

Immissionsmessungen im Thurgau

Immissionsmessungen 2016 in Konstanz, Kreuzlingen, Weerswilen und Weinfelden



Impressum

Kurztitel: Immissionsmessungen im Thurgau

Herausgeber: OSTLUFT – Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein, September 2017

Projektteam: Franz R. Ludwig-Tanner, Amt für Umwelt

Auswertungen: Franz R. Ludwig-Tanner, Amt für Umwelt

Kontakt: OSTLUFT, sekretariat@ostluft.ch

Titelbild: Messstandort Kreuzlingen, © Franz R. Ludwig-Tanner

Copyright: © OSTLUFT, Abdruck mit Quellenangabe erwünscht

Bezugsadresse

OSTLUFT, AWEL Abteilung Luft

Stampfenbachstrasse 12, 8090 Zürich

Tel. 043 259 3018, sekretariat@ostluft.ch

www.ostluft.ch

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1. Zusammenfassung	3
1.1. Zentrale Aussagen	4
1.2. Empfehlung / nächste Schritte	4
2. Zielsetzung	5
2.1. Ausgangslage	5
2.2. Zielsetzung Projekt.....	5
3. Standortbeschreibung	6
3.1. Konstanz Wallgutstrasse.....	7
3.2. Kreuzlingen Marktweg.....	7
3.3. Weerswilen Weerstein.....	8
3.4. Weinfelden Berufsbildungszentrum.....	8
3.5. Winterthur Veltheim.....	9
3.6. Tänikon NABEL.....	9
4. Ergebnisse	10
4.1. Konstanz Wallgutstrasse (KonW) / Kreuzlingen Marktweg (KreM)	12
4.1.1. Feinstaub (PM10)	12
4.1.2. Stickstoffdioxid (NO ₂)	13
4.1.3. Ozon (O ₃)	15
4.1.4. Zusammenfassung	16
4.2. Konstanz Wallgutstrasse (KonW) / Weinfelden BBZ (WeFZ).....	17
4.2.1. Feinstaub (PM10)	17
4.2.2. Stickstoffdioxid (NO ₂)	17
4.2.3. Ozon (O ₃)	18
4.2.4. Zusammenfassung	19
4.3. Winterthur Veltheim (WinV) / Weinfelden BBZ (WeFZ).....	20
4.3.1. Feinstaub (PM10)	20
4.3.2. Stickstoffdioxid (NO ₂)	20
4.3.3. Ozon (O ₃)	21

4.3.4.	Zusammenfassung.....	22
4.4.	Weinfelden BBZ (WeFZ) / Weerswilen Weerstein (WeeW).....	23
4.4.1.	Feinstaub (PM10).....	23
4.4.2.	Ozon (O3)	23
4.4.3.	Zusammenfassung.....	24
4.5.	Tänikon Nabel (TänN) / Weinfelden BBZ (WeFZ)	25
4.5.1.	Feinstaub (PM10).....	25
4.5.2.	Stickstoffdioxid (NO2).....	25
4.5.3.	Ozon (O3)	26
4.5.4.	Zusammenfassung.....	27
4.6.	Tänikon Nabel (TänN) / Weerswilen Weerstein (WeeW).....	28
4.6.1.	Ozon (O3)	28
4.6.2.	Zusammenfassung.....	28
4.7.	Basisjahreskarte Immissionen.....	29
4.7.1.	Feinstaub PM10	29
4.7.2.	Stickstoffdioxid NO2.....	30
5.	Anhang	31
5.1.	Auswertungen 2016	31
5.2.	Streuung der Stundenmittelwerte	32
5.3.	Wochengänge	33
5.4.	Tagesgänge	34
5.5.	Übersicht Korrelationen.....	36

1. Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Projekts soll gezeigt werden, ob die Belastungshöhe und der aktuelle Belastungsverlauf der Station Konstanz für die städtische Hintergrundbelastung im Bodenseeraum und dem östlichen Thurtal repräsentativ ist. Es wird die Arbeitshypothese überprüft, ob die Schadstoffbelastung durch Feinstaub (PM₁₀), Stickstoffdioxid (NO₂) und Ozon (O₃) am Standort Kreuzlinge aufgrund der aktuellen Messdaten von Konstanz mit einem kleinen Fehler abgeleitet werden kann.

Die Standorte Konstanz, Kreuzlingen, Weerswilen und Weinfelden repräsentieren die für die Modellierung verwendete Hektare sehr gut, da diese nicht durch lokale Emissionsquellen beeinflusst werden. Anhand der Messungen an diesen Standorten kann überprüft werden, ob die den Modellrechnungen zugrunde liegende Jahresbasiskarte im grenznahen Bereich die reale Belastung korrekt widerspiegelt.

Die Belastungssituation an den Standorten Konstanz und Kreuzlingen ist vergleichbar und zeigt kaum Abweichungen. Beide Standorte repräsentieren sehr gut die städtische Hintergrundbelastung in einem Wohnquartier der Agglomeration Kreuzlingen-Konstanz, welche nicht direkt durch einen lokalen Emittenten beeinflusst ist.

An den Standorten Kreuzlingen und Konstanz kommt es am Wochenende zu einer etwas höheren NO₂-Belastung als bei den anderen betrachteten Standorten.

Die Belastungssituation für PM₁₀ ist an den Standorten Konstanz und Winterthur vergleichbar. Die mittlere jährliche Belastung ist in Konstanz 1 µg/m³ höher, die Tages- und Wochengänge verlaufen aber weitgehend parallel. Beide Standorte könnten beim PM₁₀ als Referenzstandorte für Wohnquartiere in Weinfelden verwendet werden.

Die PM₁₀-Belastung ist vor allem an den Wochentagen und den Morgenstunden in Weinfelden höher als in Konstanz und Winterthur. Der Ursache dieses Unterschiedes wurde im Rahmen dieser Analyse nicht nachgegangen.

Die NO₂-Tagesmittelwerte von Konstanz und Winterthur können nur bedingt als Referenz für den Standort Weinfelden verwendet werden. Die Korrelation der NO₂-Tagesmittelwerte ist deutlich schlechter als beim PM₁₀. Die Verwendbarkeit für die Modellierung müsste durch den Modellentwickler beurteilt werden.

Die maximalen Ozonstundenwerte pro Tag von Konstanz repräsentieren die Situation in Weinfelden relativ gut. Die Belastung durch Ozon ist in Weinfelden über den ganzen Tag im Mittel tiefer als in Konstanz. Bezüglich der Jahreskenngrößen sind die beiden Standorte nur bedingt vergleichbar.

Die Ozonbelastung in Weerswilen stimmt nur bei hohen maximalen Stundenmittel mit den Messungen in Weinfelden gut überein. Bei tiefer Ozonbelastung weichen die Ozonwerte zwischen den beiden Standorten erheblich ab. Der Standort Tänikon repräsentiert die Ozonbelastung in Weerswilen besser.

Die Abweichung zwischen den Modellwerten der Basisjahreskarte und den Jahresmittelwerten der gemessenen Feinstaubbelastung (PM₁₀) ist in der Agglomeration Zürich (6-7 µg/m³) deutlich grösser als im Thurtal und der Agglomeration Kreuzlingen/Konstanz (3-4 µg/m³) bei etwa gleichem gemessenem Jahresmittelwert. Im Vergleich zum östlichen Mittelland wird die Feinstaubbelastung durch das Modell im Raum Zürich massiv überschätzt. Unabhängig vom Untersuchungsgebiet wird die PM₁₀-Belastung an allen Standorten überschätzt.

1.1. Zentrale Aussagen

- (A) Die Messungen zeigen, dass der Standort Kreuzlingen als virtueller Standort basierend auf den Messungen von Konstanz für alle drei Schadstoffe (PM10, NO₂, O₃) für die Modellierung der aktuellen Belastung verwendet werden kann.
- (B) Der Messstandort Konstanz repräsentiert die städtische Hintergrundbelastung im Bodenseeraum und dem östlichen Thurtal sehr gut und kann für diesen Standorttyp auch für Aussagen zu den Jahreskenngrössen verwendet werden.
- (C) Für den Standort Weinfelden können die Standorte Konstanz und Winterthur beim PM10 als Referenzstandorte verwendet werden. Die aktuelle NO₂-Belastung (Tagesmittelwerte) kann nur bedingt durch andere Standorte (Konstanz oder Winterthur) repräsentiert werden. Auch beim Ozon repräsentiert der Standort Konstanz nur bei den täglichen maximalen Stundenmittel die Belastung in Weinfelden.
- (D) Die aktuelle Ozonbelastung (maximales Stundenmittel) in Weerswilen wird am besten durch den Standort Tänikon abgebildet.
- (E) Die mittlere jährliche Belastung durch Feinstaub (PM10) ist im Thurtal und im Bodenseebecken in den zentralen städtischen Wohnquartieren gleich hoch wie in der Agglomeration Zürich. Das obere Quartil ist in Konstanz und Weinfelden sogar höher als in Winterthur.
- (F) Die Modellwerte der Basisjahreskarte für Feinstaub (PM10) überschätzen die Belastung im Raum Zürich und führen dadurch zu einer verzerrten Sichtweise auf die effektive Feinstaubbelastung in der Ostschweiz.

1.2. Empfehlung / nächste Schritte

- (1) Die aktuellen Messungen von Feinstaub (PM10), Stickstoffdioxid (NO₂) und Ozon (O₃) in Konstanz dienen als Eingabegrösse für einen virtuellen Standort zur Modellierung der aktuellen Belastungskarten auf der Hektare des Standortes Kreuzlingen. Die Ozon-Werte werden direkt verwendet, für die PM10- und NO₂-Messwerte wird die entsprechende Umrechnungsfunktion eingesetzt.
- (2) Die aktuellen Messungen von Feinstaub (PM10) in Konstanz dienen als Eingabegrösse für einen virtuellen Standort zur Modellierung der aktuellen Belastungskarten auf der Hektare des Standortes Weinfelden.
- (3) Durch den Modellierer ist zu klären, ob die aktuellen Ozon-Messwerte von Konstanz für Weinfelden resp. von Tänikon für Weerswilen ebenfalls für die Modellierung verwendet werden sollen.
- (4) Das BAFU ist zu informieren, dass die Modellwerte für die Feinstaubbelastung (PM10) der Basisjahreskarte im Raum Zürich massiv überschätzt wird. Die Abweichungen zur Basisjahreskarte sind im Thurtal und der Agglomeration Kreuzlingen/Konstanz deutlich geringer. Bei der nächsten Aktualisierung der Basisjahreskarte muss die Übereinstimmung mit der realen Situation verbessert werden.

2. Zielsetzung

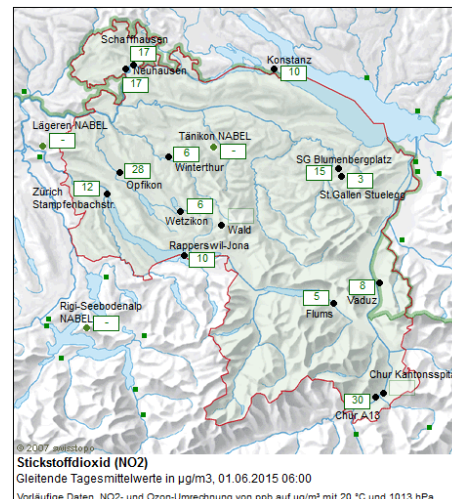
2.1. Ausgangslage

Gemäss Messkonzept MK2012B wird die aktuelle Luftqualität im gesamten OSTLUFT-Gebiet aus den erhobenen Messdaten in modellierten flächendeckenden Belastungskarten ermittelt. Die Präsenz in den einzelnen Regionen mit periodisch zu messenden Standorten wurde reduziert. Stattdessen verfolgt MK2012B den Ansatz, mit mobilen Messsystemen die offenen Rauminformationen mit einmaligen Messungen abzudecken.

In den ungeraden Jahren verfügt OSTLUFT im Nordosten seines Perimeters nur von den Messstationen Konstanz, Tänikon und Winterthur über aktuelle Luftschadstoffmessungen. An den Messstellen Weinfelden und Weerswilen wird nur jedes zweite Jahr gemessen.

Die Messstation Konstanz ist ein gemeinsames Projekt der Stadt Konstanz und OSTLUFT. Dieser Standort wird durch die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) betrieben und es bestehen für die Messgrößen PM₁₀, NO₂ und Ozon sehr lange Zeitreihen. Für Standorte ausserhalb der Schweizer Grenzen (z.B. Konstanz) müssen in der Modellierung der Schadstoffkarten Annahmen getroffen werden, da für diese Standorte keine Information in der Basisjahreskarte (Pollumap) zur Verfügung steht.

Aus dieser Situation ergibt sich der unbefriedigende Zustand, dass die aktuelle regionale Beurteilung der Immissionsbelastung mittels Modellierung für den nordöstlichen Teil von OSTLUFT in den ungeraden Jahren schlecht abgestützt ist. Die Repräsentativität des Standortes Konstanz für die Beurteilung der Luftqualität des Bodenseebeckens und des Thurtals ist noch zu wenig dokumentiert.



2.2. Zielsetzung Projekt

Für die flächendeckende Schadstoffinformation, mittels Messungen und Modellierung, werden vertiefte Kenntnisse zur Luftbelastung in der Agglomeration Kreuzlingen-Konstanz benötigt. Eine Messung während mindestens einem Jahr im städtischen Hintergrund von Kreuzlingen soll die Modellierung im Bodenseeraum absichern. Insbesondere soll gezeigt werden, ob die Belastungshöhe und der aktuelle Belastungsverlauf der Station Konstanz für die städtische Hintergrundbelastung im Bodenseeraum und dem östlichen Thurtal repräsentativ ist.

Folgende konkrete Ziele sollen mit dem Projekt erreicht werden.

- Durch den Vergleich der Messungen von Kreuzlingen und Konstanz wird im Nordosten des OSTLUFT-Perimeters (Bodensee-Thurtal) ein virtueller Standort in Kreuzlingen evaluiert. Die bereits bestehende Wechselstandorte Weinfelden Berufsbildungszentrum und Weerswilen Weerstein sind bei der Evaluation als weitere potentielle virtuelle Standorte einzubeziehen.

- Die Schadstoffbelastung durch Feinstaub (PM10), Stickstoffdioxid (NO2) und Ozon (O3) an diesen virtuellen Standorten kann aufgrund der Messdaten von Konstanz mit einem kleinen Fehler abgeleitet werden (Arbeitshypothese).
- Ab 2018 stehen diese virtuellen Standorte für die Modellierung der aktuellen Belastungskarten zur Verfügung und können auch in der Kommunikation eingesetzt werden. Vorausgesetzt die Untersuchungen führen zu einem positiven Ergebnis und die Arbeitshypothese kann bestätigt werden.
- Überprüfung der nicht verifizierten Hypothese, dass die den Modellrechnungen zugrunde liegende Jahresbasiskarte im grenznahen Bereich die reale Belastung nicht korrekt wieder spiegelt.

