

AMT FÜR UMWELTSCHUTZ FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

FEINSTAUB- UND STICKOXIDMESSUNGEN IN LIECHTENSTEIN

MESSBERICHT DER MESSUNGEN DES JAHRES 2011 AM STANDORT SCHAAN
LINDENKREUZUNG



SCHAAN, AUGUST 2012 / JÜRGEN BECKBISSINGER

Bericht_Schaan_2011_01.docx / 8157.01

Acontec AG

Im Bretscha 28
FL-9494 Schaan

Telefon +423 230 07 88
Telefax +423 230 07 89

info@acontec.com
www.acontec.com

INHALTSVERZEICHNIS

1. Zusammenfassung.....	1
2. Gemessene Schadstoffe	2
3. Aufgabe	3
4. Grundlagen	3
5. Messgerät	3
6. Messdauer	4
7. Qualitätssicherung	4
8. Resultate PM10	5
9. Resultate Stickoxide.....	12
10. Zusätzliche Auswertungen für PM10 und NO_x	18

Anhänge:

I Tagesmittelwerte	23
II Übersichtskarte	27

IMPRESSUM:

Herausgeber: Amt für Umweltschutz Liechtenstein
Inhalt: Acontec AG, Schaan
Messungen: Acontec AG, Schaan
Auswertungen: Jürgen Beckbissinger, Acontec AG, Schaan
Bericht: Jürgen Beckbissinger, Acontec AG, Schaan
Bezug: Amt für Umweltschutz
Postfach 684
9490 Vaduz
www.afu.llv.li

1. ZUSAMMENFASSUNG

Seit Mai 2005 wird am Standort „Vaduz Austrasse“ kontinuierlich Feinstaub (PM10), Stickoxide (NO_x) und Ozon (O₃) gemessen. In der Zeit vom 18. Dezember 2010 bis zum 14. Dezember 2011 wurden ergänzend in Schaan an der Lindenkreuzung mit einer mobilen Kleinmessstation kontinuierlich PM10- und NO_x-Immissionsmessungen durchgeführt. Im vorliegenden Bericht werden die Messresultate der erwähnten Zeitperiode dargestellt.

Die durchschnittliche PM10-Belastung während der Messperiode (Jahresmittelwert) lag am Standort Schaan Lindenkreuzung bei 24 µg/m³ und damit 18% über dem Jahresmittelgrenzwert von 20 µg/m³. Die durchschnittliche NO₂-Belastung lag bei 28 µg/m³. Der diesbezügliche Grenzwert von 30 µg/m³ wurde damit eingehalten.

Der PM10-Tagesmittelgrenzwert von 50 µg/m³ wurde in der 362 Tage dauernden Messkampagne 20 mal überschritten. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 05. März 2011 mit 87 µg/m³ gemessen. Beim NO₂ wurde der Kurzzeitgrenzwerte (max. Tagesmittelwert) eingehalten. Das maximale Tagesmittel für NO₂ wurde am 8. Februar 2011 mit 70 µg/m³ gemessen.

10 % der PM10-Tagesmittelwerte (0.9-Quantil) lagen in der Zeitperiode vom 18. Dezember 2010 bis zum 14. Dezember 2011 über 42 µg/m³. In Vaduz beträgt das 0.9-Quantil 32 µg/m³. Das 0.5-Quantil (Median) für PM10 lag in Schaan Lindenkreuzung bei 20 µg/m³ und in Vaduz Austrasse bei 16 µg/m³. Die entsprechenden Werte für NO₂ liegen bei 52 µg/m³ in Schaan und 45 µg/m³ in Vaduz (0.9-Quantil) bzw. 25 µg/m³ in Schaan und 18 µg/m³ in Vaduz (0.5-Quantil).

Trotz der neuen Verkehrsführung im Schaaner Zentrum¹ und der damit verbundenen Entlastung in unmittelbarer Nähe zur Lindenkreuzung, werden die PM10-Immissionsgrenzwerte nach wie vor nicht eingehalten. Damit künftig diese, als auch die NO₂-Immissionsgrenzwerte, flächendeckend unterschritten werden können, sind weiterhin massive Anstrengungen in verschiedensten Bereichen, wie beispielsweise Verkehr, Industrie, Gewerbe, Haushalte (Feuerungen), Bau- und Landwirtschaft notwendig. Die Weiterführung dieser Messungen wird den Erfolg oder Misserfolg der laufenden Massnahmen im Bereich der Luftreinhaltung aufzeigen. Möglicherweise wird mit dem Abschluss der Bauarbeiten im Bereich der Lindenkreuzung, diese waren im 2011 noch im Gange, eine Reduktion der Feinstaubbelastung erzielt.

¹ Der Grosskreisel wurde im November 2010 in Betrieb genommen.

2. GEMESSENE SCHADSTOFFE

2.1. FEINSTAUB PM10

Als Feinstaub (PM10) bezeichnet man Partikel mit einem Durchmesser kleiner 10 µm. Aufgrund ihrer Kleinheit können diese Partikel tief in die feinsten Verästelungen der Lunge eindringen und gelangen von dort zum Teil in die Lymph- und Blutbahnen. Ihre zerklüftete Struktur ermöglicht die Anlagerung von weiteren giftigen Substanzen. Dieses Schadstoffgemisch besteht aus einer Vielzahl von chemischen Verbindungen mit teils krebserzeugender Wirkung. In erhöhten Konzentrationen kann PM10 in den Atemwegen lokale Entzündungen verursachen. Dies kann zu schwerwiegenden Auswirkungen auf die Gesundheit führen. Husten, Atemnot, Bronchitis und Asthmaanfälle; Atemwegs- und Herz-Kreislaufkrankungen und damit verbundene Spitaleinweisungen; vorzeitige Todesfälle und Lungenkrebs können die Folge sein.

PM10 ist ein komplexes Gemisch aus festen und flüssigen Teilchen. Diese unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Grösse, Form, Farbe, chemischen Zusammensetzung, physikalischen Eigenschaften und ihrer Herkunft bzw. Entstehung. Grundsätzlich wird zwischen primären und sekundären Partikeln unterschieden. Erstere werden als primäre Emissionen direkt in die Atmosphäre abgegeben, letztere entstehen durch luftchemische Prozesse aus gasförmig emittierten Vorläufersubstanzen (z.B. Ammoniak, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide).

2.2. STICKOXIDE

Im Zusammenhang mit den durchgeführten Messungen und Auswertungen werden als Stickoxide (NO_x) die Summe aus den beiden Verbindungen Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2) bezeichnet. Eine wesentliche Quelle für Stickoxide sind Verbrennungsprozesse. Damit dient dieser Schadstoff in der Luftreinhaltung u.a. auch als Leitparameter für Verbrennungsemissionen. Neben direkter, negativer, gesundheitlicher Auswirkungen bei übermässigen Stickoxidkonzentrationen, beeinflussen NO als auch NO_2 die Ozonbildung sowie die Entstehung sekundären Feinstaubs. Insbesondere Stickstoffdioxid kann bei erhöhten Konzentrationen die Atmungsorgane reizen oder gar schädigen.

3. AUFGABE

Die kontinuierliche Messung der Feinstaub- und Stickoxidimmissionen bilden heutzutage einen wichtigen Bestandteil der lufthygienischen Umweltüberwachung. Im Rahmen der gesetzlich geregelten Überwachungsfunktion, welche durch das Amt für Umweltschutz (AfU) gewährleistet wird, erhielten wir, die Acontec AG, Schaan, den Auftrag an verschiedenen durch das AfU vorgegebenen Standorten, kontinuierliche Feinstaub- und seit 2011 auch Stickoxidmessungen durchzuführen. Mit diesen Messungen soll ein Überblick über die Belastungen an unterschiedlichen Standorten in Liechtenstein gewonnen werden. Nach Messungen an den Standorten Schaan Wiesengasse, Vaduz Äulestrasse, Ruggell Landstrasse, Schaanwald Vorarlbergerstrasse und Eschen Essanestrasse wurden vom 18. Dezember 2010 bis zum 14. Dezember 2011 in Schaan an der Lindenkreuzung nach 2008 erneut kontinuierliche Immissionsmessungen mit einer Kleinmessstation vorgenommen. Obwohl, wie erwähnt, im 2011 erstmals parallel auch Stickoxide gemessen wurden, liegt der Schwerpunkt der Auswertungen auf den PM10-Immissionsmessungen.

4. GRUNDLAGEN

4.1. MESSSTANDORT

Die Messstation befand sich an der Lindenkreuzung in Schaan. Der Abstand zum Fahrbahnrand betrug ca. 2 m. Die Ansaughöhe lag auf ca. 2.5 m Höhe (vgl. Abbildung 11 und Orthofoto im Anhang II).

5. MESSGERÄT

Feinstaub PM10

Die Messung der Feinstaubkonzentration erfolgte kontinuierlich mit einem Staubmessgerät Model 5030 SHARP mit PM10-Messkopf. Der Monitor macht sich zwei unterschiedliche Messprinzipien zu nutze. Die in der Aussenluft vorhandenen Feinstaubpartikel werden auf einem Filter abgeschieden. Die abgeschiedene Partikelmasse wird durch die Abschwächung einer β -Strahlenquelle und einer optischen Methode kontinuierlich gemessen. Dabei kalibriert das Messgerät das optische Messsystem (Nephelometer) mit der Referenz-Partikelmasse aus der Beta-Messung. Die Messwerte werden als Halbstundenmittelwerte erfasst.

Stickoxide

Die Messung der Stickoxide, Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, erfolgte kontinuierlich mit einem sog. Chemilumineszenzmonitor (Horiba APNA 360). Das Messprinzip beruht darauf, dass bei der Oxidation von NO zu NO₂ Licht entsteht (Chemilumineszenz). Die Lichtmenge, welche sich proportional zur Konzentration verhält, wird im Messgerät kontinuierlich gemessen. Die Messwerte werden ebenfalls als Halbstundenmittelwerte erfasst.

6. MESSDAUER

Die Auswertungen erfolgten mit den Messdaten der Periode vom 18. Dezember 2010 bis 14. Dezember 2011. Die Anforderungen gemäss der Empfehlung „Immissionsmessungen von Luftfremdstoffen“ des BAFU vom Januar 2004 bezüglich Anzahl gültiger Messwerte (90 % der Halbstundenmittelwerte) sowie kein Ausfall von mehr als 10 aufeinanderfolgenden Tagen wurden eingehalten.

