

AMT FÜR UMWELT FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

# FEINSTAUB- UND STICKOXIDMESSUNGEN IN LIECHTENSTEIN

MESSBERICHT DER MESSUNGEN DES JAHRES 2013 AM STANDORT SCHAAN  
LINDENKREUZUNG



SCHAAN, DEZEMBER 2014 / JÜRGEN BECKBISSINGER

Bericht\_Schaan\_2013\_ENTWURF 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

<b>1. Zusammenfassung.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Gemessene Schadstoffe .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Aufgabe .....</b>	<b>3</b>
<b>4. Grundlagen .....</b>	<b>3</b>
<b>5. Messgerät .....</b>	<b>3</b>
<b>6. Messdauer .....</b>	<b>4</b>
<b>7. Qualitätssicherung .....</b>	<b>4</b>
<b>8. Resultate PM10 .....</b>	<b>5</b>
<b>9. Resultate Stickoxide.....</b>	<b>12</b>
<b>10. Zusätzliche Auswertungen für PM10 und NO<sub>x</sub> .....</b>	<b>18</b>

## Anhänge:

<b>I Tagesmittelwerte .....</b>	<b>23</b>
<b>II Übersichtskarte .....</b>	<b>27</b>

## 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](http://www.au.llv.li)

## 1. ZUSAMMENFASSUNG

Seit Mai 2005 wird am Standort „Vaduz Austrasse“ kontinuierlich Feinstaub (PM10), Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und Ozon (O<sub>3</sub>) gemessen. In der Zeit vom 17. Dezember 2012 bis zum 15. Dezember 2013 wurden ergänzend in Schaan an der Lindenkreuzung mit einer mobilen Kleinmessstation kontinuierlich PM10- und NO<sub>x</sub>-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 22 µg/m<sup>3</sup> und damit 10% über dem Jahresmittelgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup>. Die durchschnittliche NO<sub>2</sub>-Belastung lag bei 25 µg/m<sup>3</sup>. Der diesbezügliche Grenzwert von 30 µg/m<sup>3</sup> wurde damit unterschritten.

Der PM10-Tagesmittelgrenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> wurde in der 363 Tage dauernden Messkampagne 28 mal überschritten. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 01. Januar 2013 mit 97 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Beim NO<sub>2</sub> wurde der Kurzzeitgrenzwert (max. Tagesmittelwert) knapp eingehalten. Das maximale Tagesmittel für NO<sub>2</sub> wurde am 15. Februar 2013 mit 78 µg/m<sup>3</sup> gemessen.

10% der PM10-Tagesmittelwerte (0.9-Quantil) lagen in der Zeitperiode vom 18. Dezember 2012 bis zum 15. Dezember 2013 über 46 µg/m<sup>3</sup>. In Vaduz beträgt das 0.9-Quantil 34 µg/m<sup>3</sup>. Das 0.5-Quantil (Median) für PM10 lag in Schaan Lindenkreuzung bei 18 µg/m<sup>3</sup> und in Vaduz Austrasse bei 14 µg/m<sup>3</sup>. Die entsprechenden Werte für NO<sub>2</sub> liegen bei 49 µg/m<sup>3</sup> in Schaan und 40 µg/m<sup>3</sup> in Vaduz (0.9-Quantil) bzw. 25 µg/m<sup>3</sup> in Schaan und 18 µg/m<sup>3</sup> in Vaduz (0.5-Quantil).

Wie bereits die Messungen im Jahre 2011 am Standort Schaan Lindenkreuzung ergaben, werden die PM10-Immissionsgrenzwerte nach wie vor nicht eingehalten. Damit künftig diese, als auch die NO<sub>2</sub>-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<sub>x</sub>) die Summe aus den beiden Verbindungen Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) 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<sub>2</sub> 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 Eschen Essanestrasse wurden vom 18. Dezember 2012 bis zum 15. Dezember 2013 in Schaan an der Lindenkreuzung nach dem Herbst/Winter 2005/2006 und den Jahren 2008 und 2011 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. 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  $\beta$ -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 (MLU 2000A). Das Messprinzip beruht darauf, dass bei der Oxidation von NO zu angeregtem NO<sub>2</sub> mit Ozon bei der Rückkehr des Moleküls in einen nicht angeregten Zustand ein Photon (Licht) abgegeben wird (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 2012 bis 15. Dezember 2013. 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 PM<sub>10</sub>-Messdaten wurden täglich und die NO<sub>x</sub>-Messdaten ca. 14-tägig plausibilisiert. Einmal pro Woche erfolgte eine Auswertung der PM<sub>10</sub>-Messdaten. Die Resultate wurden im Sinne eines Wochenberichtes dem Amt für Umwelt 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.

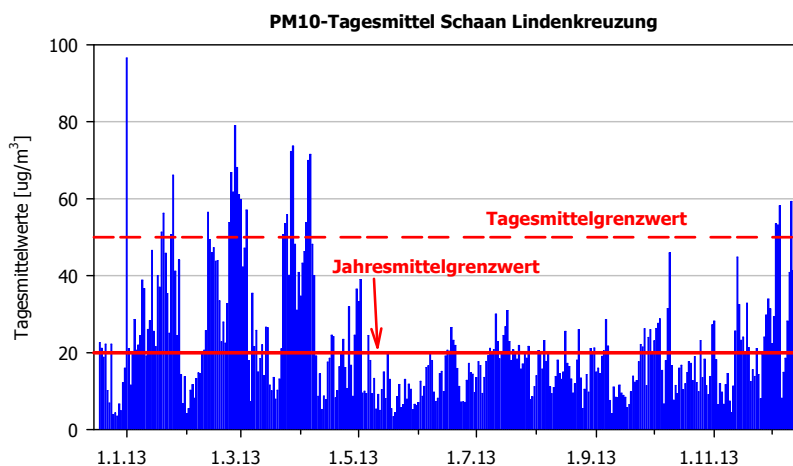
Auf eine bei kontinuierlichen Feinstaubmessungen häufig durchgeführte Parallelmessung mit dem Standardverfahren (gravimetrische Methode) wurde aus Kostengründen verzichtet. Erfahrungen an anderen Messstandorten haben gezeigt, dass mit dem eingesetzten Gerätetyp in den meisten Fällen vertretbar gute Übereinstimmungen 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 0 werden zusätzlich einige Aspekte dargestellt, welche sich auf die Schadstoffe PM10 und NO<sub>x</sub> gleichermaßen beziehen.

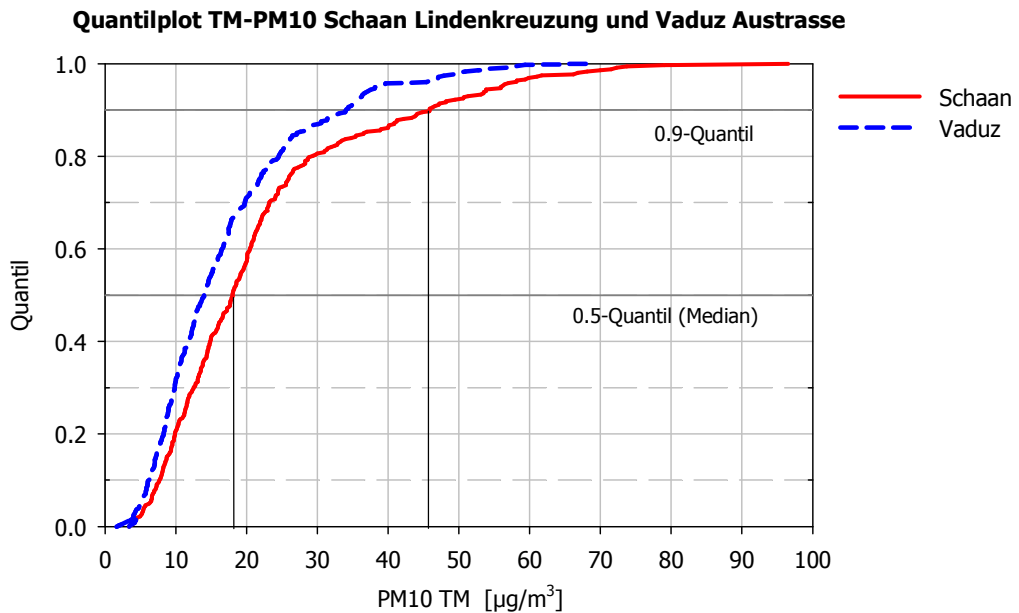
### 8.1. TAGESMITTELWERTE

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 363 Messtagen wurde der 24h-Immissionsgrenzwert (Tagesmittel) von 50 µg/m<sup>3</sup> 28 mal überschritten. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 01. Januar 2013 mit 97 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Tagesmittel über dem Jahresmittelgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> wurden am Standort Schaan Lindenkreuzung an 155 Tagen (43%) gemessen. Die mittlere Konzentration in der Zeit vom 18. Dezember 2012 bis zum 15. Dezember 2013 lag mit 22 µg/m<sup>3</sup> über dem Immissionsgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup>.



