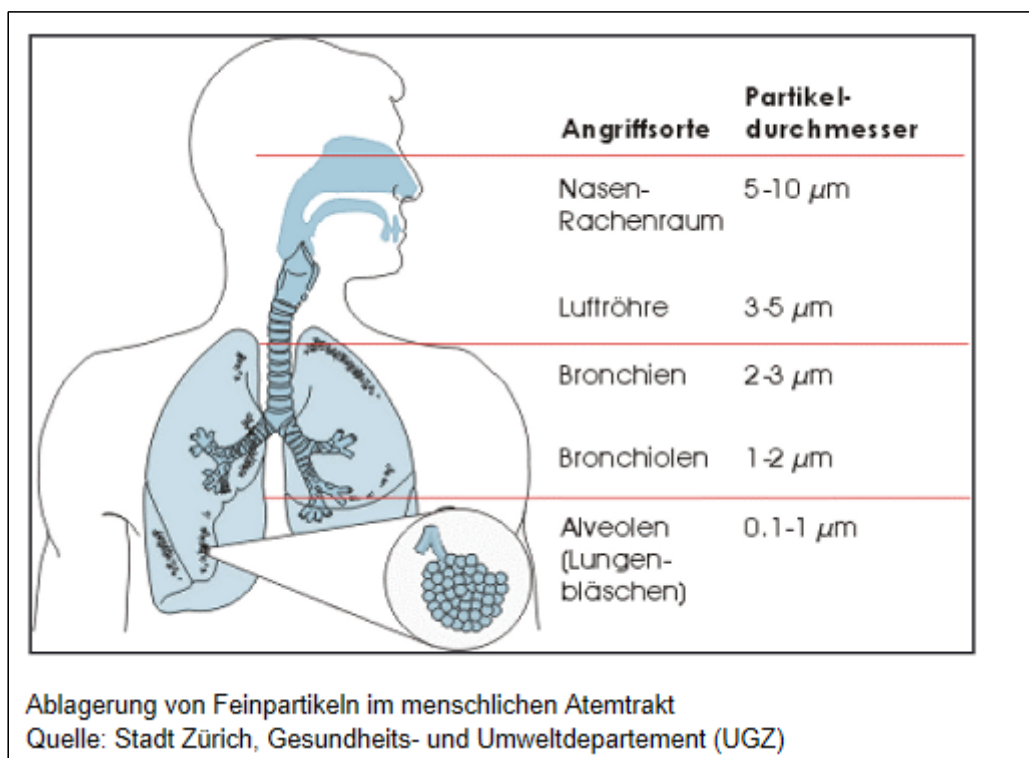
Abteilung 5 – Umweltschutz und Gewerbe, Juli 2014

Messbericht

Durchführung	Amt der Salzburger Landesregierung Abteilung 5 – Umweltschutz und Gewerbe Salzburger Luftmessnetz - SALIS Ulrich-Schreier-Str. 18, Postfach 527 A-5010 Salzburg
Projektleiter	Dipl.-Ing. Alexander Kranabetter Tel. +43 662 8042 – 4612 E-Mail: alexander.kranabetter@salzburg.gv.at Web: www.salzburg.gv.at/umweltschutz
Auftraggeber/Veranlassung	intern
Umfang der Messungen	Luftschadstoffe: Feinstaub (PM ₁₀ und PM _{2,5})
Messgeräte	Sharp 5030 Eberline FH 62 – IR Grimm Environ Check 180 Leckel Low Volume Sampler (LVS3) Digitel High Volume Sampler (DH80)
Messort	Bundesland Salzburg
Untersuchungszeitraum	01.12.2013 - 31.03.2014
Berichterstellung	Ing. M.Göbl

Einleitung

Staub ist ein komplexes und heterogenes Gemisch aus festen und flüssigen Teilchen unterschiedlichster Größe und chemischer Zusammensetzung und wird abhängig von deren Größe in unterschiedliche Fraktionen eingeteilt. Während TSP (Total Suspended Particles) über die allgemeine Staubbelastung in der Luft Auskunft gibt, werden laut Definition der US-amerikanischen Umweltbehörde EPA (Environmental Protection Agency) PM_{10} (Particulate Matter) als jene Partikel bezeichnet, die einen aerodynamischen Durchmesser kleiner gleich $10\text{ }\mu\text{m}$ (etwa ein Zehntel des Durchmessers eines menschlichen Haares) aufweisen. Teilchen dieser Größe können ungefiltert in den Nasen-Rachen-Raum, über die Lunge bis in die Bronchien gelangen. Nach ihrer Größe werden Staubpartikel weiter unterteilt in $PM_{2,5}$ (aerodynamischer Durchmesser kleiner als 2,5 Mikrometer) die bis in die kleinen Bronchien und Bronchiolen gelangen. Ultrafeine Partikel mit einem Durchmesser von weniger als $0,1\text{ }\mu\text{m}$ (Fraktion der ultrafeinen Partikel) erreichen sogar die Lungenbläschen und können in den Blutkreislauf gelangen. Diesen inhalierbaren Feinstaubpartikeln können zusätzlich Schadstoffe wie Schwermetalle und Kohlenwasserstoffe anhaften.



Unter dem Begriff Feinstaub werden der primär emittierte und der sekundär gebildete Feinstaub zusammengefasst. Primärer Feinstaub wird unmittelbar an der Quelle freigesetzt und entsteht zum Beispiel bei Verbrennungsprozessen, dazu gehören unter anderem Emissionen aus dem Verkehr (hauptsächlich Dieselmotoren), aber auch Bremsen- und Reifenabrieb sowie die Aufwirbelung des Staubes von der Straßenoberfläche. Weitere Quellen sind der

Hausbrand, besonders alte mit Holz oder Kohle betriebene Einzelöfen und die Industrie, vorrangig die Bauwirtschaft.

Sekundärer Feinstaub bildet sich unter bestimmten meteorologischen Bedingungen aus Ammoniak-Emissionen der Landwirtschaft oder anderen gasförmigen Vorläufersubstanzen (Schwefel- und Stickoxide, Ammoniak und flüchtige organische Kohlenwasserstoffe) aus Verkehr oder Feuerungsanlagen.

Zahlreiche Studien der letzten Jahre weisen einen Zusammenhang zwischen der Belastung durch Feinstaub und Auswirkungen auf die Gesundheit auf. Diese reichen von (vorübergehenden) Beeinträchtigungen der Lungenfunktion bis hin zu ernsthaften Erkrankungen und vorzeitigen Todesfällen. Wobei vor allem die feinsten Teilchen (ultrafeine Partikel) mit einem Durchmesser kleiner als $0,1\ \mu\text{m}$, die bis in die Lungenbläschen vordringen und von dort auch in den Blutkreislauf gelangen können, als besonders gefährlich eingestuft werden.

