

AMT FÜR UMWELT FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

FEINSTAUB- UND STICKOXIDMESSUNGEN IN LIECHTENSTEIN

MESSBERICHT DER MESSUNGEN DES JAHRES 2012 AM STANDORT ESCHEN
ESSANESTRASSE



SCHAAN, DEZEMBER 2013 / JÜRGEN BECKBISSINGER

Bericht_Eschen_2012_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	17

Anhänge:

I Tagesmittelwerte	23
II Übersichtskarte	27

IMPRESSUM:

Herausgeber: Amt für Umwelt Liechtenstein
Inhalt: Acontec AG, Schaan
Messungen: Acontec AG, Schaan
Auswertungen: Jürgen Beckbissinger, Acontec AG, Schaan
Bericht: Jürgen Beckbissinger, Acontec AG, Schaan
Bezug: Amt für Umwelt
Postfach 684
9490 Vaduz
www.au.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 16. Dezember 2011 bis zum 16. Dezember 2012 wurden ergänzend in Eschen an der Essanestrasse 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 Eschen Essanestrasse bei 22 µg/m³ und damit 12% über dem Jahresmittelgrenzwert von 20 µg/m³. Die durchschnittliche NO₂-Belastung lag bei 31 µg/m³. Der diesbezügliche Grenzwert von 30 µg/m³ wurde damit knapp überschritten.

Der PM10-Tagesmittelgrenzwert von 50 µg/m³ wurde in der 366 Tage dauernden Messkampagne 15 mal überschritten. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 09. Februar 2012 mit 101 µg/m³ gemessen. Beim NO₂ wurde der Kurzzeitgrenzwert (max. Tagesmittelwert) eingehalten. Das maximale Tagesmittel für NO₂ wurde am 23. Februar 2012 mit 77 µg/m³ gemessen.

10 % der PM10-Tagesmittelwerte (0.9-Quantil) lagen in der Zeitperiode vom 16. Dezember 2011 bis zum 16. Dezember 2012 über 42 µg/m³. In Vaduz beträgt das 0.9-Quantil 26 µg/m³. Das 0.5-Quantil (Median) für PM10 lag in Eschen Essanestrasse bei 19 µg/m³ und in Vaduz Austrasse bei 12 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).

Wie bereits die Messungen im Jahre 2009 am Standort Eschen Essanestrasse ergaben, 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.

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 Feinstaubes. 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 Umwelt (AU) gewährleistet wird, erhielten wir, die Acontec AG, Schaan, den Auftrag an verschiedenen durch das AU 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 Wiesengass, Vaduz Äulestrasse, Ruggell Landstrasse, Schaanwald Vorarlbergerstrasse und Schaan Lindenkreuzung wurden vom 16. Dezember 2011 bis zum 16. Dezember 2012 in Eschen an der Essanestrasse nach 2009 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 auf dem Grundstück der Firma Marxana beim Eintrachtkreisel in Eschen. Der Abstand zum Fahrbahnrand betrug ca. 2 m. Die Ansaughöhe lag auf ca. 2.5 m Höhe (vgl. 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 16. Dezember 2011 bis 16. Dezember 2012. 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 AU 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 366 Messtagen wurde der 24h-Immissionsgrenzwert (Tagesmittel) von 50 µg/m³ 15 mal überschritten. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 09. Februar 2012 mit 101 µg/m³ gemessen. Tagesmittel über dem Jahresmittelgrenzwert von 20 µg/m³ wurden am Standort Eschen Essanestrasse an 161 Tagen (44%) gemessen. Die mittlere Konzentration in der Zeit vom 16. Dezember 2011 bis zum 16. Dezember 2012 lag mit 22 µg/m³ über dem Immissionsgrenzwert von 20 µg/m³.

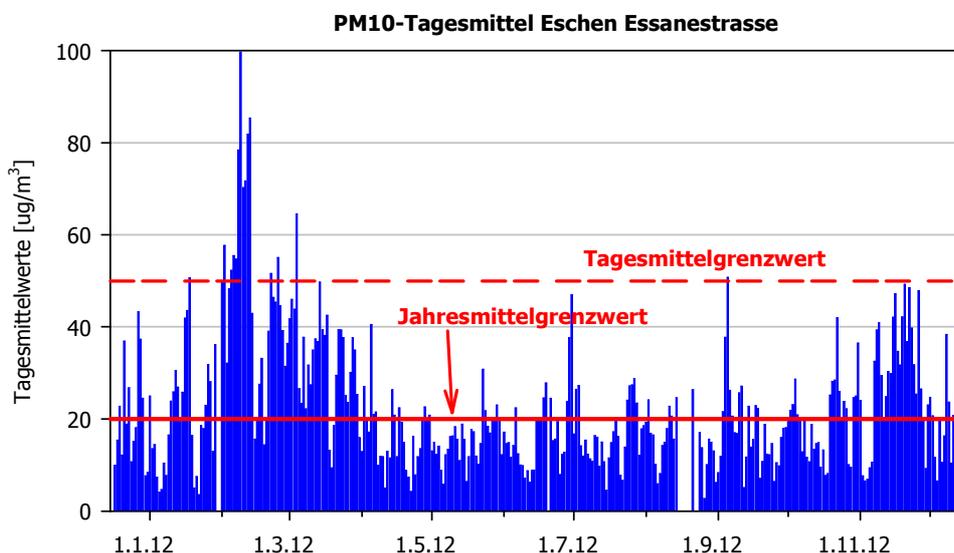


Abbildung 1 Tagesmittelwerte 2012 am Standort Eschen Essanestrasse

Wie aus dem Quantilplot (Abbildung 2) hervorgeht, lagen die Konzentrationen am Standort Eschen bei den dargestellten Quantilen höher als am Standort Vaduz Austrasse. Das 0.9-Quantil betrug in Eschen 42 µg/m³. Dies bedeutet, dass während der Messperiode 10% der Tagesmittelwerte über 42 µg/m³ lagen. In Vaduz lag das 0.9-Quantil bei 26 µg/m³. Das 0.5-Quantil (Median) lag in Eschen bei 19 µg/m³ und in Vaduz bei 12 µg/m³.

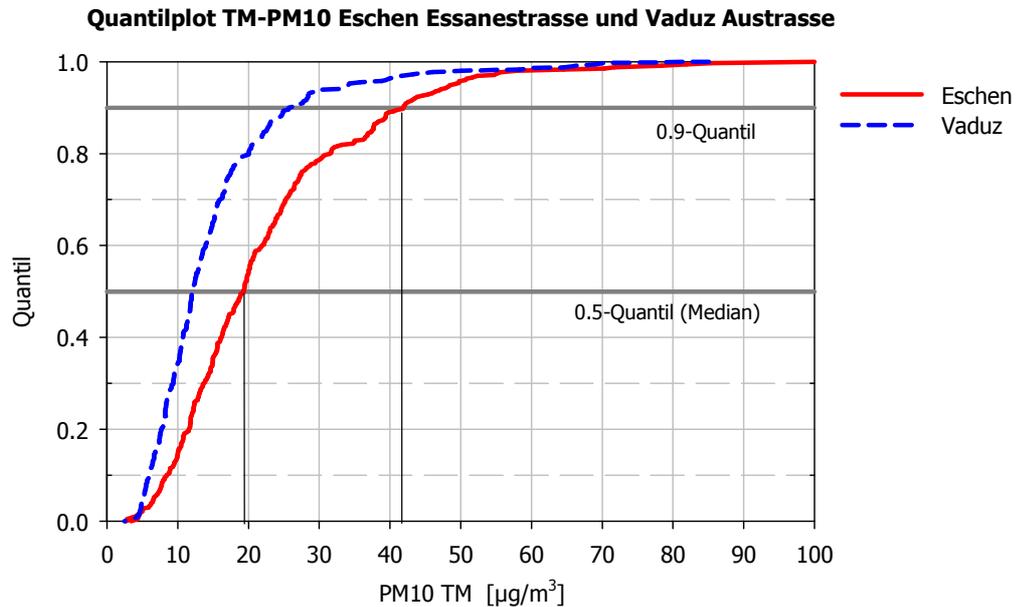


Abbildung 2 Quantilplot der PM10-Tagesmittelwerte 2012 an den Standorten Eschen Essanestrasse und Vaduz Austrasse

8.2. KURZZEITBELASTUNGEN

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

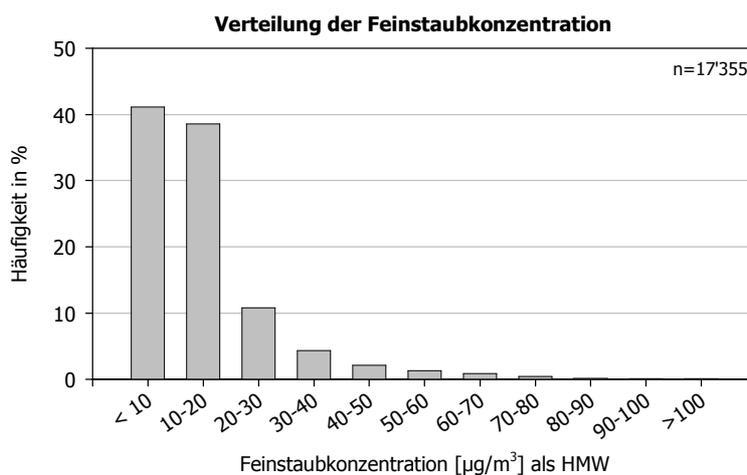


Abbildung 3 Häufigkeitsverteilung der Feinstaubbelastung (Halbstundenmittelwerte) im Jahr 2012 am Standort Eschen Essanestrasse

8.3. VERGLEICH MIT IMMISSIONSGRENZWERTEN

Der Langzeit-Immissionsgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert wird mit $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um 12% überschritten. Deutlich überschritten wird mit 15 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.