3. Standortbeschreibung

Amt für Geoinformation
ThurGIS Viewer

Thurgau

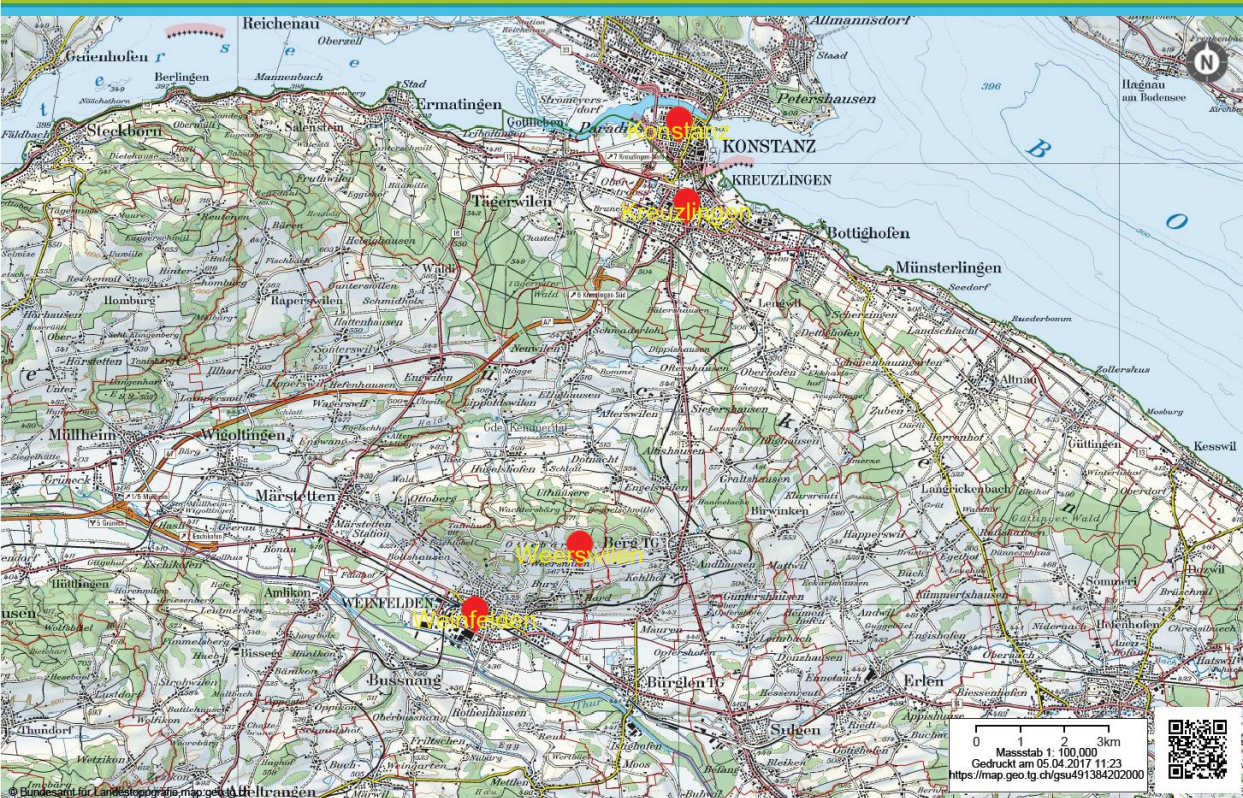


Abb. 3–1 Diese zoombare Karte kann über den Link <https://map.geo.tg.ch/gsu491384090000> aufgerufen werden (GIS-Server Kanton Thurgau).

3.1. Konstanz Wallgutstrasse

Der Standort [Konstanz](#) liegt auf dem Areal eines Schulhauses im Zentrum des süd-rheinischen Teils von Konstanz in der Agglomeration Kreuzlingen-Konstanz. Er repräsentiert ein zentrales städtisches Wohnquartier ohne direkten Verkehrseinfluss am Bodensee. Der Messpunkt repräsentiert die mittlere Belastung der betroffenen Modellhektare.

Konstanz ist gemäss MK2012B ein Monitorstandort an welchem jährlich die Luftschadstoffbelastung gemessen wird.



Koordinaten: 2729991 / 1280749 / 399

Standorttyp: S0 / H22 / A2

Vorstädtisch / Hintergrund / einseitig offen / < 5'000

Messgrössen: O3, PM10, NOx/NO/NO2 (Halbstundenwerte Monitor)
PM10, EC (Tageswerte Filter-Messung)

3.2. Kreuzlingen Marktweg

Der Standort [Kreuzlingen](#) liegt auf dem Areal des Wehrli Schulhauses im Zentrum von Kreuzlingen in der Agglomeration Kreuzlingen-Konstanz. Er repräsentiert ein zentrales städtisches Wohnquartier ohne direkten Verkehrseinfluss am Bodensee. Der Messpunkt repräsentiert die mittlere Belastung der betroffenen Modellhektare.

In Kreuzlingen wurde aufgrund dieses Projektes in der Zeitspanne von Januar 2016 bis Ende März 2017 die Luftschadstoffbelastung gemessen.



Koordinaten: 2730174 / 1278960 / 412

Standorttyp: S0 / H22 / A2

Vorstädtisch / Hintergrund / einseitig offen / < 5'000

Messgrössen: O3, PM10, NOx/NO/NO2 (Halbstundenwerte Monitor)
PM10, EC (Tageswerte Filter-Messung)
NO2 (Jahreswerte Passivsammler)

3.3. Weerswilen Weerstein

Der Standort [Weerswilen](#) liegt am Südhang des Ottenbergs. Er repräsentiert den ländlichen Hintergrund ohne direkten Einfluss von Emittenten an einer Hanglage in erhöhter Lage im östlichen Mittelland. Der Messpunkt repräsentiert die mittlere Belastung der betroffenen Modellhektare.

Weerswilen ist gemäss MK2012B ein Monitorstandort an welchem nur jedes zweite Jahr die Luftschadstoffbelastung gemessen wird. Von diesem Standort stehen für das Kalenderjahr 2016 Messdaten zur Verfügung.



Koordinaten: 2727741 / 1271190 / 630

Standorttyp: S00 / H00 / A1
Ländlich / Hintergrund / keine Bebauung / < 5'000

Messgrössen: O3 (Halbstundenwerte Monitor)
PM10, EC (Tageswerte Filter-Messung)
NO2 (Jahreswerte Passivsammler)

3.4. Weinfelden Berufsbildungszentrum

Der Standort [Weinfelden](#) liegt auf dem Areal des Berufsbildungszentrums im Zentrum von Weinfelden im Thurtal südlich des Ottenbergs. Er repräsentiert ein zentrales städtisches Wohnquartier ohne direkten Verkehrseinfluss im östlichen Mittelland. Der Messpunkt repräsentiert die mittlere Belastung der betroffenen Modellhektare.

Weerswilen ist gemäss MK2012B ein Monitorstandort an welchem nur jedes zweite Jahr die Luftschadstoffbelastung gemessen wird. Von diesem Standort stehen für das Kalenderjahr 2016 Messdaten zur Verfügung.



Koordinaten: 2725371 / 1269705 / 430

Standorttyp: S0 / H13 / A2
Vorstädtisch / Hintergrund / einseitig offen / < 5'000

Messgrössen: O3, PM10, NOx/NO/NO2 (Halbstundenwerte Monitor)
PM10, EC (Tageswerte Filter-Messung)
NO2 (Jahreswerte Passivsammler)

3.5. Winterthur Veltheim

Der Standort [Winterthur](#) liegt auf dem Areal des Schulhauses Feld im Zentrum des Stadtteils Veltheim. Er repräsentiert ein zentrales städtisches Quartier ohne direkten Verkehrseinfluss. Der Messpunkt repräsentiert die mittlere Belastung der betroffenen Modellhektare.

Winterthur ist gemäss MK2012B ein Monitorstandort an welchem jährlich die Luftschadstoffbelastung gemessen wird.



Koordinaten: 2696556 / 1262725 / 440

Standorttyp: S0 / H22 / A2
Vorstädtisch / Hintergrund / einseitig offen / < 5'000

Messgrössen: O3, PM10, NOx/NO/NO2 (Halbstundenwerte Monitor)
PM10, EC (Tageswerte Filter-Messung)
NO2 (Jahreswerte Passivsammler)

3.6. Tänikon NABEL

Die Station liegt auf dem Gelände der Forschungsanstalt Agroscope (ART). Die unmittelbare Umgebung ist, abgesehen von den Gebäuden der Forschungsanstalt nur wenig überbaut und wird von Landwirtschaft und Wäldern dominiert. Das etwa 1 km nördlich gelegene Aadorf weist einige kleinere Industriebetriebe auf. Die Autobahn A1 (St. Gallen-Zürich) führt ca. 4 km nordöstlich der Station vorbei.

Tänikon ist ein Standort des NABEL-Messnetzes an welchem jährlich die Luftschadstoffbelastung gemessen wird.



Koordinaten: 2710500 / 1259810 / 538

Standorttyp: S0 / H13 / A2
Ländlich / Hintergrund / offen / < 5'000

Messgrössen: O3, PM10, NOx/NO/NO2 (Halbstundenwerte Monitor)

4. Ergebnisse

Durch die Verlängerung der Projektmessungen in Kreuzlingen bis Ende März 2017 konnte die Belastungsphase mit hohen Luftschadstoffwerten im Januar 2017 ebenfalls erfasst und bei den Auswertungen der beiden Standorte Konstanz und Kreuzlingen verwendet werden. Beim Feinstaub wurde im Januar 2017 ein fast doppelt so hohes Monatsmittel gemessen wie im Januar 2016 (Abb. 4–1). Der Unterschied war beim Stickstoffdioxid (Abb. 4–2) nicht so ausgeprägt wie beim Feinstaub.

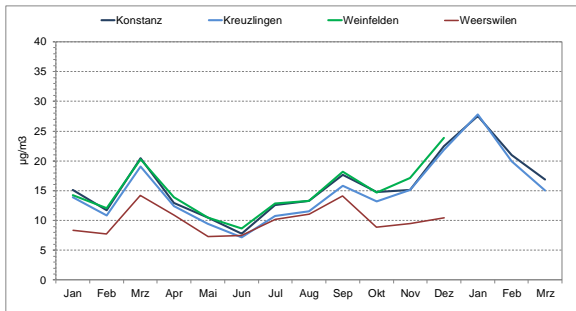


Abb. 4–1 Verlauf der Monatsmittel Feinstaub (PM10)

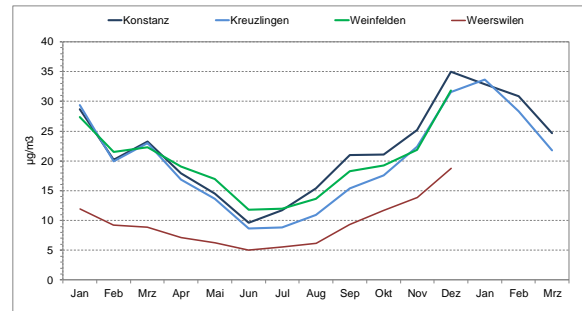


Abb. 4–2 Verlauf der Monatsmittel Stickstoffdioxid (NO2)

Feinstaub (PM10)	Dübendorf	Konstanz	Kreuzlingen	Tänikon	Weerswilen	Weinfelden	Winterthur	Zürich Kaserne	
Jahresmittel	13.7	14.6	13.4	11.4	10.1	15.0	13.5	14.6	µg/m ³
Höchstes Tagesmittel	59.9	50.2	46.3	50.5	48.6	47.7	55.0	74.3	µg/m ³
Anzahl Grenzwertüberschreitungen	2	1	0	1	0	0	1	2	

Tab. 4–1 Jahreswerte der PM10-Messungen 2016

Die mittlere jährliche Belastung durch PM10 (Tab. 4–1) liegt in den drei zentralen städtischen Wohnquartieren von Konstanz, Kreuzlingen und Weinfelden im Bereich von 13 bis 15 µg/m³ und damit gleich hoch wie in der Agglomeration Zürich. Konstanz, Weinfelden und Zürich Kaserne haben ein Jahresmittel von 15 µg/m³ und Dübendorf, Winterthur und Kreuzlingen von rund 13.5 µg/m³. Die PM10-Belastung in Zürich Heubeeribüel (Stadttrand) ist bereits auf dem gleich tiefen Niveau wie beim ländlichen Standort Tänikon. Beim Hintergrundstandort Weerswilen, welcher sich in erhöhter Lage befindet, beträgt das Jahresmittel für PM10 noch 10 µg/m³.

Elementarer Kohlenstoff (EC)	Dübendorf	Konstanz	Kreuzlingen	Tänikon	Weerswilen	Weinfelden	Winterthur	Zürich Kaserne	
Jahresmittel	0.66	0.81	0.59	–	0.36	0.88	0.64	0.60	µg/m ³

Tab. 4–2 Jahreswerte der EC-Messungen 2016

Die mittlere jährliche Belastung durch Elementaren Kohlenstoff (EC) (Tab. 4–2) ist in Konstanz und Weinfelden mit über $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als in Kreuzlingen und Zürich mit rund $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stickstoffdioxid (NO ₂)	Dübendorf	Konstanz	Kreuzlingen	Tänikon	Weerswilen	Weinfelden	Winterthur	Zürich Kaserne	
Jahresmittel	24.9	20.3	18.0	11.9	9.8	19.7	18.8	28.3	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
95-Perzentil	59.3	47.1	42.8	33.4		41.7	46.0	62.2	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Höchstes Tagesmittel	65.6	51.6	52.3	51.0		52.0	69.8	67.7	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Anzahl Grenzwertüberschreitungen	0	0	0	0		0	0	0	

Tab. 4–3 Jahreswerte der NO₂-Messungen 2016

Auch die NO₂-Jahresmittelwerte (Tab. 4–3) sind in Konstanz und Weinfelden um rund $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als in Kreuzlingen.

Der Standort Weinfelden weist Besonderheiten auf. Wie oben vermerkt, ist die Belastung durch PM₁₀ und NO₂ im deutlich weniger besiedelten Weinfelden gleich hoch wie in Konstanz. Speziell ist die hohe Belastung in den Morgenstunden (Abb. 5.4–1), welche auch bereits bei den Messungen 2014 festgestellt werden konnte. Auch wird das Ozon in der Nacht gegenüber den Standorten am Bodensee stärker abgebaut (Abb. 5.4–3).

Die Auswertungen auf den folgenden Seiten zeigen, dass die beiden Standorte Konstanz und Kreuzlingen sehr ähnlich sind. Die Belastungssituation ist an beiden Standorten vergleichbar und zeigt kaum Abweichungen.

Auch die Belastung am Standort Weinfelden wird durch die Messungen in Konstanz und in Winterthur relativ gut abgebildet.

4.1. Konstanz Wallgutstrasse (KonW) / Kreuzlingen Marktweg (KreM)

4.1.1. Feinstaub (PM10)

Die mittlere Belastung durch Feinstaub (Tab. 5.1–1) ist in Konstanz um etwa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als in Kreuzlingen, auch das maximale Tagesmittel ist etwas höher. Der Verlauf des Tagesgangs (Abb. 5.4–1) und des Wochengangs (Abb. 5.3–1) ist an beiden Standorten praktisch identisch. Dies weist darauf hin, dass die beiden Standorte über eine vergleichbare Belastungsstruktur aufweisen. Soweit auch anhand der nicht repräsentativen Windmessungen beurteilt werden kann, sind beide Standorte nicht durch lokale Emittenten beeinflusst.

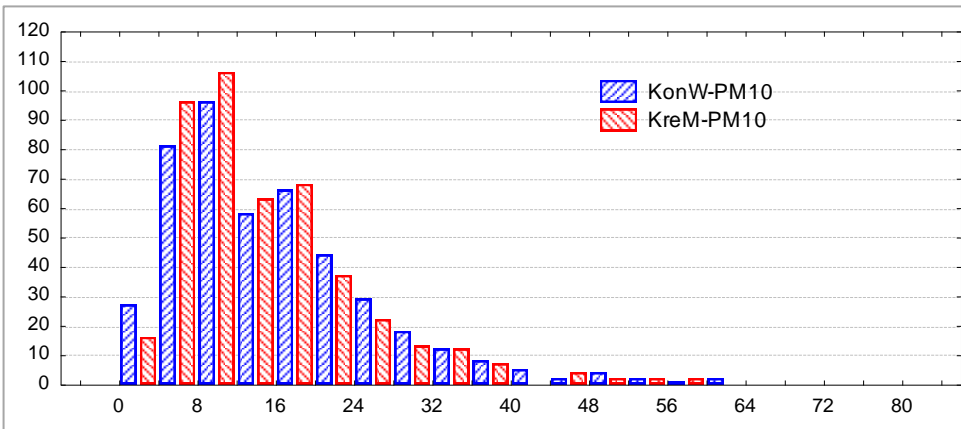


Abb. 4.1.1–1 PM10-Häufigkeitsverteilung an den Standorten Konstanz und Kreuzlingen

Auch während Belastungsphasen sind die Höhe und der Verlauf der Schadstoffbelastung durch Feinstaub (Abb. 4.1.1–2) an den beiden Standorten Kreuzlingen und Konstanz nahezu identisch.