Nach einer aktuellen Einschätzung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) gehört die Außenluftbelastung zu jenen Umwelteinflüssen, die die größten gesundheitlichen Auswirkungen in westlichen Industrieländern verursachen.

Messprogramm – Winter 2013/14

Im Bundesland Salzburg werden routinemäßig an sieben Standorten Feinstaubmessungen durchgeführt. In den Wintermonaten erfolgen zusätzliche Messkampagnen mit mobilen Messgeräten, da während dieser Zeit üblicherweise die höchsten Feinstaubwerte auftreten. In den Monaten April bis November treten aufgrund der günstigeren Meteorologie sowie dem Fehlen der winterlichen Feinstaubquellen, wie etwa Hausbrand und Aufwirbelung von Streusplitt, kaum höhere Feinstaubkonzentrationen auf.

Mitte Jänner 2014 wurde ein Low Volume Sampler (LVS3) der Firma Leckel zur Ergänzung der routinemäßigen Feinstaubmessungen des Salzburger Luftgütemessnetzes in Lieferung aufgestellt. Mit diesem Feinstaubsammler (Referenzmethode der EU) wird jeweils ein Filter über 24 Stunden lang mit Außenluft besaugt ($2,3\ \text{m}^3/\text{h}$). Die Filter werden vor und nach den Probenahmen mit einer Analysenwaage ausgewogen und so die gesammelte Feinstaubmasse bestimmt.

Der Standort Liefering (Schmiedkreuzstrasse 9) wurde im städtischen Wohngebiet und industriennah ausgewählt. Die Feinstaubkonzentrationen an diesem Standort wurden mit den PM_{10} Messungen, die routinemäßig im Land Salzburg durchgeführt werden, verglichen.

Grenzwerte

Im Immissionsschutzgesetz-Luft (kurz IG-L) ist der Grenzwert für PM₁₀ mit 50 µg/m³ als Tagesmittelwert definiert, der an bis zu 25 Tagen im Jahr überschritten werden darf. Der Grenzwert der EU-Richtlinie erlaubt bis zu 35 Überschreitungstage pro Jahr.

Laut Immissionsschutzgesetz-Luft: BGBl. Nr. 115/1997 idgF gelten als Immissionsgrenzwert der Konzentration zum dauerhaften Schutz der menschlichen Gesundheit in ganz Österreich die Werte in nachfolgender Tabelle:

alle Konzentrationswerte in µg/m³

Luftschadstoff	TMW	JMW
PM ₁₀	50 [*]	40
PM _{2,5}		25 ^{**}
Blei in PM ₁₀		0,5

^{*} pro Kalenderjahr ist folgende Zahl von Überschreitungen zulässig: bis 2004 35; von 2005 bis 2009: 30; ab 2010:25.

^{**} ist ab 1.1.2015 einzuhalten

Als Zielwert zum dauerhaften Schutz der menschlichen Gesundheit gelten folgende Werte (in µg/m³):

Luftschadstoff	JMW
PM _{2,5}	25

Messergebnisse

Im Land Salzburg wird Feinstaub der Fraktion PM_{10} routinemäßig an sieben Standorten gemessen. Die Feinstaub - Konzentrationen lagen im Jahr 2013 auf einem sehr niedrigen Niveau. Die Grenzwerte der EU-Richtlinie sowie der wesentlich strengere Grenzwert des IG-L wurden im Jahr 2013 an allen Standorten eingehalten.

Die Auswertung der Winterkampagne 2013/14 ergab dass die Feinstaubkonzentrationen in Liefering auf einem ähnlichen Niveau wie an der städtischen Hintergrundmessstelle im Lehen Park liegen. Während des Messzeitraums (16.01.-31.03.2014) gab es fünf Tage mit erhöhten Feinstaubwerten über dem Tagesgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Da die Feinstaubbelastung während der kalten Wintermonate deutlich höher liegt als in den wärmeren Monaten kann davon ausgegangen werden, dass der Jahresmittelwert im Vergleich zum Wintermittelwert wesentlich niedriger ausfällt. Da am Standort Lehen Park bis dato noch keine Grenzwertüberschreitungen beim Feinstaub aufgetreten sind, kann daher ausgegangen werden, dass die Grenzwerte des IG-L auch am Lieferinger Standort eingehalten werden.