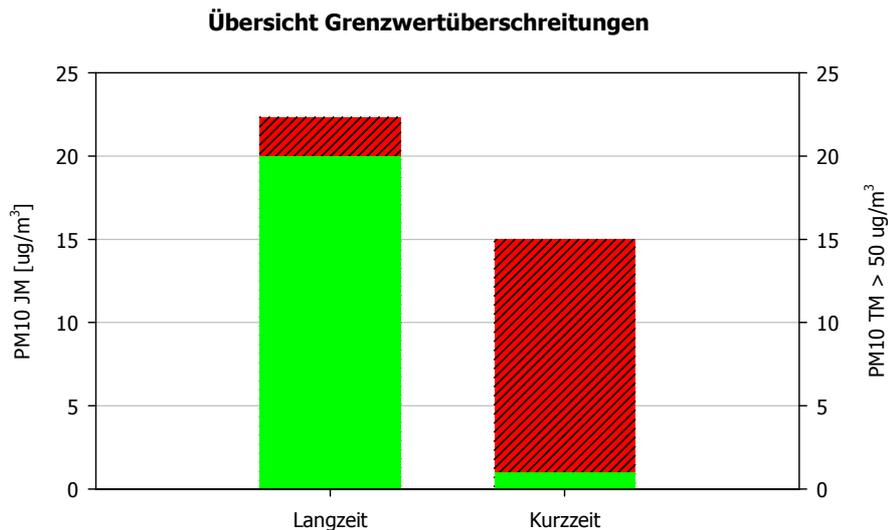


Abbildung 4 Vergleich der gemessenen PM10-Kurz- und -Langzeitmittelwerte am Standort Eschen Essanestrasse mit den geltenden PM10-Immissionsgrenzwerten --> Grün Immissionsgrenzwert, rot Überschreitungen

8.4. WOHENGANG

Der Wochengang am Standort Eschen Essanestrasse ist dem des Standorts Vaduz Austrasse ähnlich, liegt jedoch auf einem deutlich höheren Niveau. Am Standort Eschen ist von Sonntag bis Mittwoch ein Anstieg der Belastung erkennbar. Ab Mittwoch fällt die Belastung bis zum Sonntag weitestgehend kontinuierlich ab (Abbildung 5). Am Standort Vaduz Austrasse ist der Verlauf deutlich flacher mit einem Maximum ebenfalls am Mittwoch und auch einem Minimum am Sonntag. Der Mittwoch ist im Durchschnitt am Standort Eschen Essanestrasse um 29% stärker belastet als der durchschnittliche Sonntag. Am Standort Austrasse liegt dieser Wert bei 19%. Da natürliche Emissionen keinen Wochengang aufweisen, kann dies als Hinweis dafür betrachtet werden, dass an beiden Standorten anthropogene¹ Emissionen einen relevanten Beitrag zur Gesamtbelastung leisten. Die absolute Differenz am Standort Eschen zwischen der durchschnittlichen Belastung am Mittwoch und jener am Sonntag liegt mit $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jedoch deutlich über der Differenz von $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, welche am Standort Vaduz registriert wurde.

¹Anthropogen bedeutet in diesem Zusammenhang vom Menschen verursacht bzw. beeinflusst

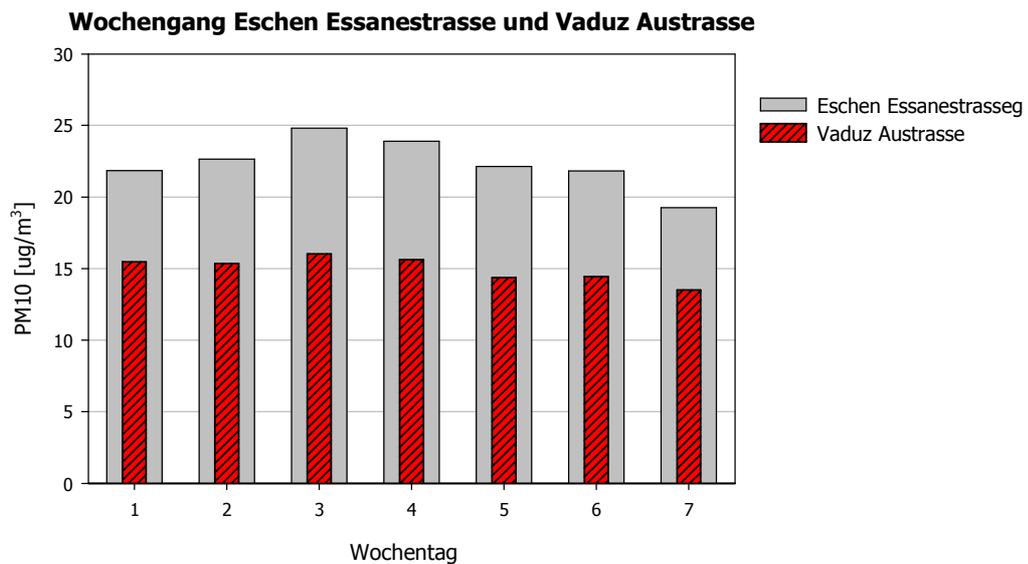


Abbildung 5 Mittlere Feinstaubbelastung an den Wochentagen (\bar{x} -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage während der Messperiode Dezember 2011 bis Dezember 2012) am Standort Eschen Essanestrasse und Vaduz Austrasse

8.5. TAGESGANG

Wie aus der Abbildung 6 hervorgeht, schwanken die PM10-Konzentrationen an Werktagen im Mittel in einem Bereich zwischen $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in den frühen Morgenstunden und $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in den späten Abendstunden. Von 14 Uhr bis 20 Uhr steigen die Konzentrationen an den Werktagen von $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stetig an. Eine eigentliche „Abendspitze“, wie sie beispielsweise in Vaduz um 19 Uhr erkennbar ist, kann in Eschen nicht festgestellt werden. 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 Morgen und Mittag. In Eschen hingegen sind die Belastungen am Abend deutlich höher als am Morgen. In Eschen und Vaduz ist der Verlauf während der Werktage und den Wochenenden, mit Ausnahme der Morgenspitze an Sonntagen, ähnlich.

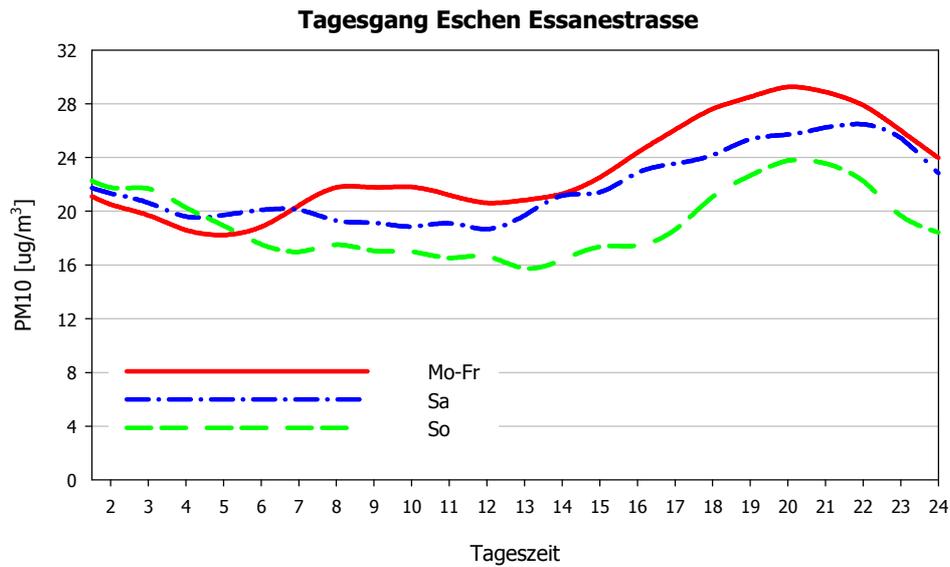


Abbildung 6 Mittlerer Tagesgang der Feinstaubbelastung am Standort Eschen Essanestrasse (\emptyset -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode Dezember 2011 bis Dezember 2012 an Werk- (Montag bis Freitag), Samstagen und Sonntagen)

