

AMT FÜR UMWELTSCHUTZ FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

FEINSTAUBMESSUNGEN FL

ZWISCHENBERICHT MESSUNGEN IN RUGGELL, SOMMER/HERBST 2006



SCHAAN, JANUAR 2007 / J. BECKBISSINGER

Ber_Ruggel_01.doc / 8157

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.	FEINSTAUB PM10	2
3.	AUFGABE	2
4.	GRUNDLAGEN	3
4.1.	Messstandort	3
4.2.	Messgerät	3
4.3.	Messdauer	3
4.4.	Qualitätssicherung	3
5.	RESULTATE	4
5.1.	Tagesmittelwerte	4
5.2.	Kurzzeitbelastungen	5
5.3.	Wochengang	6
5.4.	Tagesgang	7
5.5.	Vergleich mit anderen Messstandorten	8
ANHANG 1	PM10-TAGESMITTELWERTE	8
ANHANG 2	FOTODOKUMENTATION MESSSTANDORT	9

IMPRESSUM:

Herausgeber: Amt für Umweltschutz Liechtenstein
 Inhalt: Acontec AG, Schaan
 Messungen: Acontec AG, Schaan
 Auswertungen: J. Beckbissinger; Acontec AG
 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) gemessen. Zusätzlich wird mit einer mobilen Messstation seit Juni 2005 an verschiedenen Standorten die Feinstaubbelastung erhoben. In der Zeit vom 2. Juni bis zum 22. September 2006 wurden diese Feinstaubmessungen in Ruggell durchgeführt.

Der Tagesmittelgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde in der 113 Tage dauernden Messkampagne nicht überschritten. Das höchste Tagesmittel wurde am 21. Juni 2006 mit $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Die Kurzzeitbelastungen (Halbstundenmittelwerte) lagen während 43% der Messperiode über dem Jahresmittelgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konzentrationen über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden während 2% registriert.

Der Wochen- als auch der Tagesgang der Feinstaubbelastung zeigen eine nur geringe Abhängigkeit zum lokalen Verkehrsaufkommen. Während der Sommermonate ist die Immissionssituation an diesem Standort durch andere Quellen wie beispielsweise die Landwirtschaft, aber auch die regionale Hintergrundbelastung geprägt.

Die Feinstaubbelastungen am Standort Ruggell Landstrasse korreliert mässig gut mit jenen am Standort der Ostluft-Messstation Vaduz Austrasse. Bis auf wenige Tage wurden in Ruggell höhere Belastungen als an der Austrasse gemessen. Das Jahresmittel 2006 in Vaduz Austrasse liegt bei $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Daraus kann geschlossen werden, dass auch am Standort Ruggell Landstrasse der Jahresmittel-Immissionsgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten wird.

2. 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 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. Es verursacht in den Atemwegen lokale Entzündungen und kann so zu schwerwiegenden Auswirkungen auf die Gesundheit führen: Husten, Atemnot, Bronchitis und Asthmaanfälle bei Kindern und Erwachsenen; Atemwegs- und Herzkreislauf-Erkrankungen und damit verbundene Spitaleinweisungen; vorzeitige Todesfälle und Lungenkrebs.

Staub 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).

3. AUFGABE

Die Messung von Feinstaubimmissionen bildet heutzutage einen wichtigen Bestandteil der lufthygienischen Umweltüberwachung. Im Rahmen dieser Überwachungsfunktion, welche durch das Amt für Umweltschutz (AfU) gewährleistet wird, erhielten wir den Auftrag, während eines Jahres an drei verschiedenen, durch das AfU vorgegebenen Standorten, kontinuierliche Feinstaubmessungen durchzuführen. Mit diesen Messungen soll ein Überblick über vermutlich stärker belastete Standorte als jener an der Messstation Vaduz Austrasse gewonnen werden. Nach einer je viermonatigen Messperiode an den Standorten Eschen Essanestrasse, Schaan Lindenkreuzung und Vaduz Äulestrasse wurden die Messungen von Juni bis September 2006 am Standort Ruggell Landstrasse fortgeführt. Im Folgenden werden die Messergebnisse dieser vierten Messperiode ausgewertet.

4. GRUNDLAGEN

4.1. MESSSTANDORT

Die Messstation befand sich an der Kreuzung Landstrasse-Poststrasse in Ruggell. Der Abstand zum Fahrbahnrand betrug ca. 2 m. Die Ansaughöhe befand sich auf ca. 2.5 m Höhe.