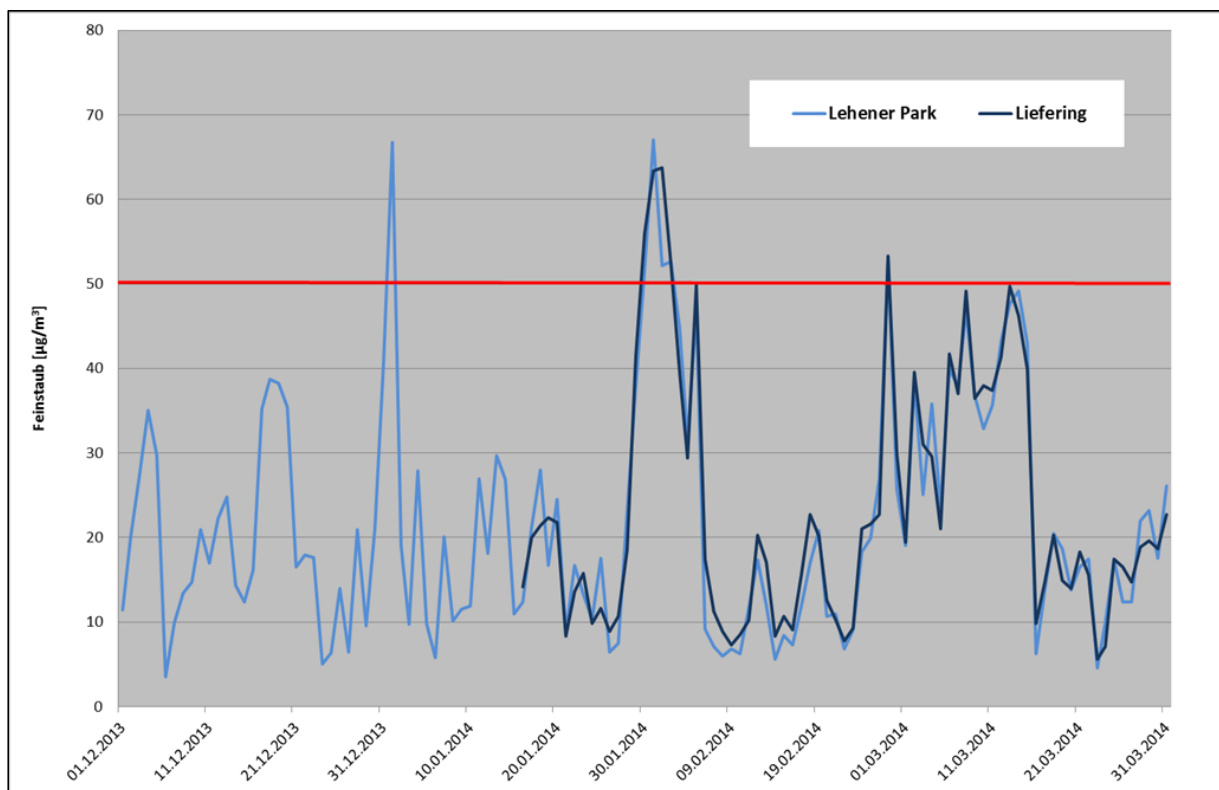


Abbildung 1: Verlauf der Feinstaub-Tagesmittelwerte im Zeitraum 01.12.2013 – 31.3.2014

In der nachfolgenden Tabelle werden die Überschreitungstage und Mittelwerte von Feinstaub über den Messzeitraum (01.12.2013 bis 31.03.2014) mit den Jahreswerten 2013 dargestellt.

Standort	Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Winter 2013/14	Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2013	Mittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Winter 2013/14	Mittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2013
Salzburg Rudolfsplatz	10	24	28	25
Salzburg Mirabellplatz	9	17	22	20
Salzburg Leheners Park	6	19	22	21
Hallein B159 Kreisverkehr	9	27	28	24
Hallein A10	4	18	24	23
Zell am See	0	4	17	16
Tamsweg	0	2	19	17
Zederhaus	7*	1	26	14
Liefering	5**	-	24	-
Krimml	0	-	8	-

Tabelle 1: Überschreitungstage und Mittelwerte im Winter 2013/14 sowie im Jahr 2013

* Überschreitungen aufgrund einer Großbaustelle in unmittelbarer Nähe zur Messstelle

** Messzeitraum von 16.Jänner – 31.März 2014

In der nachfolgender Abbildung sind die PM_{10} Mittelwerte aller Salzburger Messstellen im Vergleich dargestellt. Meteorologisch gesehen verlief der Winter 2013/2014 für Feinstaub relativ günstig, sodass im Jahr 2013 landesweit keine Grenzwertüberschreitungen aufgetreten sind.

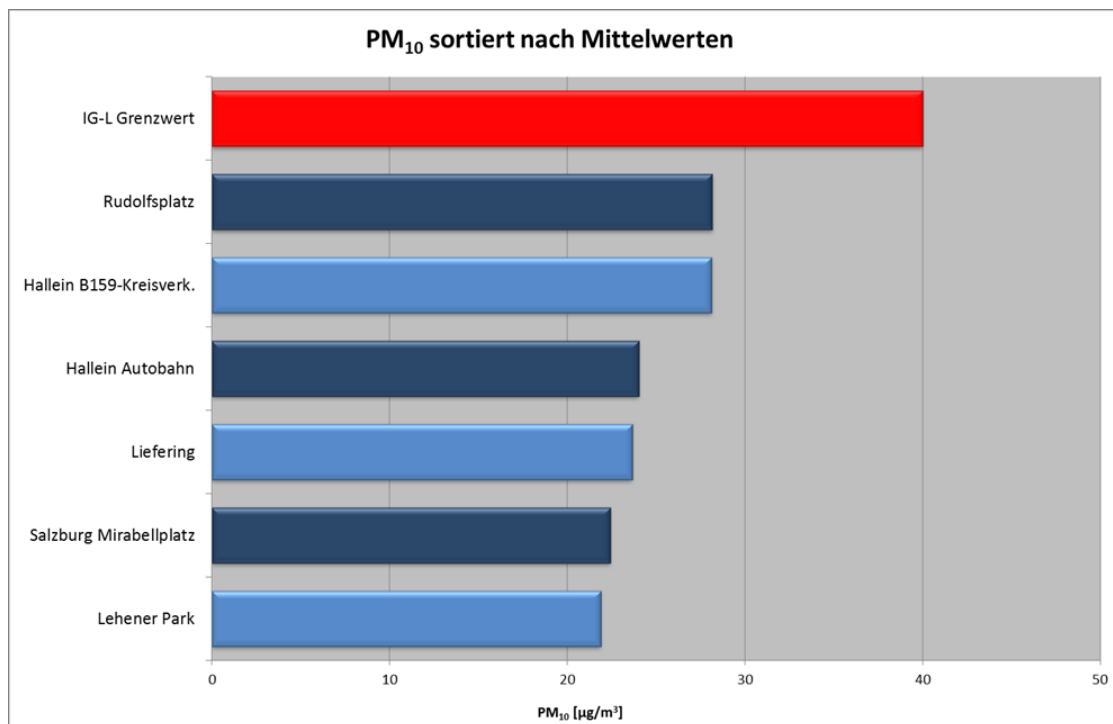


Abbildung 2: Feinstaubmittelwerte der Salzburger Messstellen (01.12.2013–31.03.2014)

Feinstaubsituation zu Silvester

Das jährliche Feuerwerk zu Silvester hat auch heuer wieder große Mengen an Feinstaub freigesetzt. Die höchsten Halbstundenwerte wurden im Salzburger Zentralraum gemessen, vor allem in Salzburger Stadtgebiet und in Hallein.

Heuer wurden wieder Spitzenkonzentrationen über $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ein Vielfaches des Tagesgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gemessen. Die Messwerte der Messstationen Salzburg Rudolfsplatz ($520 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Salzburg Lehener Park ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) lagen weit über den üblichen PM_{10} Konzentrationen. An den meisten Messstationen des Landes war der Neujahrstag, der erste Feinstaub-Überschreitungstag des Jahres 2014.