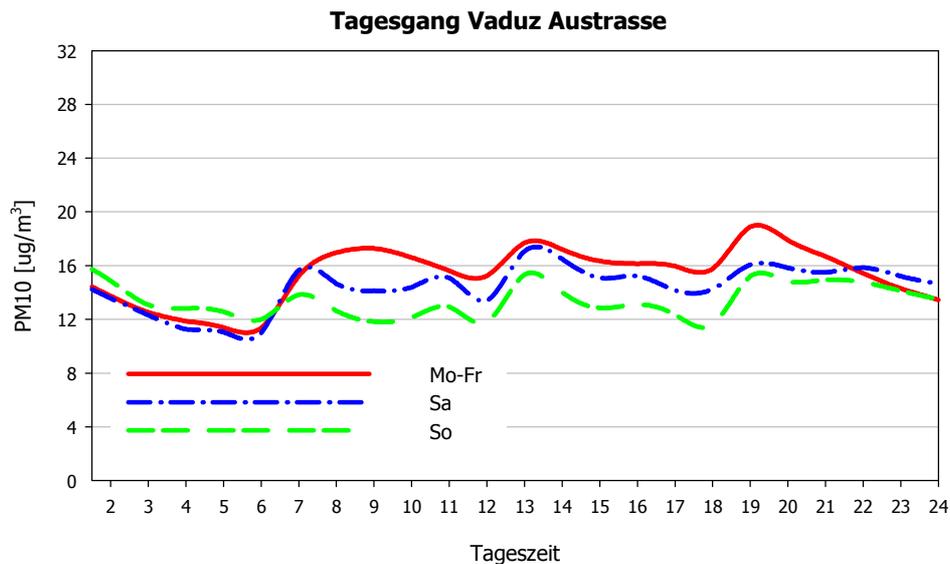


Abbildung 7 Mittlerer Tagesgang der Feinstaubbelastung am Standort Vaduz Austrasse (\emptyset -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode Dezember 2011 bis Dezember 2012 an Werktagen (Montag bis Freitag), Samstagen und Sonntagen)

In Abbildung 8 sind die Quotienten der mittleren Belastung an Werk- und Sonntagen der Standorte Eschen Essanestrasse, Vaduz Austrasse und als zusätzlicher Vergleich Schaan Lindenkreuzung (Daten 2011) aufgeführt. Der Verlauf der beiden Quotienten Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse unterscheiden sich bis 19:00 Uhr nicht wesentlich. Ab 19:00 Uhr liegt der Quotient in Schaan deutlich über jenem in Vaduz. Dies bedeutet, dass in den Stunden nach 19:00 Uhr in Schaan die relative Differenz der mittleren Belastungen

zwischen Sonn- und Werktagen deutlich höher ist als in Vaduz. Am Standort Eschen ist, im Unterschied zu den beiden anderen Standorten, der Anstieg des Quotienten in den Stunden vor 9 Uhr deutlich geringer. Zwischen 10 und 18 Uhr ist in Eschen gegenüber den beiden anderen Standorten ein gegenläufiger Verlauf beobachtbar. Wie in Schaan, jedoch deutlich schwächer, ist in Eschen nach 21 Uhr ein Anstieg messbar. Stark vereinfacht kann davon ausgegangen werden, dass je höher der Quotient, desto stärker der anthropogene Anteil an der Gesamtbelastung am jeweiligen Standort.

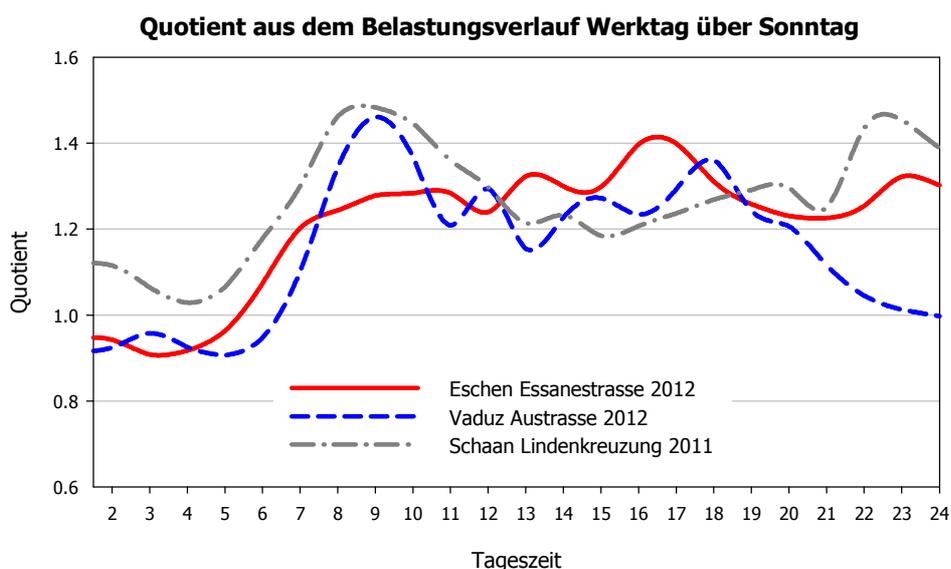


Abbildung 8 Quotient aus dem mittleren Tagesgang der Feinstaubbelastung an Werk- und Sonntagen an den Standorten Eschen Essanestrasse und Vaduz Austrasse (Messwerte Dezember 2011 bis Dezember 2012) und zum Vergleich der Verlauf des Quotienten der Messungen vom 2011 am Standort Schaan Lindenkreuzung. Lesebeispiel: Am Standort Eschen Essanestrasse sind die mittleren PM10-Konzentrationen am Nachmittag um 16:00 Uhr an Werktagen um den Faktor 1.4 höher als an Sonntagen um dieselbe Zeit (16:00 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 Eschen Essanestrasse korrelieren vergleichsweise gut ($r^2 = 0.84$) mit jenen an der Ostluft-Messstation Vaduz Austrasse (vgl. Abbildung 9). Dies bestätigt in etwa die Beobachtungen, welche anlässlich der Messkampagne 2009 am Standort Eschen Essanestrasse gemacht wurde (r^2 damals 0.87).

Lediglich an 19 der 347 Messtage, an denen Messwerte beider Stationen vorliegen, wurden in Vaduz Austrasse höhere Tagesmittelwerte als am Standort Eschen Essanestrassen registriert. 10 dieser 19 Tage waren während des Sommerhalbjahres (Mai bis Oktober). Damit wurden im Winterhalbjahr in Vaduz an lediglich 9 Tagen höhere Immissionsbelastungen registriert als am Standort Eschen Essanestrassen. Im Durchschnitt waren die PM10-Belastungen bei Konzentrationen im Bereich des Jahresmittelgrenzwertes von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Eschen Essanestrassen um 44% höher als am Standort Vaduz Austrassen² (vgl. Abbildung 10).

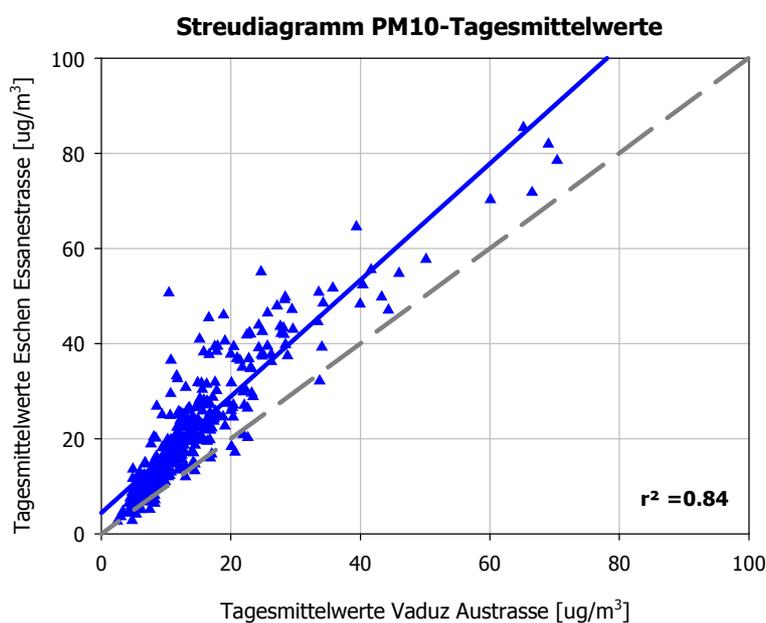


Abbildung 9 Streudiagramm der PM10-Tagesmittelwerte Eschen Essanestrassen und der Ostluft-Immissionsmessstation Vaduz Austrassen (Dezember 2011 bis Dezember 2012)