7. QUALITÄTSSICHERUNG

Die PM10-Messdaten wurden täglich und die NO_x-Messdaten ca. 14-tägig plausibilisiert. Einmal pro Woche erfolgte eine Auswertung der PM10-Messdaten. Die Resultate wurden im Sinne eines Wochenberichtes dem AfU übermittelt und in der Folge auf dessen Homepage veröffentlicht. Zirka alle 14 Tage wurden im Rahmen eines Stationsbesuches kleinere periodische Wartungsarbeiten, eine Prüfung des Stickoxidmonitors mit NO-Eichgas und Stickstoff durchgeführt. Umfangreichere Wartungsarbeiten sowie Kalibrationen der Messgeräte erfolgten quartalsweise.

Auf eine bei kontinuierlichen Feinstaubmessungen häufig durchgeführte Parallelmessung mit dem Standardverfahren (gravimetrische Methode) wurde aus Kostengründen verzichtet. Erfahrungen an anderen Messstandorten haben gezeigt, dass mit dem eingesetzten Gerätetyp in den meisten Fällen vertretbar gute Übereinstimmungen zum Standardverfahren erreicht werden.

8. RESULTATE PM10

Im folgenden Kapitel werden, in Anlehnung an die bisherigen Jahresberichte, die Resultate der Feinstaubmessungen dargestellt. In Kapitel 9 erfolgt eine Darstellung der im 2011 erstmals parallel mit den Feinstaubmessungen durchgeführten Stickoxidmessungen. In Kapitel 10 werden zusätzlich einige Aspekte dargestellt, welche sich auf die Schadstoffe PM10 und NO_x gleichermaßen beziehen.

8.1. TAGESMITTELWERTE

Eine Übersicht aller Tagesmittelwerte (TM) kann dem Anhang 1 entnommen werden. In Abbildung 1 ist der Verlauf der Tagesmittelwerte der gesamten Messperiode dargestellt. Während den insgesamt 362 Messtagen wurde der 24h-Immissionsgrenzwert (Tagesmittel) von 50 µg/m³ 20 mal überschritten. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 05. März 2011 mit 87 µg/m³ gemessen. Tagesmittel über dem Jahresmittelgrenzwert von 20 µg/m³ wurden am Standort Schaan Lindenkreuzung an 186 Tagen (51%) gemessen. Die mittlere Konzentration in der Zeit vom 18. Dezember 2010 bis zum 14. Dezember 2011 lag mit 24 µg/m³ über dem Immissionsgrenzwert von 20 µg/m³.

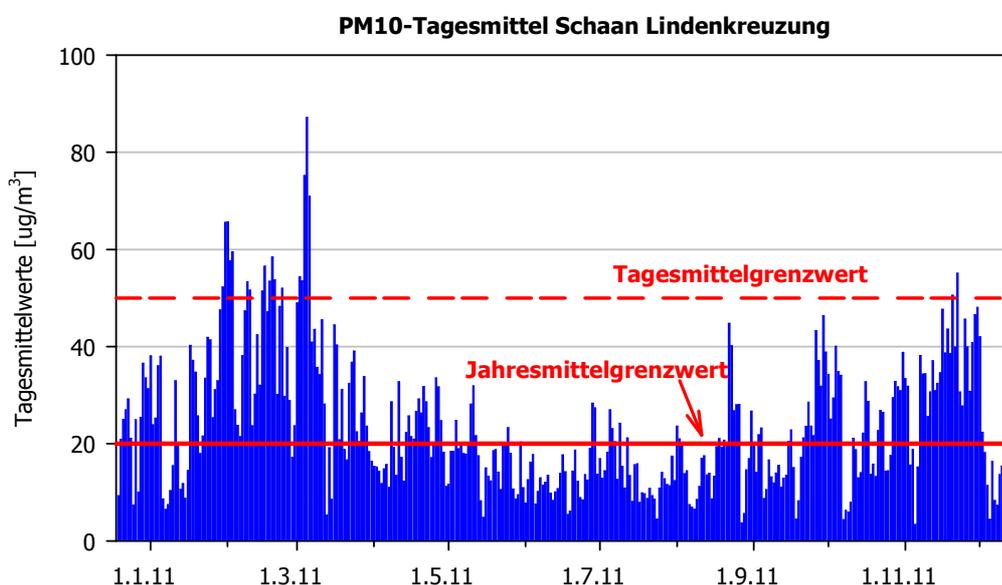


Abbildung 1 Tagesmittelwerte 2011 am Standort Schaan Lindenkreuzung

Wie aus dem Quantilplot (Abbildung 2) hervorgeht, lagen die Konzentrationen am Standort Schaan bei den dargestellten Quantilen höher als am Standort Vaduz Austrasse. Das 0.9-Quantil betrug in Schaan 42 µg/m³. Dies bedeutet, dass während der Messperiode 10% der

Tagesmittelwerte über $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lagen. In Vaduz lag das 0.9-Quantil bei $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Das 0.5-Quantil (Median) lag in Schaan bei $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Vaduz bei $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

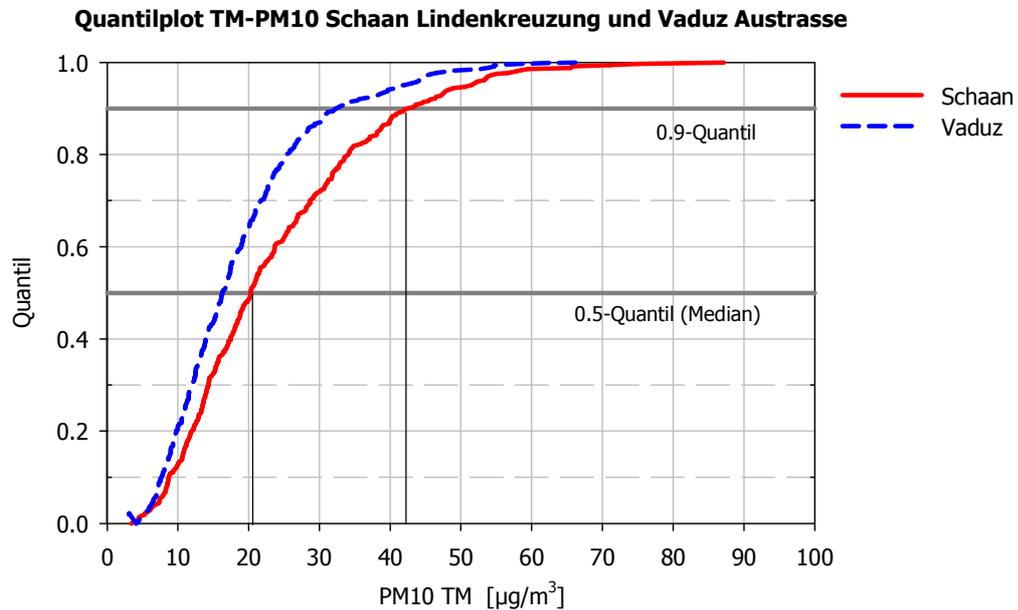


Abbildung 2 Quantilplot der PM10-Tagesmittelwerte 2011 an den Standorten Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse

8.2. KURZZEITBELASTUNGEN

Die kurzzeitige PM10-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) lag während 47% der Messperiode über dem Jahresmittelgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konzentrationen über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden während 9% der Messzeit registriert (vgl. Abbildung 3).

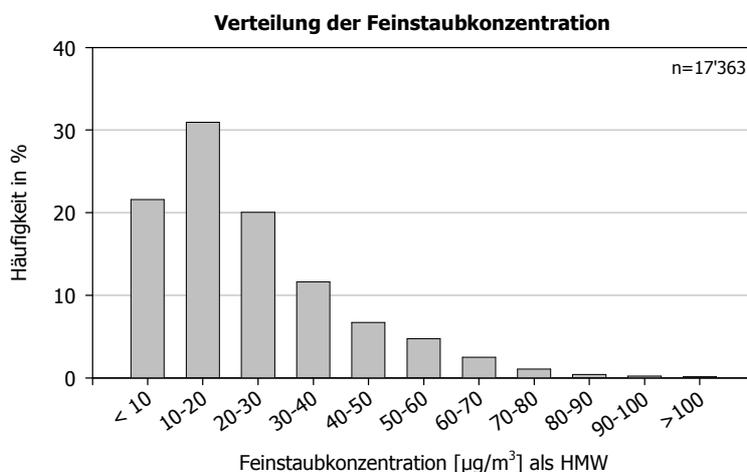


Abbildung 3 Häufigkeitsverteilung der Feinstaubbelastung (Halbstundenmittelwerte) im Jahr 2011 am Standort Schaan Lindenkreuzung

8.3. VERGLEICH MIT IMMISSIONSGRENZWERTEN

Der Langzeit-Immissionsgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert wird mit $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um 20% überschritten. Deutlich überschritten wird mit 20 Tagen auch der Kurzzeit-Immissionsgrenzwert von maximal einer Überschreitung des Tagesmittels von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr. In Abbildung 4 ist die Häufigkeit der Überschreitungen grafisch dargestellt.

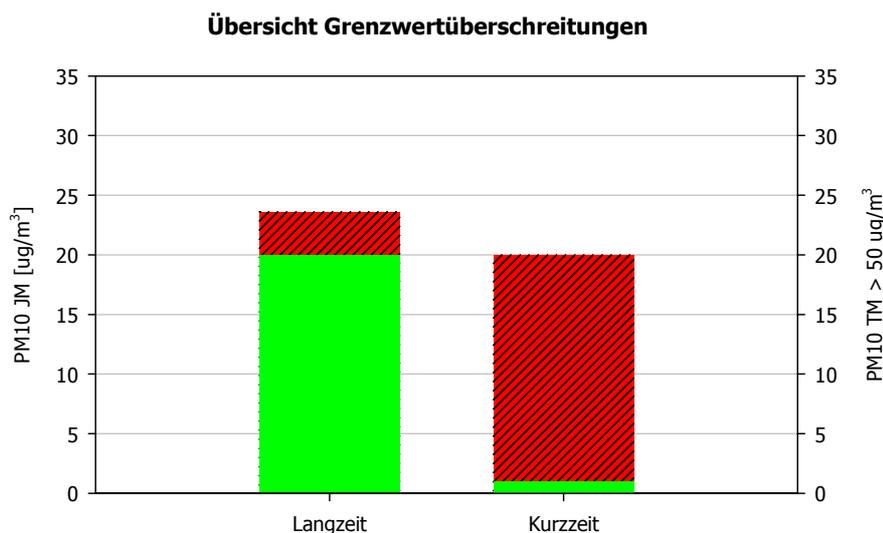


Abbildung 4 Vergleich der gemessenen PM10-Kurz- und -Langzeitmittelwerte am Standort Schaan Lindenkreuzung mit den geltenden PM10-Immissionsgrenzwerten --> Grün Immissionsgrenzwert, rot Überschreitungen

8.4. WOHENGANG

Der Wochengang am Standort Schaan Lindenkreuzung ist dem des Standorts Vaduz Austrasse ähnlich, liegt jedoch auf einem deutlich höheren Niveau. Am Standort Schaan Lindenkreuzung ist von Sonntag bis Mittwoch ein Anstieg der Belastung erkennbar. Ab Donnerstag fällt die Belastung bis zum Sonntag kontinuierlich ab (Abbildung 5). Am Standort Vaduz Austrasse ist der Verlauf deutlich flacher mit einem Maximum am Dienstag und Mittwoch und ebenfalls einem Minimum am Sonntag. Der Mittwoch ist im Durchschnitt am Standort Schaan Lindenkreuzung um 37% stärker belastet als der durchschnittliche Sonntag. Am Standort Austrasse liegt dieser Wert bei 25%. Da natürliche Emissionen keinen Wochengang aufweisen, kann dies als Hinweis dafür betrachtet werden, dass an beiden Standorten anthropogene² Emissionen einen relevanten Beitrag zur Gesamtbelastung leisten. Die absolute Differenz am Standort Schaan zwischen der durchschnittlichen Belastung am Mittwoch und jener am Sonntag liegt mit $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jedoch deutlich über der Differenz von $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, welche am Standort Vaduz registriert wurde.