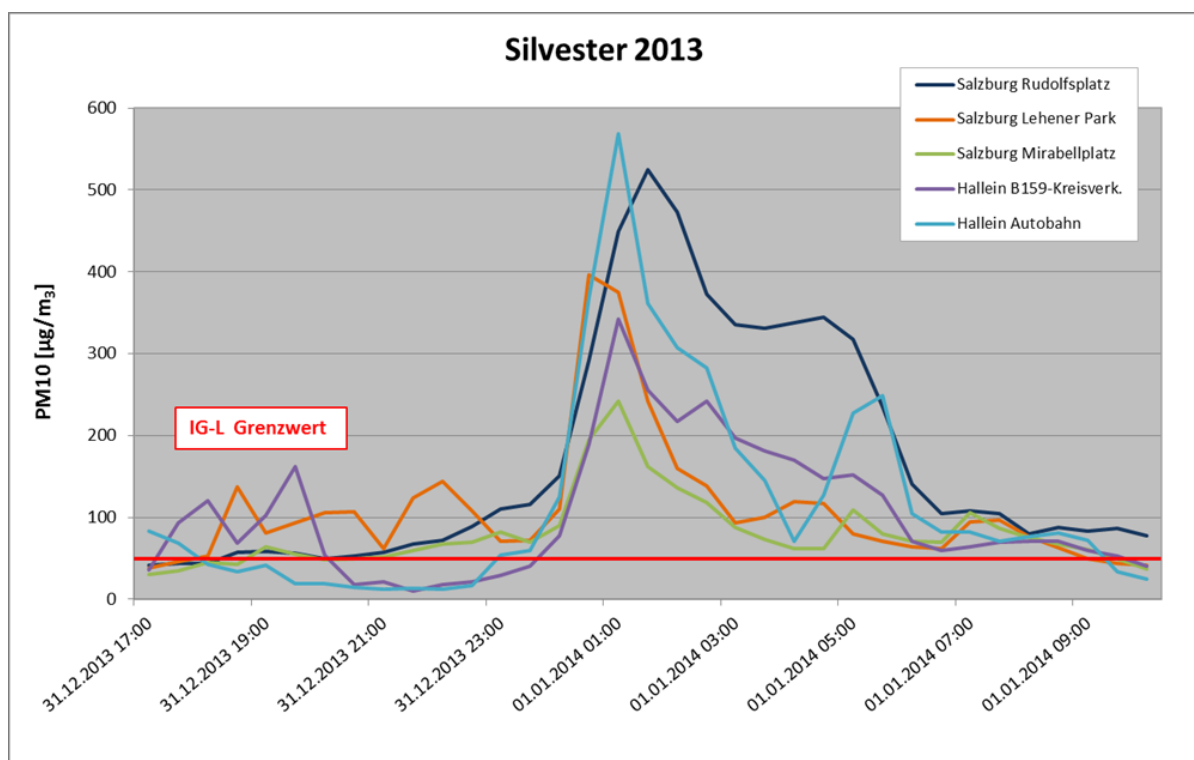


Abbildung 3: Verlauf der Feinstaubkonzentration zu Silvester

Im Jahr 2011 wurde an der Messstation Rudolfsplatz chemische Analysen der Staubzusammensetzung vom Neujahrstag durchgeführt. Die Analysen zeigten stark erhöhte Werte bei Blei, Kupfer, Strontium und Zink. Die Konzentrationen dieser Metalle lagen am Neujahrstag um bis zu einem Faktor 12 über den Jahresmittelwerten. Untersuchungen aus dem In- und Ausland zeigten, dass erhöhte Metall-Gehalte in der Luft auf Feuerwerke zurückzuführen sind. Vor allem Kupfer, Blei, Strontium, Zink und andere Metalle werden den Raketen beigemischt und sorgen für die unterschiedlichsten Farbeffekte. Der Rauch aus Silvesterraketen enthält diese Metallpartikeln von wenigen Mikrometern Durchmesser und kann genauso ungefiltert in die Lungen gelangen wie der Feinstaub.

Feinstaub - Winter 2013/2014

In nachfolgenden Abbildungen werden der Verläufe der Tagesmittelwerte für Feinstaub während der Wintermesskampagne 2013/14 dargestellt. Episoden mit erhöhten Feinstaubwerten werden gesondert hervorgehoben (Episoden A – D).