²Die lineare Ausgleichsfunktion lautet $y = 1.22x + 4.4$

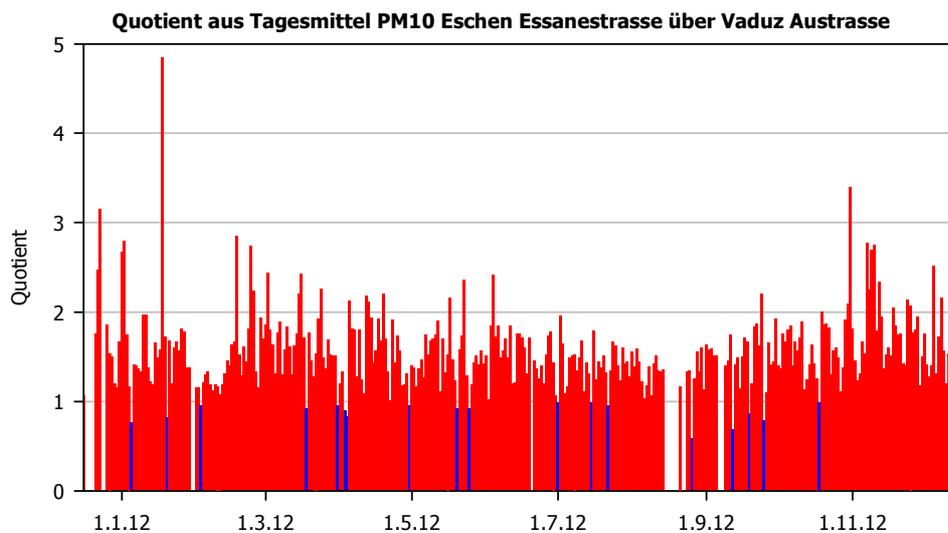


Abbildung 10 Verlauf der Quotienten aus den PM10-Tagesmittelwerten Eschen Essanestrasse über Vaduz Austrasse vom Dezember 2011 bis Dezember 2012. Rote Balken → Belastung war in Eschen Essanestrasse höher als in Vaduz; blaue Balken → Die Belastung an der Austrasse in Vaduz war höher als in Eschen. Lesebeispiel: Bei einem Wert von 2 lag die PM10-Belastung am Standort Eschen Essanestrasse 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 Eschen an der Essanestrasse wurde im Messjahr 2012 der Immissionsgrenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelgrenzwert mit $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ leicht überschritten. In Vaduz wurden die LRV-Grenzwerte für Stickstoffdioxid eingehalten. An dem nur ca. 35 m vom Messstandort „Eschen Essanestrasse“ entfernten Messstandort³ für NO₂-Passivsammler (vgl. Abbildung 11) wurde mit $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine leicht höhere Belastung gemessen. Diese vergleichsweise geringe Differenz lässt sich mit der leicht geringeren Entfernung zur Strasse erklären. Es muss jedoch auch festgehalten werden, dass die Messunsicherheit der NO₂-Passivsammlermessungen gegenüber den Messungen mit einem Monitor deutlich höher ist. Ein Vergleich mit den Messungen aus dem Jahre 2009 ist nicht möglich, da damals noch keine kontinuierlichen NO_x-Messungen durchgeführt wurden. Das mit dem Passivsammler gemessene Jahresmittel lag damals bei $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

³ Quelle: Ausgemessen im Geodatenportal llv.li

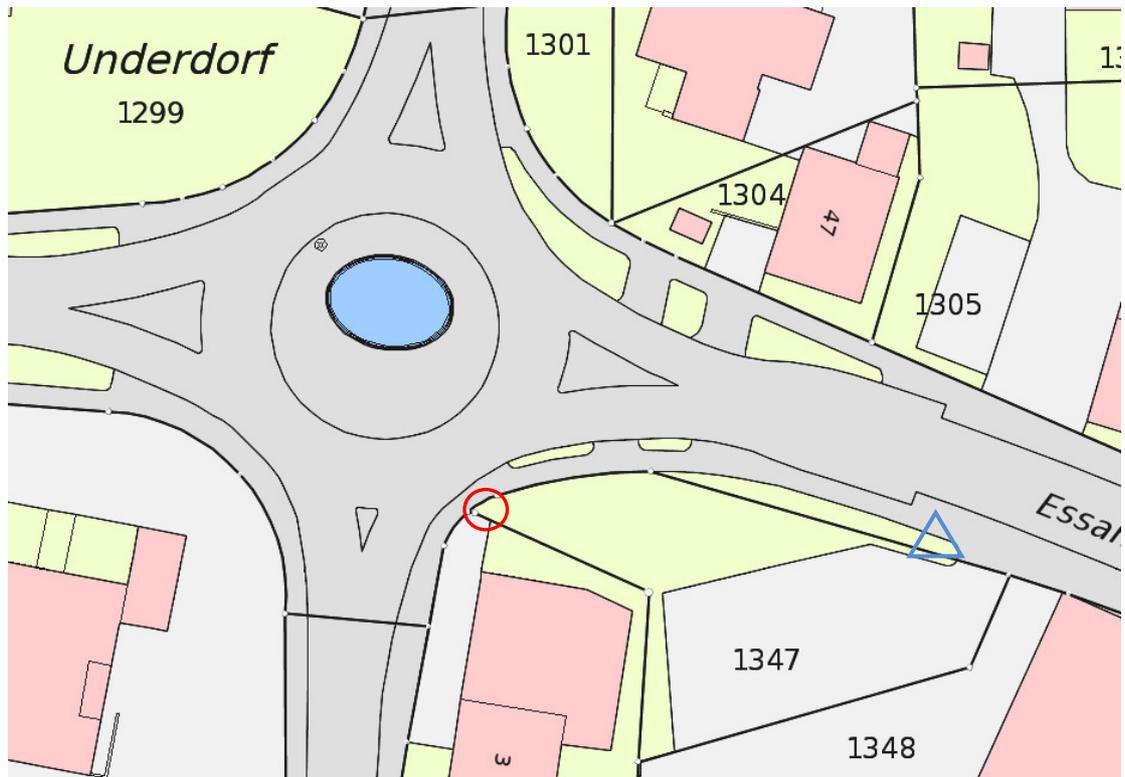


Abbildung 11 Situation Eschen Essanestrasse mit Messstandort für PM₁₀ und NO₂ kontinuierlich (roter Kreis) und NO₂-Passivsammlerstandort (blaues Dreieck). Quelle Karte: Geoportal FL

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]
Eschen	31	72	77	0
Vaduz ¹⁾	20	50	64	0
Immissionsgrenzwert	30	100	-	1

¹⁾ Quelle: Jahresbericht Ostluft

Standort	Jahresmittelwert (JMW)		Max. Tagesmittel	
	NO _x [ppb]	NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO _x [ppb]	NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Eschen	40	27	183	167
Vaduz ¹⁾	17	8	90	86

¹⁾ Quelle: Datenbank Ostluft

Der Vergleich der NO₂-Tagesmittelwerte des Standortes Eschen Essanestrasse mit Vaduz Austrasse zeigt sehr deutlich, dass die Belastung in Eschen bis auf wenige Tage im Jahr höher war als in Vaduz. Zum Anderen kann dem Verlauf der Ausgleichsgeraden zur gestrichelten Hilfslinie mit Steigung 1 entnommen werden, dass der Konzentrationsunterschied zwischen den beiden Standorten im Durchschnitt 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mehr beträgt⁴. Es gibt je-

⁴ Lineare Ausgleichsfunktion $1.13x+7.6$

doch, wie aus der Abbildung 12 ersichtlich ist, auch einzelne Tage, an denen am Standort Eschen massiv höhere Belastungen als an der Austrasse gemessen wurden. So wurde beispielsweise am 18. Januar 2012 in Eschen ein Tagesmittelwert für NO_2 von $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Vaduz von lediglich $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. In Eschen wurde vom 14. bis zum 18. Januar 2012 ein steter Anstieg der NO_2 -Konzentrationen registriert. In Vaduz hingegen stiegen die Werte nur bis zum 17. Januar an und fielen am 18. Januar auf ein deutlich tieferes Niveau. Die Ursache dieses Anstiegs war eine Hochdruckwetterlage mit stabilen Bodeninversionen. Der grosse Unterschied an den beiden Standorten kam dadurch zustande, dass im leicht höher gelegenen Vaduz die Inversion einen Tag früher aufgelöst wurde als in Eschen. Am 17. Januar lagen die beiden Tagesmittel mit $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ noch deutlich näher beisammen. Ein ähnliches Beispiel, unter Berücksichtigung der PM_{10} - und NO_2 -Belastungen, ist in Kapitel 10 angeführt.

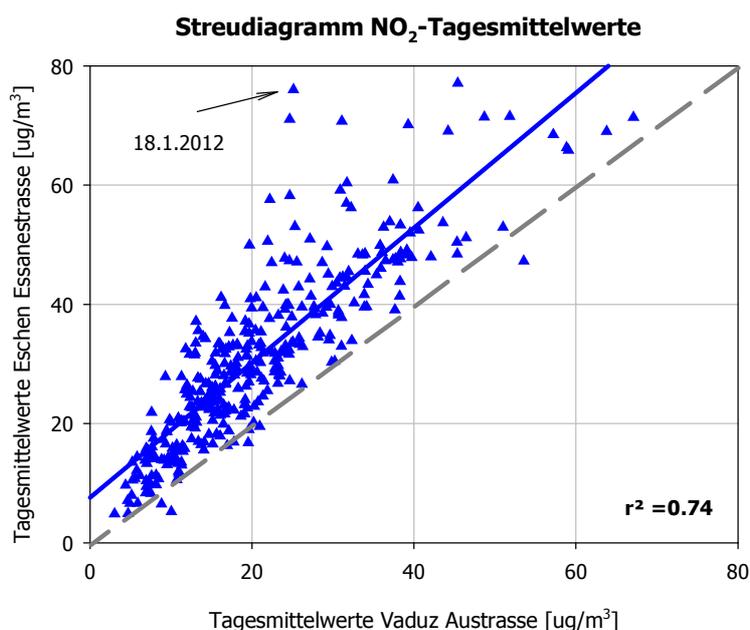


Abbildung 12 Streudiagramm der NO_2 -Tagesmittelwerte Eschen Essanestrassse und der Ostluft-Immissionsmessstation Vaduz Austrasse (Dezember 2011 bis Dezember 2012). Beispielfhaft ist der 18. Januar 2012 mit der erwähnten hohen Differenz in der Belastung markiert