²Anthropogen bedeutet in diesem Zusammenhang vom Menschen verursacht bzw. beeinflusst

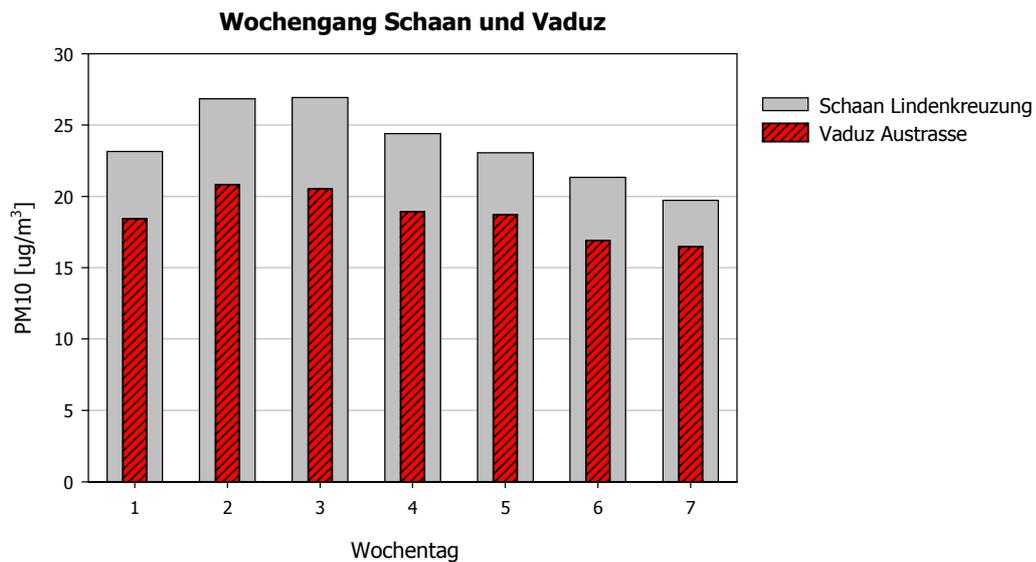


Abbildung 5 Mittlere Feinstaubbelastung an den Wochentagen (\bar{x} -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage während der Messperiode Dezember 2010 bis Dezember 2011) am Standort Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse

8.5. TAGESGANG

Wie aus der Abbildung 6 hervorgeht, schwanken die PM10-Konzentrationen an Werktagen im Mittel in einem Bereich zwischen $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in den frühen Morgenstunden und $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in den späten Abendstunden. An Sonntagen schwanken die Konzentrationen auf einem deutlich tieferen Niveau zwischen $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Differenz zwischen den Belastungen an Sonn- und Werktagen zur Hauptsache durch menschliche Aktivitäten, insbesondere durch den Strassenverkehr sowie industrieller und gewerblicher Tätigkeiten verursacht wird. Zum Vergleich ist in Abbildung 7 der Tagesgang am Ostluft-Messstandort Vaduz Austrasse angeführt. In Vaduz weisen die PM10-Konzentrationen an Werktagen drei Spitzen, am Morgen, eine schwache am Mittag und eine am Abend auf. Die Abendspitze ist in Vaduz nur leicht höher als jene am Mittag und Abend. In Schaan hingegen ist die Abendspitze deutlich höher als jene am Morgen. In Schaan und Vaduz ist der Verlauf während der Werktage und den Wochenenden, mit Ausnahme der Morgenspitze an Sonntagen, ähnlich.

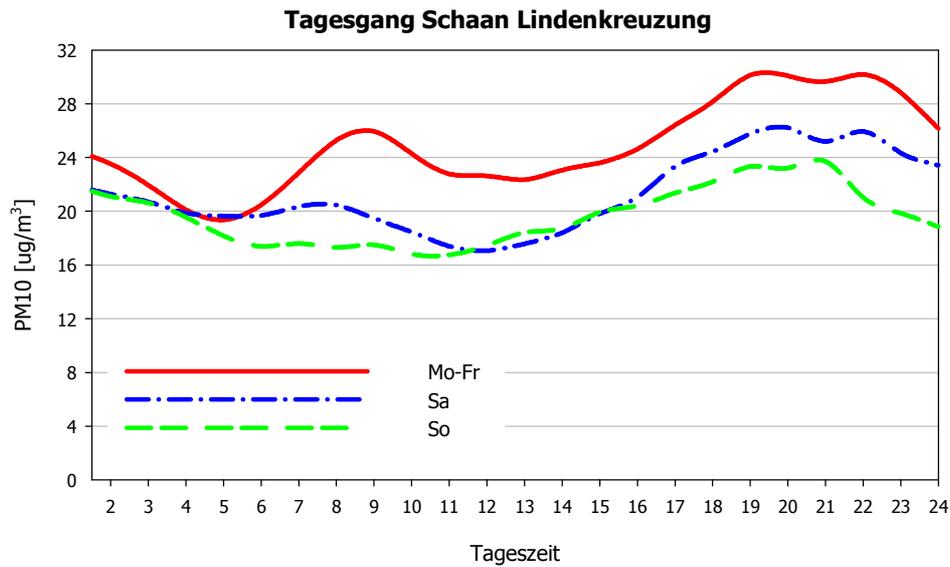


Abbildung 6 Mittlerer Tagesgang der Feinstaubbelastung am Standort Schaan Lindenkreuzung ($\bar{\varnothing}$ -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode Dezember 2010 bis Dezember 2011 an Werk- (Montag bis Freitag), Samstagen und Sonntagen)

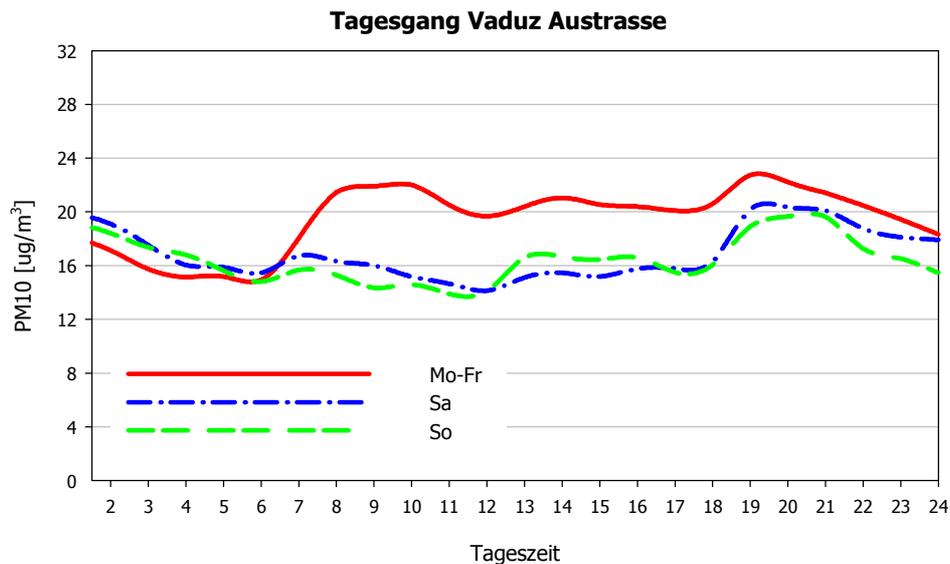


Abbildung 7 Mittlerer Tagesgang der Feinstaubbelastung am Standort Vaduz Austrasse ($\bar{\varnothing}$ -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode Dezember 2010 bis Dezember 2011 an Werktagen (Montag bis Freitag), Samstagen und Sonntagen)

In Abbildung 8 sind die Quotienten der mittleren Belastung an Werk- und Sonntagen der Standorte Schaan Lindenkreuzung, Vaduz Austrasse und als zusätzlicher Vergleich Schaan Wiesengasse (Daten 2010) aufgeführt. Die beiden Quotienten Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse unterscheiden sich bis 18:00 Uhr nur minimal. Ab 18:00 Uhr liegt der Quotient in Schaan deutlich über jenem in Vaduz. Dies bedeutet, dass in den Stunden nach 18:00 Uhr in Schaan die relative Differenz der mittleren Belastungen zwischen Sonn- und

Werktagen deutlich höher ist als in Vaduz. Am Standort Schaan Wiesengasse ist dies bereits ab Mittag, ca. 14:00 Uhr, feststellbar. Stark vereinfacht, kann davon ausgegangen werden, dass je höher der Quotient, desto stärker der anthropogene Anteil an der Gesamtbelastung am jeweiligen Standort.