**Abbildung 1** Tagesmittelwerte 2013 am Standort Schaan Lindekreuzung

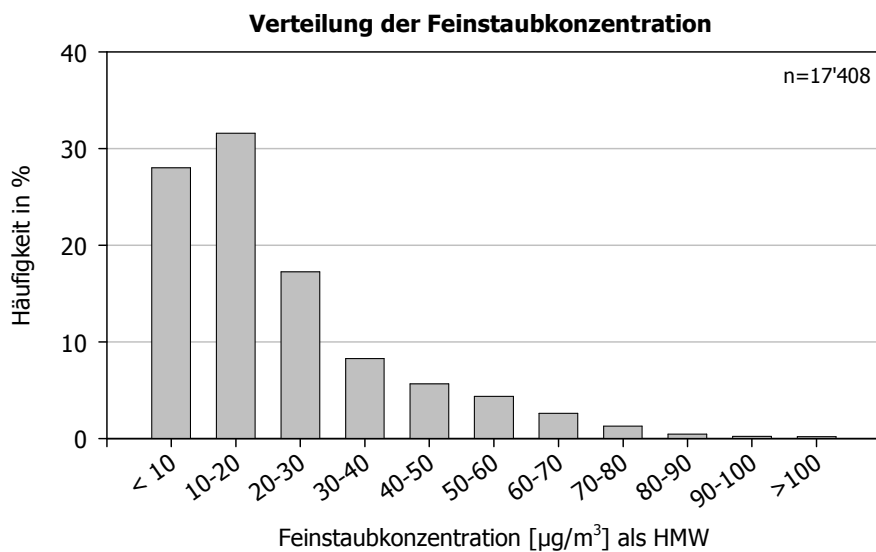
Wie aus dem Quantilplot (Abbildung 2) hervorgeht, lagen die Konzentrationen am Standort Schaan bei den dargestellten Quantilen höher als am Standort Vaduz Austrasse. Das 0.9-Quantil betrug in Schaan 46 µg/m<sup>3</sup>. Dies bedeutet, dass während der Messperiode 10% der Tagesmittelwerte über 46 µg/m<sup>3</sup> lagen. In Vaduz lag das 0.9-Quantil bei 34 µg/m<sup>3</sup>. Das 0.5-Quantil (Median) lag in Schaan bei 18 µg/m<sup>3</sup> und in Vaduz bei 14 µg/m<sup>3</sup>.



**Abbildung 2** Quantilplot der PM10-Tagesmittelwerte 2013 an den Standorten Schaan Lindenkreuzung 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 9% der Messzeit registriert (vgl. Abbildung 3).

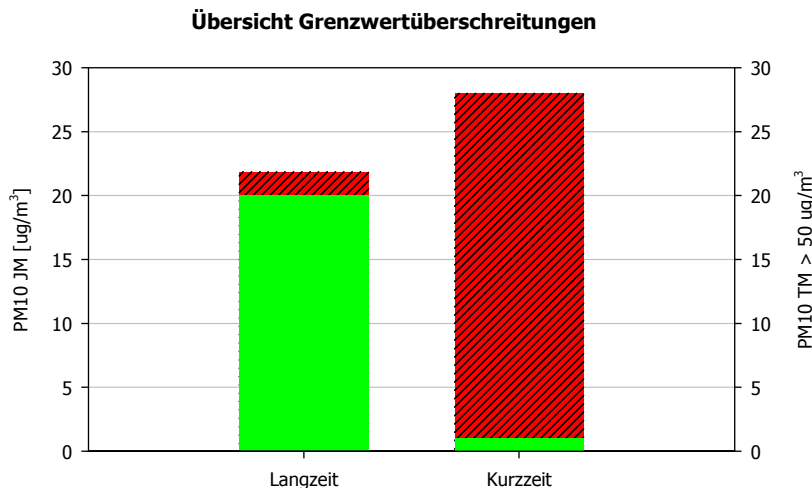


**Abbildung 3** Häufigkeitsverteilung der Feinstaubbelastung (Halbstundenmittelwerte) im Jahr 2013 am Standort Schaan Lindenkreuzung



### 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 10% überschritten. Deutlich überschritten wird mit 28 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.

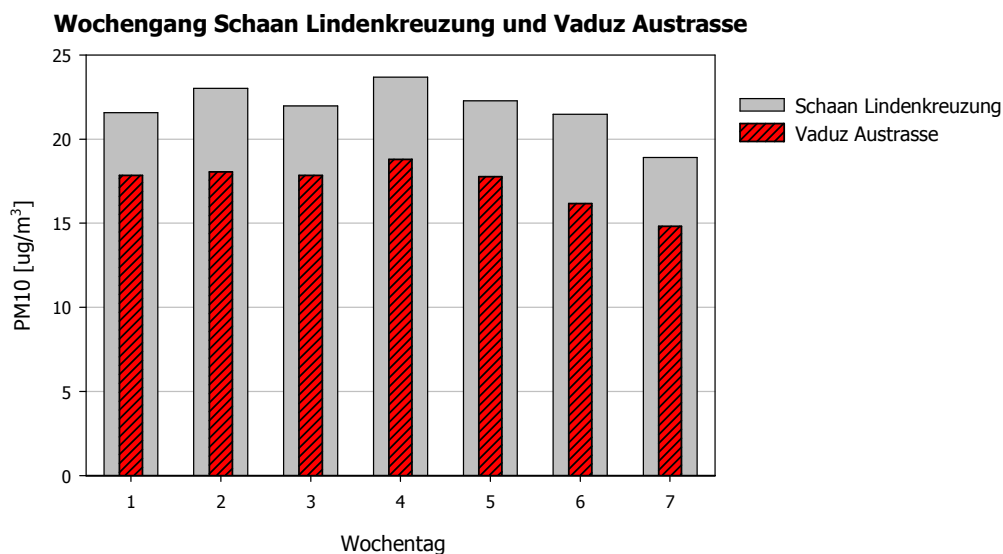


**Abbildung 4** Vergleich der gemessenen PM10-Kurz- und -Langzeitmittelwerte am Standort Schaan Lindenkreuzung mit den geltenden PM10-Immissionsgrenzwerten --> Grün Immissionsgrenzwert, rot Überschreitungen

### 8.4. WOCHENGANG

Der Wochengang am Standort Schaan Landstrasse ist dem des Standorts Vaduz Austrasse ähnlich, liegt jedoch auf einem deutlich höheren Niveau. Am Standort Schaan ist von Sonntag bis Donnerstag, mit Ausnahme des Mittwochs, ein steter Anstieg der Konzentrationen erkennbar. Ab Donnerstag fällt die Belastung bis zum Sonntag weitestgehend kontinuierlich ab (Abbildung 5). Auch am Standort Vaduz Austrasse werden am Donnerstag die höchsten und am Sonntag die durchschnittlich tiefsten Belastungen gemessen. Der Donnerstag ist im Durchschnitt am Standort Schaan Landstrasse um 25% stärker belastet als der durchschnittliche Sonntag. Am Standort Austrasse liegt dieser Wert bei 27%. Da natürliche Emissionen keinen Wochengang aufweisen, kann dies als Hinweis dafür betrachtet werden, dass an beiden Standorten anthropogene<sup>1</sup> 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  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  leicht über der Differenz von  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , welche am Standort Vaduz registriert wurde.