Der Verlauf der NO_2 -Tagesmittelwerte kann der Abbildung 13 entnommen werden. Wie erwähnt, lagen während der Messperiode sämtliche Tagesmittel unter dem Immissionsgrenzwert von $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

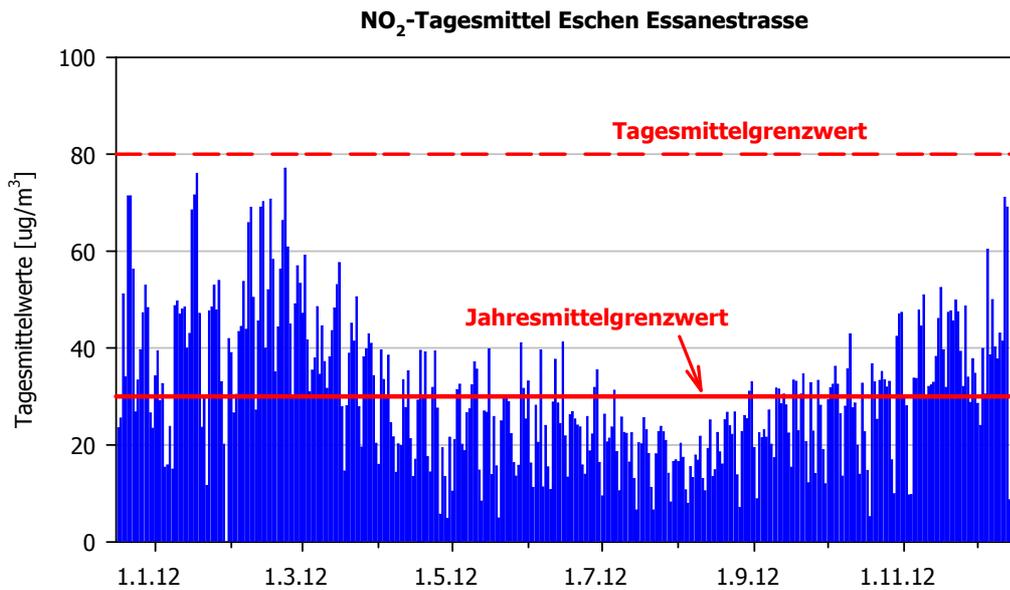


Abbildung 13 NO₂-Tagesmittelwerte 2012 am Standort Eschen Essanestrasse

Der mittlere Tagesgang der NO₂-Belastung unterliegt an beiden Standorten vor allem an den Werktagen starken Schwankungen (vgl. Abbildung 14). So steigt die NO₂-Belastung am Standort Eschen Essanestrasse im Durchschnitt von 04:00 Uhr am Morgen bis 08:00 Uhr um 200% Prozent von 15 auf 55 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.

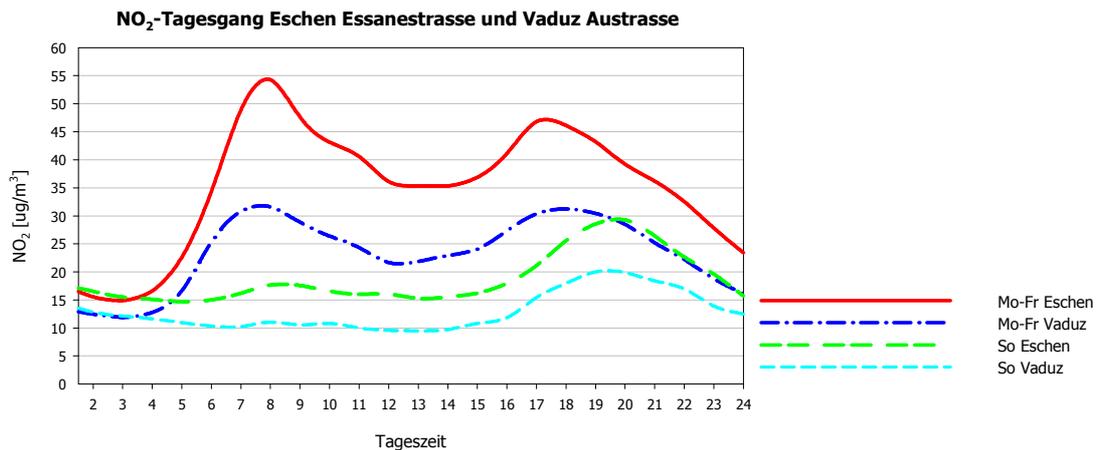


Abbildung 14 Mittlerer Tagesgang der NO₂-Belastung an den Standorten Eschen Essanestrasse und Vaduz Austrasse (Ø-Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode Dezember 2011 bis Dezember 2012 an Werk- (Montag bis Freitag) und Sonntagen

In Abbildung 15 ist der durchschnittliche Wochengang der NO₂-Belastung an den Standorten Eschen Essanestrasse und Vaduz Austrasse dargestellt. Ähnlich wie bei der PM10-Belastung wurde am Mittwoch die höchste Belastung gemessen. Dieser Verlauf, mit den

höchsten Konzentrationen am Dienstag, Mittwoch oder Donnerstag ist für stark verkehrsexponierte Standorte nicht unüblich. So wurden beispielsweise im 2012 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, tiefere Konzentrationen gemessen.

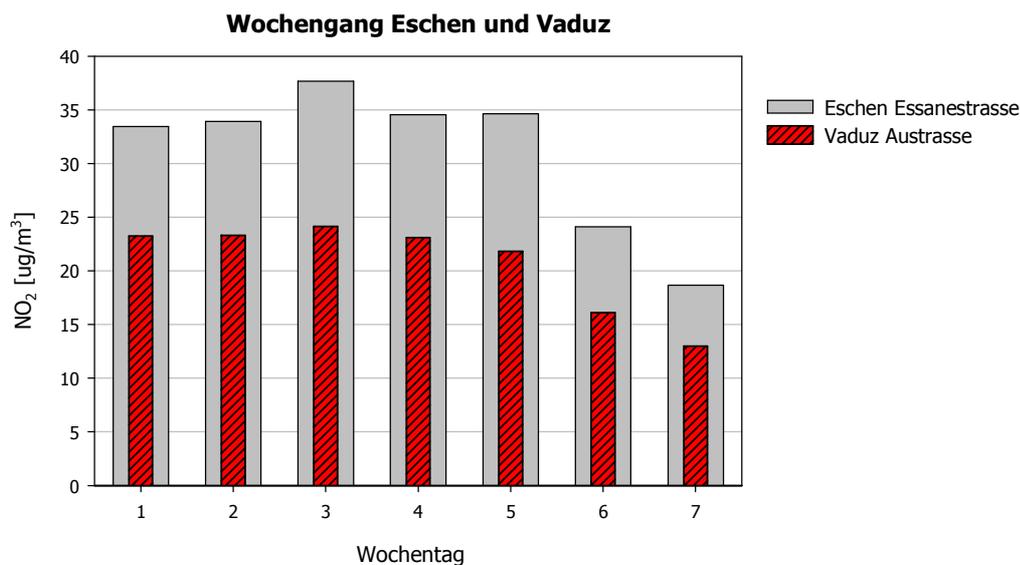


Abbildung 15 Mittlere NO₂-Belastung an den Wochentagen (Ø-Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage während der Messperiode Dezember 2011 bis Dezember 2012) am Standort Eschen Essanestrasse und Vaduz Austrasse

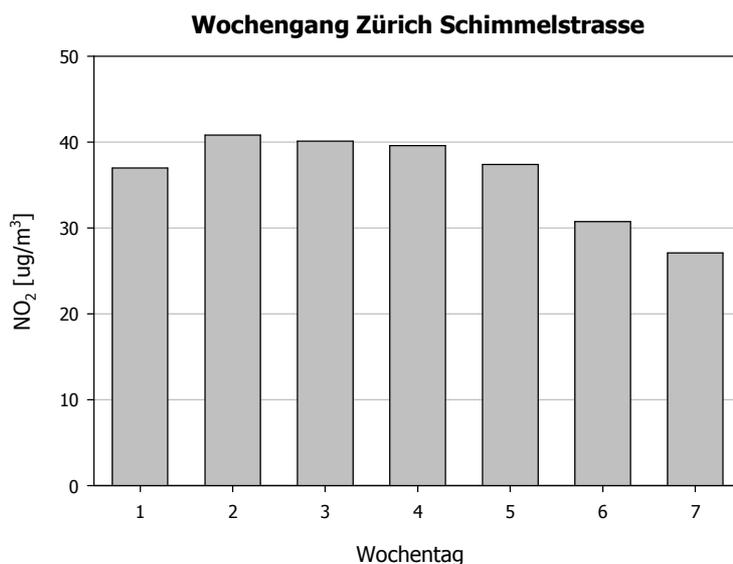


Abbildung 16 Mittlere NO₂-Belastung an den Wochentagen (Ø-Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage im 2012) am Standort Zürich Schimmelstrasse. Datenquelle: Messdatenbank Ostluft

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 Schadstoffkonzentrationen korrelieren derart schlecht, dass es nicht möglich ist, mit einer genügenden Genauigkeit aus der Konzentration des einen Schadstoffes die Konzentration des anderen Schadstoffes ableiten zu können.