4.2. MESSGERÄT

Die Messung der Feinstaubkonzentration erfolgte kontinuierlich mit einem β -Schwebstaubmessgerät (Eberline Typ FH 62 I-R). Die Messwerte werden als Halbstundenmittelwerte erfasst.

4.3. MESSDAUER

Die Messungen wurden zwischen dem 2. Juni und 21. September 2006 durchgeführt.

4.4. QUALITÄTSSICHERUNG

Die Messdaten wurden täglich plausibilisiert. Einmal pro Woche erfolgte eine Auswertung der Messdaten und Übermittlung an das AfU, auf dessen Homepage die Auswertungen jeweils veröffentlicht wurden. Alle 14 Tage wurden im Rahmen eines Stationsbesuches kleinere periodische Wartungsarbeiten durchgeführt. Umfangreichere Wartungsarbeiten sowie eine Kalibration des Messgerätes erfolgte Quartalsweise.

Auf eine Parallelmessung mit dem Standardverfahren (gravimetrische Methode) wurde u.a. aus Kostengründen verzichtet. Erfahrungen an anderen Messstandorten haben gezeigt, dass mit dem eingesetzten Gerätetyp üblicherweise gute Übereinstimmungen zum Standardverfahren erreicht werden.

5. RESULTATE

5.1. TAGESMITTELWERTE

Eine Übersicht aller Tagesmittelwerte kann dem Anhang 1 entnommen werden. In Abbildung 1 ist der Verlauf der Tagesmittelwerte von Juni bis September dargestellt. Während den insgesamt 113 Messtagen wurde keine Überschreitung des 24h-Immissionengrenzwertes (Tagesmittel) von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 21. Juni mit $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Am Ostluft-Messstandort Vaduz Austrasse wurden in diesem Zeitraum ebenfalls keine Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes verzeichnet. Tagesmittel über dem Jahresmittelgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden am Standort Ruggell an 51 Tagen (45%) gemessen. Die mittlere Konzentration während der Messkampagne vom 2.6. bis zum 22.9.06 lag bei $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

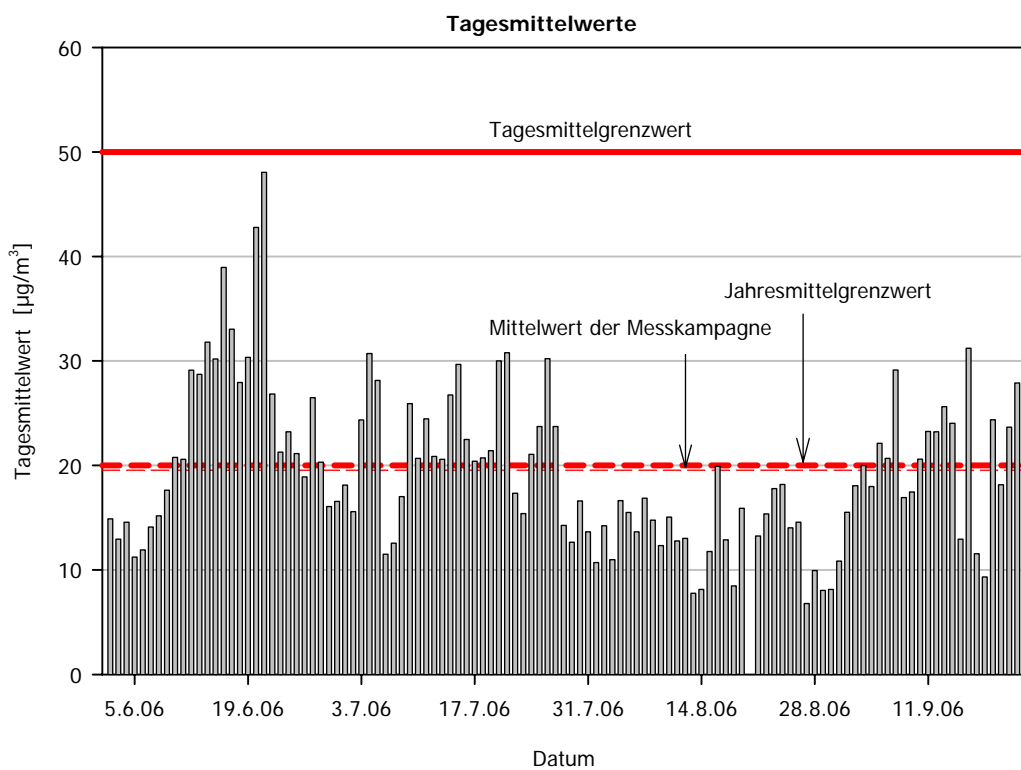


Abbildung 1 Tagesmittelwerte der Messperiode Juni bis September 2006 am Standort Ruggell Landstrasse

