

AMT FÜR UMWELTSCHUTZ FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

## FEINSTAUBMESSUNGEN FL

ZWISCHENBERICHT MESSUNGEN IN SCHAANWALD, HERBST/WINTER 2006



SCHAAN, MÄRZ 2007 / J. BECKBISSINGER

Ber\_Schaanwald\_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

<b>1.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>FEINSTAUB PM10</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>AUFGABE</b>	<b>2</b>
<b>4.</b>	<b>GRUNDLAGEN</b>	<b>3</b>
4.1.	Messstandort	3
4.2.	Messgerät	3
4.3.	Messdauer	3
4.4.	Qualitätssicherung	3
<b>5.</b>	<b>RESULTATE</b>	<b>4</b>
5.1.	Tagesmittelwerte	4
5.2.	Kurzzeitbelastungen	5
5.3.	Wochengang	6
5.4.	Tagesgang	6
5.5.	Vergleich mit anderen Messstandorten	7
<b>ANHANG 1</b>	<b>PM10-TAGESMITTELWERTE</b>	<b>9</b>
<b>ANHANG 2</b>	<b>FOTODOKUMENTATION MESSSTANDORT</b>	<b>10</b>

### 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. Seit dem 23. September 2006 werden diese Feinstaubmessungen in Schaanwald durchgeführt. In diesem Bericht sind die Daten für die Zeit vom 23. September bis zum 31. Dezember 2006 ausgewertet.

Der Tagesmittelgrenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde in der 100 Tage dauernden Messkampagne dreimal überschritten. Das höchste Tagesmittel wurde am 25. Dezember 2006 mit  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen.

10% der Tagesmittelwerte (0.9-Quantil) lagen in der Zeitperiode vom 23. September bis zum 31. Dezember über  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In Vaduz lag das 0.9-Quantil bei  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Das 0.5-Quantil (Median) lag in Schaanwald bei  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und in Vaduz bei  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Die Kurzzeitbelastungen (Halbstundenmittelwerte) lagen während 51% der Messperiode über dem Jahresmittelgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konzentrationen über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden während 7% registriert.

Die Feinstaubbelastungen am Standort Schaanwald korrelieren mässig gut mit jenen am Standort der Ostluft-Messstation Vaduz Austrasse. Bis auf wenige Tage wurden in Schaanwald 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 Schaanwald 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, an 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, Vaduz Äulestrasse und Ruggell Landstrasse wurden die Messungen 2006 am Standort Schaanwald fortgeführt. Im Folgenden werden die Messdaten vom 23. September bis zum 31. Dezember 2006 ausgewertet.

## 4. GRUNDLAGEN

### 4.1. MESSSTANDORT

Die Messstation befindet sich an der Feldkircherstrasse in Schaanwald. Der Abstand zum Fahrbahnrand beträgt ca. 3 m. Die Ansaughöhe befindet sich auf ca. 2.5 m Höhe.

### 4.2. MESSGERÄT

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

### 4.3. MESSDAUER

Die Auswertungen erfolgten mit den Messdaten der Periode vom 23. September bis zum 31. Dezember 2006.