Abb. 4.1.1–2 Feinstaub (PM10) – Stundenwerte 15.01. – 15.03. 2017

Die Korrelation der Tagesmittelwerte (Januar 2016 bis März 2017) zwischen den beiden Messstandorten ist mit einem R^2 von 0.9821 sehr gut. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.1.1–3 zeigt

die sehr gute Übereinstimmung der Messwerte. Der Vergleich der Stundenwerte zeigt die grössere Variabilität und die grösseren Abweichungen zwischen den Messungen in Konstanz und Kreuzlingen.

$$\text{Kreuzlingen}(PM10) = 0.4698 + 0.8971 * \text{Konstanz}(PM10)$$

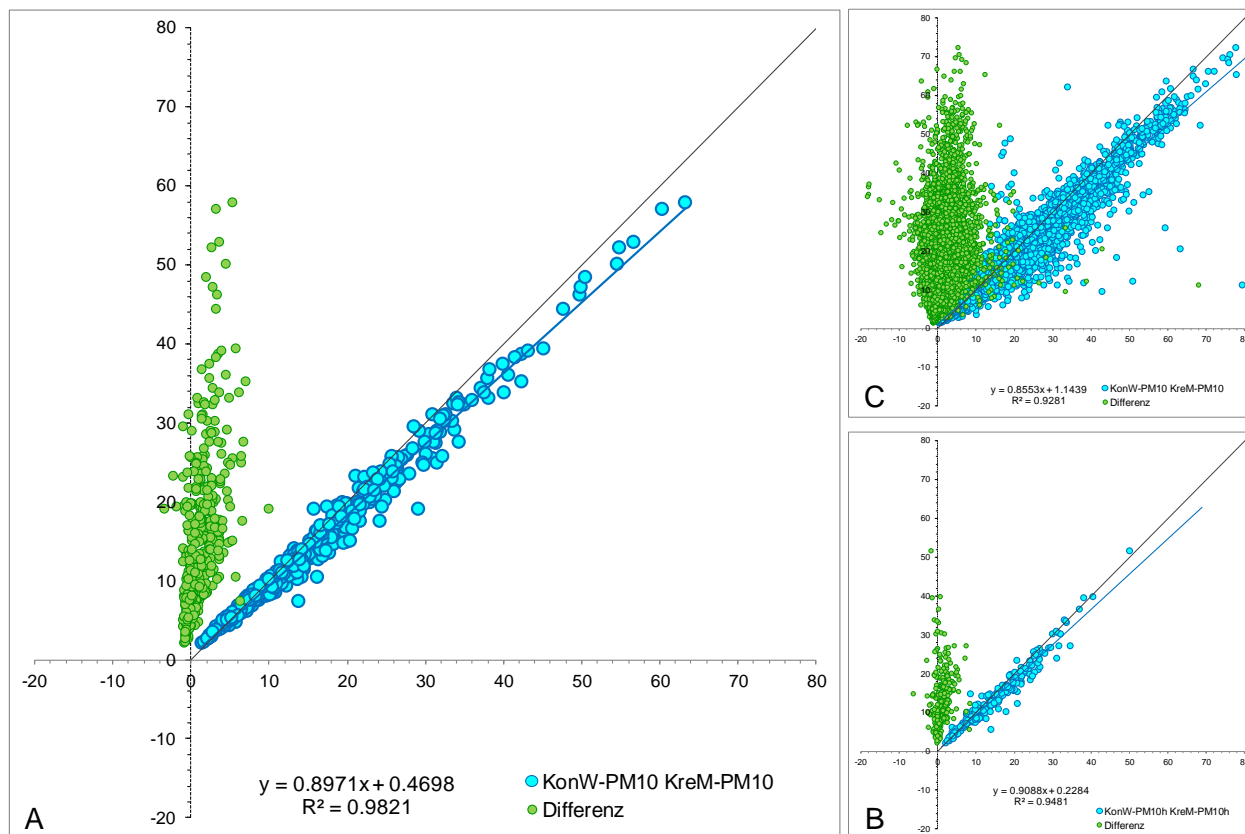


Abb. 4.1.1–3 Feinstaub (PM10) – Tageswerte Monitor [A] / Tageswerte HVS [B] / Stundenwerte Monitor [C]

4.1.2. Stickstoffdioxid (NO₂)

Die mittlere Belastung (Tab. 5.1–2) durch NO₂ ist in Konstanz rund 2 µg/m³ höher als in Kreuzlingen. Die beiden Standorte weisen eine vergleichbare Belastungsstruktur auf. Der Verlauf des Wochengangs (Abb. 5.3–2) ist an beiden Standorten praktisch identisch. Auch der Verlauf des Tagesgangs (Abb. 5.4–2) ist sehr ähnlich, jedoch steigt die Belastung durch NO₂ in Konstanz in den Abendstunden stärker an. Soweit anhand der nicht repräsentativen Windmessungen beurteilt werden kann, sind beide Standorte nicht durch lokale Emittenten beeinflusst.

Die Korrelation der Stickstoffdioxid-Tagesmittelwerte (Januar 2016 bis März 2017) ist mit einem R² von 0.9322 gut. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.1.2–1 zeigt die gute Übereinstimmung der Messwerte. Bei starker Belastung durch NO₂ scheint das Tagesmittel in Konstanz etwas höher zu liegen als in Kreuzlingen und die Stundenwerte streuen deutlich stärker als beim Feinstaub.

$$\text{Kreuzlingen}(\text{NO}_2) = -1.2412 + 0.9552 * \text{Konstanz}(\text{NO}_2)$$

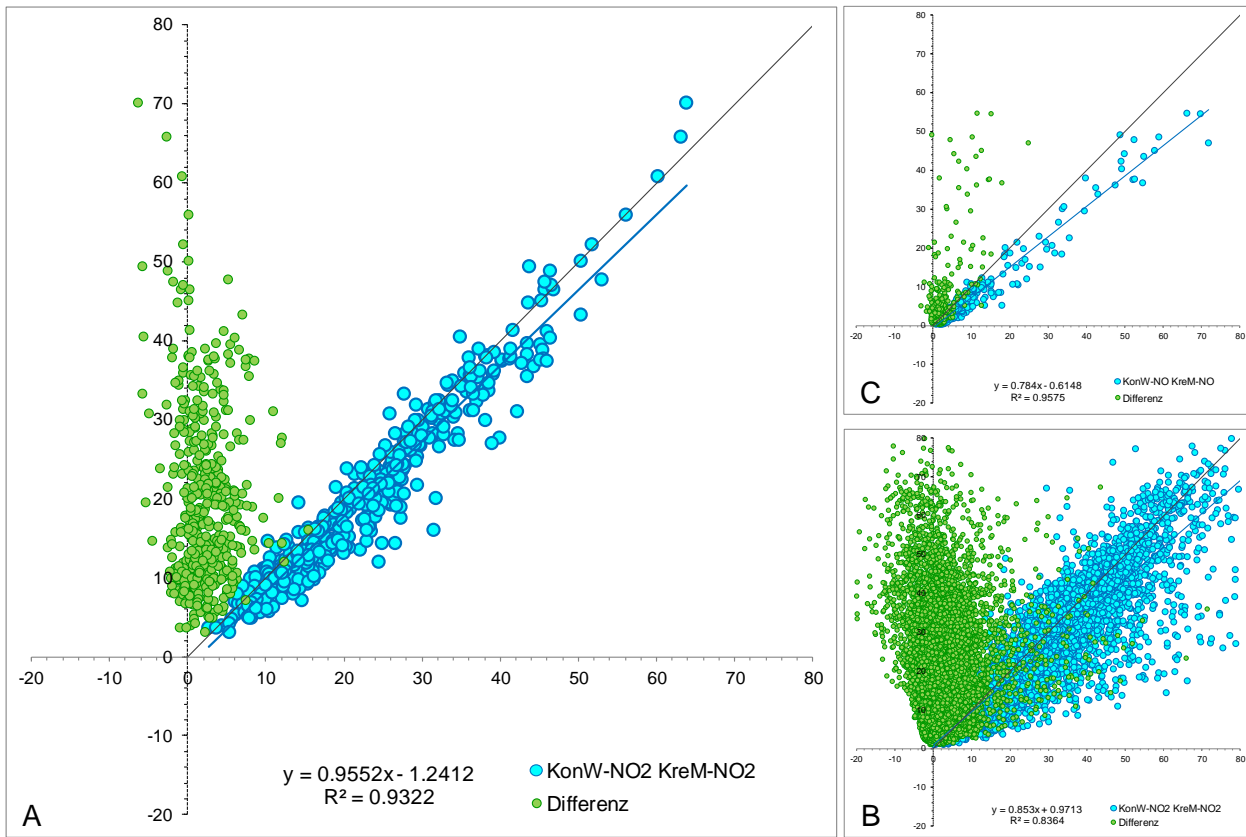


Abb. 4.1.2–1 Stickstoffdioxid (NO₂) – Tageswerte [A] / Stundenwerte [B] und Stickstoffmonoxid (NO) – Tageswerte [C]

Die Stundenwerte (Abb. 4.1.2–1 Grafik B) streuen zwischen den beiden Standorte stark und repräsentieren nicht die gegenseitige kurzfristige Belastungssituation. Während Belastungsphasen (Abb. 4.1.2–2) sind die Höhe und der Verlauf der Schadstoffbelastung durch NO₂ an den beiden Standorten Kreuzlingen und Konstanz jedoch sehr ähnlich.

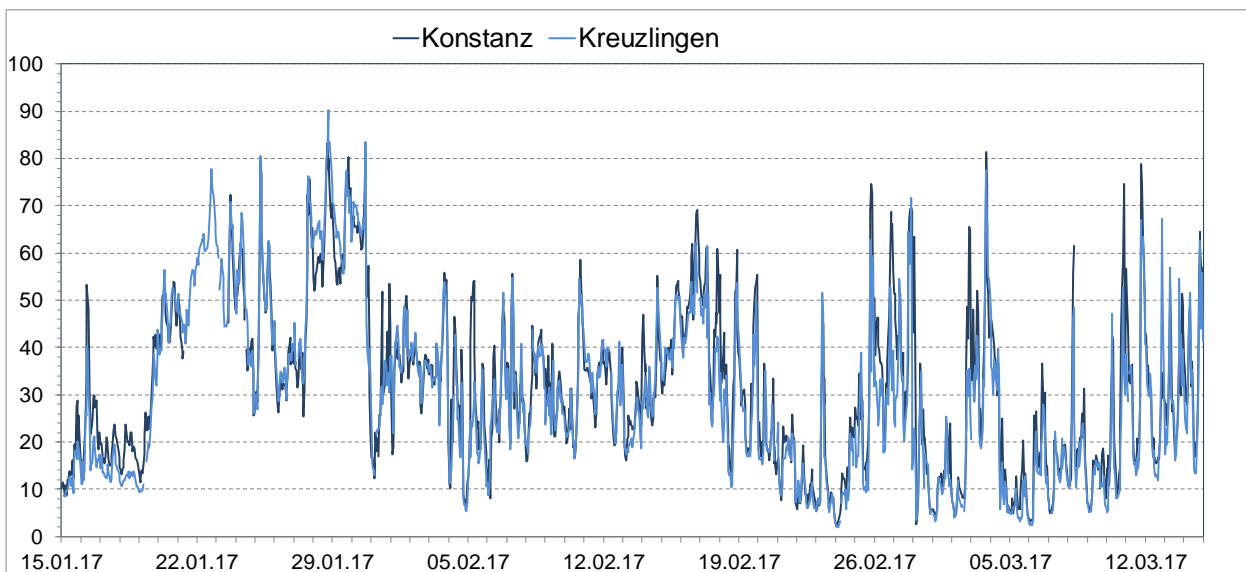


Abb. 4.1.2–2 Stickstoffdioxid (NO₂) – Stundenwerte 15.01. – 15.03. 2017

4.1.3. Ozon (O₃)

Die Korrelation der maximalen Stundenwerte von Ozon pro Tag (Januar 2016 bis März 2017) zwischen den Messstandorten Konstanz und Kreuzlingen ist mit einem R^2 von 0.9802 sehr gut. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.1.3–1 zeigt die sehr gute Übereinstimmung der Messwerte.

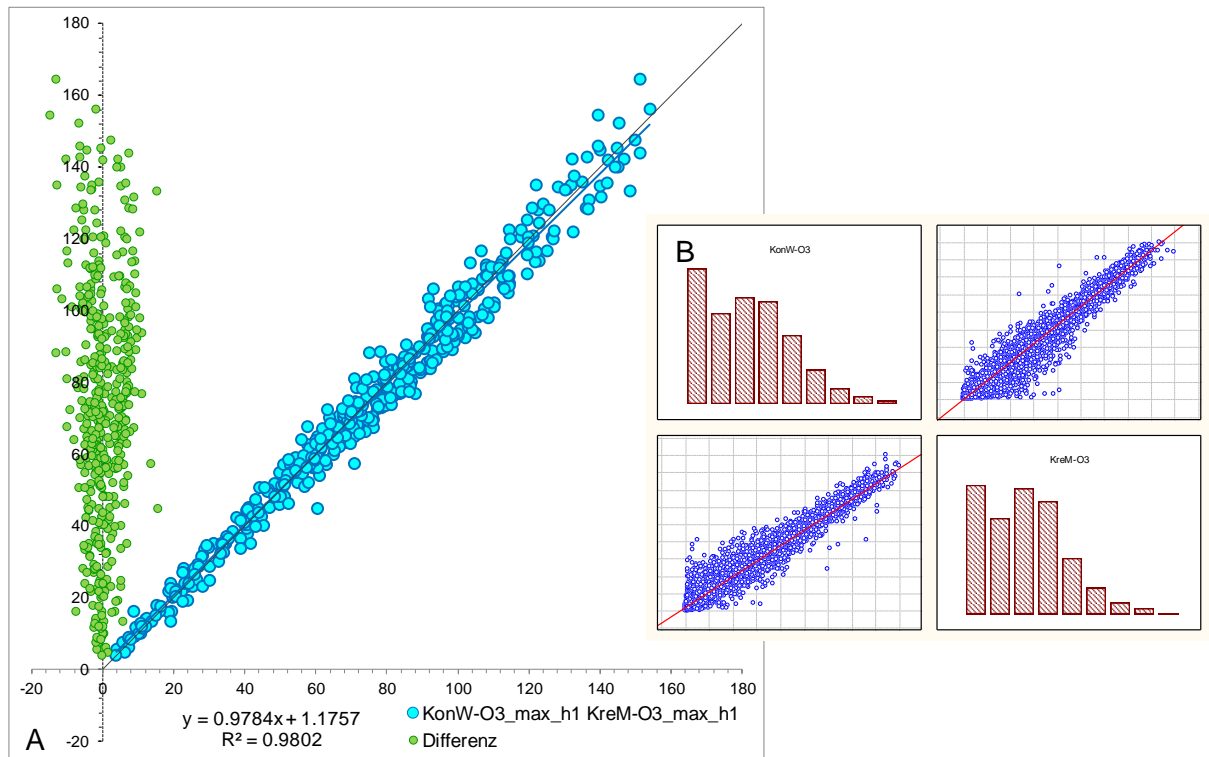


Abb. 4.1.3–1 Ozon (O₃) – maximales Stundenmittel pro Tag [A] und Stundenmittelwerte [B]

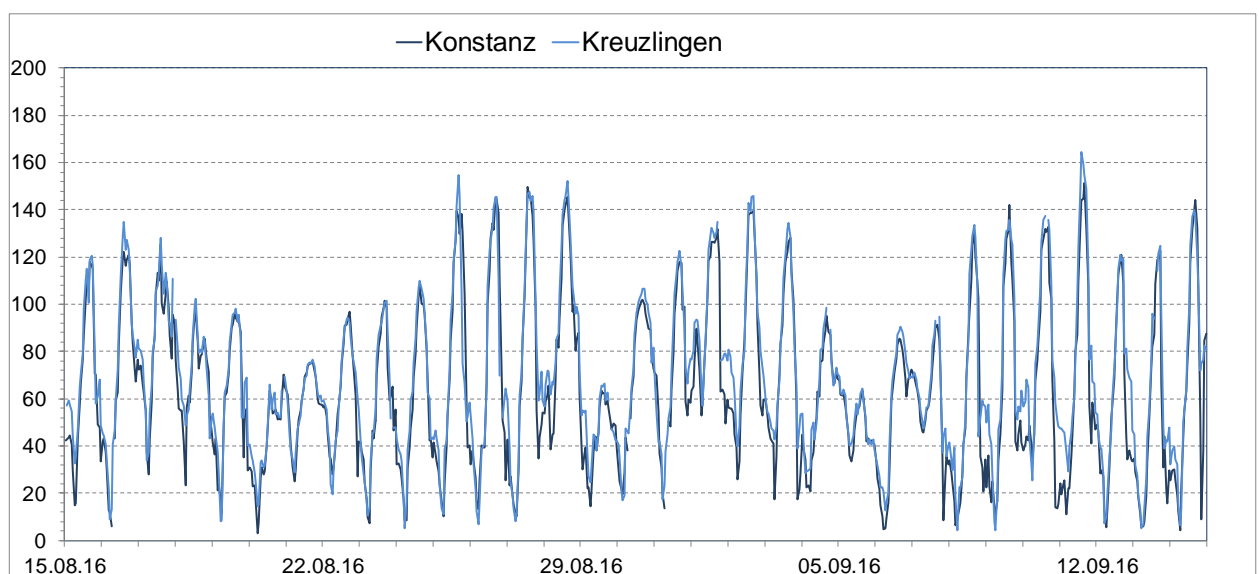


Abb. 4.1.3–2 Ozon (O₃) – Stundenwerte 15.08. – 15.09. 2016

Auch während Belastungsphasen (Abb. 4.1.3–2) sind die Höhe und der Verlauf der Schadstoffbelastung an den beiden Standorten Kreuzlingen und Konstanz nahezu identisch.