Wie aus dem Quantilplot (Abbildung 2) hervorgeht, lagen die Konzentrationen am Standort Ruggell für alle Quantile höher als am Standort Vaduz Austrasse. Das 0.9-Quantil beträgt in Ruggell $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies bedeutet, dass während der Messperiode 10% der Tagesmittelwerte über $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lagen. In Vaduz lag das 0.9-Quantil bei $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Das 0.5-Quantil (Median) lag in Ruggell bei $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Vaduz bei $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

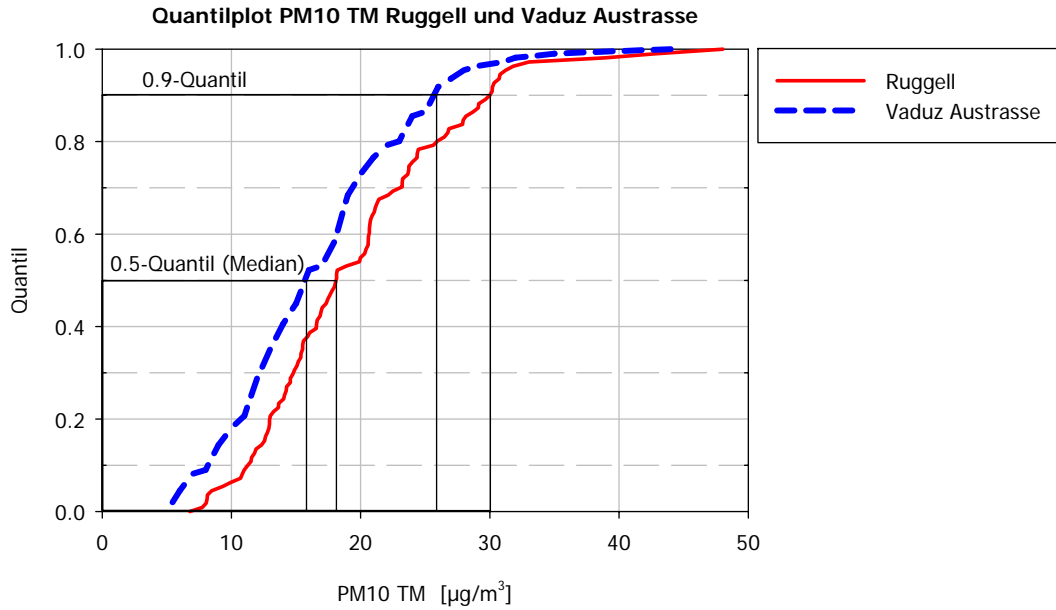


Abbildung 2 Quantilplot der PM10-Tagesmittelwerte der Messperiode Juni bis September 2006 an den Standorten Ruggell Landstrasse und Vaduz Austrasse

5.2. KURZZEITBELASTUNGEN

Die kurzzeitige PM10-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) lag während 43% der Messperiode über dem Jahresmittelgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konzentrationen über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden während 2% der Messzeit registriert (vgl. Abbildung 3). Die höchste Belastung wurde am 21. Juni mit $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert (höchstes Stundemittel).