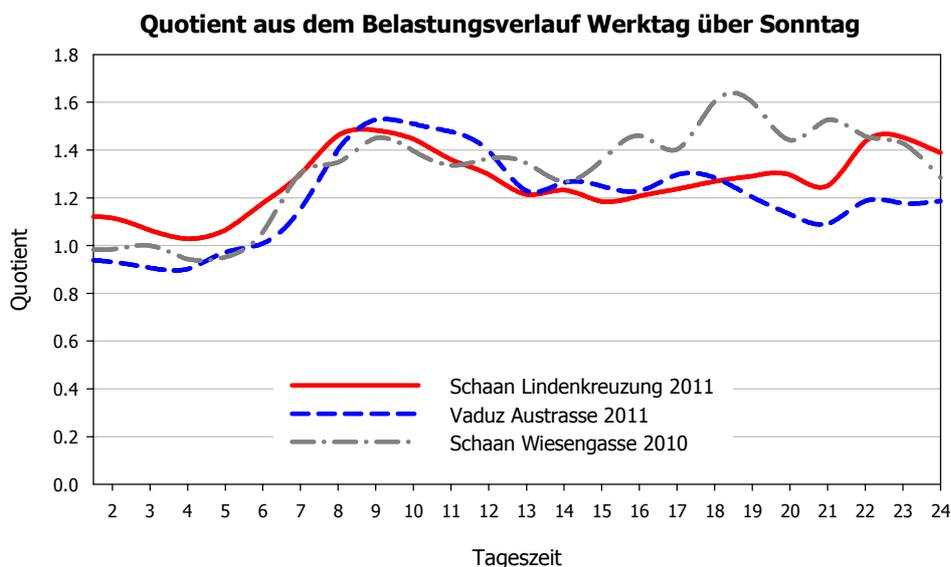


Abbildung 8 Quotient aus dem mittleren Tagesgang der Feinstaubbelastung an Werk- und Sonntagen an den Standorten Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse (Messwerte Dezember 2010 bis Dezember 2011). Zum Vergleich der Verlauf des Quotienten der Messungen vom 2010 am Standort Schaan Wiesengasse. Lesebeispiel: Am Standort Schaan Lindenkreuzung sind die mittleren PM10-Konzentrationen am Morgen um 09:00 Uhr an Werktagen um den Faktor 1.5 höher als an Sonntagen um dieselbe Zeit (09:00 Uhr). Der Wert 1 bedeutet, dass zwischen der mittleren Belastung an Werktagen und Sonntagen kein Unterschied besteht.

Eine zusätzliche Auswertung basierend auf dem durchschnittlichen Tagesgang erfolgt in Kapitel 10. Dort wird unter Anderem auf die unterschiedlichen Verläufe der PM10- und NO_x-Immissionen eingegangen.

8.6. KORRELATION MIT MESSWERTEN ANDERER STANDORTE

Die Tagesmittelwerte der Messungen am Standort Schaan Lindenkreuzung korrelieren vergleichsweise gut ($r^2 = 0.88$) mit jenen an der Ostluft-Messstation Vaduz Austrasse (vgl. Abbildung 9). Bei den Messungen im Jahr 2008 wurde zwischen dem Standort Schaan Lindenkreuzung und der Station Vaduz Austrasse eine deutlich schlechtere Korrelation ($r^2=0.67$) registriert. Die Ursache der besseren Korrelation liegt vermutlich darin, dass durch den Einbahnverkehr der direkte, lokale Einfluss der Strassenverkehrsemissionen auf die Immissionskonzentrationen an der Lindenkreuzung abgenommen hat.

Lediglich an 40 der 354 Messtage an denen Messwerte beider Stationen vorliegen, wurden in Vaduz Austrasse höhere Tagesmittelwerte als am Standort Schaan Lindenkreuzung registriert. 31 Tage dieser 40 Tage waren während des Sommerhalbjahres (Mai bis Oktober). Damit wurden im Winterhalbjahr in Vaduz an lediglich 9 Tagen höhere Immissionsbelastungen registriert als am Standort Schaan Lindenkreuzung. Im Durchschnitt waren die PM10-Belastungen bei Konzentrationen im Bereich des Jahresmittelgrenzwertes von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Schaan Lindenkreuzung um 27% höher als am Standort Vaduz Austrasse³ (vgl. Abbildung 10).

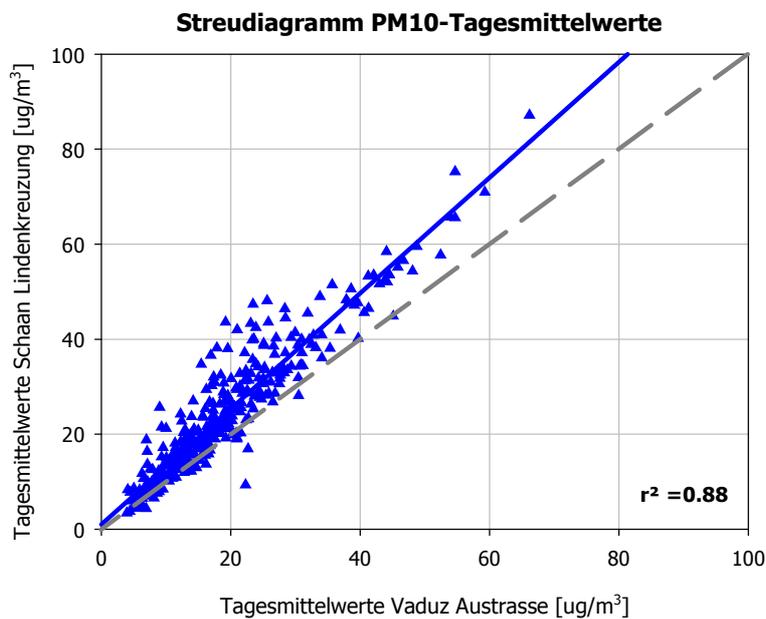


Abbildung 9 Streudiagramm der PM10-Tagesmittelwerte Schaan Lindenkreuzung und der Ostluft-Immissionsmessstation Vaduz Austrasse (Dezember 2010 bis Dezember 2011)

³Die lineare Ausgleichsfunktion lautet $y = 1.22x + 1.0$

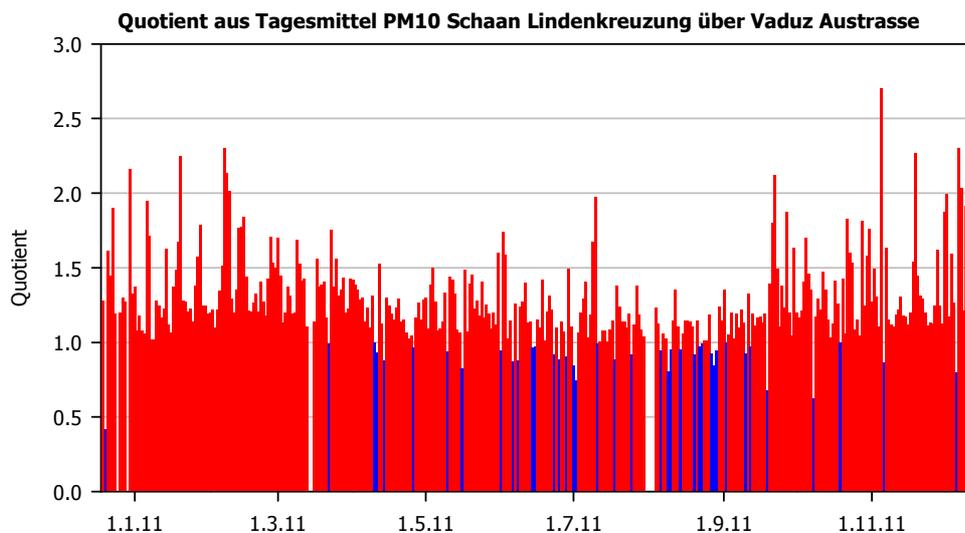


Abbildung 10 Verlauf der Quotienten aus den PM10-Tagesmittelwerten Schaan Lindenkreuzung über Vaduz Austrasse vom Dezember 2010 bis Dezember 2011. Rote Balken → Belastung war in Schaan Lindenkreuzung höher als in Vaduz; blaue Balken → Die Belastung an der Austrasse in Vaduz war höher als in Schaan. Lesebeispiel: Bei einem Wert von 2 lag die PM10-Belastung am Standort Schaan Lindenkreuzung um den Faktor 2 höher als jene am Standort Vaduz Austrasse

9. RESULTATE STICKOXIDE

Wie bereits in Kapitel 3 erwähnt, liegt der Schwerpunkt der Messungen als auch der Auswertungen auf den Feinstaubmessungen. Da jedoch seit Dezember 2011 parallel zu den PM10-Messungen auch Messungen der Stickoxidkonzentrationen durchgeführt wurden, werden auch diese Resultate im vorliegenden Bericht zusammenfassend dargestellt.

In Tabelle 1 sind die im Bezug auf die geltenden Immissionsgrenzwerte relevanten Messresultate aufgeführt. Zum Vergleich sind zusätzlich die jeweiligen Resultate der Messstation Vaduz dargestellt. In Schaan als auch in Vaduz wurden die LRV-Grenzwerte für Stickstoffdioxid eingehalten. An dem nur ca. 100 m vom Messstandort „Schaan Lindenkreuzung“ entfernten Messstandort „Lindenplatz Süd“ (vgl. Abbildung 11) wurde hingegen eine deutlich höhere Belastung gemessen. Das mit NO₂-Passivsammlern ermittelte Jahresmittel am Standort „Lindenkreuzung Süd“ liegt mit 34 µg/m³ über dem Immissionsgrenzwert von 30 µg/m³ und 21% über dem Jahresmittel der am Standort der kontinuierlichen Messungen (Schaan Lindenkreuzung) ermittelten durchschnittlichen Belastung. Die Ursachen für die höhere Belastung am Standort „Lindenkreuzung Süd“ können vielfältig sein. Möglicherweise führt ausströmende Luft aus der nahegelegenen Parkhauseinfahrt zu zeitweise höheren NO₂-Belastungen. Auch dürfte die Tatsache, dass sich auf der Landstrasse nach wie vor

Phasen mit „stop and go Verkehr“⁴ bilden, zu erhöhten NO_x-Belastungen führen. Auf dem kurzen Abschnitt der Bahnhofstrasse zwischen der Landstrasse und der Kreiseinfahrt von Buchs her kommend, haben sich die „stop and go“ Situationen seit der Einführung des Grosskreisels stark reduziert bzw. kommen kaum mehr vor, im Gegensatz zur Situation auf der Zollstrasse vor der Einfahrt in den Grosskreisel. Dies hat zur Folge, dass die Emissionen geringer und entsprechend die strassennahen Immissionen im Vergleich zu früher geringer sind. Zusätzlich ist aus Messungen an stark strassenexponierten Standorten bekannt, dass mit Passivsammlern die NO₂-Konzentration tendenziell eher über- als unterschätzt wird. Ob und in welchem Ausmass dieser Aspekt bzw. die anderen angeführten möglichen Ursachen für die Differenz verantwortlich sind, kann anhand der vorliegenden Resultate nicht beantwortet werden. Allenfalls könnten zusätzliche Messungen und entsprechende Auswertungen mehr Informationen darüber liefern.

⁴ Verkehrssituation, welche durch das langsame Vorwärtskommen und häufiges Anhalten der Fahrzeuge, geprägt ist.