4.1.4. Zusammenfassung

Die beiden Standorte Konstanz und Kreuzlingen sind sehr ähnlich. Die Belastungssituation ist vergleichbar und zeigt kaum Abweichungen. Beide Standorte repräsentieren sehr gut die städtische Hintergrundbelastung in einem Wohnquartier der Agglomeration Kreuzlingen-Konstanz, welche nicht direkt durch einen lokalen Emittenten (z.B. Verkehr oder Industrie) beeinflusst ist.

- (1) Die mittlere jährliche Belastung (Jahresmittelwert) durch PM10 und NO₂ ist in Kreuzlingen etwas tiefer als in Konstanz (Tab. 4–1 und Tab. 4–3). Die Belastung durch Ozon ist an beiden Standorten vergleichbar.
- (2) Die mittleren Tagesgänge (Seite 34) und die Wochengänge (Seite 33) der Belastungen verlaufen an den beiden Standorten parallel. Beim Ozon ist der mittlere Tagesgang praktisch identisch (Abb. 5.4–3).
- (3) Im Vergleich zu den anderen Standorten kommt es in Kreuzlingen und Konstanz am Wochenende zu einer etwas höheren NO₂-Belastung.
- (4) Basierend auf den aktuellen Messwerten von Konstanz kann der Standort Kreuzlingen als virtueller Standort für die Modellberechnungen verwendet werden.

4.2. Konstanz Wallgutstrasse (KonW) / Weinfelden BBZ (WeFZ)

4.2.1. Feinstaub (PM10)

Die mittlere Belastung durch PM10 (Tab. 5.1–1) ist in Konstanz und Weinfelden etwa gleich hoch. Das obere Quartil (Abb. 5.2–1) ist nahezu identisch, in Konstanz treten jedoch tiefere Belastungen auf, wodurch das untere Quartil in Weinfelden etwas höher ist. In Weinfelden treten in den Morgenstunden (Abb. 5.4–1) und an Wochentagen (Abb. 5.3–1) etwas höhere Feinstaubwerte auf.

Die Korrelation der PM10-Tagesmittelwerte zwischen Konstanz und Weinfelden ist mit einem R^2 von 0.9112 gut. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.2.1–1 zeigt die relativ gute Übereinstimmung der Messwerte. Das stark abweichende Wertepaar (50.2/22.7) wurde am ersten Januar gemessen, an welchem in Konstanz die Neujahrsfeuerwerke zu einer hohen Belastung führten.

$$\text{Weinfelden}(PM10) = 2.1593 + 0.8791 * \text{Konstanz}(PM10)$$

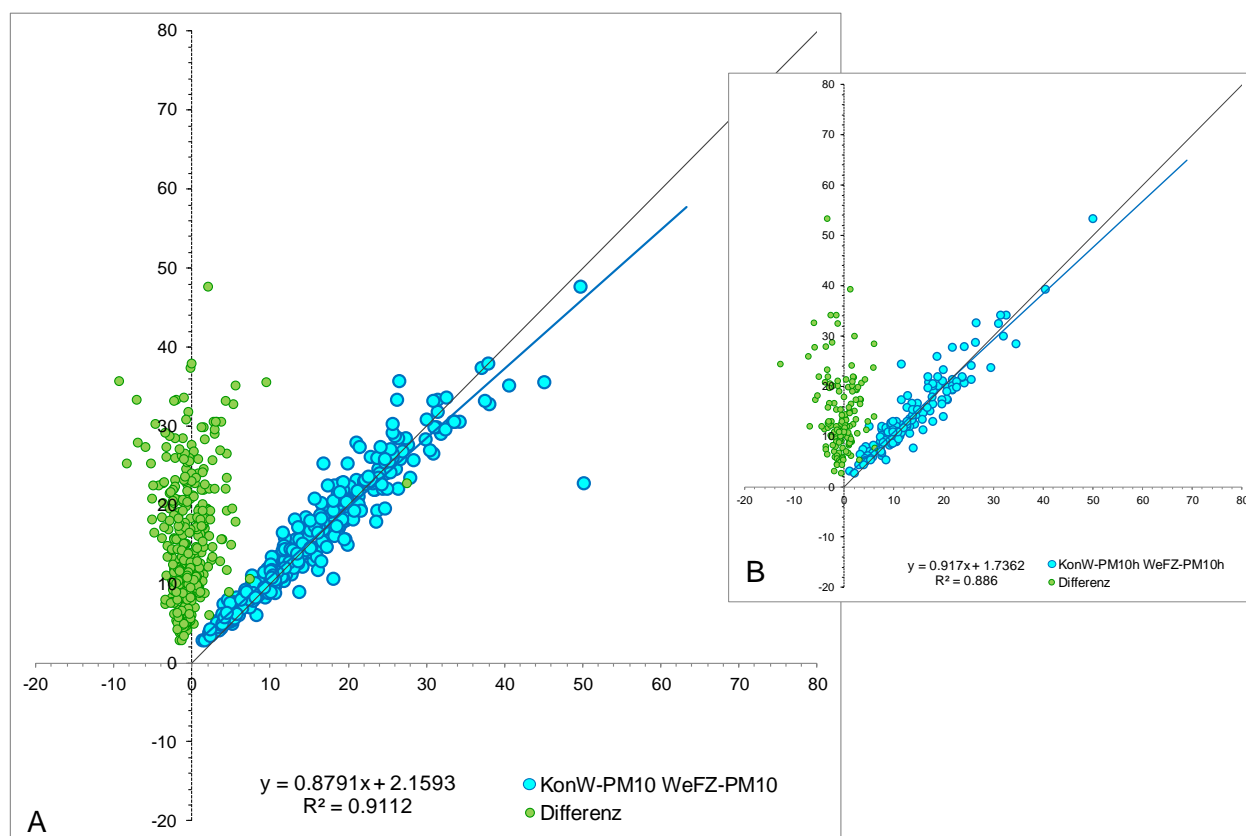


Abb. 4.2.1–1 Feinstaub (PM10) – Tagesmittelwerte Monitor [A] und HVS [B]

4.2.2. Stickstoffdioxid (NO2)

Die Korrelation der NO2-Tagesmittelwerte zwischen Konstanz und Weinfelden ist mit einem R^2 von 0.8299 nicht sehr gut. Auch das Streudiagramm der Tagesmittelwerte in Abb. 4.2.2–1 zeigt keine gute Übereinstimmung der Messwerte. Für NO besteht kaum ein Zusammenhang zwischen den beiden Standorten, was für diesen primären Luftschadstoff auch nicht überraschend ist.

$$\text{Weinfeld}(\text{NO}_2) = 4.2085 + 0.7608 * \text{Konstanz}(\text{NO}_2)$$

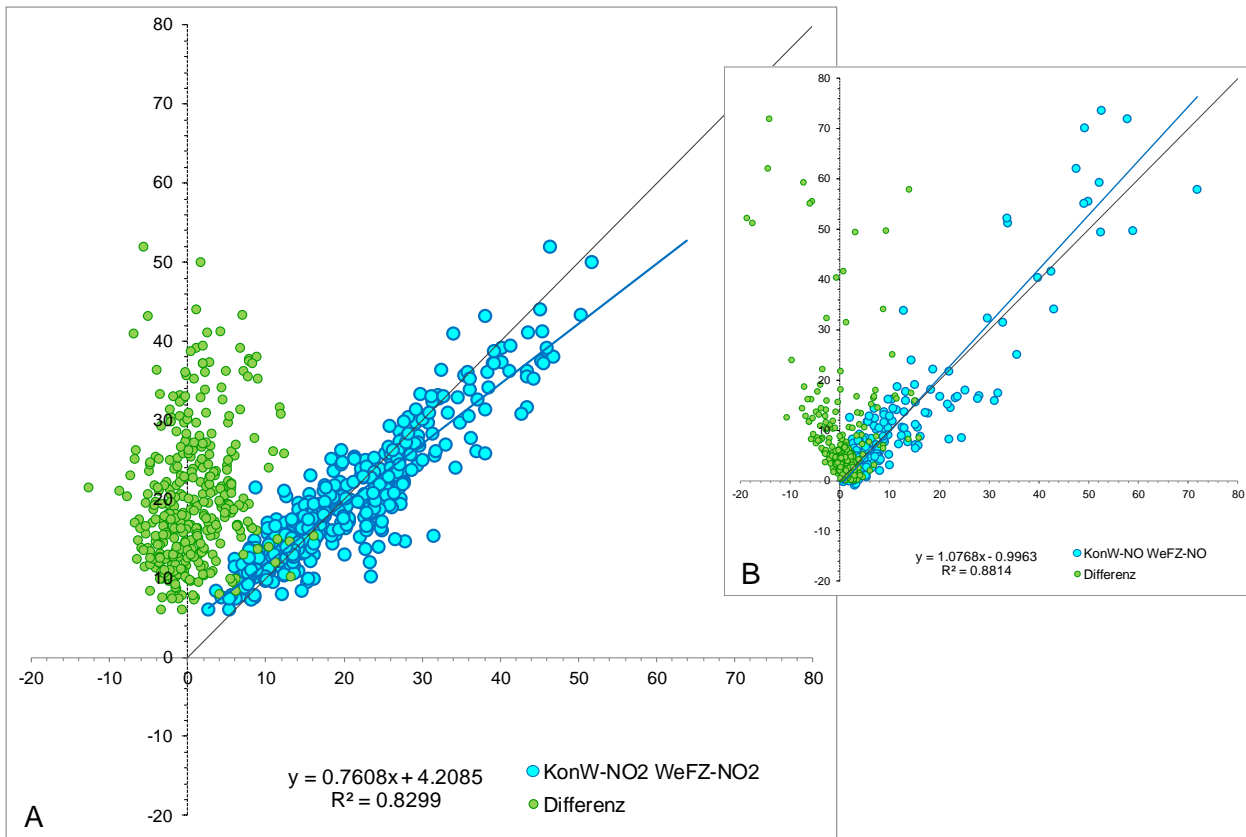


Abb. 4.2.2–1 Stickstoffdioxid (NO₂) [A] und Stickstoffmonoxid (NO) [B], Tagesmittelwerte

4.2.3. Ozon (O₃)

Die Korrelation der maximalen Stundenwerte von Ozon pro Tag zwischen Konstanz und Weinfeld ist mit einem R^2 von 0.9563 recht gut. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.2.3–1 zeigt die relative gute Übereinstimmung der Messwerte.

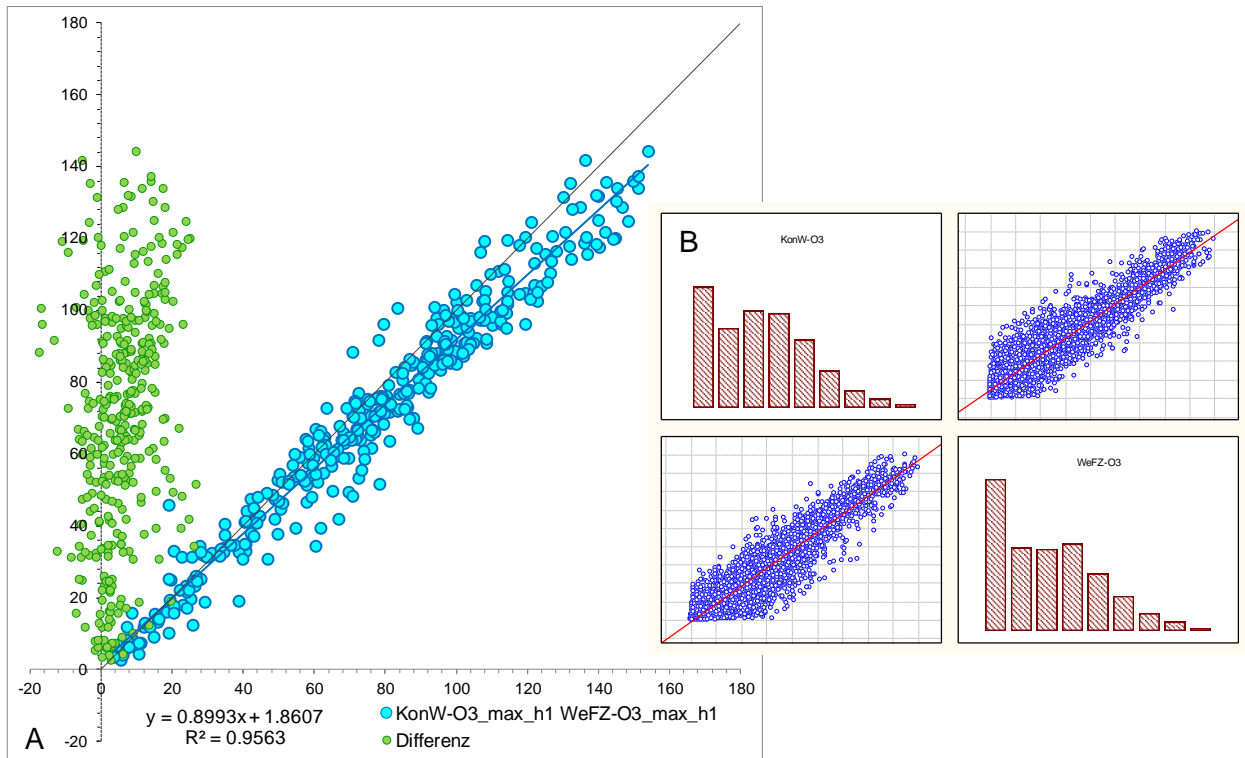


Abb. 4.2.3–1 Ozon (O₃) , maximales Stundenmittel pro Tag [A] und Stundenmittelwerte [B]

4.2.4. Zusammenfassung

Die beiden Standorte Konstanz und Weinfelden sind ähnlich.

- (1) Die mittlere jährliche Belastung (Jahresmittelwert) durch PM₁₀ und NO₂ ist in Weinfelden etwa gleich hoch wie in Konstanz. Die Belastung durch Ozon ist in Weinfelden tiefer als in Konstanz, vor allem bei hohen Belastungen.
- (2) Die Feinstaubbelastung ist an den Wochentagen in Weinfelden etwas höher als in Konstanz (Wochengang auf Seite 33), wohingegen die NO₂-Belastung am Wochenende in Weinfelden etwas tiefer ist.
- (3) Die etwas höhere Feinstaubbelastung in Weinfelden wird vermutlich durch höhere Werte in den Morgenstunden verursacht (Tagesgang Seite 34).
- (4) In den Zwischenjahren kann basierend auf der aktuellen Belastung in Konstanz der Standort Weinfelden als virtueller Standort für die Modellberechnungen bei den Schadstoffen Feinstaub und Ozon verwendet werden.

4.3. Winterthur Veltheim (WinV) / Weinfelden BBZ (WeFZ)

4.3.1. Feinstaub (PM10)

Die mittlere Belastung durch Feinstaub (Tab. 5.1–1) ist in Weinfelden um etwa $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als in Winterthur, jedoch ist das maximale Tagesmittel in Winterthur etwas höher. Der Verlauf des Tagesgangs (Abb. 5.4–1) und des Wochengangs (Abb. 5.3–1) ist unter Berücksichtigung der höheren Belastung in Weinfelden an beiden Standorten vergleichbar. Auch gegenüber Winterthur ist die Feinstaubbelastung in den Morgenstunden und an Wochentagen in Weinfelden etwas höher.