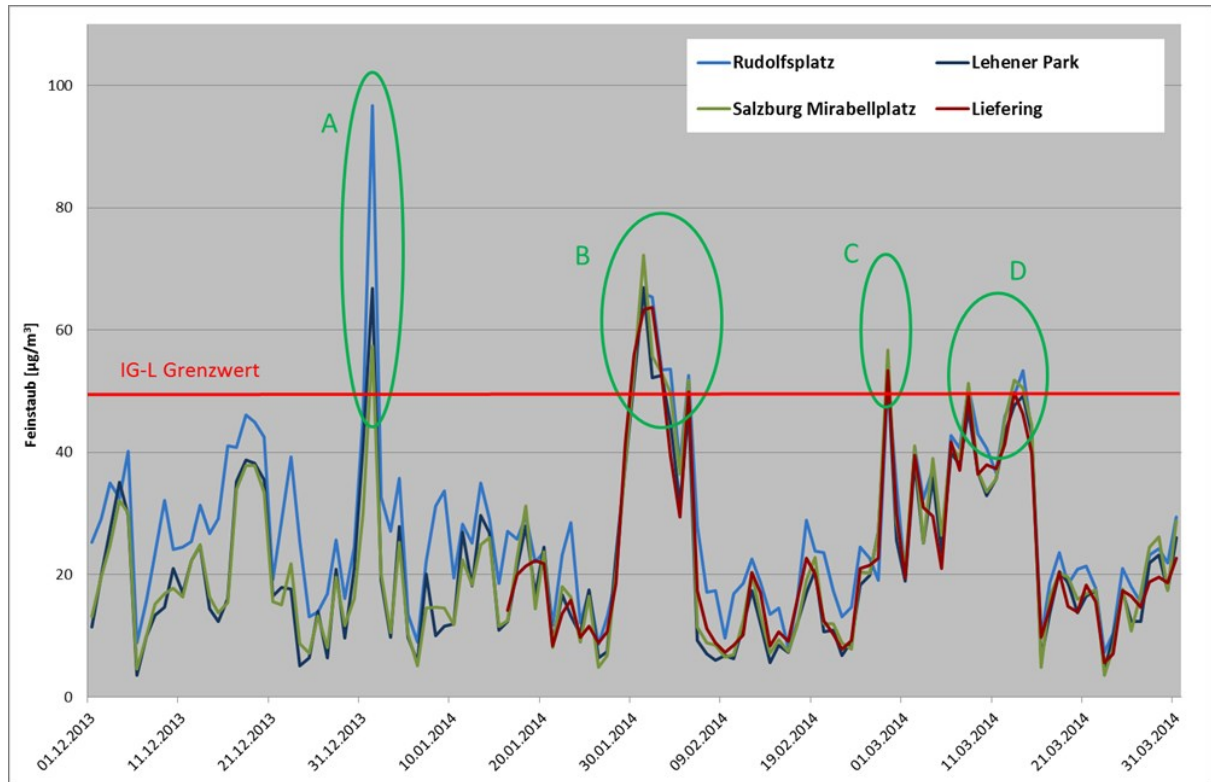


Abbildung 4: Verlauf der Feinstaubkonzentration (TMW) in Salzburg

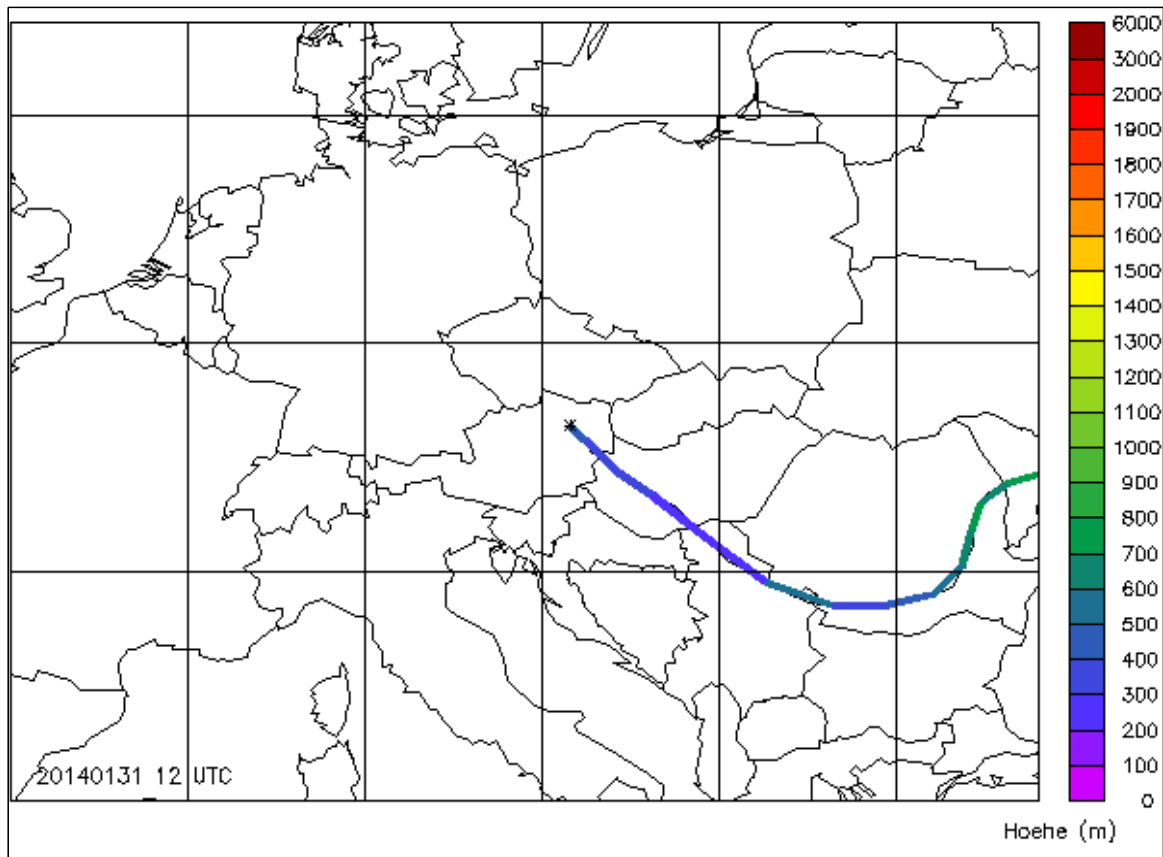
Die in der Abbildung 4 hervorgehobene PM_{10} (**Episode A**) entstand zu Silvester und ist auf den Einsatz von Feuerwerkskörpern zurückzuführen.

Durch das schneearme Wetter haben sich im Jänner wenige stabile Luftschichtungen gebildet, damit konnten sich Schadstoffe nicht über einen längeren Zeitraum hinweg in der Luft anreichern. Erst zu Monatsende hin sind die Schadstoffkonzentrationen vorübergehend etwas angestiegen. Die Konzentrationen von PM_{10} (**Episode B**) haben zwischen dem 29. Jänner und 3. Februar die höchsten Werte erreicht und sind überwiegend auf die Zufuhr schadstoffreicher Luftmassen aus Osteuropa zurückzuführen, auch die Feinstaubwerte an der burgenländischen Hintergrundmessstation Illmitz (Nationalpark Neusiedler See) waren Ende Jänner über dem Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Staubschuppe am 5. Februar ist auf eine lokale Inversionswetterlage zurückzuführen. Die erhöhten Mittelwerte entstanden durch austauscharme Wetterlagen mit geringen Windgeschwindigkeiten was zu einer Anreicherung von Schadstoffen in den unteren Luftschichten führte.

Die **Episode C** am 27. Februar ist wiederum zum überwiegenden Teil auf Ferntransport schadstoffreicher Luft aus Osteuropa zurückzuführen.

Nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft den Weg der Luftmassen vom 31. Jänner 2014.



Erläuterung: Der Linienzug zeigt den Weg, den die Luft zwei Tage lang vor dem Eintreffen in Salzburg zurückgelegt hat. Diesen Weg der Luft bezeichnet man als Trajektorie. Die Luft kann am Weg nach Österreich ihre Höhe ändern, sie kann aufsteigen oder aus größerer Höhe absinken. Aus der Einfärbung der Trajektorie ist die Höhe, in der sich die Luft bewegt, ersichtlich (Quelle: ZAMG)

In der Woche vom 9. bis zum 15. März gab es sonniges und klares Wetter mit Frost in den Nächten und sehr milde Temperaturen an den Nachmittagen. Diese Wetterphase hat auch hohe Konzentrationen von PM_{10} begünstigt wie im **Bereich D** abgebildet.

In der Abbildung 5 ist der PM₁₀ Verlauf der Halleiner Stationen an der B159 Kreisverkehr und an der Autobahn A10 dargestellt. Zusätzlich zu den Stationen in der Stadt Salzburg tritt eine Feinstaubspitze bereits zwischen dem 16. und 20. Dezember 2013 in Hallein auf. Durch das überwiegend stabile Wetter haben sich Schadstoffe in der Luft angereichert, begünstigt durch eine Hochdruckwetterlage.