Abbildung 11 Situation Lindenkreuzung mit Messstandort für PM₁₀ und NO₂ kontinuierlich „Schaan Lindenkreuzung“ (roter Kreis) und NO₂-Passivsammlerstandort „Lindenkreuzung Süd“ (blaues Dreieck). Quelle Karte: Geoportall FL

Tabelle 1 Übersicht der relevanten NO₂-Messergebnisse und Vergleich mit den Immissionsgrenzwerten [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Standort	JMW	95%-Perzentil	Max. TMW	Tage >80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Tage]
Schaan	28	61	70	0
Vaduz ¹⁾	22	52	60	0
Immissionsgrenzwert	30	100	-	1

¹⁾ Quelle: Ostluft

Standort	Jahresmittelwert (JMW)		Max. Tagesmittel	
	NO _x [ppb]	NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO _x [ppb]	NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Schaan	42	26	122	110
Vaduz ¹⁾	21	11	121	112

¹⁾ Quelle: Ostluft

Der Vergleich der NO₂-Tagesmittelwerte des Standortes Schaan Lindenkreuzung mit Vaduz Austrasse zeigt zum Einen, dass die Belastung in Schaan bis auf wenige Tage im Jahr höher war als in Vaduz. Zum Anderen kann dem beinahe parallelen Verlauf der Ausgleichsgeraden zur gestrichelten Hilfslinie mit Steigung 1 entnommen werden, dass der Konzentrationsunterschied zwischen den beiden Standorten mit ca. 6 µg/m³ mehr oder weniger konstant ist. Es gibt jedoch, wie aus der Abbildung 12 ersichtlich ist, auch einzelne Tage, an denen am Standort Lindenkreuzung deutlich höhere Belastungen gemessen wurden. So wurde beispielsweise am 5. Januar 2011 in Schaan ein Tagesmittelwert für NO₂ von 69 µg/m³ und in Vaduz von 29 µg/m³ gemessen. Der Grund für die grosse Differenz lag darin, dass der 5. bzw. der 6. Januar 2011 das Ende einer Hochdruckwetterlage mit stabilen Bodeninversionen war. Während in Vaduz sich die bodennahen Inversionen bereits im Verlaufe des 5. Januar 2011 auflösten, war dies in Schaan einen Tag später der Fall. Am 4. Januar 2011, am Tag als an beiden Standorten die bodennahen Inversionen Auswirkungen zeigten, lag in Schaan das Tagesmittel bei 61 µg/m³ und in Vaduz bei 57 µg/m³ und damit deutlich näher beisammen als einen Tag später. Ein ähnliches Beispiel, unter Berücksichtigung der PM10- und NO₂-Belastungen, ist in Kapitel 10 angeführt.

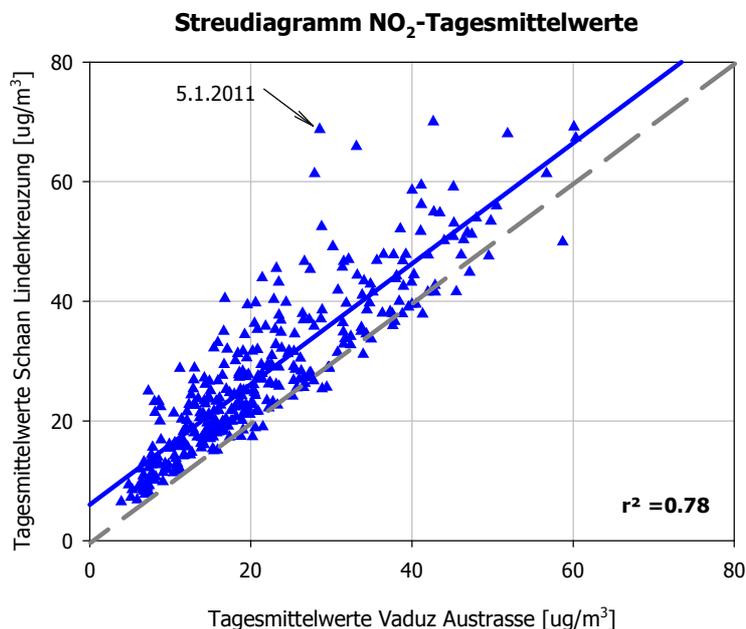


Abbildung 12 Streudiagramm der NO₂-Tagesmittelwerte Schaan Lindenkreuzung und der Ostluft-Immissionsmessstation Vaduz Austrasse (Dezember 2010 bis Dezember 2011). Beispielhaft ist der 5. Januar 2011 mit der erwähnten hohen Differenz in der Belastung markiert

Der Verlauf der NO₂-Tagesmittelwerte kann der Abbildung 13 entnommen werden. Wie erwähnt, lagen während der Messperiode sämtliche Tagesmittel unter dem Immissionsgrenzwert von 80 µg/m³.

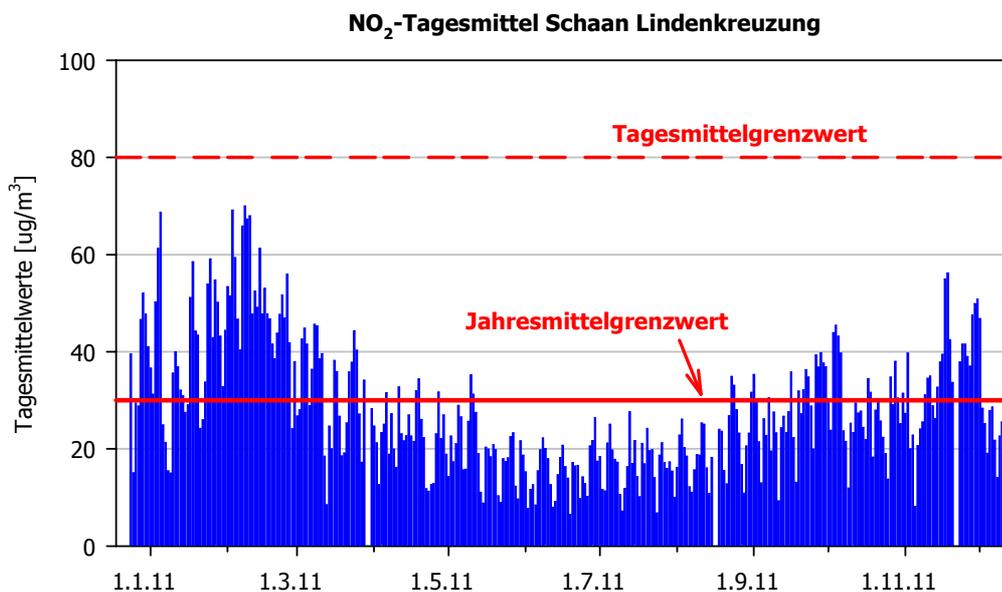


Abbildung 13 NO₂-Tagesmittelwerte 2011 am Standort Schaan Lindenkreuzung

Der mittlere Tagesgang der NO₂-Belastung unterliegt an beiden Standorten vor allem an den Werktagen starken Schwankungen (vgl. Abbildung 14). So stieg die NO₂-Belastung am Standort Schaan Lindenkreuzung im Durchschnitt von 04:00 Uhr am Morgen bis 08:00 Uhr um 140% Prozent von 18 auf 43 µg/m³ an. Der Hauptanteil dieses Anstieges kann, da am Sonntag deutlich tiefere Werte gemessen werden, die meisten Hausfeuerungen aber auch am Sonntag in Betrieb sind, dem Strassenverkehr zugeordnet werden.

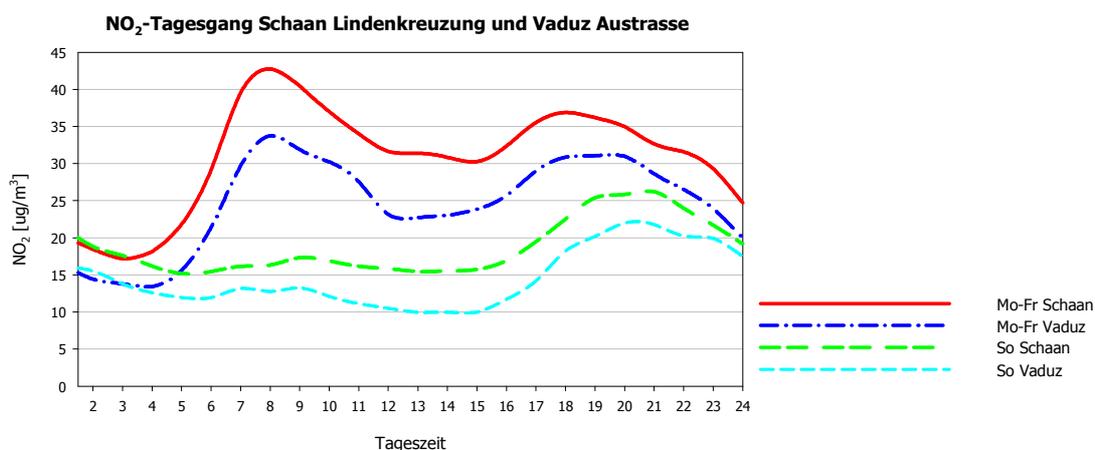


Abbildung 14 Mittlerer Tagesgang der NO₂-Belastung an den Standorten Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse (Ø-Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode Dezember 2010 bis Dezember 2011 an Werk- (Montag bis Freitag) und Sonntagen

In Abbildung 15 ist der durchschnittliche Wochengang der NO₂-Belastung an den Standorten Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse dargestellt. Ähnlich wie bei der PM10-Belastung wurde am Mittwoch, beim PM10 waren es der Dienstag und Mittwoch gleichermaßen, die höchsten Belastungen gemessen. Dieser Verlauf, mit den höchsten Konzentrationen am Dienstag und Mittwoch, ist für stark verkehrsexponierte Standorte nicht ungewöhnlich. So wurde beispielsweise im 2011 auch in Zürich an der Schimmelstrasse (vgl. Abbildung 16) am Dienstag die höchsten Belastungen gemessen. Am Samstag und Sonntag werden, aufgrund des geringeren Verkehrsaufkommens sowie weniger Aktivitäten in Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungssektor tiefer Konzentrationen gemessen.