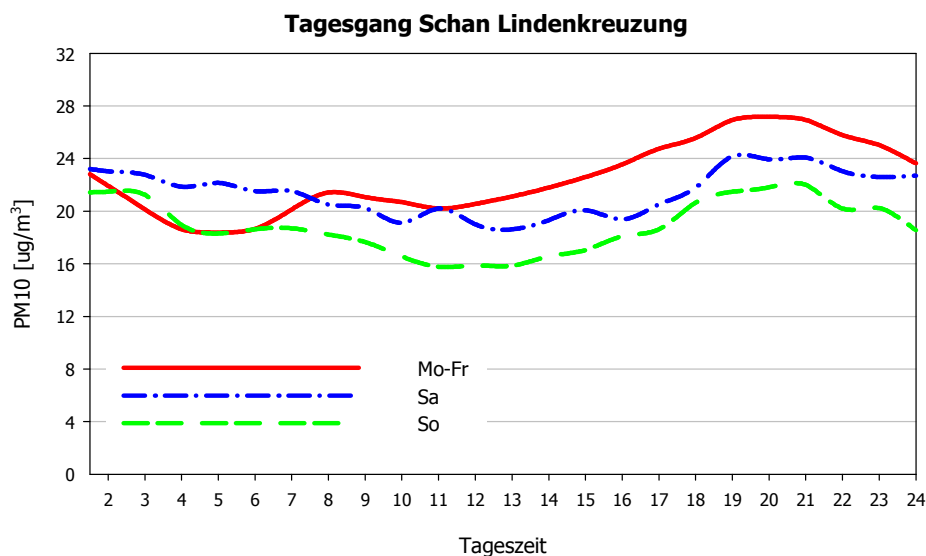
<sup>1</sup>Anthropogen bedeutet in diesem Zusammenhang vom Menschen verursacht bzw. beeinflusst



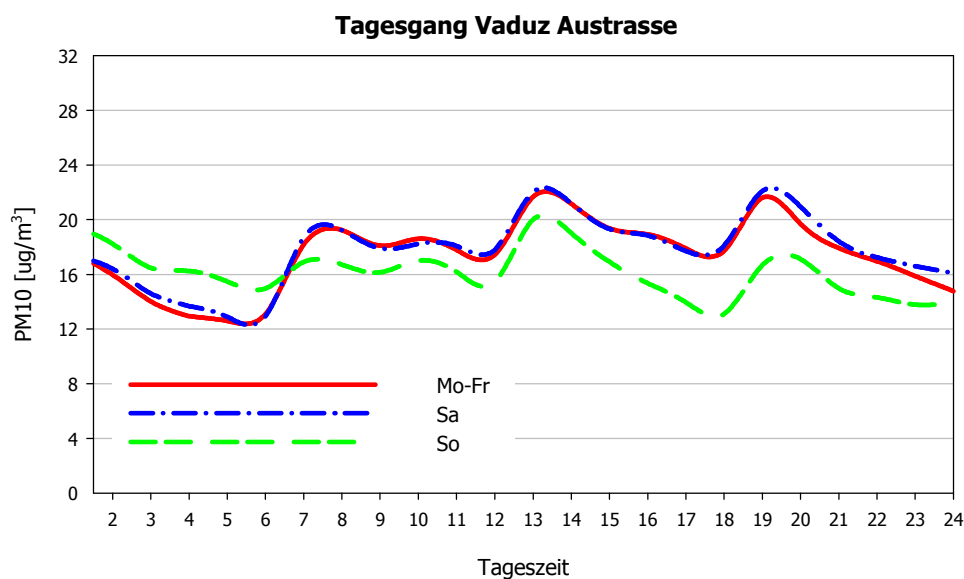
**Abbildung 5** Mittlere Feinstaubbelastung an den Wochentagen ( $\bar{x}$ -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage während der Messperiode Dezember 2012 bis Dezember 2013) am Standort Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse

## 8.5. TAGESGANG

Wie aus der Abbildung 6 hervorgeht, schwanken die PM10-Konzentrationen an Werktagen im Mittel in einem Bereich zwischen  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in den frühen Morgenstunden und knapp  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in den späten Abendstunden. Von 11 Uhr bis 20 Uhr steigen die Konzentrationen an den Werktagen von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bis  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  stetig an. Eine eigentliche „Abendspitze“, wie sie beispielsweise in Vaduz um 19 Uhr erkennbar ist, kann in Schaan nicht festgestellt werden. An Sonntagen schwanken die Konzentrationen auf einem deutlich tieferen Niveau zwischen  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . 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 vier Spitzen auf. Zwei vergleichsweise schwache in den Morgenstunden sowie zwei stark ausgeprägte Spitzen am Mittag und am Abend. Auffällig ist der praktisch identische Verlauf der PM10-Belastung an Samstagen und Werktagen (Mo. bis Fr.). Dies ist eher untypisch und war in den vergangenen Jahren in dieser Ausprägtheit nicht der Fall. Ebenfalls eher ungewöhnlich ist, dass die in der Zeit von 0 bis 6 Uhr durchschnittlich höchste Belastung an Sonntagen gemessen wurde. Eine mögliche Ursache könnte der erhöhte Strassenverkehr sein, welcher durch das „Nachtleben“, welches von Samstagabend in die frühen Morgenstunden am Sonntag hinein reicht, hervorgerufen wird.



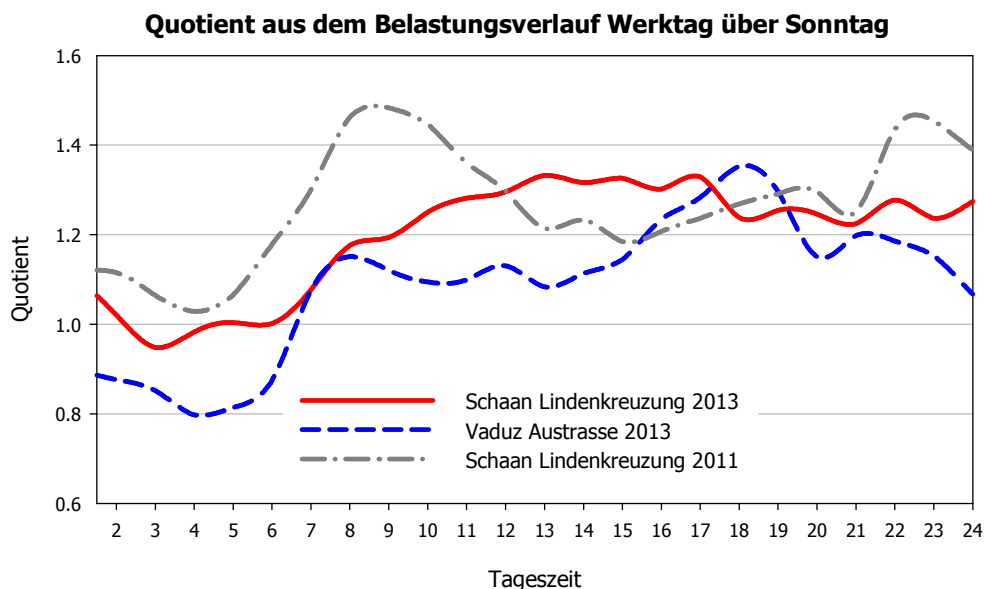
**Abbildung 6** Mittlerer Tagesgang der Feinstaubbelastung am Standort Schaan Lindenkreuzung ( $\emptyset$ -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode Dezember 2012 bis Dezember 2013 an Werktagen (Montag bis Freitag), Samstagen und Sonntagen)



**Abbildung 7** Mittlerer Tagesgang der Feinstaubbelastung am Standort Vaduz Austrasse ( $\emptyset$ -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode Dezember 2012 bis Dezember 2013 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 Lindenkreuzung (Daten 2011) aufgeführt. Die einzelnen Verläufe und insbesondere auch die Ausprägtheit unterscheiden sich doch deutlich voneinander. Während im Jahr 2011 der Unterschied zwischen den Werktagen und Sonntagen in der Zeit bis ca. Mittag deutlich grösser war, hat dieser deutlich abgenommen. Auch der abendliche Anstieg des Quotienten

auf einen Wert bis beinahe 1.5 findet nun nicht mehr statt. Stark vereinfacht kann davon ausgegangen werden, dass je höher der Quotient, desto stärker der lokale anthropogene Anteil an der Gesamtbelastung am jeweiligen Standort ist.