### 4.4. QUALITÄTSSICHERUNG

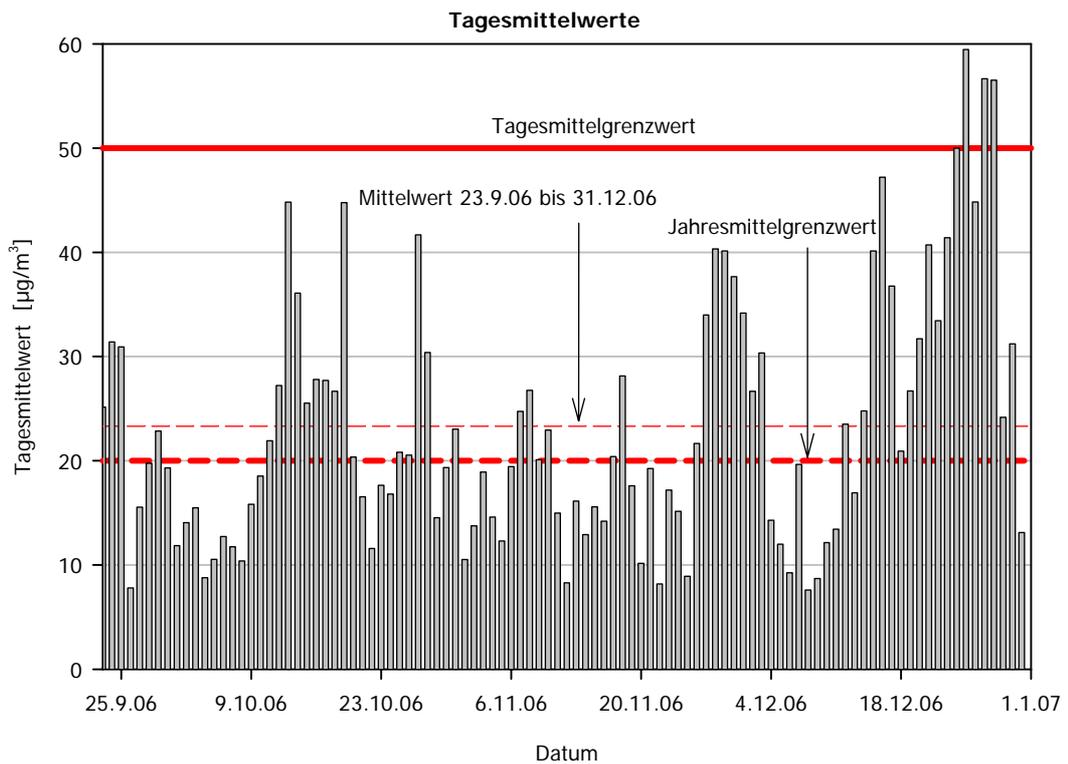
Die Messdaten wurden täglich plausibilisiert. Einmal pro Woche erfolgte eine Auswertung der Messdaten und Übermittlung an das AfU, auf dessen Homepage die Auswertungen jeweils veröffentlicht wurden. Alle 14 Tage wurden im Rahmen eines Stationsbesuches kleinere periodische Wartungsarbeiten durchgeführt.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