Die Korrelation der Feinstaub-Tagesmittelwerte zwischen den Messstandorten Winterthur und Weinfelden ist mit einem R^2 von 0.9089 gut. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.3.1–1 zeigt die relativ gute Übereinstimmung der Messwerte.

$$\text{Weinfelden}(\text{PM10}) = 2.1216 + 0.9487 * \text{Winterthur}(\text{PM10})$$

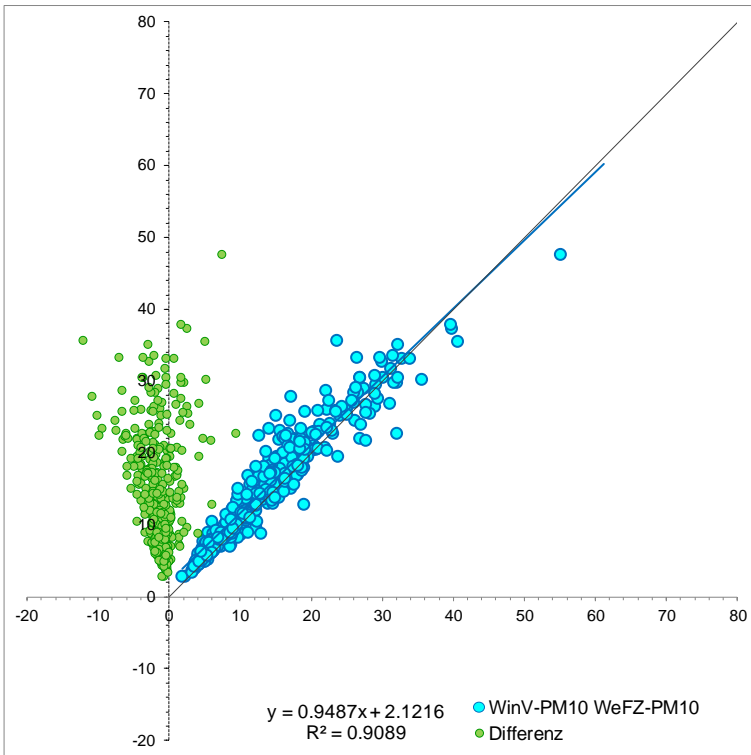


Abb. 4.3.1–1 Feinstaub (PM10) – Tagesmittelwerte Monitor

4.3.2. Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Korrelation der Stickstoffdioxid-Tagesmittelwerte zwischen den Messstandorten Winterthur und Weinfelden ist mit einem R^2 von 0.8716 nicht sehr gut. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.3.2–1 zeigt keine gute Übereinstimmung der Messwerte. Für NO besteht kein Zusammenhang zwischen den beiden Standorten.

$$\text{Weinfeld}(\text{NO}_2) = 5.5931 + 0.7469 * \text{Winterthur}(\text{NO}_2)$$

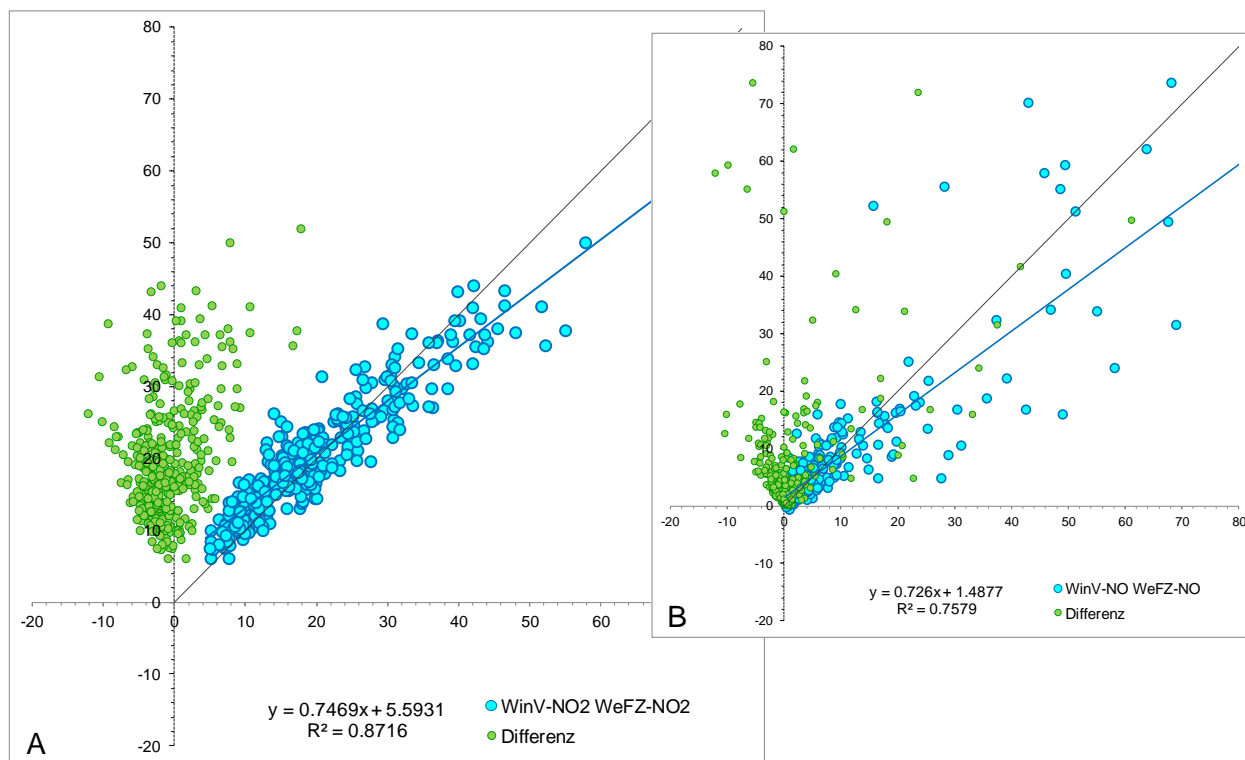


Abb. 4.3.2–1 Stickstoffdioxid (NO₂) [A] und Stickstoffmonoxid (NO) [B] , Tagesmittelwerte

4.3.3. Ozon (O₃)

Die Korrelation der maximalen Stundenwerte von Ozon pro Tag zwischen den Messstandorten Winterthur und Weinfeld ist mit einem R^2 von 0.9535 gut. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.3.3–1 zeigt die gute Übereinstimmung der Messwerte.

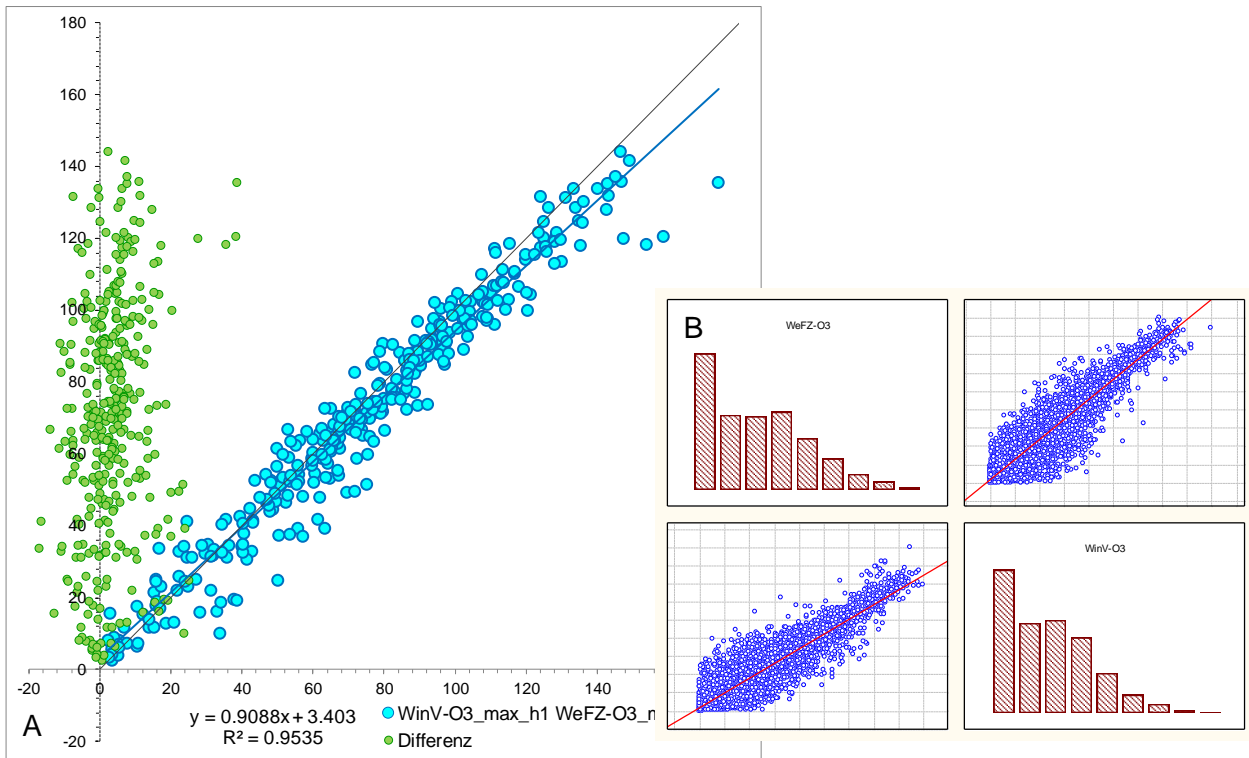


Abb. 4.3.3–1 Ozon (O3) , maximales Stundenmittel pro Tag [A] und Stundenmittelwerte [B]

4.3.4. Zusammenfassung

Die beiden Standorte Winterthur und Weinfelden sind ähnlich.

- (1) Die mittlere jährliche Belastung (Jahresmittelwert) durch PM10 und NO2 ist in Weinfelden höher als in Winterthur. Die Belastung durch Ozon (insbesondere hohe Belastungen) ist in Weinfelden deutlich tiefer als in Winterthur.
- (2) Die Feinstaubbelastung ist vor allem an den Wochentagen und den Morgenstunden in Weinfelden höher als in Winterthur (Wochengang auf Seite 33 und Tagesgang Seite 34).
- (3) In den Zwischenjahren kann basierend auf der aktuellen Belastung in Winterthur der Standort Weinfelden als virtueller Standort für die Modellberechnungen beim Schadstoff PM10 verwendet werden.

4.4. Weinfelden BBZ (WeFZ) / Weerswilen Weerstein (WeeW)

Trotz der räumlichen Nähe repräsentieren die beiden Standorte Weinfelden und Weerswilen aufgrund der Höhenlage von Weerswilen zwei sehr unterschiedliche Belastungssituationen.

4.4.1. Feinstaub (PM10)

Die Korrelation der PM10-Tagesmittelwerte zwischen den Messstandorten Weerswilen und Weinfelden ist mit einem R^2 von 0.6496 sehr schlecht.

$$\text{Weinfelden}(PM10) = 4.9281 + 0.9776 * \text{Weerswilen}(PM10)$$

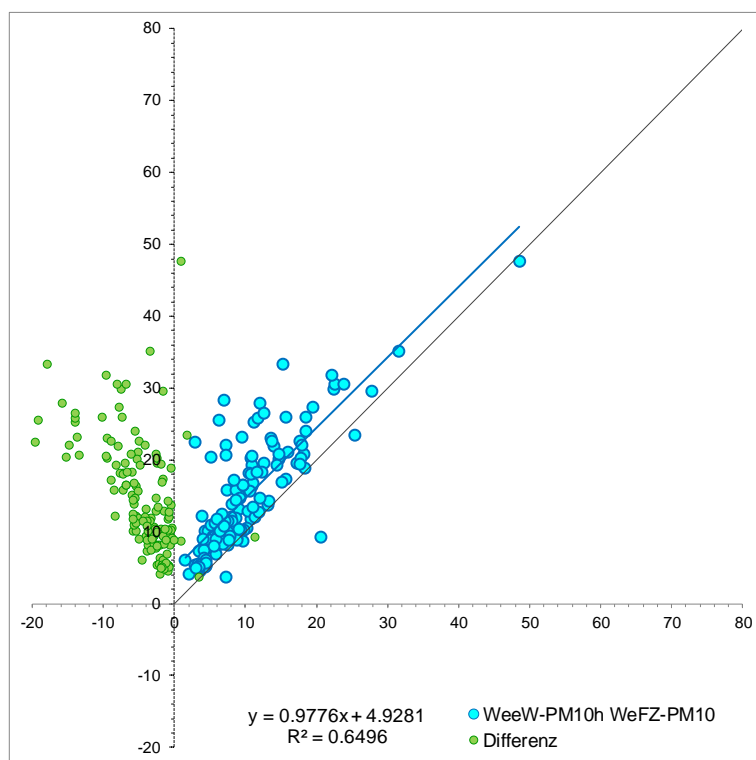


Abb. 4.4.1–1 Feinstaub (PM10) , Tagesmittelwerte

4.4.2. Ozon (O3)

Die Korrelation der maximalen Stundenwerte von Ozon pro Tag zwischen den Messstandorten Weerswilen und Weinfelden ist mit einem R^2 von 0.8801 schlecht. Das Streudiagramm in Abb. 4.4.2–1 zeigt eine relativ gute Übereinstimmung nur bei hohen Belastungen, aber auch die grossen Abweichungen bei tiefen Belastungen, wo in Weerswilen gegenüber Weinfeldern deutlich höhere Ozonwerte gemessen werden.

Der Vergleich aller Stundenmittelwerte zeigt deutlich die grosse Streuung der Messwertpaare zwischen den beiden Standorten. Für die einzelnen Stundenmittelwerte ist besonders bei tiefen Belastungen der Einfluss lokaler Zehrung in Weinfeldern grösser als in Weerswilen und verursacht die grösseren Abweichungen.

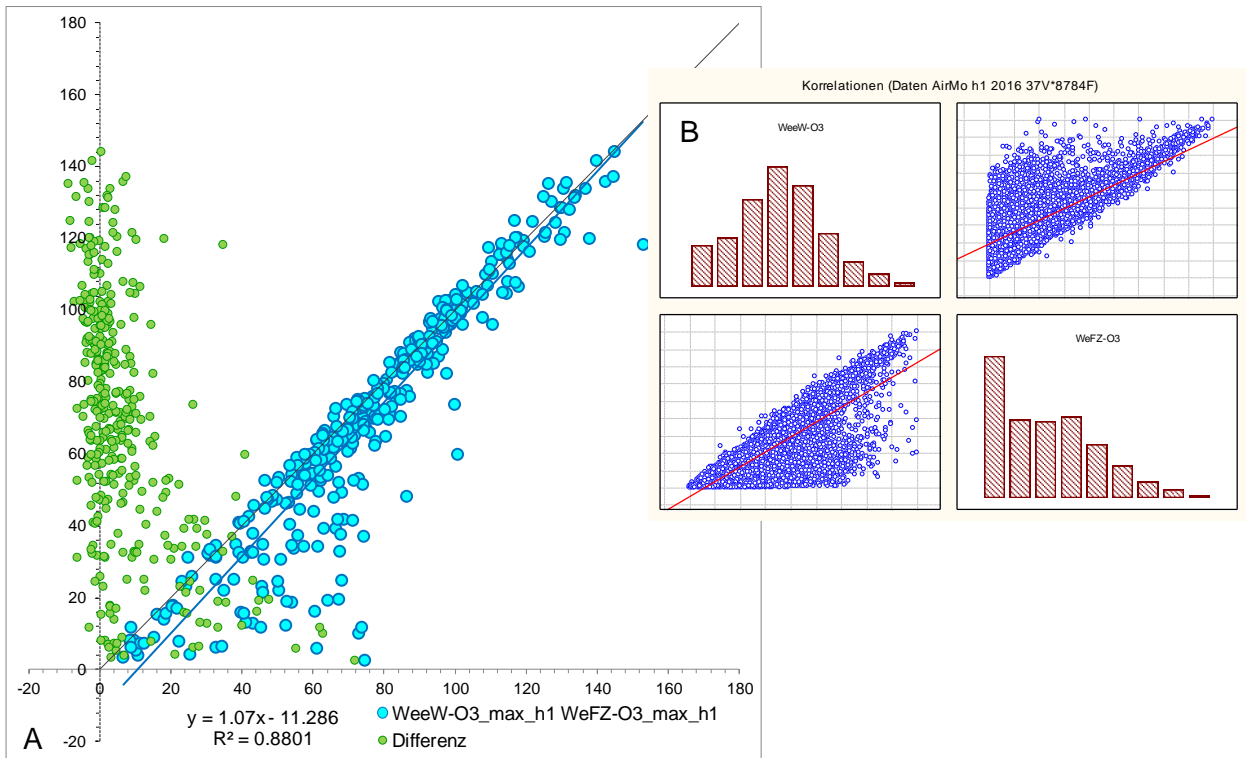


Abb. 4.4.2–1 Ozon (O₃) , maximales Stundenmittel pro Tag [A] und Stundenmittelwerte [B]

4.4.3. Zusammenfassung

Die beiden Standorte Weerswilen und Weinfelden repräsentieren zwei sehr unterschiedliche Belastungssituationen. Auch der Standort St.Gallen Stuelegg kann als Referenzstandort für die aktuellen Stundenwerte der Ozonbelastung in Weerswilen nur sehr bedingt verwendet werden.