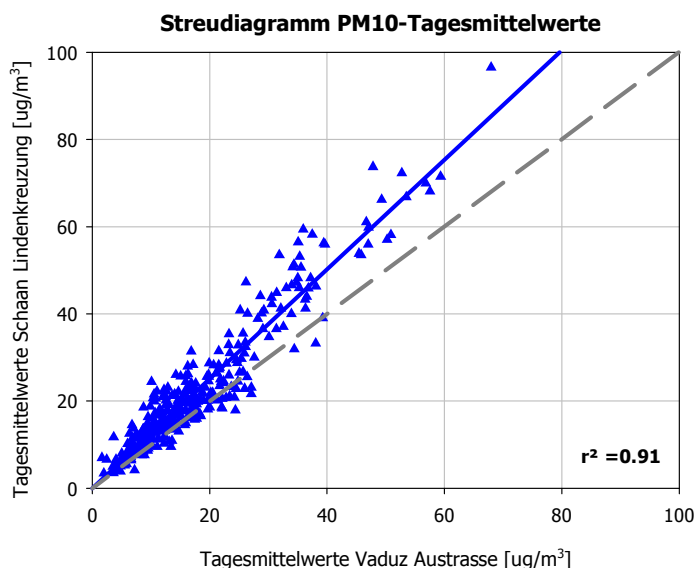


**Abbildung 8** Quotient aus dem mittleren Tagesgang der Feinstaubbelastung an Werk- und Sonntagen an den Standorten Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse (Messwerte Dezember 2012 bis Dezember 2013) und zum Vergleich der Verlauf des Quotienten der Messungen vom 2011 am Standort Schaan Lindenkreuzung. Lesebeispiel: Am Standort Schaan Lindenkreuzung sind die mittleren PM10-Konzentrationen am Nachmittag um 13:00 Uhr an Werktagen um den Faktor 1.3 höher als an Sonntagen um dieselbe Zeit (13:00 Uhr). Der Wert 1 bedeutet, dass zwischen der mittleren Belastung an Werktagen und Sonntagen kein Unterschied besteht.

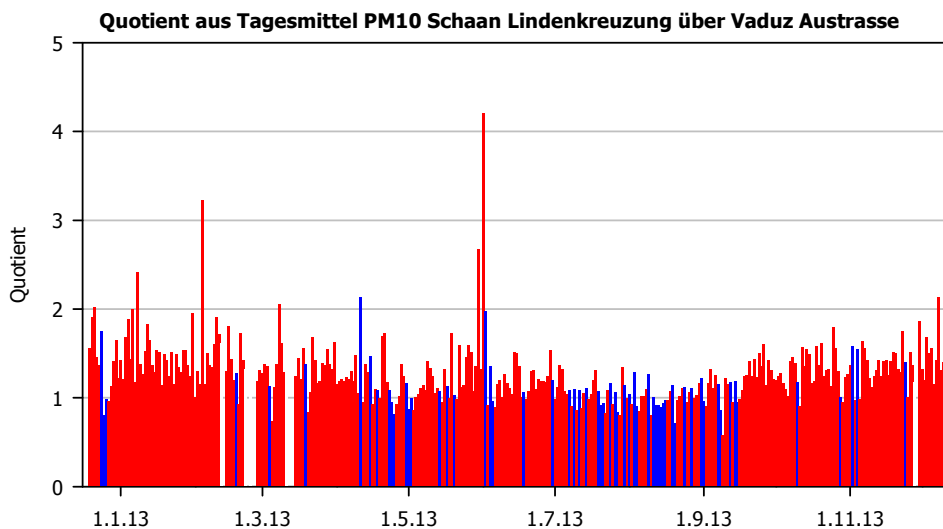
## 8.6. KORRELATION MIT MESSWERTEN ANDERER STANDORTE

Die Tagesmittelwerte der Messungen am Standort Schaan Lindenkreuzung korrelieren vergleichsweise gut ( $r^2 = 0.91$ ) mit jenen an der Ostluft-Messstation Vaduz Austrasse (vgl. Abbildung 9). Im Jahr 2001 wurden ebenfalls am Standort Schaan Lindenkreuzung Messungen durchgeführt. Damals korrelierten die Messwerte mit einem  $r^2$  von 0.88 ähnlich gut mit jenen am Standort Vaduz Austrasse. An 60 der 355 Messtage an denen Messwerte bei der Stationen vorliegen, wurden in Vaduz Austrasse höhere Tagesmittelwerte als am Standort Schaan Lindenkreuzung registriert. 43 dieser 60 Tage waren während des Sommerhalbjahres (Mai bis Oktober). Damit wurden im Winterhalbjahr in Vaduz an lediglich 17 Tagen höhere Immissionsbelastungen registriert als am Standort Schaan Lindenkreuzung. Im Durchschnitt waren die PM10-Belastungen bei Konzentrationen im Bereich des Jahresmit-

telgrenzwertes von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Schaan Lindenkreuzung um 26% höher als am Standort Vaduz Austrasse<sup>2</sup> (vgl. Abbildung 10).



**Abbildung 9** Streudiagramm der PM10-Tagesmittelwerte Schaan Lindenkreuzung und der Ostluft-Immissionsmessstation Vaduz Austrasse (Dezember 2012 bis Dezember 2013)



**Abbildung 10** Verlauf der Quotienten aus den PM10-Tagesmittelwerten Schaan Lindenkreuzung über Vaduz Austrasse vom Dezember 2012 bis Dezember 2013. Rote Balken → Belastung am Standort Schaan Lindenkreuzung ist 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

<sup>2</sup>Die lineare Ausgleichsfunktion lautet  $y = 1.26x$

## 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 an der Lindenkreuzung wurde im Messjahr 2013 der Immissionsgrenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Jahresmittelgrenzwert mit  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterschritten. Auch in Vaduz an der Landstrasse wurde der LRV-Grenzwert für Stickstoffdioxid mit einem Jahresmittel von  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eingehalten. An dem ca. 140 m vom Messstandort „Schaan Lindenplatz“ entfernten<sup>3</sup> Messstandort für NO<sub>2</sub>-Passivsammler „Schaan Lindenplatz Süd“ (vgl. Abbildung 11) wurde mit  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eine deutlich höhere Belastung gemessen. Diese vergleichsweise hohe Differenz lässt sich nicht nur mit der geringeren Entfernung zur Strasse erklären. Möglicherweise führt sich nach wie vor bildender „stop and go Verkehr“<sup>4</sup> auf der Landstrasse zu erhöhten NO<sub>x</sub>-Belastungen. 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. 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 NO<sub>2</sub>-Konzentration tendenziell eher über- als unterschätzt wird. Auch könnte der unterschiedliche Strassenverlauf im Hinblick auf die Hauptwindrichtungen eine gewisse Rolle spielen. Während die Landstrasse beim Passivsammlerstandort in Richtung der Hauptwindrichtungen verläuft ist dies am Standort der kontinuierlich durchgeführten Messung nicht der Fall. Man kann sich dies so vorstellen, dass beim Verlauf der Strasse in der Hauptwindrichtung Abgase aus einem grossen Teilstück der Strasse zum Messstandort getragen werden. Verläuft die Hauptwindrichtung hingegen von der Messstation aus betrachtet quer zur Strasse werden Abgase aus lediglich einem kurzen Teilstück der Strasse erfasst und an die Messstation getragen.