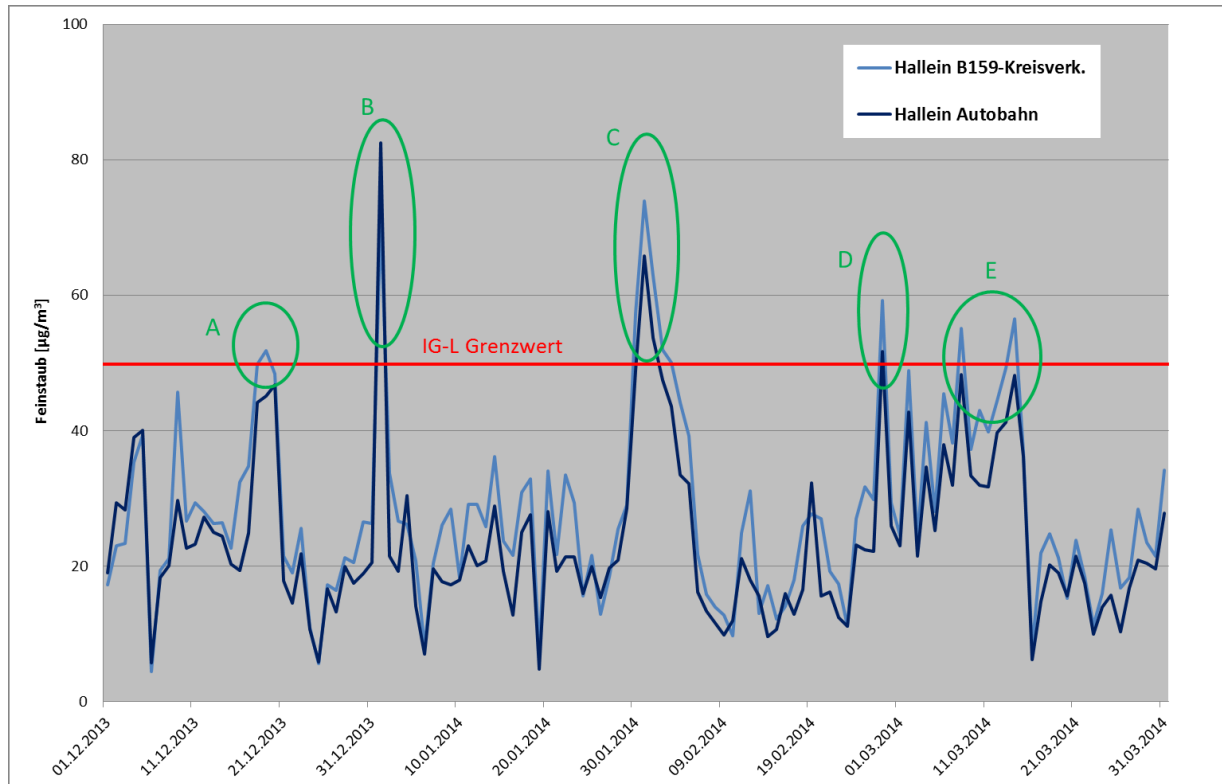


Abbildung 5: Verlauf der Feinstaubkonzentration (TMW) in Hallein

Die Feinstaubbelastung der restlichen Zeit ist denen der Salzburger Stadtstationen sehr ähnlich (siehe Abbildung 4).

Blei im Feinstaub

Das Immissionsschutzgesetz Luft sieht als Grenzwert zum dauerhaftem Schutz der menschlichen Gesundheit einen Jahresmittelwert von $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 500 \text{ ng}/\text{m}^3$ vor.

In 5-tägigen Intervallen wurden Tagesproben mit einem Digital High Volume Sampler gesammelt, die Proben im Landeslabor analysiert und daraus ein Jahresmittelwert ermittelt. Diese zeigen eine abnehmende Tendenz und liegen um mehr als einen Faktor 100 unter dem geforderten Grenzwert. Durch die Umstellung auf bleifreies Benzin (EU-weite Verbot seit 2000) konnten die Bleimissionen deutlich gesenkt werden.

In nachfolgender Tabelle sind zusätzlich die Bleiwerte zwischen 01.12.2013 und 31.03.2014 angeführt, sie sind fast doppelt so hoch wie die Jahresmittelwerte, womit sich der Trend mit den höheren Schadstoffbelastungen in den kalten Wintermonaten auch bei den Staubinhaltsstoffen fortführt.

Jahr	Rudolfsplatz	Hallein B159 (ab 2014: $\text{PM}_{2,5}$)	Zederhaus	Lehener Park (ab 2009: $\text{PM}_{2,5}$)
2000	16,9			
2001	13,3	11,5	4,5	
2002	11,9	9,0	3,9	
2003	12,8	12,6	6,8	
2004	8,3	10,0	5,7	
2005	7,9	9,4	3,7	5,9
2006	8,0	7,7	3,4	9,5
2007	7,6	7,8	4,0	7,4
2008	5,3	4,7	2,1	-
2009	4,9	5,2	2,3	4,6
2010	4,9	5,0	2,0	3,8
2011	4,4	4,0	1,7	3,4
2012	4,3	3,9	1,5	3,1
2013	2,6	2,4	1,1	2,5
Winter 2013/14*	5,1	5,1	2,1	4,8

Tabelle 2: Blei im PM_{10} bzw. $\text{PM}_{2,5}$ in ng/m^3

* 01.12.2013 – 31.03.2014

Feinstaubfraktion PM_{2,5}

Neben der chemischen Zusammensetzung ist besonders die Partikelgröße für die Ausprägung gesundheitlicher Effekte von Bedeutung. Je kleiner die Partikel, umso tiefer können sie in den menschlichen Organismus eindringen und haben somit erhebliche negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Diese Teilchen mit einem Durchmesser von kleiner gleich 2,5 µm (PM_{2,5}) sind klein genug, um beim Atmen über den Kehlkopf hinaus in die Lunge bis in die Lungenbläschen selbst zu gelangen. PM_{2,5} wird daher auch als „alveolengängiger“ bzw. „lungengängiger“ Staub bezeichnet.

Das IG-L sieht in allen größeren Städten PM_{2,5} Messungen in Hinblick auf die gesundheitliche Relevanz dieser Staubfraktion vor.