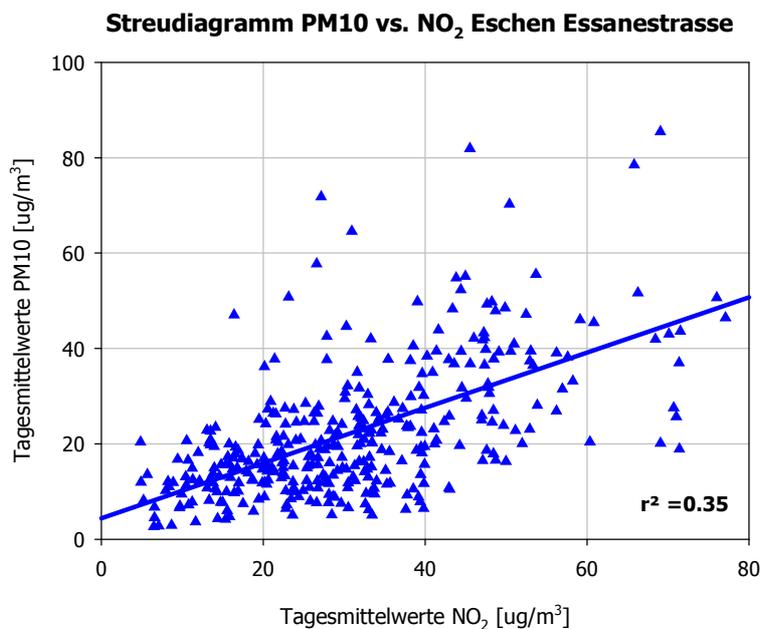


Abbildung 17 Streudiagramm der NO₂- und PM10 Tagesmittelwerte Eschen Essanestrasse (Dezember 2011 bis Dezember 2012).

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 Eschen Essanestrasse deutlich niedriger als der Anteil an der NO₂-Belastung. Während die NO₂-Konzentrationen im angeführten Beispiel zwischen dem Faktor 0.4 bis 1.5 schwanken, sind es beim PM10 0.85 bis 1.35.

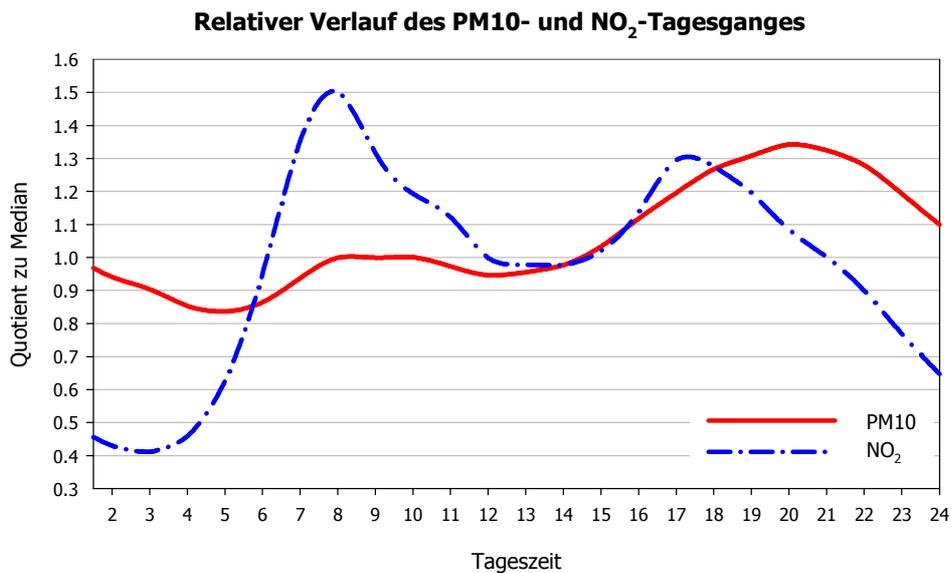


Abbildung 18 Quotient aus dem Median⁵ der durchschnittlichen Stundenkonzentration der Feinstaub- und NO₂-Konzentration an Werktagen und der jeweiligen Stundenkonzentration (Messwerte Dezember 2011 bis Dezember 2012). Lesebeispiel: Um 8:00 Uhr morgens sind die NO₂-Konzentrationen im Durchschnitt um den 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 0.25 bis 1.85 (Δ 1.6) deutlich höher als im Winter mit 0.4 bis 1.45 (Δ 1.05). 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 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Winter zwischen 22 und 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Beim PM10 wurden im Winter Schwankungen im mittleren Tagesgang zwischen 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bis 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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.

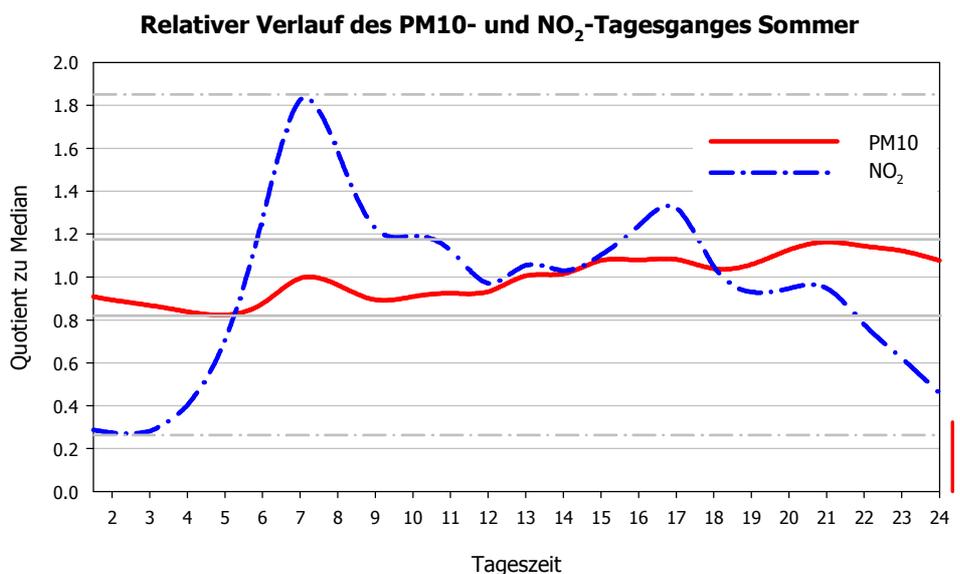


Abbildung 19 Wie Abbildung 18 jedoch nur Berücksichtigung der Monate April bis September (Sommer). Die Länge der abgebildeten Linien rechts vom Diagramm geben einen Hinweis auf die Differenz zwischen der minimalen und der maximalen Belastung (je Länger desto grösser die Differenz).

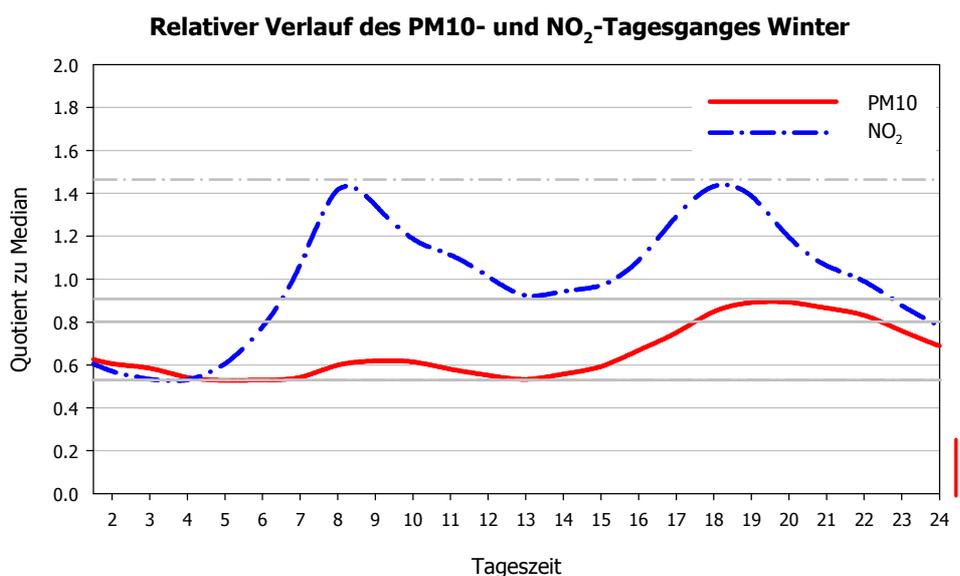


Abbildung 20 Wie Abbildung 18 jedoch nur Berücksichtigung der Monate Oktober bis März (Winter). Die Länge der abgebildeten Linien rechts vom Diagramm geben einen Hinweis auf die Differenz zwischen der minimalen und der maximalen Belastung (je Länger desto grösser die Differenz).