Ob und in welchem Ausmass die erwähnten Aspekte für die Differenz verantwortlich sind, kann anhand der vorliegenden Resultate nicht abschliessend beantwortet werden. Allenfalls könnten zusätzliche Messungen und entsprechende Auswertungen mehr Informationen darüber liefern.

---

<sup>3</sup> Luftlinie

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

Im Messjahr 2001 wurde am Standort Schaan Lindenkreuzung ein Jahresmittelwert von  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Das mit den Passivsammlern ermittelte Jahresmittel am Standort Lindenplatz Süd lag bei  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Abbildung 11** Situation Lindenkreuzung mit Messstandort für PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> kontinuierlich „Schaan Lindenkreuzung“ (roter Kreis) und NO<sub>2</sub>-Passivsammlerstandort „Lindenplatz Süd“ (blaues Dreieck). Quelle Karte: Geoportaal FL

**Tabelle 1** Übersicht der relevanten NO<sub>2</sub>-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 Lindenkreuzung	25	62	78	0
Vaduz <sup>1)</sup>	22	57	64	0
Immissionsgrenzwert	30	100	-	1

<sup>1)</sup> Quelle: Jahresbericht Ostluft

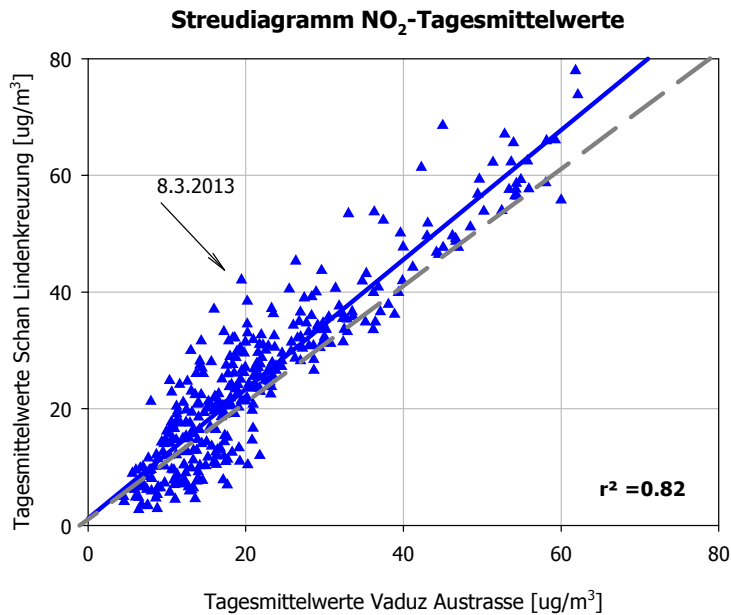
Standort	Jahresmittelwert (JMW)		Max. Tagesmittel	
	NO <sub>x</sub> [ppb]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>x</sub> [ppb]	NO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Schaan	25	13	151	130
Vaduz <sup>1)</sup>	20	10	137	129

<sup>1)</sup> Quelle: Datenbank Ostluft

Der Vergleich der NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte des Standortes Schaan Lindenkreuzung mit Vaduz Austrasse zeigt sehr deutlich, dass die Belastung in Schaan bis auf wenige Tage im Jahr höher war als in Vaduz. Dem Verlauf der Ausgleichsgeraden zur gestrichelten Hilfslinie mit Steigung 1 kann entnommen werden, dass der Konzentrationsunterschied zwischen den beiden Standorten 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  oder mehr beträgt<sup>5</sup>. Es gibt jedoch, wie aus der Abbildung 12 ersichtlich ist, auch einzelne Tage, an denen am Standort Schaan massiv höhere Belastungen als an der Austrasse gemessen wurden. So wurde beispielsweise am 8. März 2013 in Schaan ein Tagesmittelwert für NO<sub>2</sub> von 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und in Vaduz von lediglich 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen.

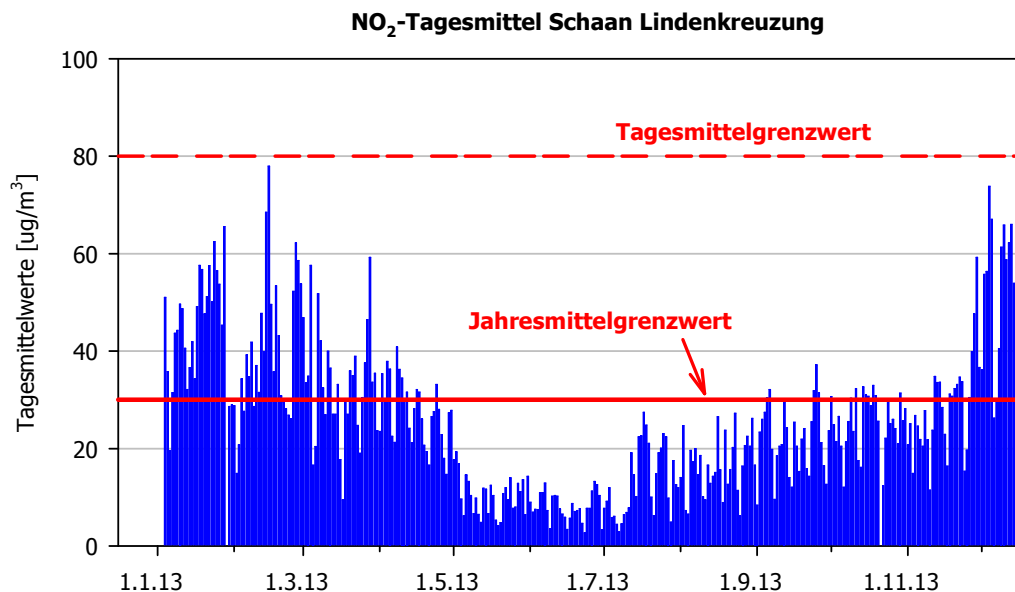
<sup>5</sup> Lineare Ausgleichsfunktion  $1.12x+1.5$





**Abbildung 12** Streudiagramm der NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte Schaan Lindenkreuzung und der Ostluft-Immissionsmessstation Vaduz Austrasse (Dezember 2012 bis Dezember 2013). Beispielhaft ist der 8. März 2013 mit der erwähnten hohen Differenz in der Belastung markiert

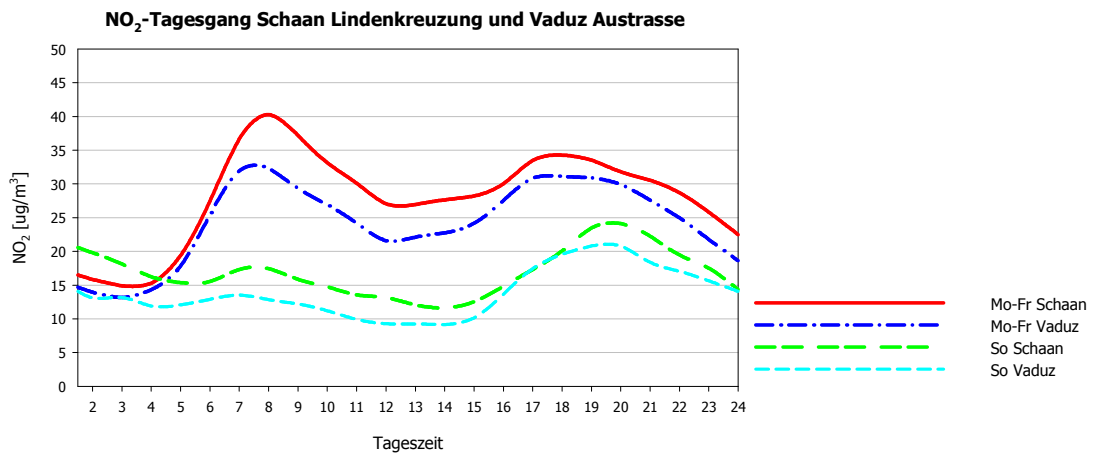
Der Verlauf der NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte kann der Abbildung 13 entnommen werden. Wie erwähnt, lagen während der Messperiode sämtliche Tagesmittel, wenn teilweise auch nur knapp, unter dem Immissionsgrenzwert von 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Abbildung 13** NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte 2013 am Standort Schaan Lindenkreuzung