Seit Februar 2005 wird am Salzburger Rudolfsplatz zusätzlich zu PM₁₀ auch die PM_{2,5} Fraktion des Feinstaubes gemessen. An der Messstelle Lehenener Park wird die städtische Hintergrundbelastung von PM_{2,5} seit Anfang 2008 gemessen, an der Messstation Hallein B159 wird seit Jahresanfang 2014 eine PM_{2,5}-Messung durchgeführt. In Zell am See wird seit 2012 mit einem optischen Messgerät der Firma Grimm parallel PM₁₀ und PM_{2,5} gemessen.

Der Jahresgrenzwert von 25 µg/m³ für PM_{2,5} (gültig ab 2015) wird an allen drei Standorten deutlich unterschritten.

In nachfolgender Tabelle sind die Trends der Jahreskennwerte für Feinstaub PM_{2,5} dargestellt.

	Salzburg Rudolfsplatz		Salzburg Lehen		Zell am See	
	JMW	max. TMW	JMW	max. TMW	JMW	max. TMW
2005	25,9	81,0	-	-		
2006	27,5	150,0	-	-		
2007	21,0	99,0	-	-		
2008	19,4	77,8	14,3	70,5		
2009	20,4	109,2	15,7	105,8		
2010	20,3	99,5	16,4	91,9		
2011	17,4	64,8	14,1	60,1		
2012	15,4	79,7	12,7	73,7	12,7	66,0
2013	17,2	72,6	14,6	69,1	12,3	64,4
Winter 2013/14*	17,9	65,0	15,9	60,8	13,6	38,6

Tabelle 3: Jahreskennwerte für PM_{2,5} in µg/m³

* Messzeitraum von 01.12.2013 – 31.03.2014

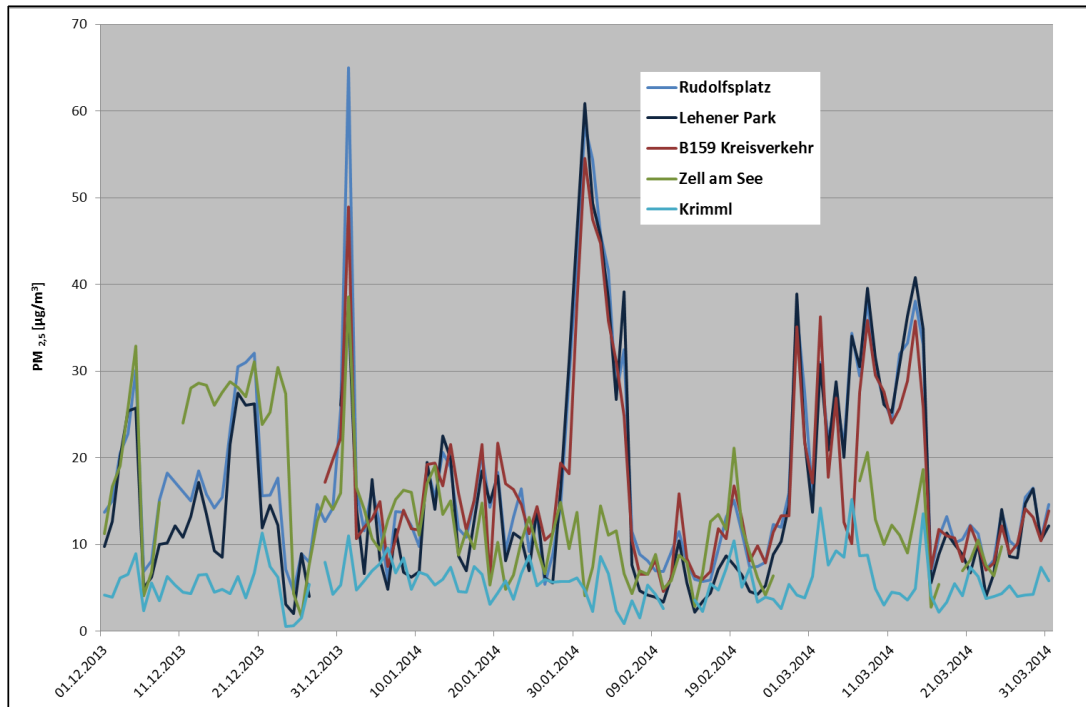


Abbildung 6: Verlauf der PM_{2.5}-Tagesmittelwerte in µg/m³

Die PM_{2.5} Werte sind im Jahr 2013 gegenüber 2012 (sehr günstige meteorologische Bedingungen) leicht gestiegen. An der verkehrsbelasteten Messstelle Rudolfsplatz konnten seit Beginn der Messungen im Jahr 2005 die PM_{2.5} Werte um etwa 35% reduziert werden.