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 3. bis 16. Februar 2012. Anfang Februar 2013 setzte eine Bisenströmung ein, welche Europa mit sibirischer Kaltluft überflutete. Diese Kälteperiode hielt in Liechtenstein bis zur Monatsmitte an. Diese Kälteperiode, welche mit viel Sonnenschein begleitet war, begünstigte die Bildung bodennaher Inversionen. Bei bodennahen Inversionen wird die unterste Luftschicht durch eine wärmere obere Luftschicht „zudeckelt“. Dies

hat zur Folge, dass der vertikale Schadstoffaustausch in diesen bodennahen Luftschichten nicht oder nur noch beschränkt möglich ist und es dadurch zu einer Anreicherung der in Bodennähe ausgestossenen Luftschadstoffe kommt. Solche Inversionen führten vom 3. bis 9. Februar 2012 zu einem starken Anstieg der PM10-Immissionskonzentrationen in Liechtenstein. Am 10. Februar löste sich die Inversion teilweise auf und die PM10 Belastung ging etwas zurück. Noch deutlicher vielen jedoch die NO_x-Konzentrationen. Während am 9. Februar in Eschen noch ein NO_x-Tagesmittel von 100 µg/m³ gemessen wurde, lag dieses am 11. Februar 2012 noch bei 20 µg/m³. Gut ersichtlich ist auch, dass die NO_x-Konzentration deutlich stärkeren Schwankungen unterworfen ist als dies bei der PM10-Konzentration der Fall ist. Dies hängt unter Anderem damit zusammen, dass die NO_x-Belastung durch den Strassenverkehr deutlich stärker beeinflusst wird als die PM10-Belastung. Wir vermuten, dass beispielsweise am 11. Februar 2012 ein leichter Südwind die Emissionen aus dem Verkehr auf der Essanestrasse nach Norden und damit weg von der Messstation wehte. Mit Auflösung der Hochdruckwetterlage ab dem 13. Februar 2012 kamen schwach belastete Luftschichten ins Rheintal und sorgten für einen Abtransport der stark mit Feinstaub angereicherten Luftmassen. Beim NO_x überwiegen, wie erwähnt, die lokalen Gegebenheiten und der Rückgang fand nicht zeitgleich mit jenem der PM10-Immissionen statt.

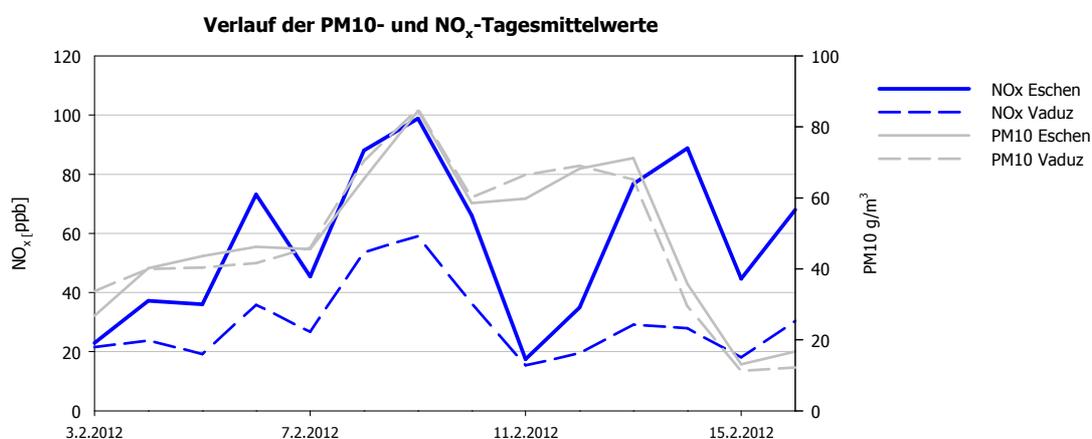


Abbildung 21 Verlauf der PM10 und NO_x-Tagesmittelwerte von Vaduz und Eschen während einer Phase mit mehreren Überschreitungen des Tagesmittelwertes für PM10.

ANHANG I

PM10- und NO₂-Tagesmittelwerte

Datum	PM	NO ₂
16.12.2011	3	2
17.12.2011	10	---
18.12.2011	15	---
19.12.2011	23	---
20.12.2011	12	---
21.12.2011	37	21
22.12.2011	19	8
23.12.2011	27	9
24.12.2011	11	---
25.12.2011	15	---
26.12.2011	18	10
27.12.2011	43	28
28.12.2011	37	25
29.12.2011	24	20
30.12.2011	8	7
31.12.2011	8	5
01.01.2012	25	9
02.01.2012	14	5
03.01.2012	14	8
04.01.2012	7	6
05.01.2012	4	5
06.01.2012	5	3
07.01.2012	10	7
08.01.2012	8	6
09.01.2012	17	12
10.01.2012	24	12
11.01.2012	26	13
12.01.2012	31	22
13.01.2012	27	22
14.01.2012	19	16
15.01.2012	26	16
16.01.2012	42	28
17.01.2012	44	28
18.01.2012	51	10
19.01.2012	16	10
20.01.2012	5	6
21.01.2012	8	4
22.01.2012	4	3
23.01.2012	19	12

Datum	PM	NO ₂
24.01.2012	18	11
25.01.2012	23	15
26.01.2012	32	18
27.01.2012	28	16
28.01.2012	13	9
29.01.2012	36	26
30.01.2012	---	58
31.01.2012	---	39
01.02.2012	50	43
02.02.2012	58	50
03.02.2012	32	34
04.02.2012	48	40
05.02.2012	52	40
06.02.2012	56	42
07.02.2012	55	46
08.02.2012	78	70
09.02.2012	101	85
10.02.2012	70	60
11.02.2012	72	67
12.02.2012	82	69
13.02.2012	85	65
14.02.2012	43	30
15.02.2012	16	11
16.02.2012	20	12
17.02.2012	28	17
18.02.2012	33	12
19.02.2012	14	9
20.02.2012	20	15
21.02.2012	39	24
22.02.2012	52	36
23.02.2012	46	26
24.02.2012	45	17
25.02.2012	55	25
26.02.2012	45	33
27.02.2012	39	34
28.02.2012	31	16
29.02.2012	36	21
01.03.2012	42	22
02.03.2012	46	19

Datum	PM	NO ₂
03.03.2012	44	24
04.03.2012	65	39
05.03.2012	27	20
06.03.2012	23	13
07.03.2012	38	20
08.03.2012	22	17
09.03.2012	32	20
10.03.2012	27	15
11.03.2012	35	22
12.03.2012	37	29
13.03.2012	37	23
14.03.2012	50	28
15.03.2012	39	18
16.03.2012	38	16
17.03.2012	43	25
18.03.2012	13	14
19.03.2012	9	5
20.03.2012	19	13
21.03.2012	30	23
22.03.2012	39	26
23.03.2012	39	20
24.03.2012	38	17
25.03.2012	25	17
26.03.2012	24	17
27.03.2012	30	18
28.03.2012	38	25
29.03.2012	35	23
30.03.2012	25	17
31.03.2012	16	17
01.04.2012	13	11
02.04.2012	27	20
03.04.2012	20	23
04.04.2012	17	21
05.04.2012	41	19
06.04.2012	21	12
07.04.2012	21	12
08.04.2012	10	8
09.04.2012	12	7
10.04.2012	12	10

ANHANG I

PM10- und NO₂-Tagesmittelwerte

Datum	PM	NO ₂
11.04.2012	5	5
12.04.2012	13	6
13.04.2012	12	5
14.04.2012	26	14
15.04.2012	21	15
16.04.2012	12	8
17.04.2012	22	12
18.04.2012	19	12
19.04.2012	15	7
20.04.2012	9	5
21.04.2012	7	6
22.04.2012	4	4
23.04.2012	16	9
24.04.2012	8	5
25.04.2012	12	7
26.04.2012	14	9
27.04.2012	20	17
28.04.2012	23	19
29.04.2012	20	16
30.04.2012	21	22
01.05.2012	13	9
02.05.2012	15	11
03.05.2012	12	11
04.05.2012	14	10
05.05.2012	9	6
06.05.2012	6	5
07.05.2012	12	7
08.05.2012	13	9
09.05.2012	16	10
10.05.2012	16	10
11.05.2012	18	11
12.05.2012	16	8
13.05.2012	11	10
14.05.2012	19	11
15.05.2012	16	12
16.05.2012	6	4
17.05.2012	12	5
18.05.2012	18	12
19.05.2012	17	14

Datum	PM	NO ₂
20.05.2012	12	13
21.05.2012	10	6
22.05.2012	15	8
23.05.2012	31	13
24.05.2012	22	17
25.05.2012	18	20
26.05.2012	17	14
27.05.2012	20	14
28.05.2012	20	13
29.05.2012	23	16
30.05.2012	20	12
31.05.2012	12	9
01.06.2012	17	11
02.06.2012	15	14
03.06.2012	15	8
04.06.2012	12	5
05.06.2012	14	8
06.06.2012	22	12
07.06.2012	12	8
08.06.2012	10	6
09.06.2012	10	6
10.06.2012	7	5
11.06.2012	9	5
12.06.2012	6	5
13.06.2012	9	7
14.06.2012	9	5
15.06.2012	20	11
16.06.2012	20	12
17.06.2012	20	13
18.06.2012	25	19
19.06.2012	28	16
20.06.2012	---	21
21.06.2012	25	17
22.06.2012	15	11
23.06.2012	16	13
24.06.2012	19	14
25.06.2012	8	7
26.06.2012	12	8
27.06.2012	13	7