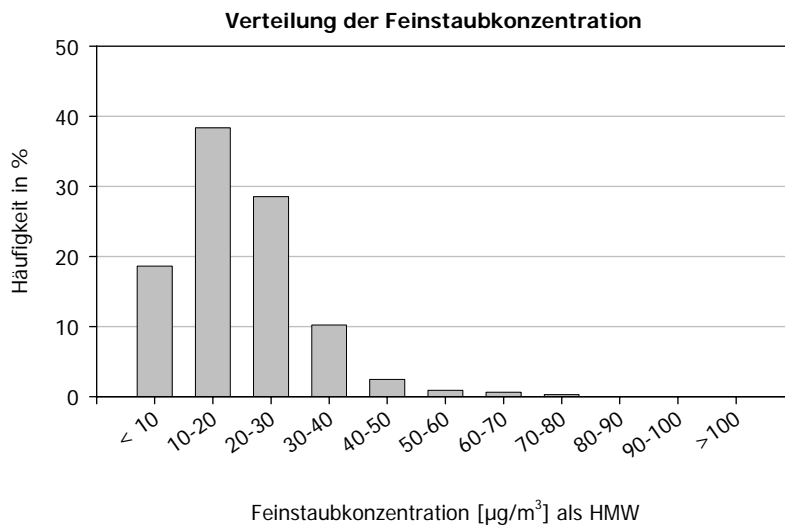


Abbildung 3 Häufigkeitsverteilung der Feinstaubbelastung (Halbstundenmittelwerte) der Messperiode Juni bis September 2006 am Standort Ruggell Landstrasse

5.3. WOCHENGANG

Aussagen über den langfristigen Wochengang sind bei einer Messdauer von 3 bis 4 Monaten nur bedingt möglich. Bei dieser geringen Anzahl Stichproben, bei 3 ½ Monaten Messdauer maximal 15 Stichproben, können Einzelereignisse, wie beispielsweise ein sehr stark belasteter Sonntag, das Bild stark verfälschen. Die angeführten Auswertungen beziehen sich demzufolge nur auf die Dauer der Messperiode. Rückschlüsse auf die generelle Situation sind somit nicht oder nur stark eingeschränkt möglich.

Wie aus Abbildung 4 hervorgeht, unterscheiden sich die mittleren PM10-Konzentrationen der einzelnen Wochentage mit 18 bis 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vergleichsweise wenig. Obwohl die Verkehrsbelastung an Werktagen deutlich höher ist als an den Wochenenden, lag die PM10-Belastung an Samstagen gar leicht über jenen von Montag oder Freitag. Die geringen Konzentrationsunterschiede an den einzelnen Wochentagen zeigen, dass der Einfluss des lokalen Strassenverkehrs während der Messperiode gering war. Wie Abbildung 5 zeigt, galt dies auch in einem ähnlichen Masse für die Belastungssituation am Standort Vaduz Austrasse. In diesem Zusammenhang muss jedoch festgehalten werden, dass sich der Einfluss lokaler Emittenten je nach Jahreszeit und Witterung unterschiedlich stark auswirken kann. So ist davon auszugehen, dass bei ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen, wie sie oftmals in den Wintermonaten vorkommen, der Einfluss des lokalen Strassenverkehrs deutlich höher ist, als es in den Sommermonaten der Fall ist. Aus Abbildung 6 wird deutlich, dass beispielsweise am Standort Vaduz Austrasse im Vorjahr (Juni bis September) der Wochengang der PM10-Belastung dem Verlauf der mittleren Verkehrsbelastung deutlich stärker folgte.

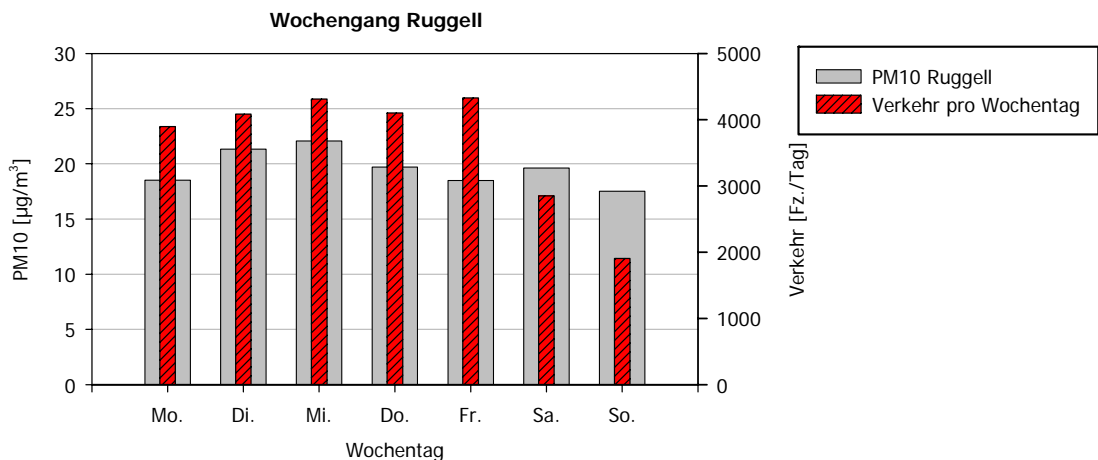


Abbildung 4 Mittlere Feinstaubbelastung an den Wochentagen (\bar{x} -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage während der Messperiode Juni bis September 2006) am Standort Ruggell Landstrasse im Vergleich zum durchschnittlichen Verkehrsaufkommen pro Wochentag gemessen in der Periode 9.11.06 bis 21.1.07 an der Landstrasse zwischen Ruggell und Bendern