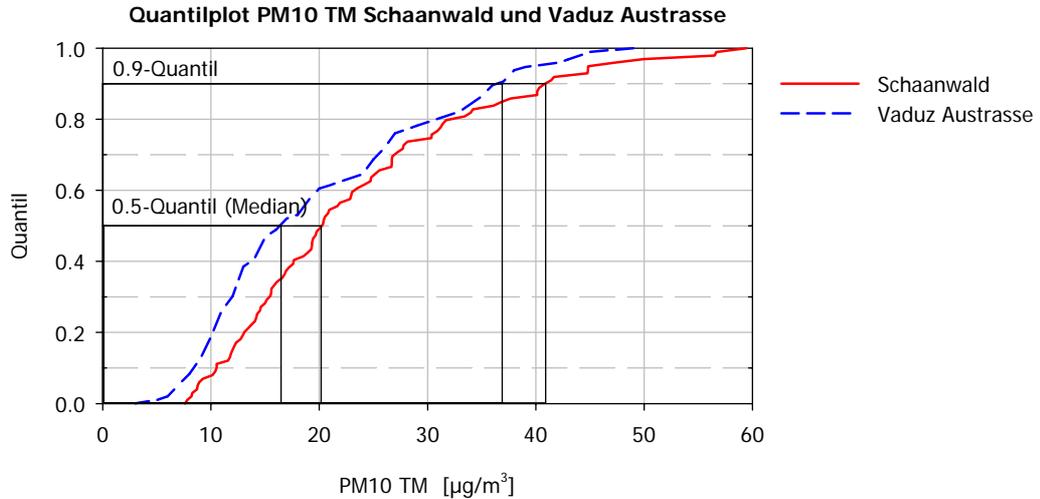
### 5.1. TAGESMITTELWERTE

Eine Übersicht aller Tagesmittelwerte kann dem Anhang 1 entnommen werden. In Abbildung 1 ist der Verlauf der Tagesmittelwerte von September bis Dezember dargestellt. Während den insgesamt 100 Messtagen wurde der 24h-Immissionsgrenzwert (Tagesmittel) von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  3 mal überschritten. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 25. Dezember mit  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Am Ostluft-Messstandort Vaduz Austrasse wurden in diesem Zeitraum keine Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes verzeichnet. Tagesmittel über dem Jahresmittelgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden am Standort Schaanwald an 51 Tagen (51%) gemessen. Die mittlere Konzentration in der Zeit vom 23.09.06 bis zum 31.12.06 lag bei  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Abbildung 1** Tagesmittelwerte der Messperiode September bis Dezember 2006 am Standort Schaanwald

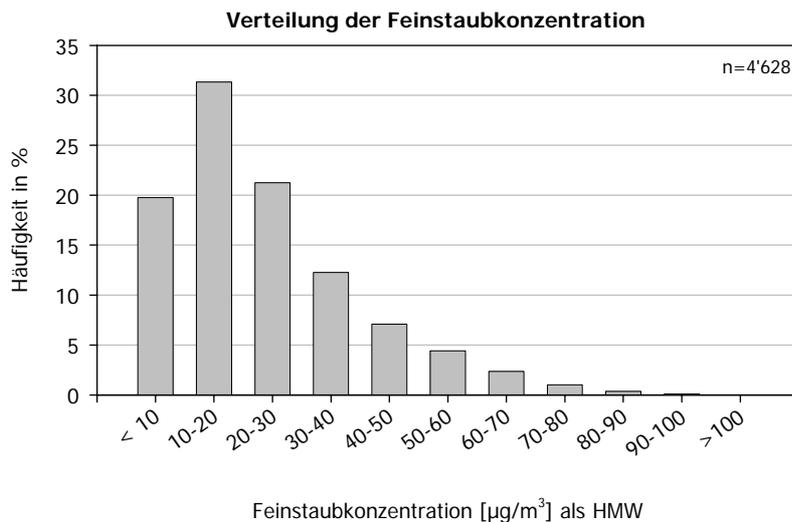
Wie aus dem Quantilplot (Abbildung 2) hervorgeht, lagen die Konzentrationen am Standort Schaanwald für alle Quantile höher als am Standort Vaduz Austrasse. Das 0.9-Quantil beträgt in Schaanwald  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dies bedeutet, dass während der Messperiode 10% der Tagesmittelwerte über  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lagen. In Vaduz lag das 0.9-Quantil bei  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Das 0.5-Quantil (Median) lag in Schaanwald bei  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und in Vaduz bei  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Abbildung 2** Quantilplot der PM10-Tagesmittelwerte der Messperiode September bis Dezember 2006 an den Standorten Schaanwald und Vaduz Austrasse

## 5.2. KURZZEITBELASTUNGEN

Die kurzzeitige PM10-Konzentration (Halbstundenmittelwerte) lag während 51% der Messperiode über dem Jahresmittelgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konzentrationen über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden während 7% der Messzeit registriert (vgl. Abbildung 3).