Datum	PM	NO ₂
28.06.2012	24	13
29.06.2012	38	26
30.06.2012	47	44
01.07.2012	17	17
02.07.2012	26	14
03.07.2012	27	17
04.07.2012	14	13
05.07.2012	12	10
06.07.2012	15	10
07.07.2012	12	8
08.07.2012	11	7
09.07.2012	11	8
10.07.2012	16	11
11.07.2012	16	10
12.07.2012	10	9
13.07.2012	15	11
14.07.2012	11	8
15.07.2012	5	5
16.07.2012	12	6
17.07.2012	15	12
18.07.2012	17	12
19.07.2012	20	14
20.07.2012	16	11
21.07.2012	8	6
22.07.2012	7	7
23.07.2012	14	10
24.07.2012	24	14
25.07.2012	27	17
26.07.2012	27	20
27.07.2012	29	23
28.07.2012	23	15
29.07.2012	12	8
30.07.2012	18	12
31.07.2012	19	14
01.08.2012	19	12
02.08.2012	24	17
03.08.2012	17	11
04.08.2012	17	11
05.08.2012	10	8

ANHANG I

PM10- und NO₂-Tagesmittelwerte

Datum	PM	NO ₂
06.08.2012	6	6
07.08.2012	8	7
08.08.2012	14	10
09.08.2012	15	14
10.08.2012	18	13
11.08.2012	23	15
12.08.2012	21	15
13.08.2012	16	12
14.08.2012	25	18
15.08.2012	---	15
16.08.2012	---	6
17.08.2012	---	12
18.08.2012	---	10
19.08.2012	---	9
20.08.2012	---	19
21.08.2012	26	23
22.08.2012	---	29
23.08.2012	---	18
24.08.2012	17	13
25.08.2012	14	10
26.08.2012	3	5
27.08.2012	10	8
28.08.2012	16	10
29.08.2012	15	11
30.08.2012	13	8
31.08.2012	6	5
01.09.2012	8	5
02.09.2012	12	8
03.09.2012	22	14
04.09.2012	38	25
05.09.2012	51	34
06.09.2012	26	---
07.09.2012	21	---
08.09.2012	17	---
09.09.2012	17	12
10.09.2012	26	18
11.09.2012	27	16
12.09.2012	5	7
13.09.2012	12	8

Datum	PM	NO ₂
14.09.2012	23	15
15.09.2012	14	12
16.09.2012	16	10
17.09.2012	23	13
18.09.2012	22	13
19.09.2012	7	8
20.09.2012	11	9
21.09.2012	19	10
22.09.2012	12	7
23.09.2012	12	8
24.09.2012	15	7
25.09.2012	6	8
26.09.2012	11	10
27.09.2012	10	6
28.09.2012	16	11
29.09.2012	18	12
30.09.2012	18	9
01.10.2012	19	14
02.10.2012	22	16
03.10.2012	23	13
04.10.2012	29	17
05.10.2012	21	12
06.10.2012	20	11
07.10.2012	13	9
08.10.2012	20	12
09.10.2012	12	7
10.10.2012	11	6
11.10.2012	19	10
12.10.2012	13	12
13.10.2012	15	12
14.10.2012	15	11
15.10.2012	10	6
16.10.2012	13	9
17.10.2012	8	6
18.10.2012	8	8
19.10.2012	25	13
20.10.2012	28	15
21.10.2012	28	15
22.10.2012	42	23

Datum	PM	NO ₂
23.10.2012	26	20
24.10.2012	20	13
25.10.2012	24	15
26.10.2012	22	15
27.10.2012	10	9
28.10.2012	9	7
29.10.2012	25	13
30.10.2012	25	12
31.10.2012	36	11
01.11.2012	24	13
02.11.2012	8	5
03.11.2012	7	5
04.11.2012	7	5
05.11.2012	9	6
06.11.2012	11	7
07.11.2012	33	12
08.11.2012	39	18
09.11.2012	41	15
10.11.2012	29	11
11.11.2012	20	11
12.11.2012	25	11
13.11.2012	30	16
14.11.2012	30	22
15.11.2012	42	28
16.11.2012	47	29
17.11.2012	35	23
18.11.2012	32	15
19.11.2012	42	23
20.11.2012	49	28
21.11.2012	37	21
22.11.2012	48	34
23.11.2012	40	28
24.11.2012	32	15
25.11.2012	25	12
26.11.2012	48	27
27.11.2012	27	15
28.11.2012	20	10
29.11.2012	9	8
30.11.2012	23	15

ANHANG I

PM10- und NO₂-Tagesmittelwerte

Datum	PM	NO ₂
01.12.2012	25	14
02.12.2012	21	15
03.12.2012	12	9
04.12.2012	7	5
05.12.2012	20	8
06.12.2012	11	8
07.12.2012	16	9

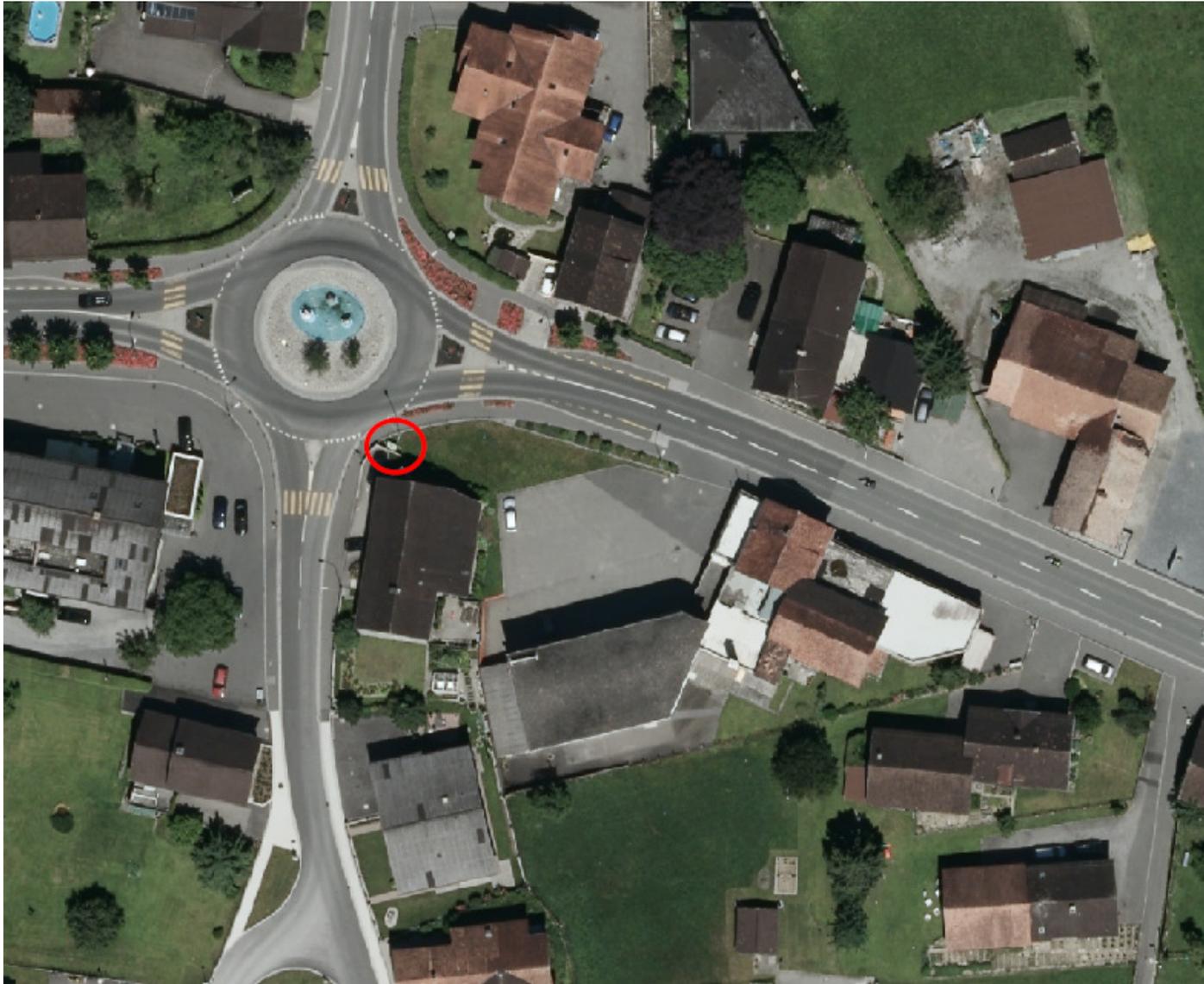
Datum	PM	NO ₂
08.12.2012	38	18
09.12.2012	24	15
10.12.2012	10	9
11.12.2012	21	14
12.12.2012	26	12
13.12.2012	20	8
14.12.2012	3	---

Datum	PM	NO ₂
15.12.2012	19	---
16.12.2012	10	---

grau hinterlegt = Überschreitung des Immissionsgrenzwertes

--- = ungenügende Anzahl Messdaten für einen gültigen Tagesmittelwert

ANHANG II



Aus Geodatenportal Ilv.li