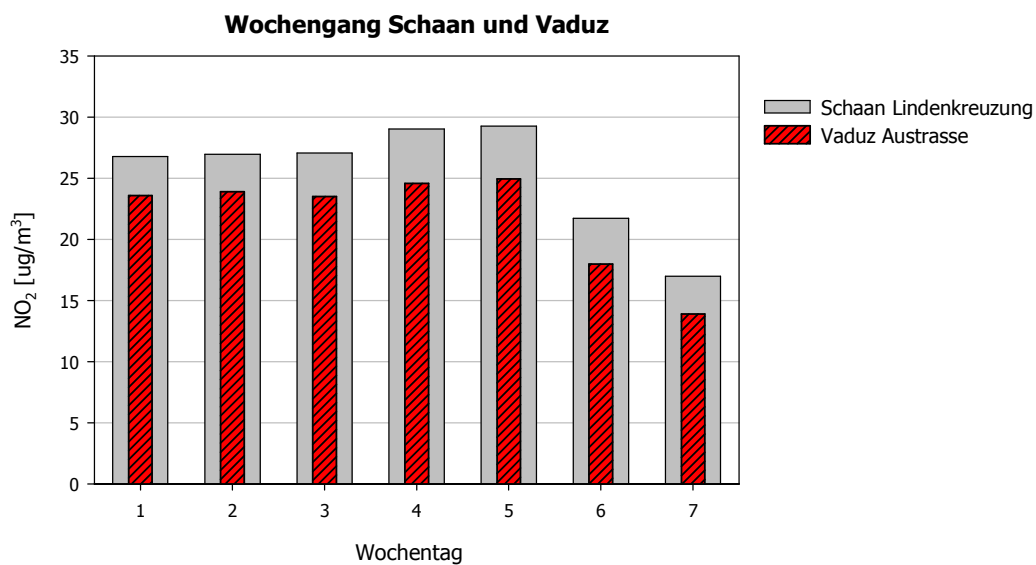
Der mittlere Tagesgang der NO<sub>2</sub>-Belastung unterliegt an beiden Standorten vor allem an den Werktagen starken Schwankungen (vgl. Abbildung 14). So steigt die NO<sub>2</sub>-Belastung am

Standort Schaan Lindenkreuzung im Durchschnitt von 04:00 Uhr am Morgen bis 08:00 Uhr um 170% Prozent von 15 auf 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  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.

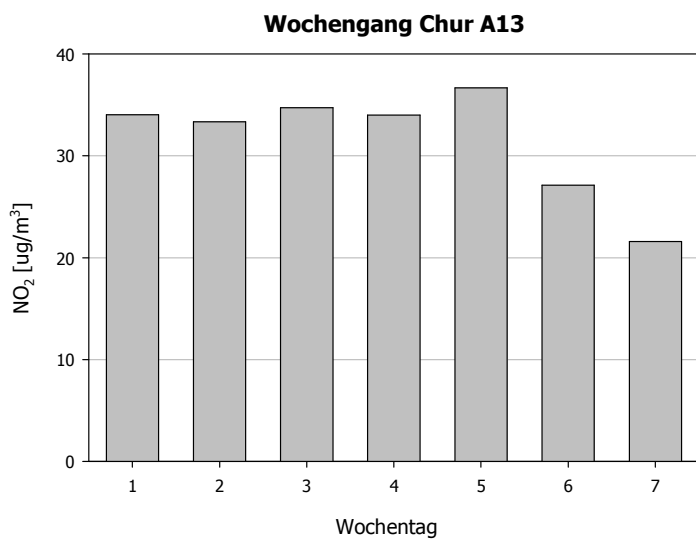


**Abbildung 14** Mittlerer Tagesgang der NO<sub>2</sub>-Belastung an den Standorten Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse ( $\bar{x}$ -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode Dezember 2012 bis Dezember 2013 an Werk- (Montag bis Freitag) und Sonntagen

In Abbildung 15 ist der durchschnittliche Wochengang der NO<sub>2</sub>-Belastung an den Standorten Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse dargestellt. Die höchsten Belastungen werden gegen Ende der Arbeitswoche, Donnerstags und Freitags, gemessen. Wie auch bei der PM<sub>10</sub>-Konzentration werden am Sonntag die eindeutig geringsten Belastungen registriert. Am Standort Schaan Lindenkreuzung lag die durchschnittliche NO<sub>2</sub>-Konzentration an Sonntagen um 72% unter den Belastungen wie sie im Durchschnitt an Donnerstagen gemessen wurden. Am Standort Vaduz Austrasse lag der Anteil bei 79%. Dieser Verlauf, mit den höchsten Konzentrationen an den Werktagen, ist für stark verkehrsexponierte Standorte üblich. So wurden beispielsweise im 2013 auch am Standort Chur A13 (vgl. Abbildung 16) am Freitag die höchsten Belastungen gemessen. Am Samstag und Sonntag werden, aufgrund des geringeren Verkehrsaufkommens sowie weniger Aktivitäten im Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungssektor, deutlich tiefere Konzentrationen gemessen.



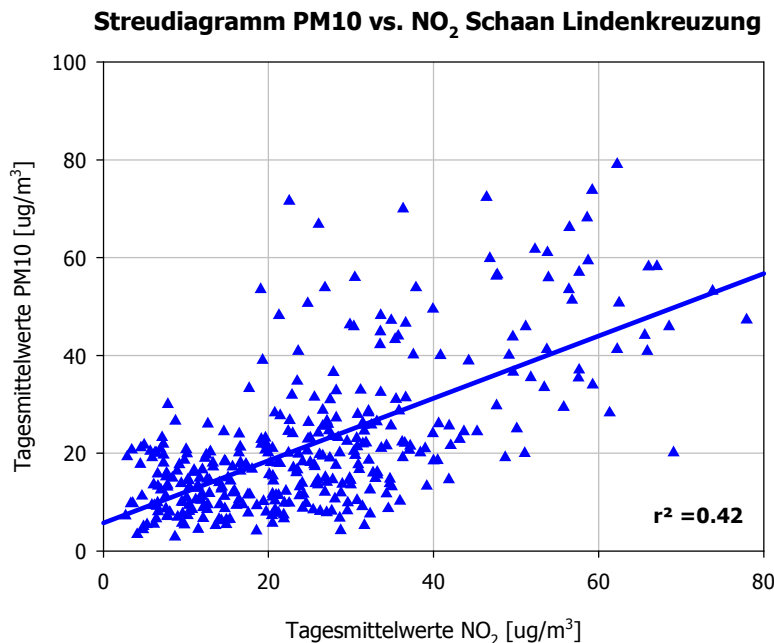
**Abbildung 15** Mittlere NO<sub>2</sub>-Belastung an den Wochentagen (Ø-Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage während der Messperiode Dezember 2012 bis Dezember 2013) am Standort Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Austrasse