Generell können die Ozonstundenwerte zwischen den verschiedenen Standorten kaum verglichen werden (Abb. 5.5–3). Eine Ausnahme bilden die beiden Messstandorte Kreuzlingen und Konstanz, sowie bedingt Weinfelden mit den Standorten Kreuzlingen und Konstanz.

4.5. Tänikon Nabel (TänN) / Weinfeld BBZ (WeFZ)

4.5.1. Feinstaub (PM10)

Die mittlere Belastung durch PM10 (Tab. 5.1–1) ist in Weinfeldern um etwa $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als in Tänikon. Die Korrelation der PM10-Tagesmittelwerte zwischen den Messstandorten Tänikon und Weinfeldern ist mit einem R^2 von 0.86 schlecht. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.5.1–1 zeigt die relativ schlechte Übereinstimmung der Messwerte.

$$\text{Weinfeldern}(\text{PM10}) = 3.9833 + 0.9580 * \text{Tänikon}(\text{PM10})$$

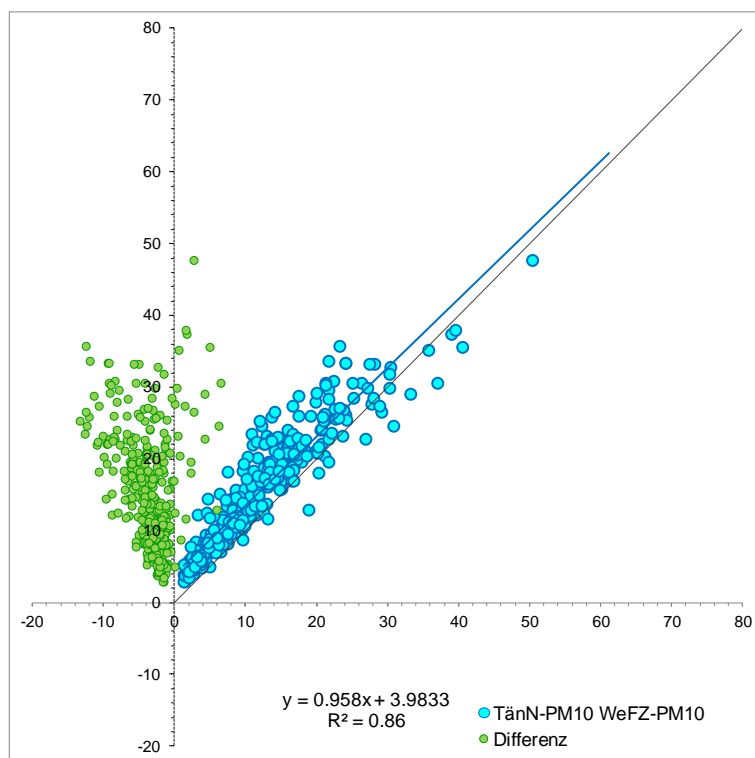


Abb. 4.5.1–1 Feinstaub (PM10) , Tagesmittelwerte

4.5.2. Stickstoffdioxid (NO2)

Die Korrelation der NO2-Tagesmittelwerte zwischen den Messstandorten Tänikon und Weinfeldern ist mit einem R^2 von 0.7547 sehr schlecht. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.5.2–1 zeigt keine gute Übereinstimmung der Messwerte.

$$\text{Weinfeld}(\text{NO}_2) = 9.4370 + 0.8529 * \text{Tänikon}(\text{NO}_2)$$

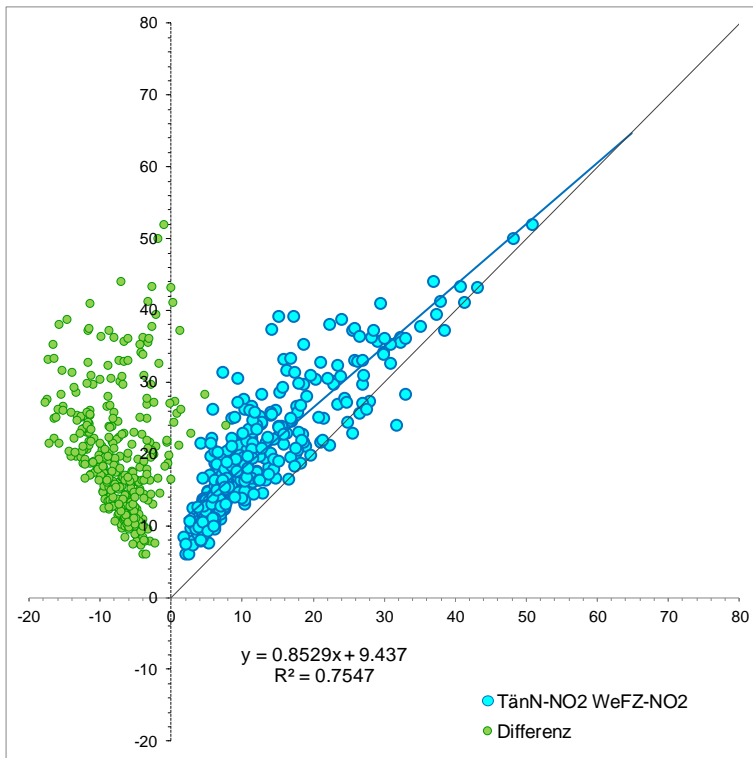


Abb. 4.5.2–1 Stickstoffdioxid (NO₂) , Tagesmittelwerte

4.5.3. Ozon (O₃)

Die Korrelation der maximalen Stundenwerte von Ozon pro Tag zwischen den Messstandorten Tänikon und Weinfeld ist mit einem R^2 von 0.9043 nicht sehr gut. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.5.3–1 zeigt die eher schlechte Übereinstimmung der Messwerte, insbesondere bei tiefen Belastungen.

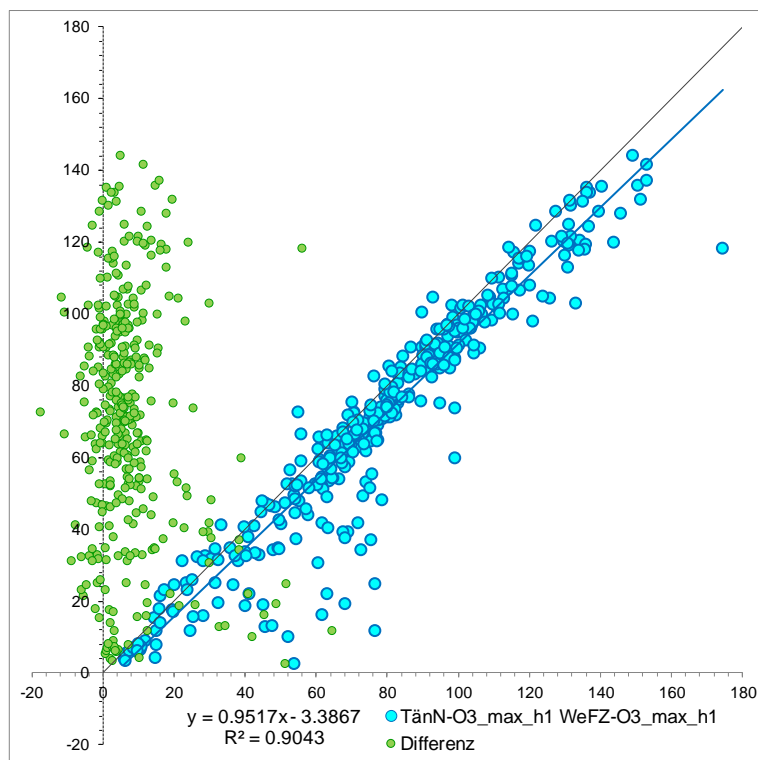


Abb. 4.5.3–1 Ozon (O₃) , maximales Stundenmittel pro Tag

4.5.4. Zusammenfassung

Die beiden Standorte Tännikon und Weinfelden repräsentieren nicht den gleichen Standorttyp. Dies zeigt sich auch beim Vergleich der Messdaten.

- (1) Die mittlere jährliche Belastung (Jahresmittelwert) durch PM₁₀ und NO₂ ist in Weinfelden deutlich höher als in Tännikon. Die Belastung durch Ozon ist in Weinfelden deutlich tiefer als in Tännikon.
- (2) Die Schadstoffbelastung in Weinfelden kann nicht aufgrund der aktuellen Belastung in Tännikon abgeleitet werden.

4.6. Tänikon Nabel (TänN) / Weerswilen Weerstein (WeeW)

4.6.1. Ozon (O₃)

Die Korrelation der maximalen Stundenwerte von Ozon pro Tag zwischen den Messstandorten Tänikon und Weerswilen ist mit einem R^2 von 0.9409 recht gut. Auch das Streudiagramm in Abb. 4.6.1–1 zeigt eine gute Übereinstimmung der Messwerte.

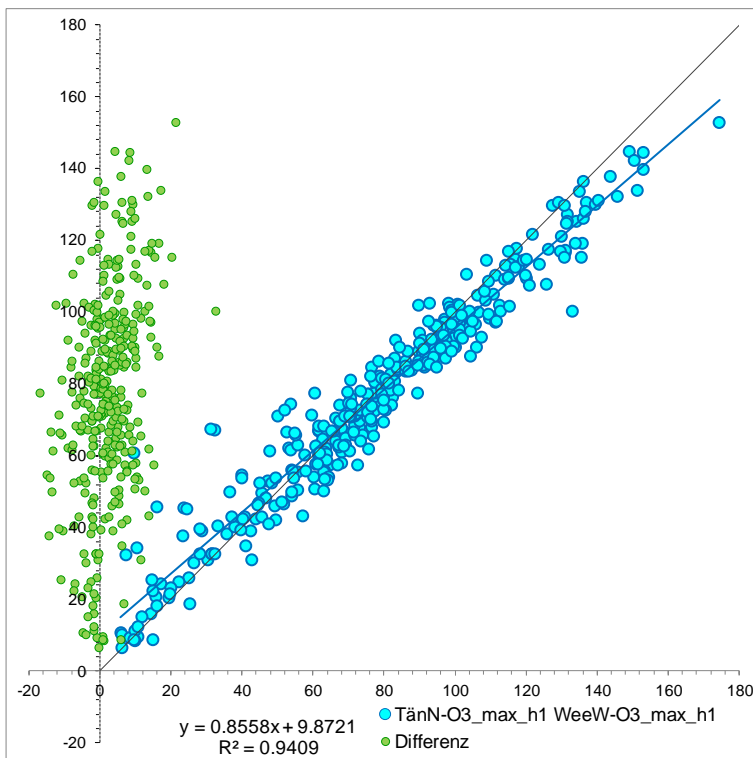


Abb. 4.6.1–1 Ozon (O₃) , maximales Stundenmittel pro Tag

4.6.2. Zusammenfassung

Die beiden ländlichen Standorte Tänikon und Weerswilen sind bei der Belastungssituation für Ozon sehr ähnlich.

4.7. Basisjahreskarte Immissionen

Das Modell KBmap von Meteotest erstellt für OSTLUFT unter Verwendung der Basisjahreskarten und den gemessenen gleitenden Tagesmittelwerten stündlich aktualisierte NO₂- und PM₁₀-Karten (Kurzzeitbelastungskarten).

Die vorgegebene Belastung in einer Hektare durch die Basisjahreskarten ist entscheidend für die resultierende Belastungssituation in einer Hektare resp. in einer Region.

Nord		
H1	H2	H3
H4	H0	H5
H6	H7	H8

Aufgrund des dichteren Messnetzes im Rahmen dieses Projektes und von Messstandorten, welche die Belastung auf der betroffenen Hektare sehr gut repräsentieren, kann überprüft werden, ob die Basisjahreskarten die effektive relative Belastung auch korrekt wiedergibt.

Die Hektaren rund um den Standort (H0) sind gemäss nebenstehendem Schema bezeichnet:

4.7.1. Feinstaub PM₁₀

Aus Tab. 4.7.1–1 ist ersichtlich, dass die Messstandorte die lokale Belastungssituation sehr gut repräsentieren. Die Hektaren der Standorte sind nicht durch lokale Emittenten beeinflusst. Zu den angrenzenden Hektaren besteht kein Gradient bei der Immissionsbelastung (Modellwerte). Damit kann davon ausgegangen werden, dass die Standorte auch im näheren Umfeld nicht durch lokale Emissionen beeinflusst werden.

Standorte		Jahresmittelwerte 2015 PM ₁₀ in µg/m ³								
		H0	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
Kreuzlingen	Marktweg	17.87	17.69	17.69	17.53	17.87	17.63	17.87	17.87	17.63
Weinfelden	Berufsbildungszentrum	18.12	18.11	18.11	18.24	18.12	18.19	18.12	18.12	18.19
Weerswilen	Weerstein	17.29	17.19	17.19	17.18	17.29	17.31	17.29	17.29	17.31
Tänikon	NABEL-Messstation	18.01	18.01	18.01	17.91	18.01	17.91	17.98	17.98	17.88
Winterthur	Veltheim	19.69	19.80	19.80	20.04	19.69	20.00	19.69	19.69	20.00
Zürich	Stampfenbachstrasse	22.75	22.75	22.75	22.45	22.75	22.45	22.72	22.72	22.51
Zürich	Kaserne	22.48	23.22	22.72	22.72	22.76	22.48	22.76	22.48	22.48

Tab. 4.7.1–1 Feinstaub (PM₁₀) - Modellwerte der Jahresbasiskarte

Standorte		Modell	Messung	Delta	Delta (%)	Messung	Delta
		H0	2016	2016	2016	2016-2017	2016-2017
Kreuzlingen	Marktweg	17.9	13.4	4.4	33 %	14.9	2.9
Weinfelden	Berufsbildungszentrum	18.1	15.0	3.1	21 %		
Tänikon	NABEL-Messstation	18.0	11.4	6.6	58 %	12.0	6.0
Winterthur	Veltheim	19.7	13.5	6.2	46 %	14.8	4.9
Zürich	Stampfenbachstrasse	22.7	16.2	6.5	40 %	17.4	5.3
Zürich	Kaserne	22.5	14.6	7.9	54 %	16.2	6.3

Tab. 4.7.1–2 Feinstaub (PM₁₀) - Vergleich Modellwerte mit Messwerten

Die Abweichung zwischen dem Modellwert der Jahresbasiskarte und den Jahresmittelwerten (2016) für die Feinstaubbelastung (Tab. 4.7.1–2) beträgt für die Standorte Kreuzlingen und Weinfelden im Mittel 3.75 µg/m³, für die Standorte in den Städten Winterthur und Zürich im Mittel 6.86 µg/m³. Damit wird die Feinstaubbelastung im Thurtal und der Agglomeration Kreuzlin-

gen/Konstanz (Bodenseebecken) um rund $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gegenüber der Agglomeration Zürich unterschätzt. Dieser Befund wird auch durch die Messwerte von 2014 und 2015 bestätigt. Im Jahr 2014 weicht die Feinstaubbelastung in Weinfeldern um $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in Zürich um $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vom Modellwert ab.

Verwendet man die Hektarbelastung von Kreuzlingen für Konstanz als Näherung, so weichen die Jahresmittelwerte in Konstanz in den Jahren 2014 und 2015 nur um 1.2 resp. $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vom Modellwert ab, wohingegen die Jahresmittelwerte von Zürich um mehr als $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vom Modellwert abweichen.

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass die mittlere jährliche Feinstaubbelastung in der Jahresbasiskarte im Raum Zürich deutlich überschätzt wird. Ein Teil dieser Überschätzung wird durch eine gezielte Überhöhung der modellierten Werte vom Kanton Zürich der Basisjahreskarte von 2015 verursacht. Unabhängig vom Untersuchungsgebiet wird die PM10-Belastung fundamental überschätzt.