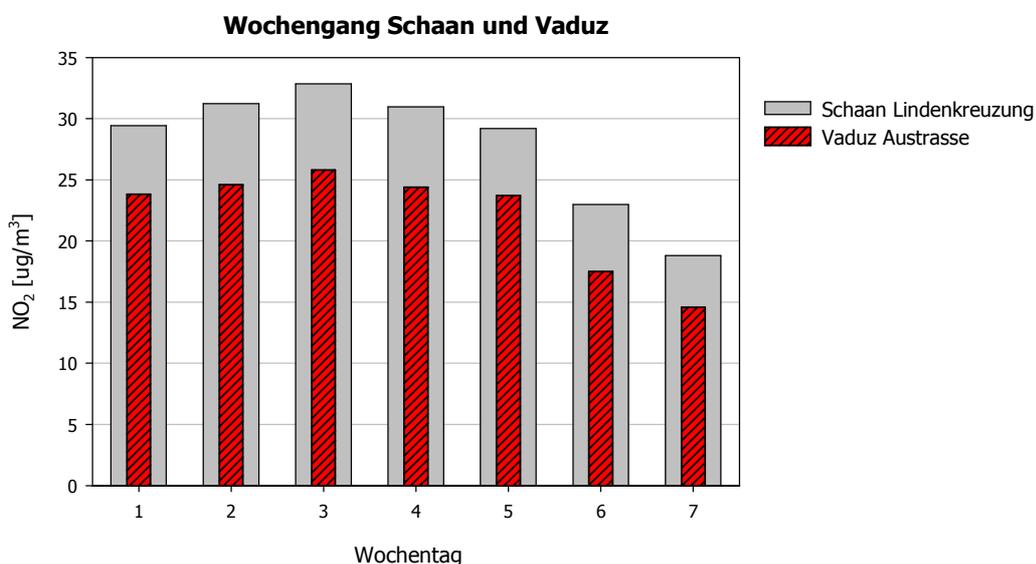


Abbildung 15 Mittlere NO₂-Belastung an den Wochentagen (Ø-Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage während der Messperiode Dezember 2010 bis Dezember 2011) am Standort Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse

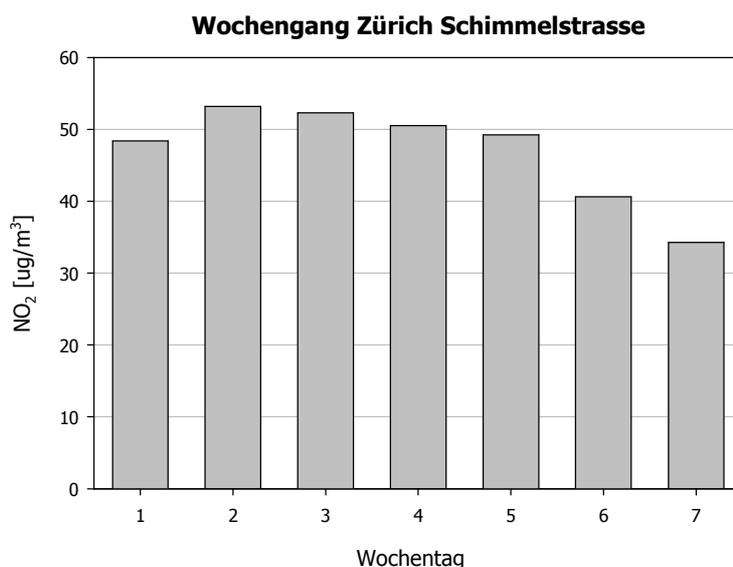


Abbildung 16 Mittlere NO₂-Belastung an den Wochentagen (Ø-Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage im 2011) am Standort Zürich Schimmelstrasse. Datenquelle: Ostluft

10. ZUSÄTZLICHE AUSWERTUNGEN FÜR PM10 UND NO_x

Wie eingangs des Berichtes erwähnt, wurden im 2011 erstmals parallel zu den Feinstaubmessungen in der Kleinmessstation auch kontinuierliche Stickoxide-Messungen durchgeführt. Würde die Belastung der beiden Schadstoffe gut korrelieren, wäre es möglich, aus der Feinstaubbelastung die NO₂-Belastung oder umgekehrt aus der NO₂-Belastung die Feinstaubkonzentration abzuleiten. Damit könnte auf die Messung eines der beiden Parameter verzichtet und entsprechend Kosten eingespart werden. Leider ist dies jedoch, wie aus der Abbildung 17 ersichtlich ist, nicht möglich. Die beiden Schadstoffe korrelieren auf der Stufe Tagesmittelwerte zu wenig gut, um aus der Konzentration des einen Schadstoffes auf die Konzentration des anderen Schadstoffes schliessen zu können. Die Korrelation auf Stufe der Halbstundenmittelwerte ist mit einem R² von 0.62 nur unwesentlich besser.

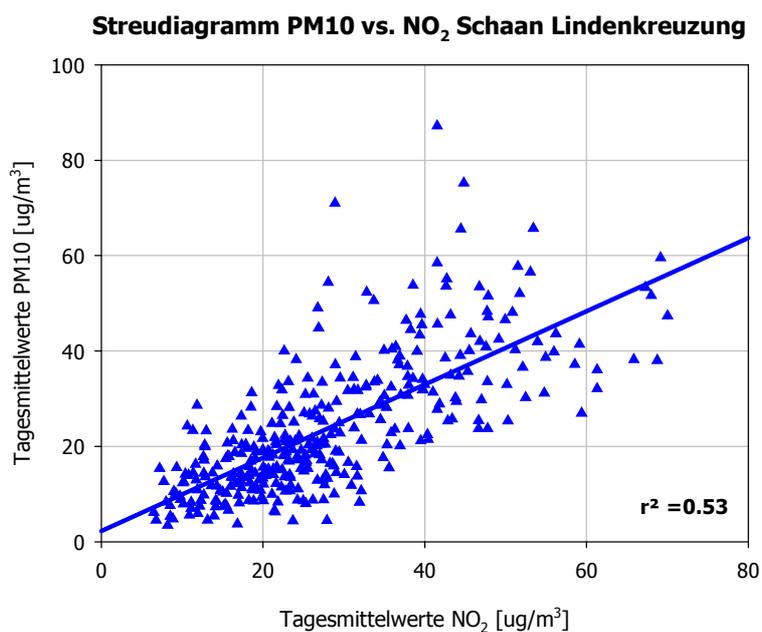


Abbildung 17 Streudiagramm der NO₂- und PM10 Tagesmittelwerte Schaan Lindenkreuzung (Dezember 2010 bis Dezember 2011).

Aus der Abbildung 18 ist ersichtlich, dass der Tagesgang der NO₂-Emissionen deutlich größeren Schwankungen unterliegt als es beim PM10 der Fall ist. Die Ursache dafür ist, dass der regionale und insbesondere lokale anthropogene Einfluss auf die NO₂-Konzentration deutlich grösser ist als beim PM10. Mit anderen Worten, der vom Menschen verursachte lokale Anteil der PM10-Belastung ist am Standort Schaan Lindenkreuzung deutlich niedriger als der Anteil an der NO₂-Belastung. Während die NO₂-Konzentrationen im angeführten Beispiel zwischen dem Faktor 0.54 bis 1.35 schwanken, sind es beim PM10 0.79 bis 1.24.

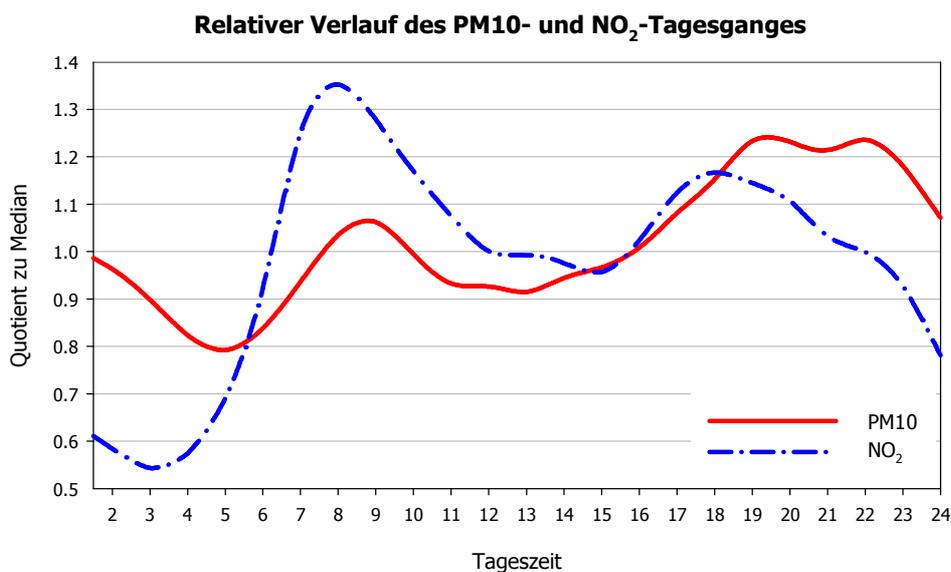


Abbildung 18 Quotient aus dem Median⁵ der durchschnittlichen Stundenkonzentration der Feinstaub- und NO₂-Konzentration an Werktagen und der jeweiligen Stundenkonzentration (Messwerte Dezember 2010 bis Dezember 2011). Lesebeispiel: Um 8:00 Uhr morgens sind die NO₂-Konzentrationen im Durchschnitt um den Faktor 1.35 höher als der Median aller durchschnittlichen Stundenkonzentrationen. Der Wert 1 bedeutet, dass die Belastung in dieser Stunde dem Median entspricht.

Wird zusätzlich die Jahreszeit berücksichtigt (Abbildung 19 und Abbildung 20), zeigen sich insbesondere beim NO₂ noch deutlichere Unterschiede. Die Schwankungsbreite des relativen Wochenganges⁶ ist beim NO₂ im Sommer mit Werten von 0.4 bis 1.7 deutlich höher als im Winter mit 0.6 bis 1.25. Beim PM10 hingegen sind die Schwankungen im Sommer und Winter in etwa gleich stark aber deutlich geringer als beim NO₂. In Absolutwerten ausgedrückt, schwanken im Mittel die NO₂-Stundenwerte im Sommer zwischen 9.8 µg/m³ und 39.8 µg/m³ und im Winter zwischen 25.0 und 50.1 µg/m³. Beim PM10 wurden im Winter Schwankungen im mittleren Tagesgang zwischen 14.2 µg/m³ und 22.0 µg/m³ und 24.1 µg/m³ bis 41 µg/m³ im Sommer verzeichnet.

⁵ Der Median einer Zahlenreihe ist die Zahl, welche an der mittleren Stelle steht, wenn man die Werte nach Größe sortiert.

⁶ Quotient aus der jeweiligen mittleren stündlichen Belastung über dem Median aller Stundenmittelwerte.