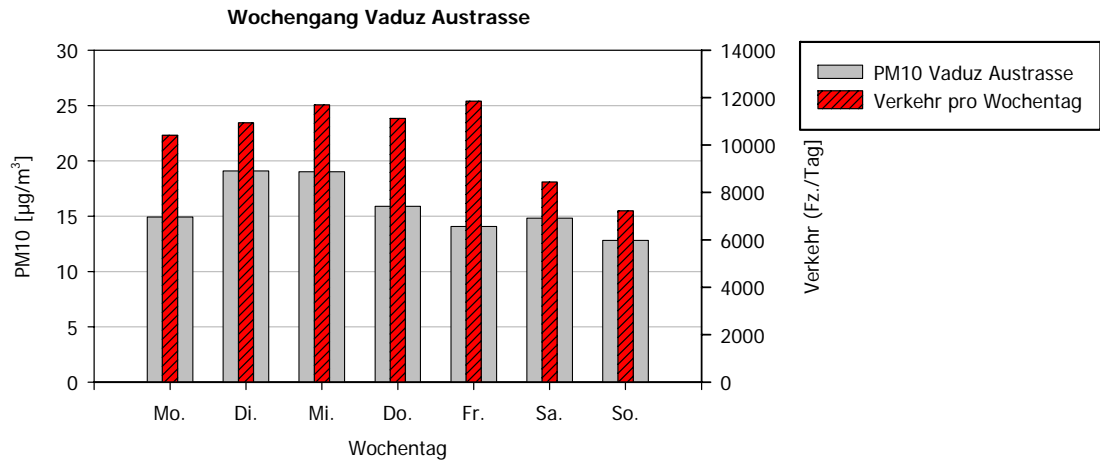


Abbildung 5 Mittlere Feinstaubbelastung an den Wochentagen (\emptyset -Wert der Stundenmittelwerte aller Wochentage während der Messperiode Juni bis September 2006) am Standort Vaduz Austrasse im Vergleich zum durchschnittlichen Verkehrsaufkommen pro Wochentag gemessen in der Periode vom 9.11.06 bis 21.1.07 an der Austrasse zwischen Vaduz und Triesen (Höhe Hoval)

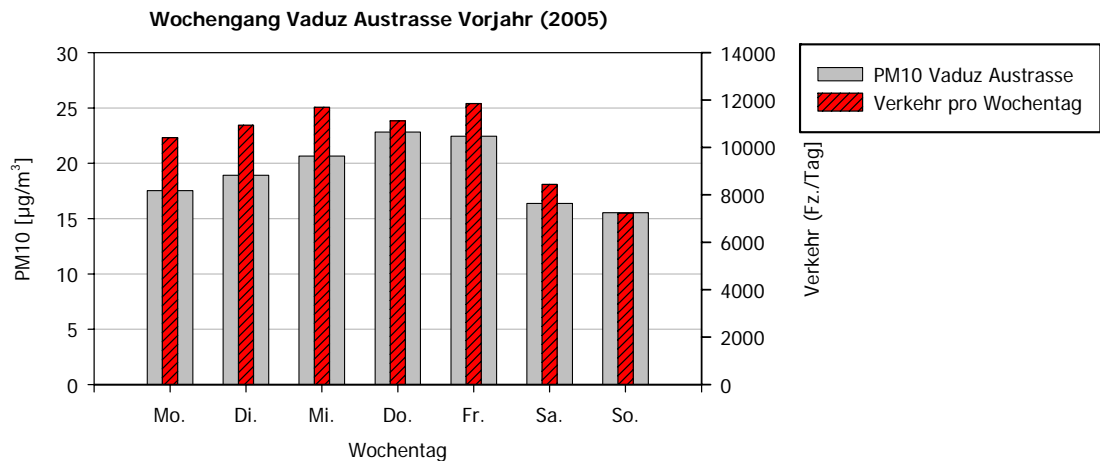


Abbildung 6 Mittlere Feinstaubbelastung an den Wochentagen (\emptyset -Wert der Stundenmittelwerte aller Wochentage während der Messperiode Juni bis September 2005) am Standort Vaduz Austrasse im Vergleich zum durchschnittlichen Verkehrsaufkommen pro Wochentag gemessen in der Periode vom 9.11.06 bis 21.1.07 an der Austrasse zwischen Vaduz und Triesen (Höhe Hoval)