4.7.2. Stickstoffdioxid NO₂

Aus Tab. 4.7.2–1 ist ersichtlich, dass die Messstandorte die lokale Belastungssituation sehr gut repräsentieren. Die Hektaren der Standorte sind nicht durch lokale Emittenten beeinflusst. Zu den angrenzenden Hektaren besteht kein Gradient bei der Immissionsbelastung (Modellwerte). Damit kann davon ausgegangen werden, dass die Standorte auch im näheren Umfeld nicht durch lokale Emissionen beeinflusst werden.

Standorte		spXCoord	spYCoord	Jahresmittelwerte 2015 NO ₂ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$								
				H0	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
Kreuzlingen	Marktweg	2730174	1278960	19.29	21.12	19.15	18.80	21.16	18.77	21.15	19.69	19.25
Weinfeldern	Berufsbildungszentrum	2725371	1269705	16.20	16.65	17.12	16.94	16.27	17.09	16.30	16.52	16.50
Weerswilen	Weerstein	2727741	1271190	11.66	11.30	11.37	11.36	11.65	11.70	11.90	11.95	11.98
Tänikon	NABEL-Messstation	2710501	1259810	13.06	12.83	13.01	12.93	12.92	12.86	13.29	12.97	12.76
Winterthur	Veltheim	2696556	1262725	21.44	22.67	22.74	22.70	21.64	21.93	22.25	21.80	21.86
Zürich	Stampfenbachstrasse	2683146	1249020	33.10	32.76	32.84	33.01	33.62	33.23	34.54	33.30	32.61
Zürich	Kaserne	2682451	1247990	31.30	31.54	32.35	31.11	32.03	31.66	32.08	31.80	31.66

Tab. 4.7.2–1 Stickstoffdioxid NO₂ - Modellwerte der Jahresbasiskarte

Standorte		Modell	Messung	Delta	Delta (%)
		H0	2016	2016	2016
Kreuzlingen	Marktweg	19.3	18.0	1.3	7 %
Weinfeldern	Berufsbildungszentrum	16.2	19.7	-3.5	-18 %
Tänikon	NABEL-Messstation	13.1	11.9	1.2	10 %
Winterthur	Veltheim	21.4	18.8	2.6	14 %
Zürich	Stampfenbachstrasse	33.1	31.4	1.7	5 %
Zürich	Kaserne	31.3	28.3	3.0	11 %

Tab. 4.7.2–2 Stickstoffdioxid NO₂ - Vergleich Modellwerte mit Messwerten

Die Jahresmittelwerte (2016) für die Stickstoffdioxidbelastung weichen sowohl nach unten und nach oben von den Modellwerten der Jahresbasiskarte (Tab. 4.7.2–2) ab. Die Abweichungen sind auch von Jahr zu Jahr unterschiedlich. Es kann keine systematische Abweichung wie bei der Feinstaubbelastung festgestellt werden.

5. Anhang

5.1. Auswertungen 2016 ¹

Feinstaub (PM10)	Dübendorf	Konstanz	Kreuzlingen	Tänikon	Weerswilen	Weinfelden	Winterthur	Zürich Kaserne	
Jahresmittel	13.7	14.6	13.4	11.4	10.1	15.0	13.5	14.6	µg/m ³
Höchstes Tagesmittel	59.9	50.2	46.3	50.5	48.6	47.7	55.0	74.3	µg/m ³
Anzahl Grenzwertüberschreitungen	2	1	0	1	0	0	1	2	

Tab. 5.1–1 Jahreswerte Feinstaub (PM10)

Stickstoffdioxid (NO ₂)	Dübendorf	Konstanz	Kreuzlingen	Tänikon	Weerswilen	Weinfelden	Winterthur	Zürich Kaserne	
Jahresmittel	24.9	20.3	18.0	11.9	9.8	19.7	18.8	28.3	µg/m ³
95-Perzentil	59.3	47.1	42.8	33.4		41.7	46.0	62.2	µg/m ³
Höchstes Tagesmittel	65.6	51.6	52.3	51.0		52.0	69.8	67.7	µg/m ³
Anzahl Grenzwertüberschreitungen	0	0	0	0		0	0	0	

Tab. 5.1–2 Jahreswerte Stickstoffdioxid (NO₂)

Ozon (O ₃)	Dübendorf	Konstanz	Kreuzlingen	Tänikon	Weerswilen	Weinfelden	Winterthur	Zürich Kaserne	
Maximales Stundenmittel	174.0	154.0	164.6	174.4	152.9	144.3	174.1	168.0	µg/m ³
Anzahl Grenzwertüberschreitungen	207	196	195	162	155	96	173	182	
Tage mit Grenzwertüberschreitungen	40	43	43	38	24	23	38	35	
Max. 98-Perzentil	142.0	142.5	136.6	135.1	135.1	126.9	134.9	136.0	µg/m ³
Max. 98-Perzentil Überschreitungen	6	6	6	6	6	6	6	6	
AOT40 Wald	12.0	12.5	12.5	11.9	10.2	9.4	11.4	11.1	ppmh

Tab. 5.1–3 Jahreswerte Ozon (O₃)

¹ Die Jahreswerte des Feinstaubes von Weerswilen und alle Jahresmittel des Elementaren Kohlenstoffes basieren auf unvollständigen Messreihen (*).

Elementarer Kohlenstoff (EC)	Dübendorf	Konstanz	Kreuzlingen	Tänikon	Weerswilen	Weinfelden	Winterthur	Zürich Kaserne	
Jahresmittel	0.66	0.81	0.59	-	0.36	0.88	0.64	0.60	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tab. 5.1–4 Elementarer Kohlenstoff (EC)

5.2. Streuung der Stundenmittelwerte

Anhand der Boxplot (unteres Quartil, Median, oberes Quartil) wird die Streuung der Stundenwerte über die Messperiode 2016 dargestellt. Als Kreis ist zusätzlich der Mittelwert angegeben.

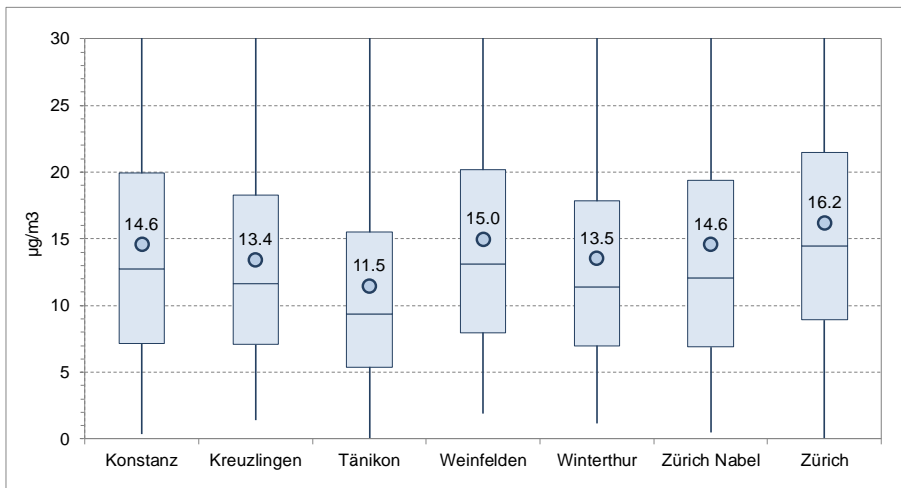


Abb. 5.2–1 Boxplot Feinstaub (PM10)

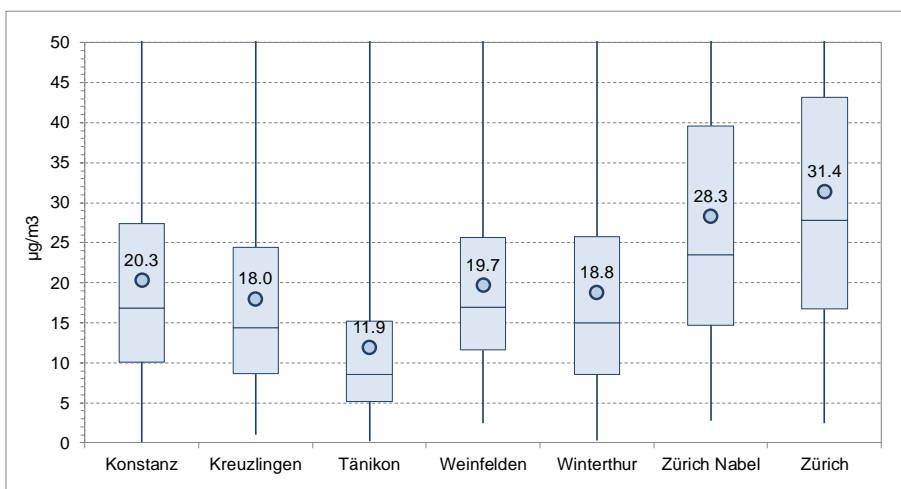


Abb. 5.2–2 Boxplot Stickstoffdioxid (NO2)

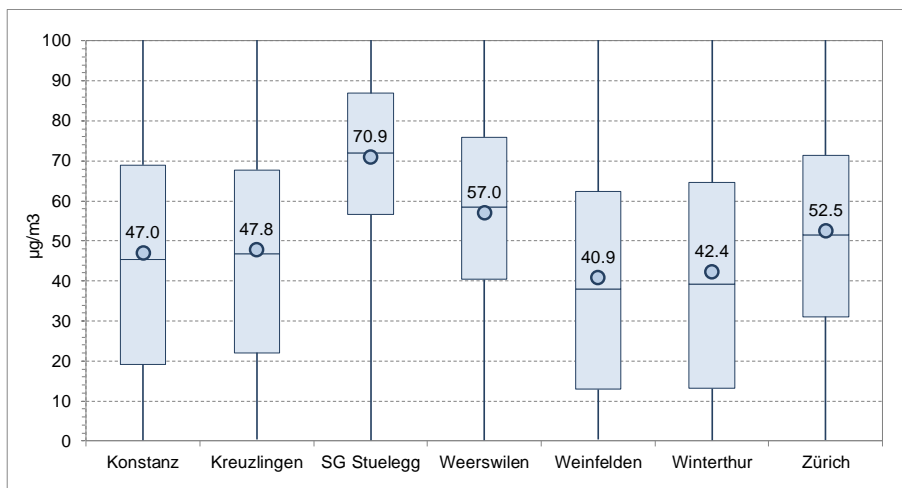


Abb. 5.2–3 Boxplot Ozon (O3)

5.3. Wochengänge

Untenstehende Wochengänge wurden aufgrund der Stundenwerte von 2016 berechnet.

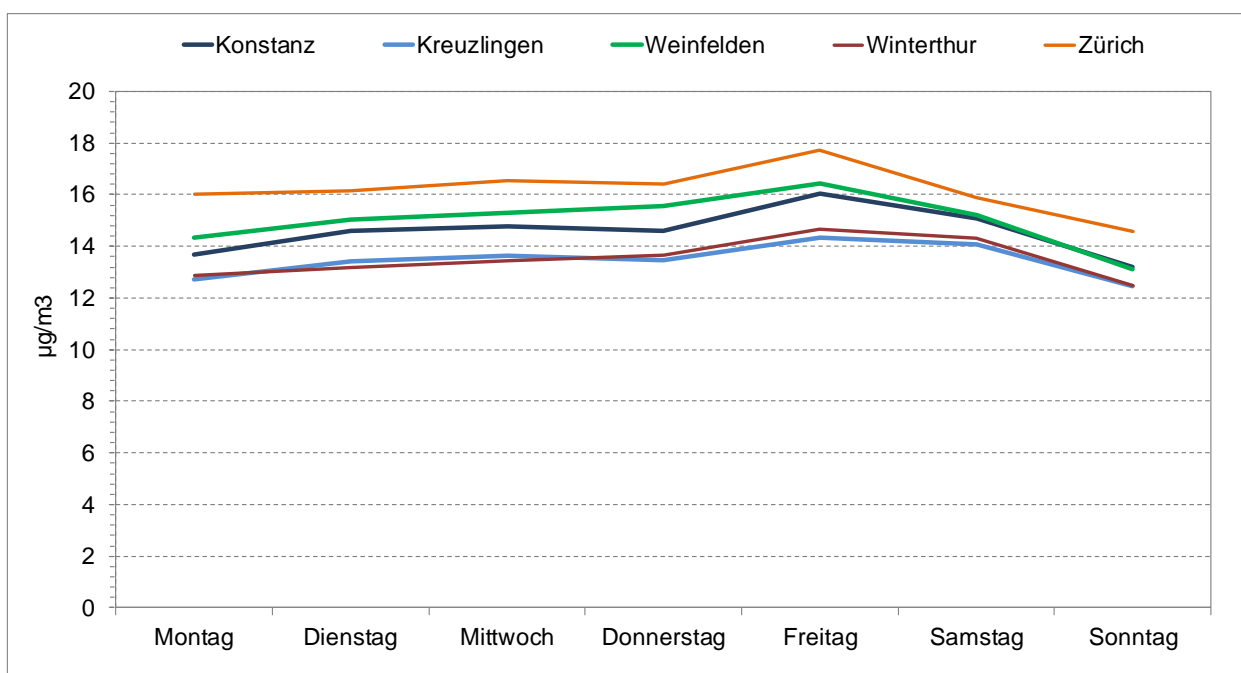


Abb. 5.3–1 Wochengang Feinstaub (PM10)

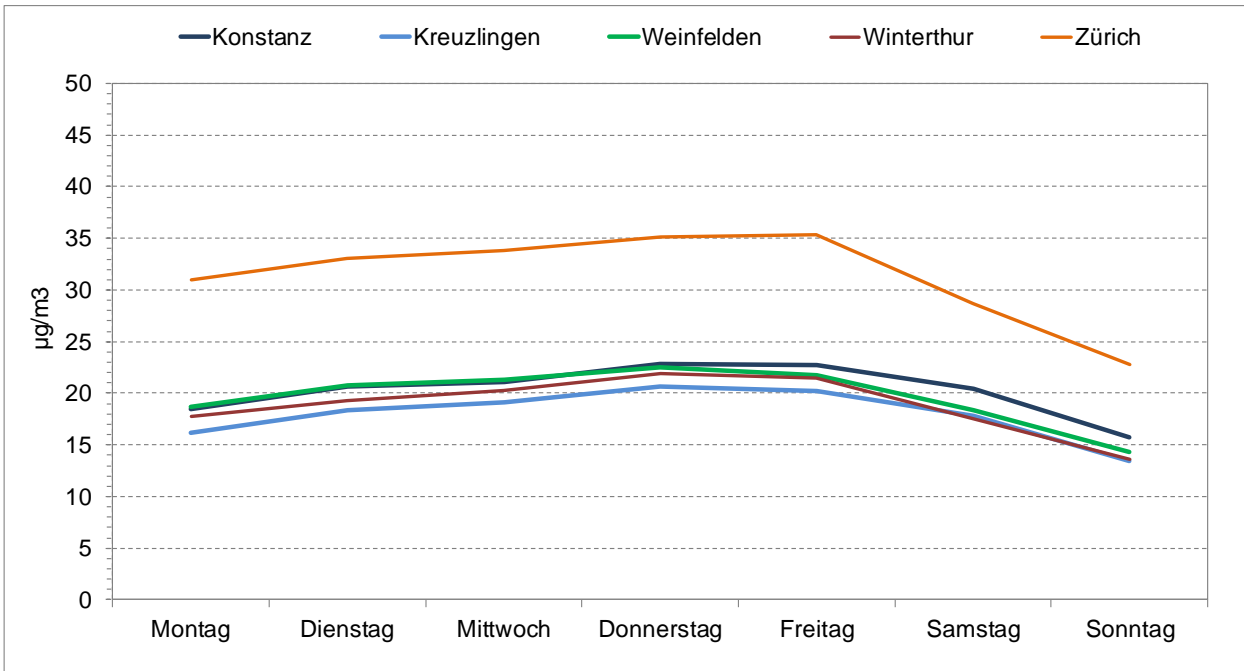


Abb. 5.3–2 Wochengang Stickstoffdioxid (NO₂)

5.4. Tagesgänge

Untenstehende Tagesgänge wurden aufgrund der Stundenwerte von 2016 berechnet.