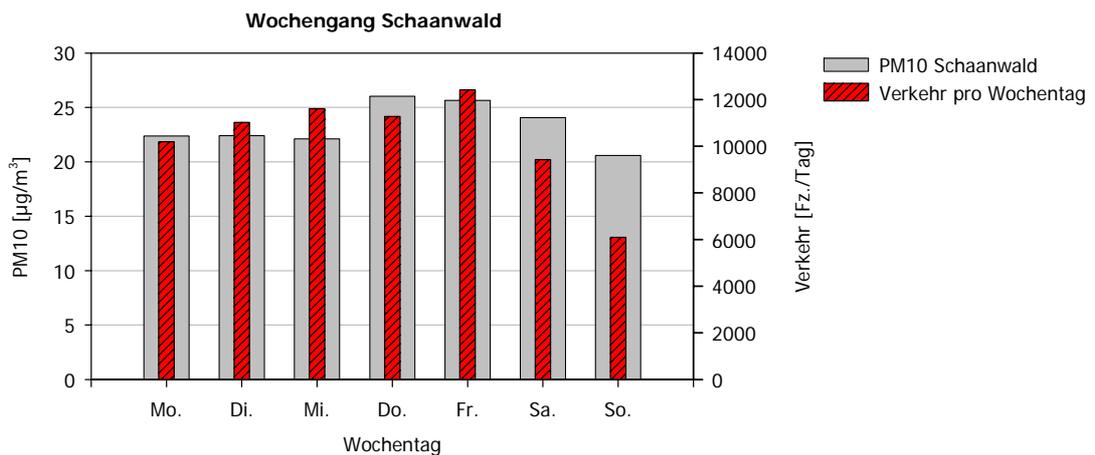


**Abbildung 3** Häufigkeitsverteilung der Feinstaubbelastung (Halbstundenmittelwerte) der Messperiode September bis Dezember 2006 am Standort Schaanwald

### 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 21 bis 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vergleichsweise wenig. Obwohl die Verkehrsbelastung an Werktagen deutlich höher ist als an Wochenenden, lag die durchschnittliche PM10-Konzentration an Samstagen gar leicht über jener vom Montag, Dienstag und Mittwoch.

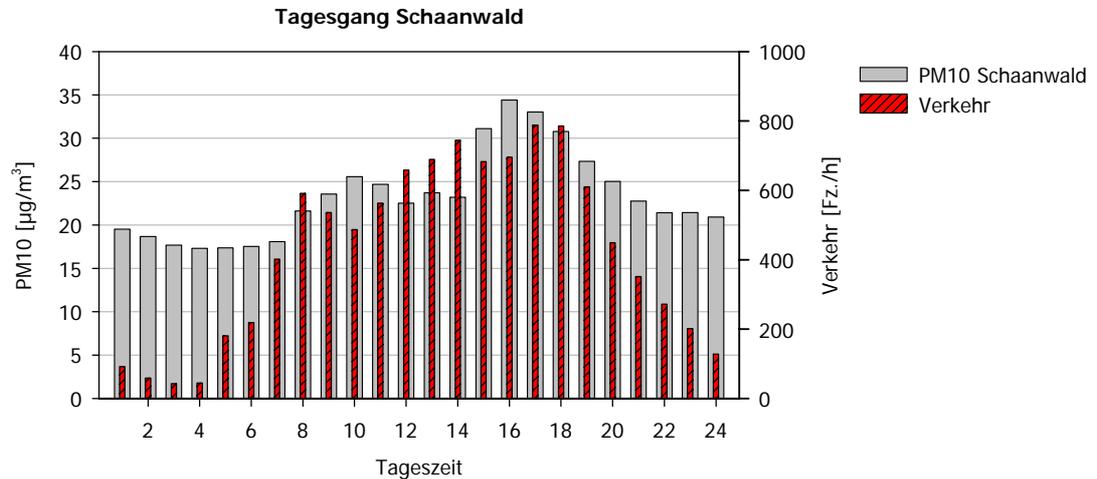


**Abbildung 4** Mittlere Feinstaubbelastung an den Wochentagen ( $\bar{x}$ -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Wochentage während der Messperiode September bis Dezember 2006) am Standort Schaanwald im Vergleich zum durchschnittlichen Verkehrsaufkommen pro Wochentag gemessen in der Periode 9.11.06 bis 21.1.07 in Schaanwald