5.4. TAGESGANG

Wie aus der Abbildung 7 hervorgeht, schwanken die PM10-Konzentrationen im Mittel in einem vergleichsweise engen Bereich zwischen ca. $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Vormittag und ca. $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gegen 17 Uhr. Der Tagesgang des Verkehrsaufkommens (schraffierte Balken) unterliegt deutlich stärkeren Schwankungen. Daraus kann geschlossen werden, dass die Feinstaubbelastung am Messstandort in Ruggell während der Messperiode vom Juni bis

September nur in einem geringen Masse vom unmittelbar am Standort vorbeiführenden Strassenverkehr beeinflusst wird. Andere Quellen, wie beispielsweise die Landwirtschaft, sowie die regionale Hintergrundbelastung beeinflussen in den Sommermonaten die Belastungssituation.

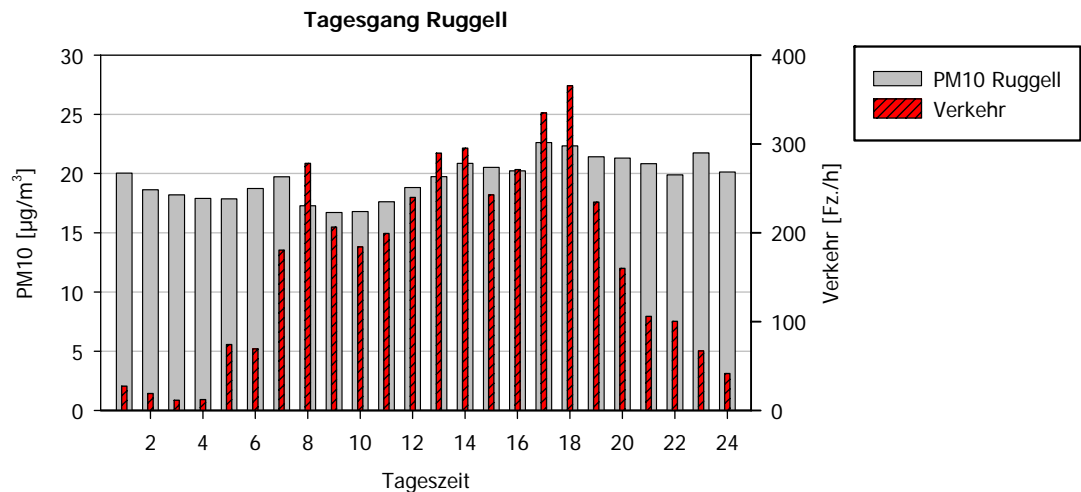


Abbildung 7 Mittlerer Tagesgang der Feinstaubbelastung am Standort Ruggell Landstrasse (\bar{x} -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode Juni bis September 2006) im Vergleich zum Tagesgang des Verkehrsaufkommens gemessen in der Periode vom 9.11.06 bis zum 21.01.07 an der Landstrasse zwischen Ruggell und Bendern

5.5. VERGLEICH MIT ANDEREN MESSSTANDORTEN

Die Tagesmittelwerte der Messperiode in Ruggell korrelieren mit einem r^2 von 0.83 mässig gut mit jenen an der Ostluft-Messstation Vaduz Austrasse. Wie aus der Abbildung 8 hervorgeht, liegen die Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung am Standort Ruggell bis auf wenige Ausnahmen ca. 10% über jenen am Standort Vaduz Austrasse¹.

Am Standort Vaduz Austrasse beträgt das PM10-Jahresmittel im 2006 $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies deutet darauf hin, dass auch am Standort Ruggell Landstrasse der Jahresmittel-Immissionsgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten wird. Im Zusammenhang mit der Bestimmung mittlerer Feinstaubbelastungen sei auf ein laufendes Projekt der Ostluftkantone und Liechtenstein verwiesen, in dem eine Belastungskarte für PM10 erarbeitet werden soll.