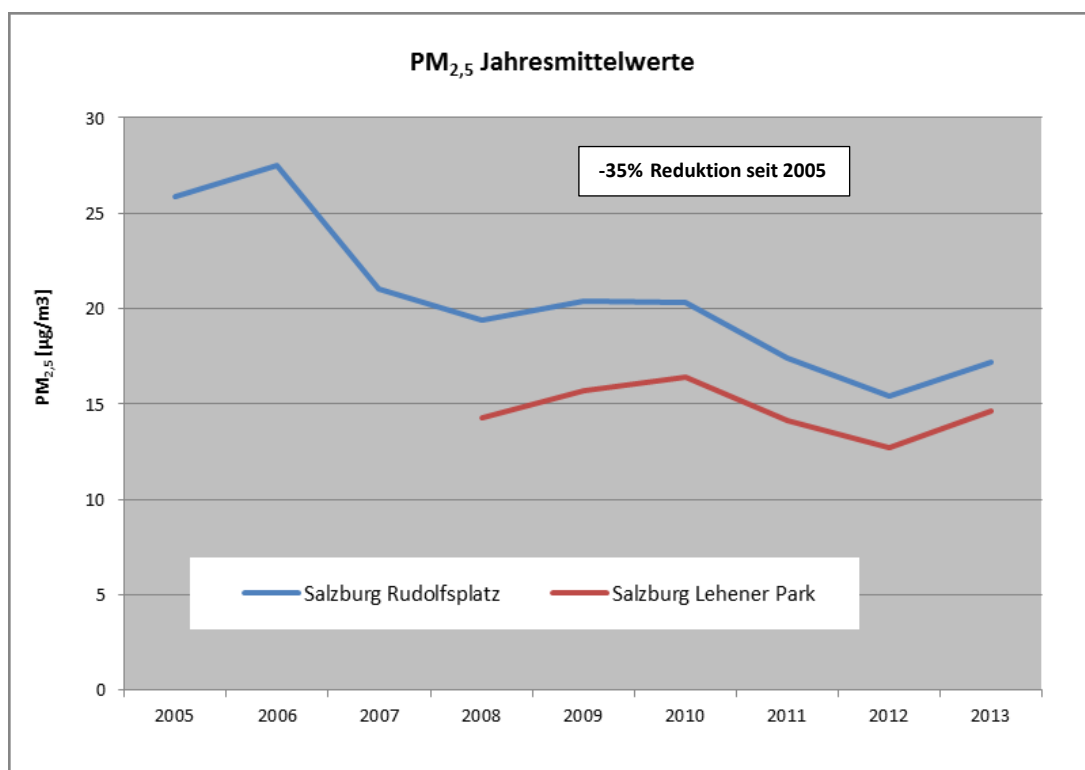


Abbildung 7: Trend der PM_{2.5} Jahresmittelwerte

Witterungsverlauf

Der **Dezember** brachte durch überwiegend stabiles Hochdruckwetter und Südföhn viel Sonnenschein, wenig Niederschlag und überdurchschnittliche Temperaturen. Vor allem auf den Bergen war es bei dieser Wetterlage überdurchschnittlich warm, weshalb auch häufig Inversionen mit stabiler vertikaler Luftschichtung aufgetreten sind.

Der **Jänner** war geprägt durch häufige Südweatherlagen mit relativ milder Luft und trockenem Wetter. Bis zum 23. Jänner war es in weiten Teilen des Landes beinahe frühlingshaft mild, dazu gab es meist trockenes Wetter. Am 24. des Monats leitete eine Kaltfront von Westen her vorübergehend wechselhaftes Wetter mit Niederschlag und Abkühlung ein, bereits im Lauf der Folgeweche brachten Hochdruckeinfluss und eine Südströmung aber wieder trockenes Wetter.

Der **Februar** war ähnlich wie der Jänner geprägt von häufigen Südweatherlagen mit relativ milder Luft und an der Alpennordseite mit relativ trockenem Wetter. Im Alpenvorland und im Salzburger Becken war es bei durchgehend aperem Boden frühlingshaft mild. In den Gebirgsgauen gab es wechselhaftes Wetter mit mehr Niederschlag.

Der **März** war wie der Jänner und der Februar sehr mild. Es herrschten aber keine Südweatherlagen wie zu Beginn des Jahres vor, sondern häufige Hochdruckwetterlagen mit trockener Luft und viel Sonnenschein. Die Anzahl der Tage mit einer Schneedecke in den Niederungen war den ganzen Winter hindurch gering, diese Tendenz hat sich auch im März fortgesetzt.

Lageplan

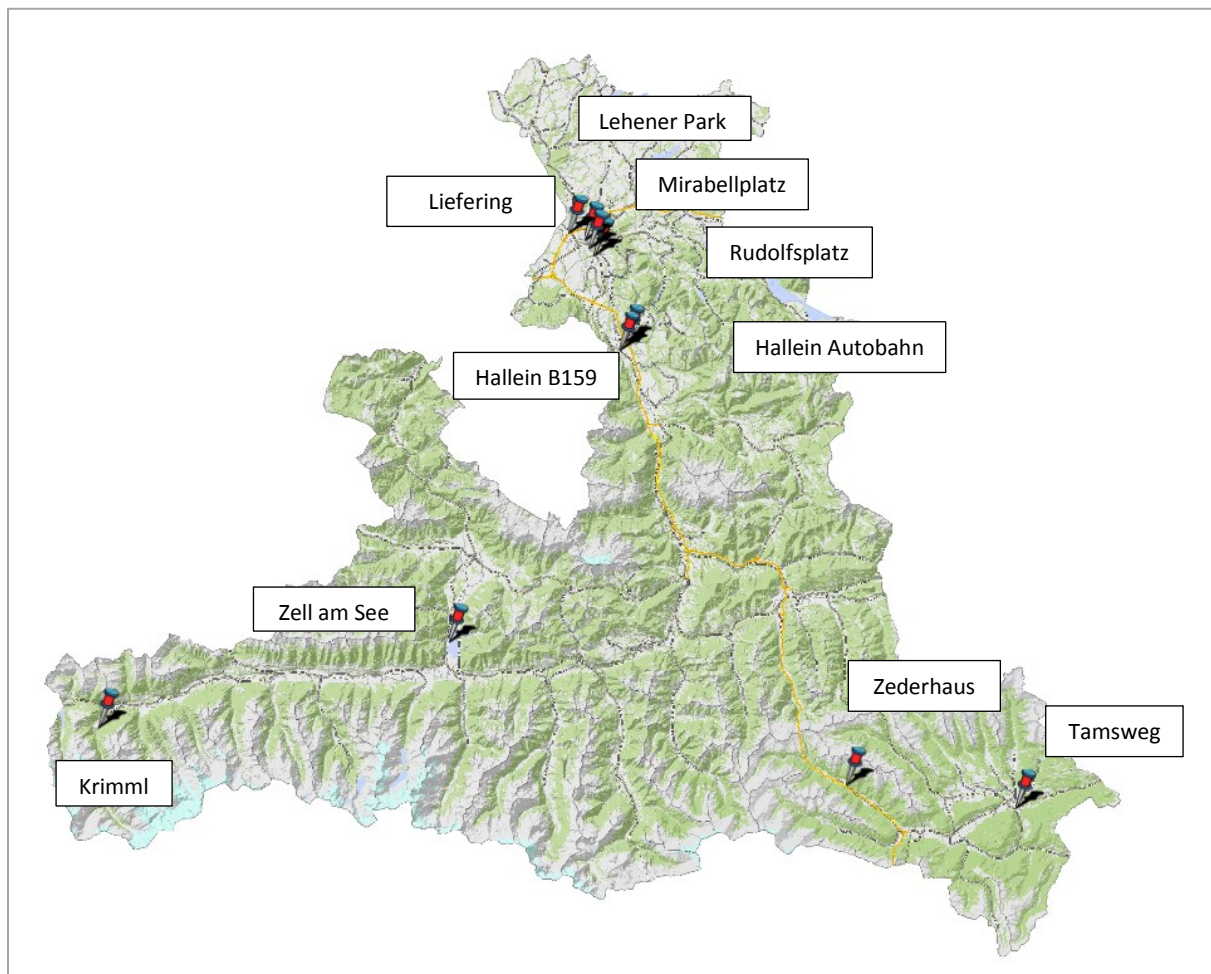


Abbildung 8: Standorte Messstationen