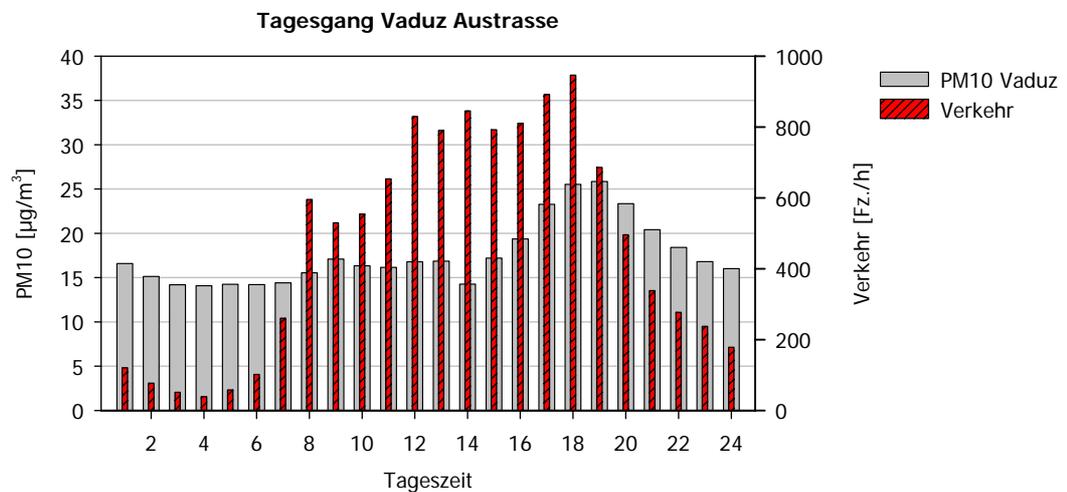
### 5.4. TAGESGANG

Wie aus der Abbildung 5 hervorgeht, schwanken die PM10-Konzentrationen im Mittel in einem Bereich zwischen ca. 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in den frühen Morgenstunden und ca. 34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gegen 16 Uhr. Der Tagesgang des Verkehrsaufkommens (schraffierte Balken) unterliegt deutlich stärkeren Schwankungen. Dem steten Anstieg der Verkehrsbelastung von 10 bis 14 Uhr folgt die PM10-Belastung nicht. Zwischen 12 bis 14 Uhr ist gar ein leichter Rückgang der PM10-Belastung gegenüber den Vormittagsstunden bemerkbar. Danach steigt die Konzentration stark an und bleibt bis 18 Uhr auf einem Niveau von über 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mit der

abnehmenden Verkehrsbelastung nach 18 Uhr sinkt auch die Feinstaubbelastung bis gegen 21 Uhr.



**Abbildung 5** Mittlerer Tagesgang der Feinstaubbelastung am Standort Schaanwald ( $\emptyset$ -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode September bis Dezember 2006) im Vergleich zum Tagesgang des Verkehrsaufkommens gemessen in der Periode vom 9.11.06 bis zum 21.01.07 in Schaanwald