¹ Die lineare Ausgleichsfunktion lautet $y = 0.97x + 3.7$

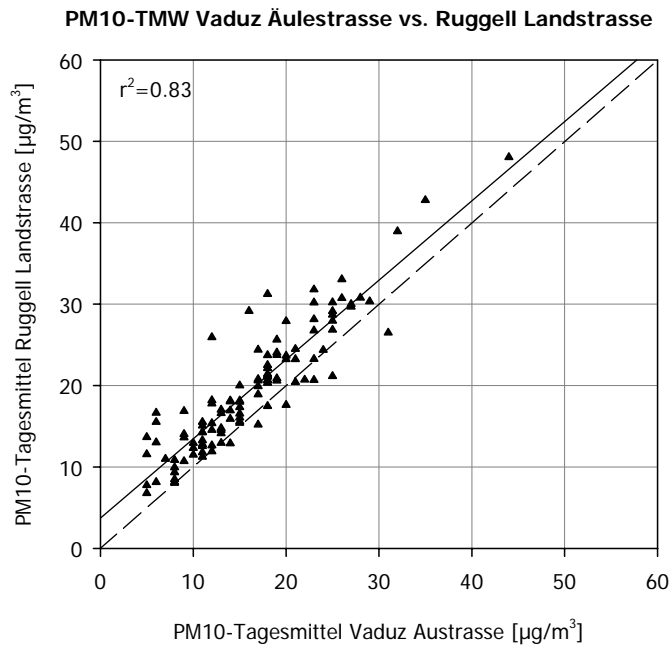


Abbildung 8 Korrelation der Tagesmittelwerte Ruggell Landstrasse und der Ostluft-Immissionsmessstation Vaduz Austrasse (Juni bis September 2006)

Schaan, 31. 01. 2007

J. Beckbissinger

Anhang 1 PM10-Tagesmittelwerte Standort Ruggell Landstrasse in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Datum	TMW
02.06.2006	15
03.06.2006	13
04.06.2006	15
05.06.2006	11
06.06.2006	12
07.06.2006	14
08.06.2006	15
09.06.2006	18
10.06.2006	21
11.06.2006	21
12.06.2006	29
13.06.2006	29
14.06.2006	32
15.06.2006	30
16.06.2006	39
17.06.2006	33
18.06.2006	28
19.06.2006	30
20.06.2006	43
21.06.2006	48
22.06.2006	27
23.06.2006	21
24.06.2006	23
25.06.2006	21
26.06.2006	19
27.06.2006	26
28.06.2006	20
29.06.2006	16
30.06.2006	17
01.07.2006	18
02.07.2006	16
03.07.2006	24
04.07.2006	31
05.07.2006	28
06.07.2006	12
07.07.2006	13
08.07.2006	17
09.07.2006	26
10.07.2006	21
11.07.2006	24
12.07.2006	21
13.07.2006	21
14.07.2006	27
15.07.2006	30
16.07.2006	22
17.07.2006	20
18.07.2006	21

19.07.2006	21
20.07.2006	30
21.07.2006	31
22.07.2006	17
23.07.2006	15
24.07.2006	21
25.07.2006	24
26.07.2006	30
27.07.2006	24
28.07.2006	14
29.07.2006	13
30.07.2006	17
31.07.2006	14
01.08.2006	11
02.08.2006	14
03.08.2006	11
04.08.2006	17
05.08.2006	16
06.08.2006	14
07.08.2006	17
08.08.2006	15
09.08.2006	12
10.08.2006	15
11.08.2006	13
12.08.2006	13
13.08.2006	8
14.08.2006	8
15.08.2006	12
16.08.2006	20
17.08.2006	13
18.08.2006	8
19.08.2006	16
20.08.2006	
21.08.2006	13
22.08.2006	15
23.08.2006	18
24.08.2006	18
25.08.2006	14
26.08.2006	15
27.08.2006	7
28.08.2006	10
29.08.2006	8
30.08.2006	8
31.08.2006	11
01.09.2006	16
02.09.2006	18
03.09.2006	20
04.09.2006	18

05.09.2006	22
06.09.2006	21
07.09.2006	29
08.09.2006	17
09.09.2006	17
10.09.2006	21
11.09.2006	23
12.09.2006	23
13.09.2006	26
14.09.2006	24
15.09.2006	13
16.09.2006	31
17.09.2006	12
18.09.2006	9
19.09.2006	24
20.09.2006	18
21.09.2006	24
22.09.2006	28

Anhang 2 Fotodokumentation Messstandort Ruggell Landstrasse