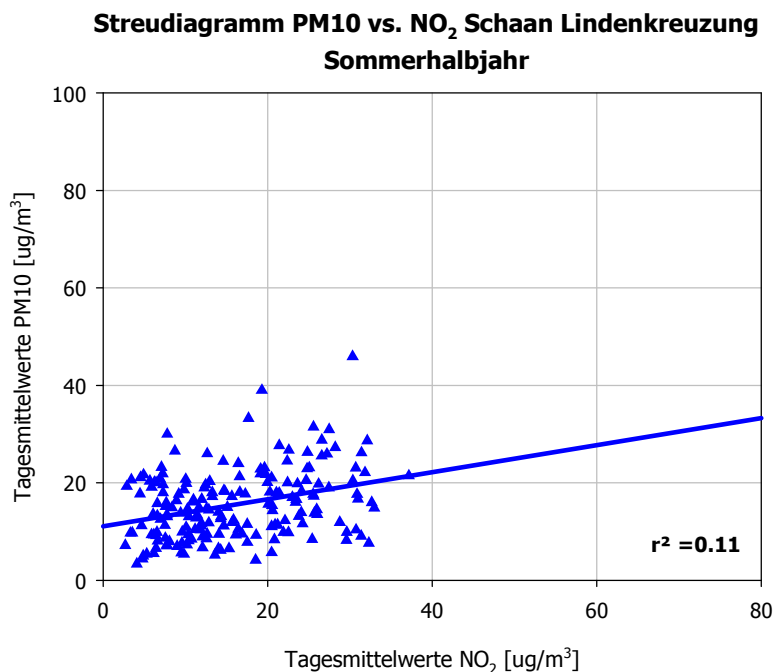
**Abbildung 16** Mittlere NO<sub>2</sub>-Belastung an den Wochentagen (Ø-Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage im 2013) am Standort Chur A13. Datenquelle: Messdatenbank Ostluft

## 10. ZUSÄTZLICHE AUSWERTUNGEN FÜR PM10 UND NO<sub>x</sub>

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 NO<sub>2</sub>-Belastung oder umgekehrt aus der NO<sub>2</sub>-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. Werden nur die Messungen im Sommerhalbjahr verglichen, so zeigt sich eine noch deutlich schlechtere Korrelation zwischen der Feinstaub und NO<sub>2</sub>-Konzentration (vgl. Abbildung 18).

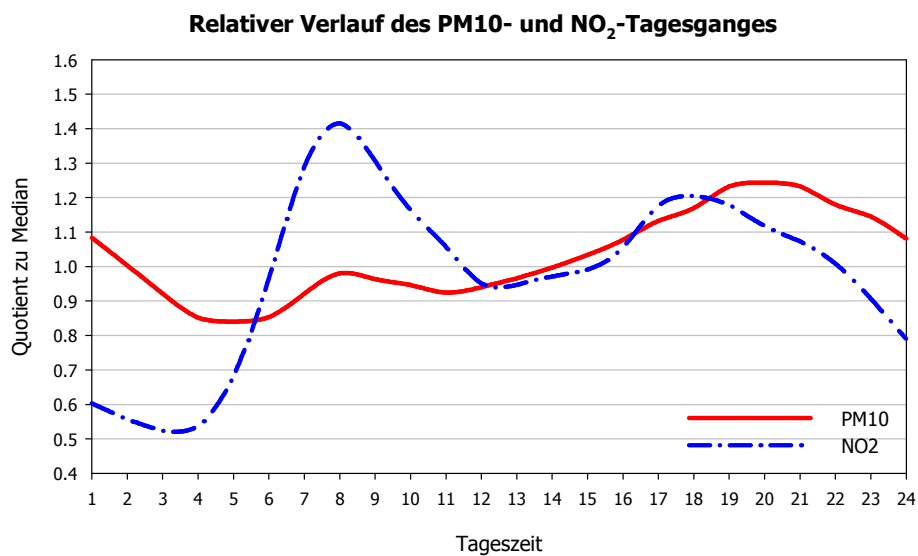


**Abbildung 17** Streudiagramm der NO<sub>2</sub>- und PM10 Tagesmittelwerte Schaan Lindenkreuzung (Dezember 2012 bis Dezember 2013).



**Abbildung 18** Streudiagramm der NO<sub>2</sub>- und PM10 Tagesmittelwerte Schaan Lindenkreuzung im Sommerhalbjahr 2013 (Mai 2013 bis Oktober 2013).

Aus der Abbildung 19 ist ersichtlich, dass der Tagesgang der NO<sub>2</sub>-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 NO<sub>2</sub>-Konzentration stärker als beim PM10 ist. Mit anderen Worten, der vom Menschen verursachte lokale Anteil der PM10-Belastung ist am Standort Schaan Lindenkreuzung deutlich niedriger als der Anteil an der NO<sub>2</sub>-Belastung. Während die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im angeführten Beispiel zwischen dem Faktor 0.5 bis 1.4 schwanken, sind es beim PM10 lediglich 0.85 bis 1.25.



**Abbildung 19** Quotient aus dem Median<sup>6</sup> der durchschnittlichen Stundenkonzentration der Feinstaub- und NO<sub>2</sub>-Konzentration an Werktagen und der jeweiligen Stundenkonzentration (Messwerte Dezember 2012 bis Dezember 2013). Lesebeispiel: Um 8:00 Uhr morgens sind die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Durchschnitt um den Faktor 1.42 höher als der Median aller durchschnittlichen Stundenkonzentrationen. Der Wert 1 bedeutet, dass die Belastung in dieser Stunde dem Median entspricht.

<sup>6</sup> Der Median oder auch Zentralwert genannt, ist eine statistische Grösse. Der Median wird erhalten, wenn eine Zahlenreihe der Grösse nach sortiert wird. Der Median befindet sich danach an der mittleren Stelle der Zahlenreihe.

# ANHANG I

## PM10- und NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
18.12.2012	23	---
19.12.2012	21	---
20.12.2012	19	---
21.12.2012	22	---
22.12.2012	10	---
23.12.2012	7	---
24.12.2012	22	---
25.12.2012	4	---
26.12.2012	4	---
27.12.2012	3	---
28.12.2012	7	---
29.12.2012	5	---
30.12.2012	12	---
31.12.2012	16	---
01.01.2013	97	---
02.01.2013	21	---
03.01.2013	12	---
04.01.2013	20	51
05.01.2013	29	36
06.01.2013	21	20
07.01.2013	22	31
08.01.2013	24	44
09.01.2013	39	44
10.01.2013	37	50
11.01.2013	19	49
12.01.2013	26	41
13.01.2013	28	32
14.01.2013	47	37
15.01.2013	26	42
16.01.2013	22	34
17.01.2013	40	49
18.01.2013	37	58
19.01.2013	51	57
20.01.2013	56	48
21.01.2013	46	51
22.01.2013	35	58
23.01.2013	25	50
24.01.2013	51	62
25.01.2013	66	56

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
26.01.2013	41	54
27.01.2013	24	45
28.01.2013	44	66
29.01.2013	14	---
30.01.2013	7	29
31.01.2013	14	29
01.02.2013	4	29
02.02.2013	5	15
03.02.2013	10	21
04.02.2013	12	34
05.02.2013	8	28
06.02.2013	13	39
07.02.2013	15	35
08.02.2013	15	42
09.02.2013	20	29
10.02.2013	21	37
11.02.2013	26	32
12.02.2013	56	48
13.02.2013	49	40
14.02.2013	46	69
15.02.2013	47	78
16.02.2013	44	50
17.02.2013	44	36
18.02.2013	33	53
19.02.2013	23	43
20.02.2013	28	31
21.02.2013	22	30
22.02.2013	33	28
23.02.2013	54	27
24.02.2013	67	26
25.02.2013	62	52
26.02.2013	79	62
27.02.2013	68	59
28.02.2013	61	54
01.03.2013	60	47
02.03.2013	42	34
03.03.2013	47	35
04.03.2013	57	58
05.03.2013	18	17