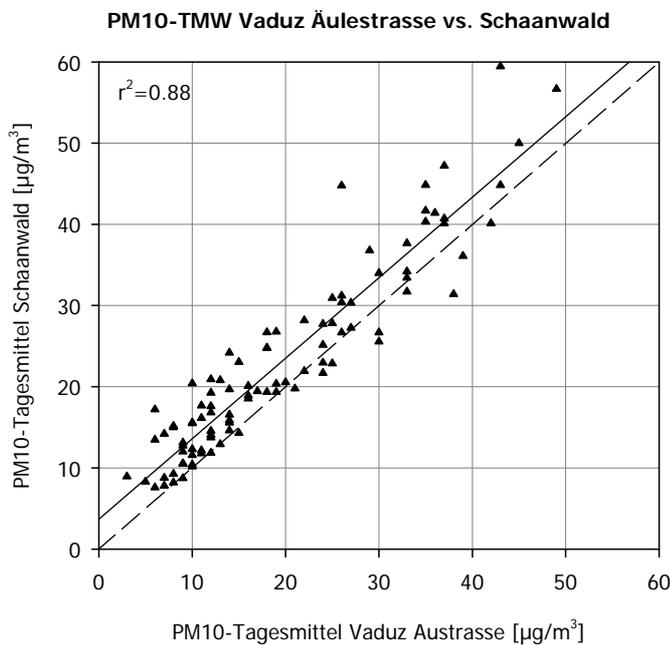


**Abbildung 6** Mittlerer Tagesgang der Feinstaubbelastung am Standort Vaduz Austrasse ( $\emptyset$ -Wert der Halbstundenmittelwerte aller Tagesstunden während der Messperiode September bis Dezember 2006) im Vergleich zum Tagesgang des Verkehrsaufkommens gemessen in der Periode vom 9.11.06 bis zum 21.01.07 auf der Austrasse zwischen Vaduz und Triesen

## 5.5. VERGLEICH MIT ANDEREN MESSSTANDORTEN

Die Tagesmittelwerte der Messperiode in Schaanwald korrelieren mit einem  $r^2$  von 0.88 mässig gut mit jenen an der Ostluft-Messstation Vaduz Austrasse. Wie aus der Abbildung 7

hervorgeht, liegen die Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung am Standort Schaanwald bis auf wenige Ausnahmen ca. 10% über jenen am Standort Vaduz Austrasse<sup>1</sup>. 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 Schaanwald 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.



**Abbildung 7** Korrelation der Tagesmittelwerte Schaanwald und der Ostluft-Immissionsmessstation Vaduz Austrasse (September bis Dezember 2006)

Schaan, 16. 03. 2007

J. Beckbissinger

<sup>1</sup> Die lineare Ausgleichsfunktion lautet  $y = 0.99x + 3.7$

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

Datum	TMW
23.09.2006	25
24.09.2006	31
25.09.2006	31
26.09.2006	8
27.09.2006	16
28.09.2006	20
29.09.2006	23
30.09.2006	19
01.10.2006	12
02.10.2006	14
03.10.2006	15
04.10.2006	9
05.10.2006	11
06.10.2006	13
07.10.2006	12
08.10.2006	10
09.10.2006	16
10.10.2006	19
11.10.2006	22
12.10.2006	27
13.10.2006	45
14.10.2006	36
15.10.2006	26
16.10.2006	28
17.10.2006	28
18.10.2006	27
19.10.2006	45
20.10.2006	20
21.10.2006	17
22.10.2006	12
23.10.2006	18
24.10.2006	17
25.10.2006	21
26.10.2006	21
27.10.2006	42
28.10.2006	30
29.10.2006	15
30.10.2006	19
31.10.2006	23
01.11.2006	11
02.11.2006	14
03.11.2006	19
04.11.2006	15
05.11.2006	12
06.11.2006	19
07.11.2006	25
08.11.2006	27

09.11.2006	20
10.11.2006	23
11.11.2006	15
12.11.2006	8
13.11.2006	16
14.11.2006	13
15.11.2006	16
16.11.2006	14
17.11.2006	20
18.11.2006	28
19.11.2006	18
20.11.2006	10
21.11.2006	19
22.11.2006	8
23.11.2006	17
24.11.2006	15
25.11.2006	9
26.11.2006	22
27.11.2006	34
28.11.2006	40
29.11.2006	40
30.11.2006	38
01.12.2006	34
02.12.2006	27
03.12.2006	30
04.12.2006	14
05.12.2006	12
06.12.2006	9
07.12.2006	20
08.12.2006	8
09.12.2006	9
10.12.2006	12
11.12.2006	13
12.12.2006	24
13.12.2006	17
14.12.2006	25
15.12.2006	40
16.12.2006	47
17.12.2006	37
18.12.2006	21
19.12.2006	27
20.12.2006	32
21.12.2006	41
22.12.2006	33
23.12.2006	41
24.12.2006	50
25.12.2006	59
26.12.2006	45

27.12.2006	57
28.12.2006	57
29.12.2006	24
30.12.2006	31
31.12.2006	13

grau hinterlegt = Überschreitung des Immissionsgrenzwertes

## Anhang 2 Fotodokumentation Messstandort Schaanwald