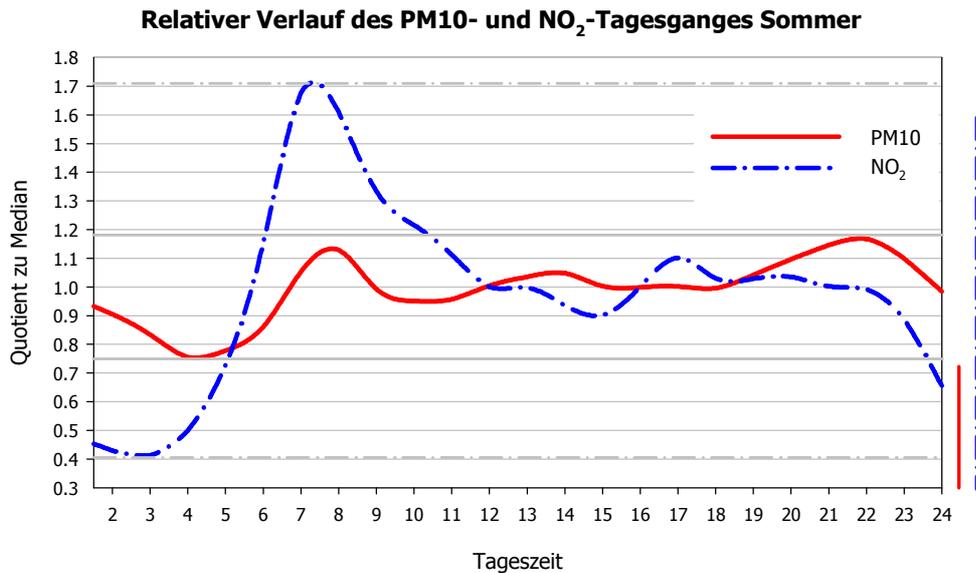


Abbildung 19 Wie Abbildung 18 jedoch nur Berücksichtigung der Monate April bis September (Sommer). Die Länge der abgebildeten Linien rechts vom Diagramm geben einen Hinweis auf die Differenz zwischen der minimalen und der maximalen Belastung (je Länger desto grösser die Differenz).

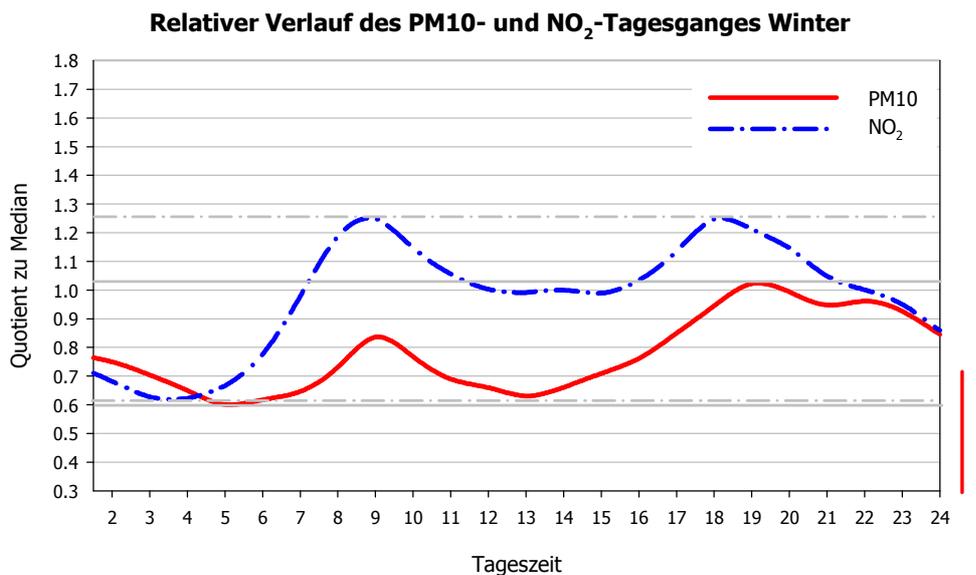


Abbildung 20 Wie Abbildung 18 jedoch nur Berücksichtigung der Monate Oktober bis März (Winter). Die Länge der abgebildeten Linien rechts vom Diagramm geben einen Hinweis auf die Differenz zwischen der minimalen und der maximalen Belastung (je Länger desto grösser die Differenz).

Dass nicht nur lokale Emissionsereignisse zu einer drastischen Veränderung der Immissionen führen, zeigt das in Abbildung 21 dargestellte Beispiel des Verlaufes der PM10- und NO₂-Tagesmittelwerte vom 5. bis 11. Februar 2011. In den Tagen vom 6. bis 10. Februar 2011 herrschte über Mitteleuropa ein ausgeprägtes Hochdruckgebiet mit teilweise bodennahen Inversionen in Liechtenstein. Bei bodennahen Inversionen wird die unterste Luftschicht durch eine wärmere obere Luftschicht „zudeckt“. Dies hat zur Folge, dass der vertikale Schadstoffaustausch in diesen bodennahen Luftschichten nicht oder nur noch be-

schränkt möglich ist und es dadurch zu einer Anreicherung der in Bodennähe ausgestossenen Luftschadstoffe kommt. Solche Inversionen führten vom 6. bis 9. Februar 2011 zu einem starken Anstieg der Immissionskonzentrationen in Schaan. Da die Ausdehnung der bodennahen Inversionsschicht nicht oder nur in beschränkter Masse bis Vaduz reichte, wurde dort ein deutlich geringerer Anstieg registriert. Am 8. Februar jedoch reichte die Inversion auch bis Vaduz was zu einem starken Anstieg der Luftschadstoffkonzentrationen führte. Mit Auflösung der Hochdruckwetterlage am 10. Februar 2011 kamen schwach belastete Luftschichten ins Rheintal und sorgten für einen Abtransport der stark mit Schadstoffen angereicherten Luftmassen. In der Folge gingen die Belastungen vom 10. auf den 11. Februar 2011 an beiden Standorten stark zurück.

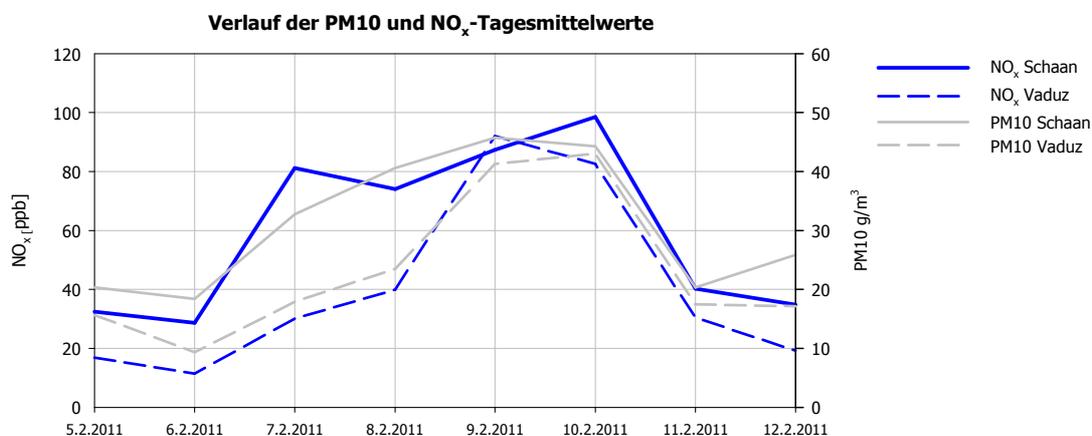


Abbildung 21 Verlauf der PM10 und NO_x-Tagesmittelwerte von Vaduz und Schaan während einer Phase mit bodennahen Inversionen im Winter 2011.

ANHANG I

PM10- und NO₂-Tagesmittelwerte

Datum	PM	NO ₂
18.12.2010	11	
19.12.2010	9	
20.12.2010	21	
21.12.2010	25	
22.12.2010	27	
23.12.2010	29	48
24.12.2010	21	40
25.12.2010	7	15
26.12.2010	25	29
27.12.2010	10	29
28.12.2010	25	47
29.12.2010	37	52
30.12.2010	34	48
31.12.2010	31	41
01.01.2011	38	37
02.01.2011	24	31
03.01.2011	25	50
04.01.2011	36	61
05.01.2011	38	69
06.01.2011	9	25
07.01.2011	6	21
08.01.2011	7	15
09.01.2011	10	15
10.01.2011	16	36
11.01.2011	33	40
12.01.2011	20	37
13.01.2011	11	32
14.01.2011	12	31
15.01.2011	9	27
16.01.2011	14	29
17.01.2011	40	51
18.01.2011	37	59
19.01.2011	35	44
20.01.2011	26	43
21.01.2011	18	24
22.01.2011	22	26
23.01.2011	33	34
24.01.2011	42	54
25.01.2011	41	59

Datum	PM	NO ₂
26.01.2011	25	43
27.01.2011	31	55
28.01.2011	33	50
29.01.2011	48	43
30.01.2011	52	33
31.01.2011	66	44
01.02.2011	66	53
02.02.2011	58	51
03.02.2011	60	69
04.02.2011	27	59
05.02.2011	24	47
06.02.2011	21	40
07.02.2011	38	66
08.02.2011	47	70
09.02.2011	53	67
10.02.2011	52	68
11.02.2011	24	48
12.02.2011	30	52
13.02.2011	42	49
14.02.2011	32	61
15.02.2011	51	48
16.02.2011	57	53
17.02.2011	47	48
18.02.2011	53	47
19.02.2011	58	42
20.02.2011	54	39
21.02.2011	30	44
22.02.2011	48	48
23.02.2011	52	52
24.02.2011	30	47
25.02.2011	40	56
26.02.2011	29	42
27.02.2011	17	24
28.02.2011	24	38
01.03.2011	49	27
02.03.2011	54	28
03.03.2011	54	43
04.03.2011	75	45
05.03.2011	87	42

Datum	PM	NO ₂
06.03.2011	71	29
07.03.2011	41	36
08.03.2011	44	46
09.03.2011	36	45
10.03.2011	34	39
11.03.2011	45	40
12.03.2011	28	19
13.03.2011	5	9
14.03.2011	19	25
15.03.2011	9	20
16.03.2011	44	38
17.03.2011	40	36
18.03.2011	21	27
19.03.2011	31	19
20.03.2011	19	19
21.03.2011	17	25
22.03.2011	32	36
23.03.2011	37	38
24.03.2011	39	44
25.03.2011	22	40
26.03.2011	20	27
27.03.2011	26	17
28.03.2011	34	34
29.03.2011	24	---
30.03.2011	18	---
31.03.2011	16	28
01.04.2011	15	25
02.04.2011	15	21
03.04.2011	14	13
04.04.2011	12	23
05.04.2011	15	25
06.04.2011	16	32
07.04.2011	11	19
08.04.2011	29	27
09.04.2011	19	20
10.04.2011	13	16
11.04.2011	33	33
12.04.2011	17	23
13.04.2011	12	22

ANHANG I

PM10- und NO₂-Tagesmittelwerte

Datum	PM	NO ₂
14.04.2011	22	23
15.04.2011	26	27
16.04.2011	21	23
17.04.2011	21	22
18.04.2011	27	32
19.04.2011	29	34
20.04.2011	26	26
21.04.2011	32	22
22.04.2011	29	12
23.04.2011	23	11
24.04.2011	17	13
25.04.2011	20	13
26.04.2011	34	23
27.04.2011	32	32
28.04.2011	25	22
29.04.2011	18	27
30.04.2011	11	19
01.05.2011	12	14
02.05.2011	18	23
03.05.2011	18	17
04.05.2011	25	21
05.05.2011	19	29
06.05.2011	20	27
07.05.2011	18	16
08.05.2011	18	16
09.05.2011	20	26
10.05.2011	28	35
11.05.2011	32	31
12.05.2011	22	27
13.05.2011	17	19
14.05.2011	8	11
15.05.2011	5	9
16.05.2011	15	20
17.05.2011	13	20
18.05.2011	12	18
19.05.2011	19	21
20.05.2011	19	20
21.05.2011	14	10
22.05.2011	11	9