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
06.03.2013	7	20
07.03.2013	35	52
08.03.2013	22	42
09.03.2013	26	32
10.03.2013	15	27
11.03.2013	18	40
12.03.2013	22	37
13.03.2013	14	27
14.03.2013	27	27
15.03.2013	26	33
16.03.2013	12	18
17.03.2013	10	9
18.03.2013	14	30
19.03.2013	8	27
20.03.2013	10	36
21.03.2013	13	35
22.03.2013	21	39
23.03.2013	51	25
24.03.2013	54	19
25.03.2013	56	30
26.03.2013	40	38
27.03.2013	72	46
28.03.2013	74	59
29.03.2013	48	34
30.03.2013	31	35
31.03.2013	41	24
01.04.2013	35	23
02.04.2013	43	35
03.04.2013	46	30
04.04.2013	54	38
05.04.2013	70	36
06.04.2013	72	23
07.04.2013	48	21
08.04.2013	40	41
09.04.2013	19	36
10.04.2013	9	35
11.04.2013	14	30
12.04.2013	5	32
13.04.2013	9	24

# ANHANG I

## PM10- und NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
14.04.2013	8	21
15.04.2013	18	28
16.04.2013	19	32
17.04.2013	25	32
18.04.2013	24	26
19.04.2013	8	21
20.04.2013	10	19
21.04.2013	16	17
22.04.2013	19	27
23.04.2013	23	28
24.04.2013	16	33
25.04.2013	11	28
26.04.2013	32	23
27.04.2013	17	18
28.04.2013	9	15
29.04.2013	25	27
30.04.2013	37	28
01.05.2013	33	18
02.05.2013	39	19
03.05.2013	10	17
04.05.2013	10	10
05.05.2013	9	6
06.05.2013	24	15
07.05.2013	18	13
08.05.2013	9	10
09.05.2013	13	7
10.05.2013	5	10
11.05.2013	9	6
12.05.2013	5	5
13.05.2013	10	12
14.05.2013	15	12
15.05.2013	8	7
16.05.2013	20	12
17.05.2013	13	10
18.05.2013	5	5
19.05.2013	3	4
20.05.2013	4	5
21.05.2013	8	11
22.05.2013	12	12

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
23.05.2013	6	10
24.05.2013	7	14
25.05.2013	13	8
26.05.2013	8	8
27.05.2013	12	13
28.05.2013	10	11
29.05.2013	5	14
30.05.2013	7	6
31.05.2013	6	14
01.06.2013	7	9
02.06.2013	13	7
03.06.2013	9	8
04.06.2013	11	8
05.06.2013	16	11
06.06.2013	17	11
07.06.2013	20	13
08.06.2013	18	7
09.06.2013	10	4
10.06.2013	7	10
11.06.2013	8	10
12.06.2013	15	10
13.06.2013	15	8
14.06.2013	10	7
15.06.2013	19	6
16.06.2013	21	3
17.06.2013	20	6
18.06.2013	27	9
19.06.2013	23	7
20.06.2013	22	7
21.06.2013	16	8
22.06.2013	11	5
23.06.2013	7	3
24.06.2013	7	8
25.06.2013	7	8
26.06.2013	13	11
27.06.2013	17	13
28.06.2013	15	13
29.06.2013	14	10
30.06.2013	10	3

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
01.07.2013	13	8
02.07.2013	18	9
03.07.2013	17	12
04.07.2013	9	6
05.07.2013	14	6
06.07.2013	18	4
07.07.2013	19	3
08.07.2013	21	5
09.07.2013	20	6
10.07.2013	21	7
11.07.2013	30	8
12.07.2013	23	19
13.07.2013	18	15
14.07.2013	20	10
15.07.2013	24	22
16.07.2013	27	23
17.07.2013	31	27
18.07.2013	23	25
19.07.2013	18	21
20.07.2013	21	10
21.07.2013	20	6
22.07.2013	18	15
23.07.2013	22	19
24.07.2013	16	20
25.07.2013	17	23
26.07.2013	20	22
27.07.2013	19	10
28.07.2013	22	5
29.07.2013	8	18
30.07.2013	9	13
31.07.2013	11	12
01.08.2013	14	14
02.08.2013	21	25
03.08.2013	20	7
04.08.2013	16	7
05.08.2013	23	20
06.08.2013	18	17
07.08.2013	20	20
08.08.2013	11	15



# ANHANG I

## PM10- und NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
09.08.2013	9	19
10.08.2013	11	10
11.08.2013	14	9
12.08.2013	18	17
13.08.2013	14	13
14.08.2013	13	14
15.08.2013	15	15
16.08.2013	26	27
17.08.2013	17	16
18.08.2013	16	9
19.08.2013	13	24
20.08.2013	9	13
21.08.2013	12	16
22.08.2013	18	20
23.08.2013	26	27
24.08.2013	13	11
25.08.2013	6	6
26.08.2013	11	16
27.08.2013	14	21
28.08.2013	10	23
29.08.2013	21	20
30.08.2013	20	26
31.08.2013	21	17
01.09.2013	15	8
02.09.2013	16	23
03.09.2013	14	26
04.09.2013	19	27
05.09.2013	20	30
06.09.2013	29	32
07.09.2013	22	20
08.09.2013	8	10
09.09.2013	4	19
10.09.2013	11	20
11.09.2013	8	21
12.09.2013	8	30
13.09.2013	12	24
14.09.2013	9	14
15.09.2013	9	12
16.09.2013	8	25

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
17.09.2013	6	20
18.09.2013	6	15
19.09.2013	10	22
20.09.2013	14	24
21.09.2013	12	16
22.09.2013	13	14
23.09.2013	18	26
24.09.2013	22	32
25.09.2013	21	37
26.09.2013	26	31
27.09.2013	11	21
28.09.2013	24	16
29.09.2013	26	13
30.09.2013	20	24
01.10.2013	23	31
02.10.2013	26	25
03.10.2013	28	21
04.10.2013	29	27
05.10.2013	15	21
06.10.2013	7	12
07.10.2013	18	21
08.10.2013	31	26
09.10.2013	46	30
10.10.2013	17	23
11.10.2013	8	32
12.10.2013	11	18
13.10.2013	9	16
14.10.2013	16	33
15.10.2013	17	31
16.10.2013	10	31
17.10.2013	12	29
18.10.2013	15	33
19.10.2013	18	31
20.10.2013	17	26
21.10.2013	13	---
22.10.2013	19	12
23.10.2013	12	22
24.10.2013	10	30
25.10.2013	23	25

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
26.10.2013	14	26
27.10.2013	18	24
28.10.2013	11	21
29.10.2013	9	31
30.10.2013	14	26
31.10.2013	27	28
01.11.2013	28	21
02.11.2013	18	25
03.11.2013	6	15
04.11.2013	12	27
05.11.2013	10	25
06.11.2013	7	22
07.11.2013	12	20
08.11.2013	15	28
09.11.2013	7	22
10.11.2013	4	12
11.11.2013	11	24
12.11.2013	26	35
13.11.2013	45	34
14.11.2013	32	34
15.11.2013	23	28
16.11.2013	24	23
17.11.2013	20	16
18.11.2013	33	31
19.11.2013	21	31
20.11.2013	12	32
21.11.2013	16	33
22.11.2013	14	35
23.11.2013	21	34
24.11.2013	14	15
25.11.2013	8	20
26.11.2013	20	31
27.11.2013	24	40
28.11.2013	30	48
29.11.2013	34	59
30.11.2013	31	37
01.12.2013	22	36
02.12.2013	29	56
03.12.2013	53	56

# ANHANG I

## PM10- und NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
04.12.2013	53	74
05.12.2013	58	67
06.12.2013	8	26
07.12.2013	15	30
08.12.2013	19	41
09.12.2013	28	61

Datum	PM10	NO <sub>2</sub>
10.12.2013	41	66
11.12.2013	59	59
12.12.2013	41	62
13.12.2013	58	66
14.12.2013	56	54
15.12.2013	20	38

grau hinterlegt = Überschreitung des Immissionsgrenzwertes

--- = ungenügende Anzahl Messdaten für einen gültigen Tagesmittelwert

## ANHANG II



Aus Geodatenportal Ilv.li