Datum	PM	NO ₂
23.05.2011	20	18
24.05.2011	20	17
25.05.2011	23	18
26.05.2011	18	23
27.05.2011	11	23
28.05.2011	9	12
29.05.2011	10	10
30.05.2011	20	22
31.05.2011	11	19
01.06.2011	8	15
02.06.2011	13	8
03.06.2011	16	12
04.06.2011	18	13
05.06.2011	8	8
06.06.2011	10	16
07.06.2011	13	20
08.06.2011	11	22
09.06.2011	12	20
10.06.2011	13	18
11.06.2011	10	13
12.06.2011	8	8
13.06.2011	10	9
14.06.2011	11	15
15.06.2011	14	18
16.06.2011	18	21
17.06.2011	14	16
18.06.2011	5	14
19.06.2011	6	6
20.06.2011	14	17
21.06.2011	19	17
22.06.2011	12	17
23.06.2011	9	10
24.06.2011	8	14
25.06.2011	14	13
26.06.2011	13	10
27.06.2011	19	21
28.06.2011	28	22
29.06.2011	27	26
30.06.2011	14	17

Datum	PM	NO ₂
01.07.2011	17	18
02.07.2011	13	12
03.07.2011	14	11
04.07.2011	18	21
05.07.2011	27	25
06.07.2011	23	20
07.07.2011	20	18
08.07.2011	13	17
09.07.2011	24	11
10.07.2011	15	7
11.07.2011	11	12
12.07.2011	21	16
13.07.2011	13	28
14.07.2011	8	17
15.07.2011	16	22
16.07.2011	16	14
17.07.2011	8	10
18.07.2011	10	21
19.07.2011	10	17
20.07.2011	9	24
21.07.2011	11	20
22.07.2011	9	20
23.07.2011	9	14
24.07.2011	4	7
25.07.2011	11	19
26.07.2011	14	21
27.07.2011	13	17
28.07.2011	12	16
29.07.2011	11	17
30.07.2011	17	15
31.07.2011	12	10
01.08.2011	24	16
02.08.2011	21	23
03.08.2011	20	26
04.08.2011	14	20
05.08.2011	14	19
06.08.2011	7	12
07.08.2011	7	11
08.08.2011	7	16

ANHANG I

PM10- und NO₂-Tagesmittelwerte

Datum	PM	NO ₂
09.08.2011	9	19
10.08.2011	11	19
11.08.2011	17	25
12.08.2011	17	25
13.08.2011	14	16
14.08.2011	14	11
15.08.2011	9	18
16.08.2011	13	20
17.08.2011	19	26
18.08.2011	21	24
19.08.2011	19	24
20.08.2011	21	16
21.08.2011	20	13
22.08.2011	45	27
23.08.2011	40	35
24.08.2011	27	33
25.08.2011	28	28
26.08.2011	28	23
27.08.2011	4	17
28.08.2011	6	11
29.08.2011	15	21
30.08.2011	17	23
31.08.2011	27	32
01.09.2011	20	35
02.09.2011	14	30
03.09.2011	22	21
04.09.2011	23	13
05.09.2011	9	26
06.09.2011	11	23
07.09.2011	17	31
08.09.2011	13	20
09.09.2011	12	28
10.09.2011	14	23
11.09.2011	16	9
12.09.2011	11	24
13.09.2011	13	27
14.09.2011	13	23
15.09.2011	20	28
16.09.2011	23	36

Datum	PM	NO ₂
17.09.2011	15	22
18.09.2011	4	13
19.09.2011	8	32
20.09.2011	17	27
21.09.2011	21	32
22.09.2011	24	36
23.09.2011	29	35
24.09.2011	24	29
25.09.2011	22	20
26.09.2011	43	39
27.09.2011	37	37
28.09.2011	32	40
29.09.2011	46	38
30.09.2011	39	37
01.10.2011	34	30
02.10.2011	25	24
03.10.2011	29	44
04.10.2011	40	46
05.10.2011	35	43
06.10.2011	34	40
07.10.2011	4	24
08.10.2011	6	22
09.10.2011	6	12
10.10.2011	8	25
11.10.2011	21	23
12.10.2011	19	29
13.10.2011	13	27
14.10.2011	14	28
15.10.2011	22	24
16.10.2011	33	22
17.10.2011	29	35
18.10.2011	14	32
19.10.2011	16	18
20.10.2011	13	28
21.10.2011	23	29
22.10.2011	27	26
23.10.2011	26	22
24.10.2011	14	19
25.10.2011	14	14

Datum	PM	NO ₂
26.10.2011	18	35
27.10.2011	29	29
28.10.2011	33	38
29.10.2011	32	30
30.10.2011	31	25
31.10.2011	39	31
01.11.2011	33	27
02.11.2011	32	40
03.11.2011	16	20
04.11.2011	19	23
05.11.2011	3	8
06.11.2011	15	21
07.11.2011	38	24
08.11.2011	34	26
09.11.2011	34	31
10.11.2011	26	35
11.11.2011	31	35
12.11.2011	37	29
13.11.2011	31	26
14.11.2011	32	33
15.11.2011	35	38
16.11.2011	48	39
17.11.2011	39	55
18.11.2011	44	56
19.11.2011	39	43
20.11.2011	51	34
21.11.2011	40	23
22.11.2011	55	43
23.11.2011	31	38
24.11.2011	28	42
25.11.2011	46	42
26.11.2011	40	39
27.11.2011	31	37
28.11.2011	41	48
29.11.2011	47	50
30.11.2011	48	51
01.12.2011	42	47
02.12.2011	22	28
03.12.2011	18	25

ANHANG I

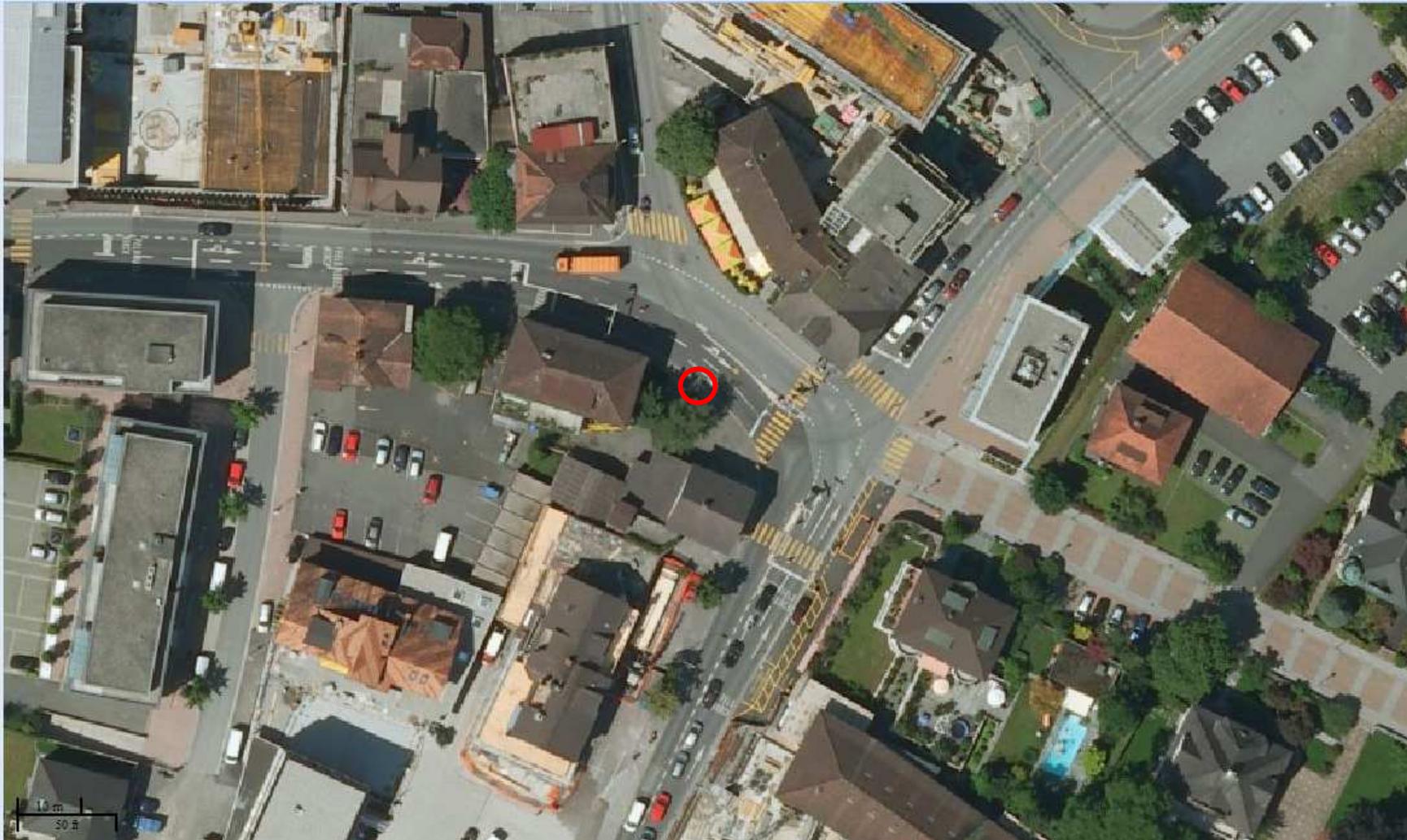
PM10- und NO₂-Tagesmittelwerte

Datum	PM	NO ₂
04.12.2011	11	19
05.12.2011	4	28
06.12.2011	16	29
07.12.2011	8	22
08.12.2011	7	14
09.12.2011	14	23

Datum	PM	NO ₂
10.12.2011	15	26
11.12.2011	20	19
12.12.2011	16	29
13.12.2011	12	14
14.12.2011	26	27

grau hinterlegt = Überschrei-
tung des Immissionsgrenzwertes
--- = ungenügende Anzahl
Messdaten für einen gültigen
Tagesmittelwert

ANHANG II



Aus Geodatenportal Ilv.li

BEACHTET! Situation aus dem Jahr 2009, entspricht nicht der genauen Situation wie sie während der Messung im 2011 war (Einbahnführung über den Lindenkreisel und keine direkte Zufahrt zur Strasse im Bretscha).