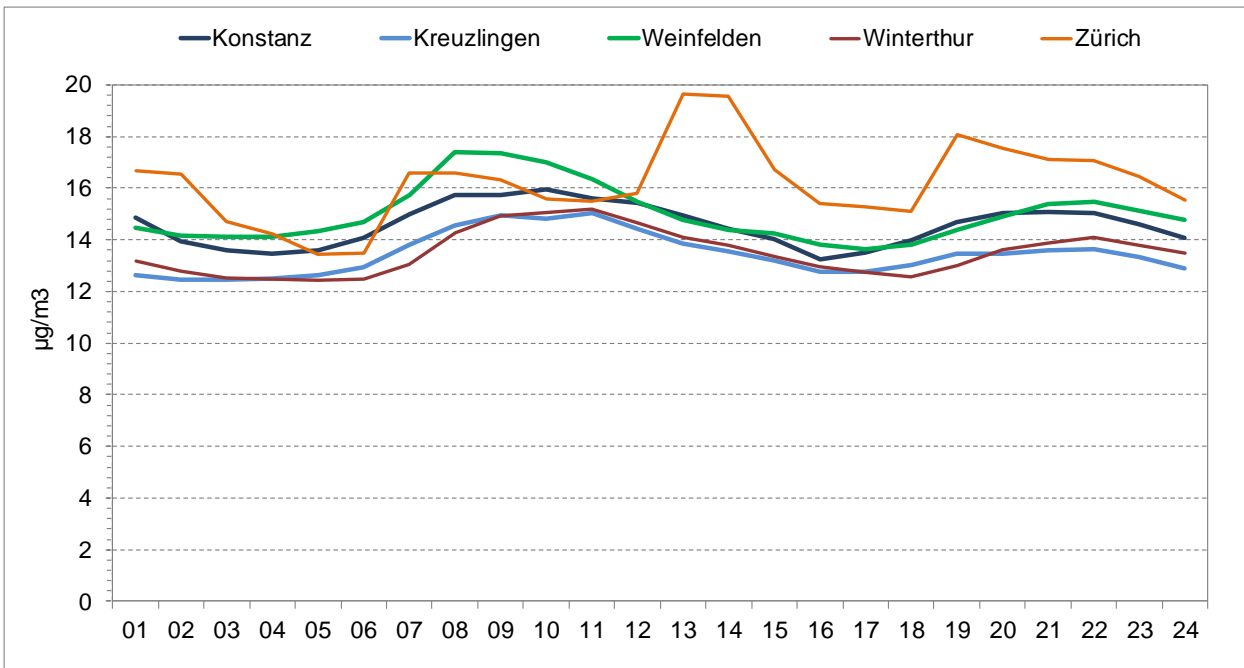


Abb. 5.4–1 Tagesgang Feinstaub (PM₁₀)

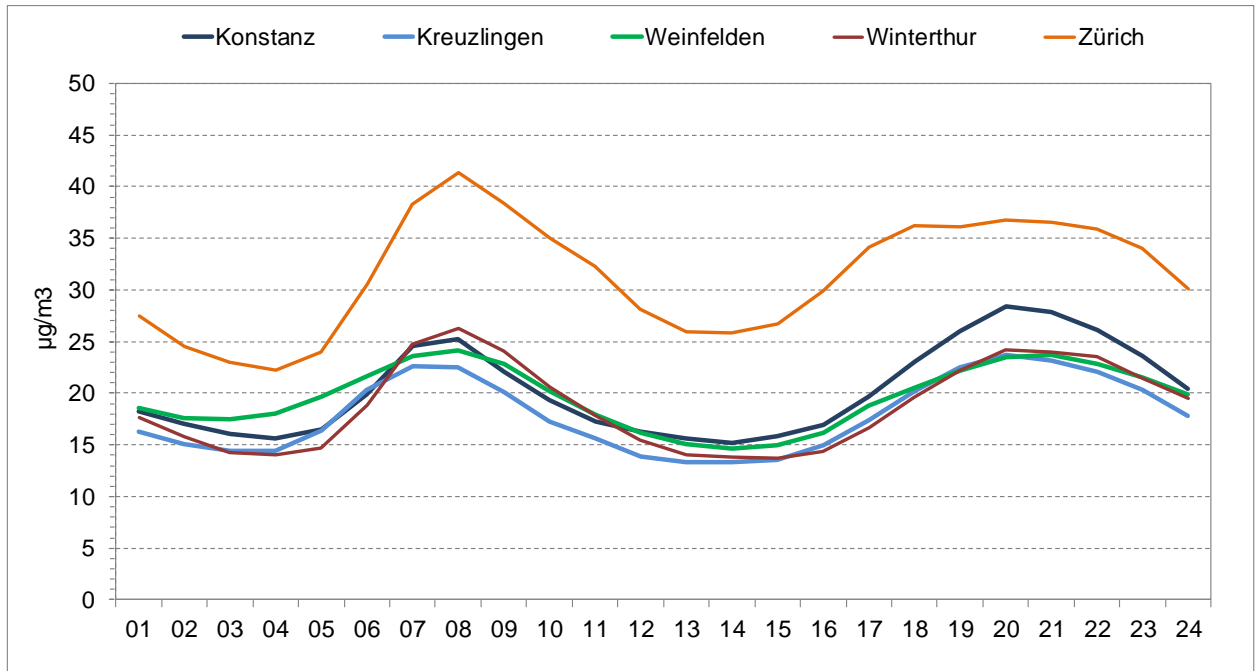


Abb. 5.4–2 Tagesgang Stickstoffdioxid (NO₂)

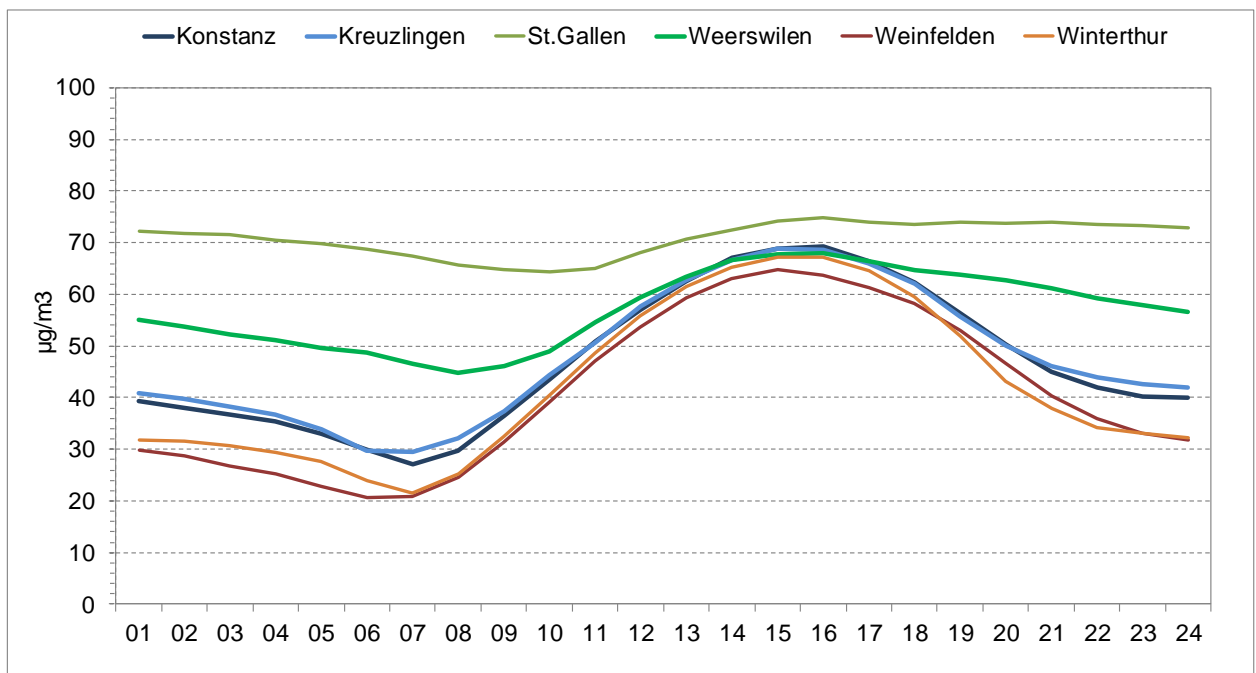


Abb. 5.4–3 Tagesgang Ozon (O₃)

5.5. Übersicht Korrelationen

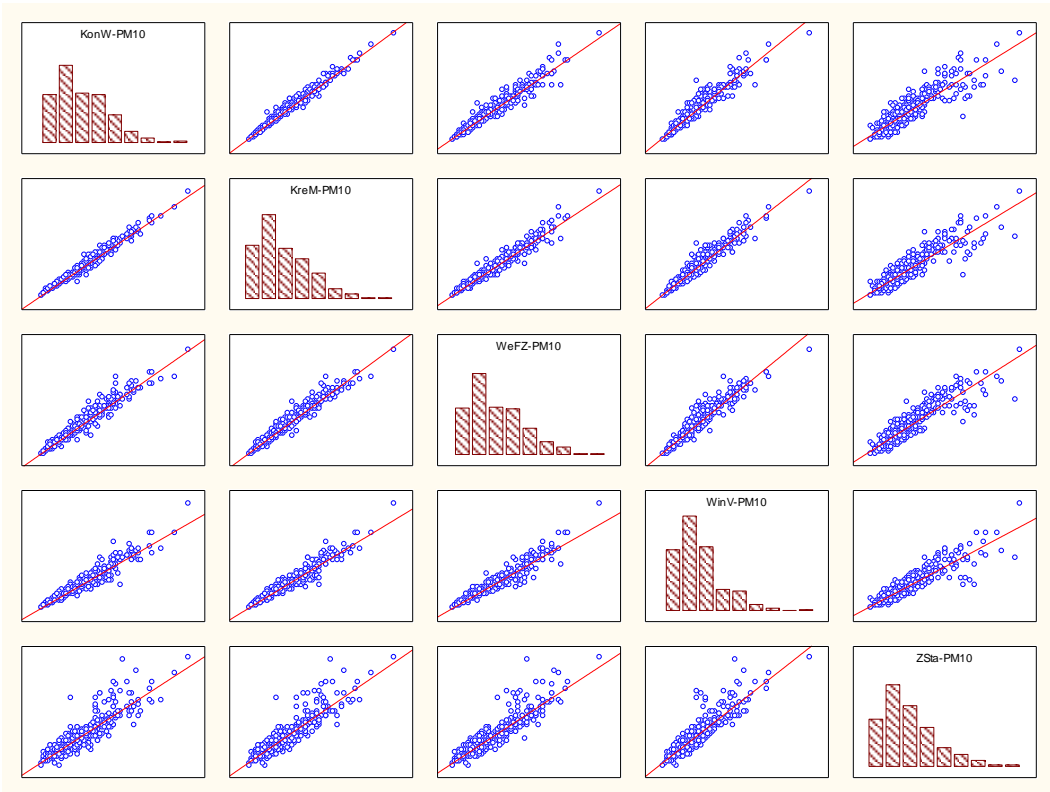


Abb. 5.5–1 Feinstaub (PM10) – Korrelationen Tageswerte

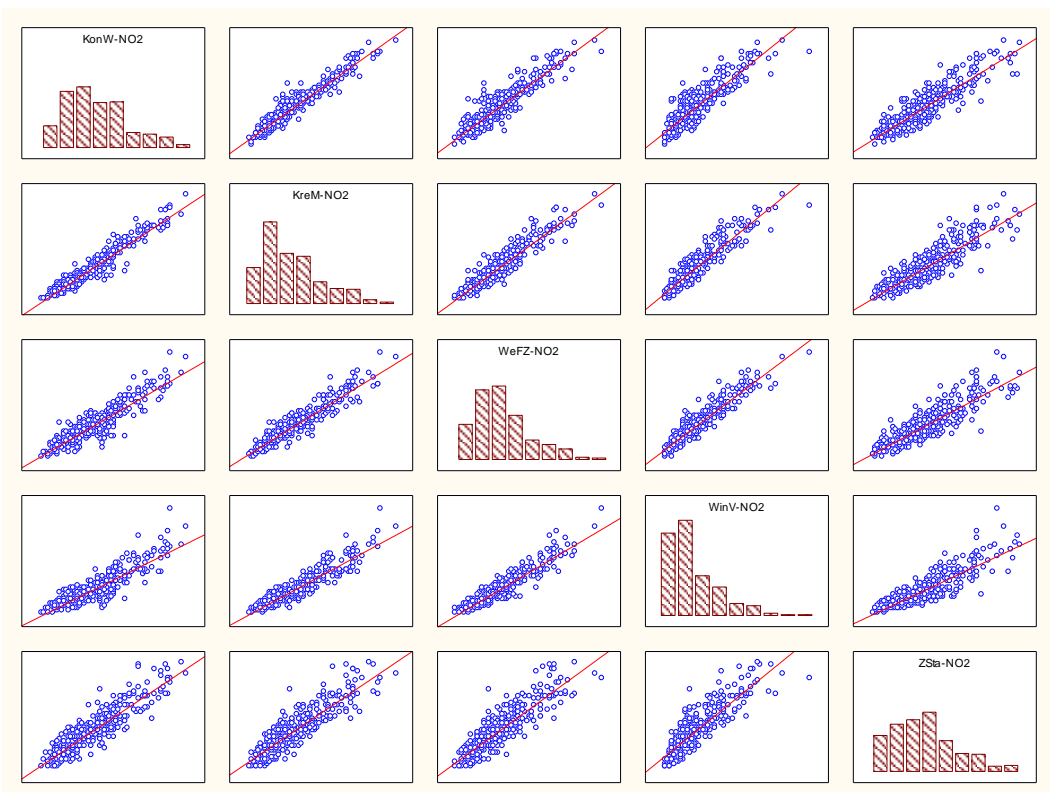


Abb. 5.5–2 Stickstoffdioxid (NO2) – Korrelationen Tageswerte

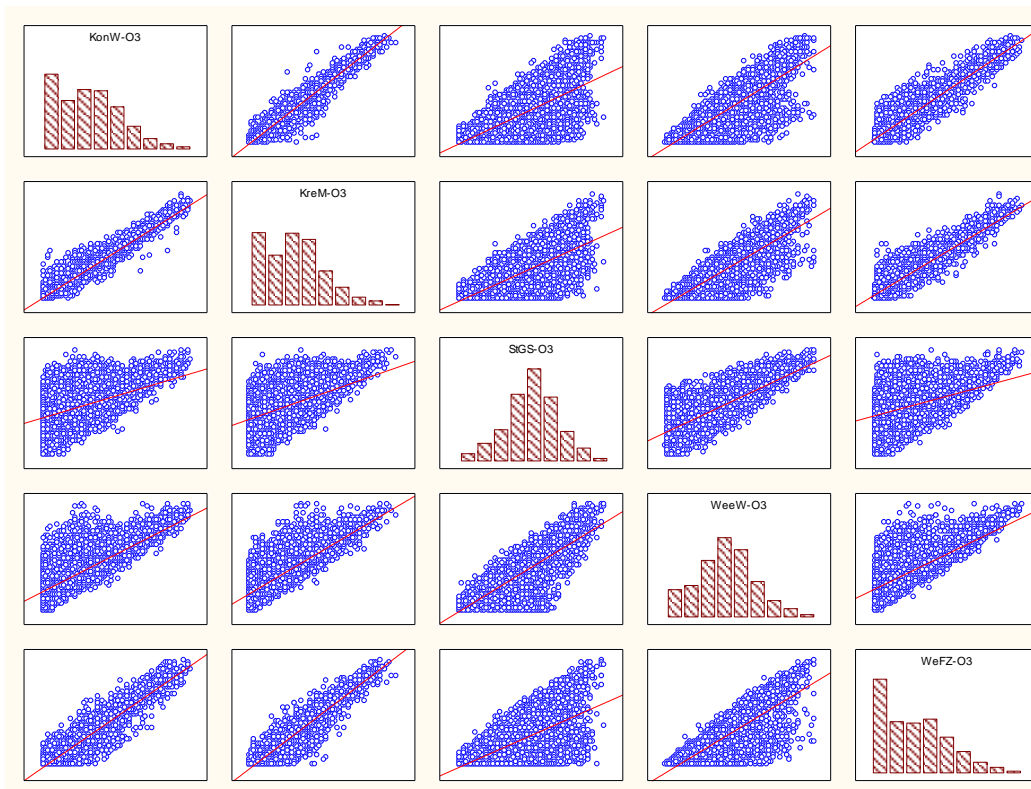


Abb. 5.5–3 Ozon (O₃) – Korrelationen Stundenwerte

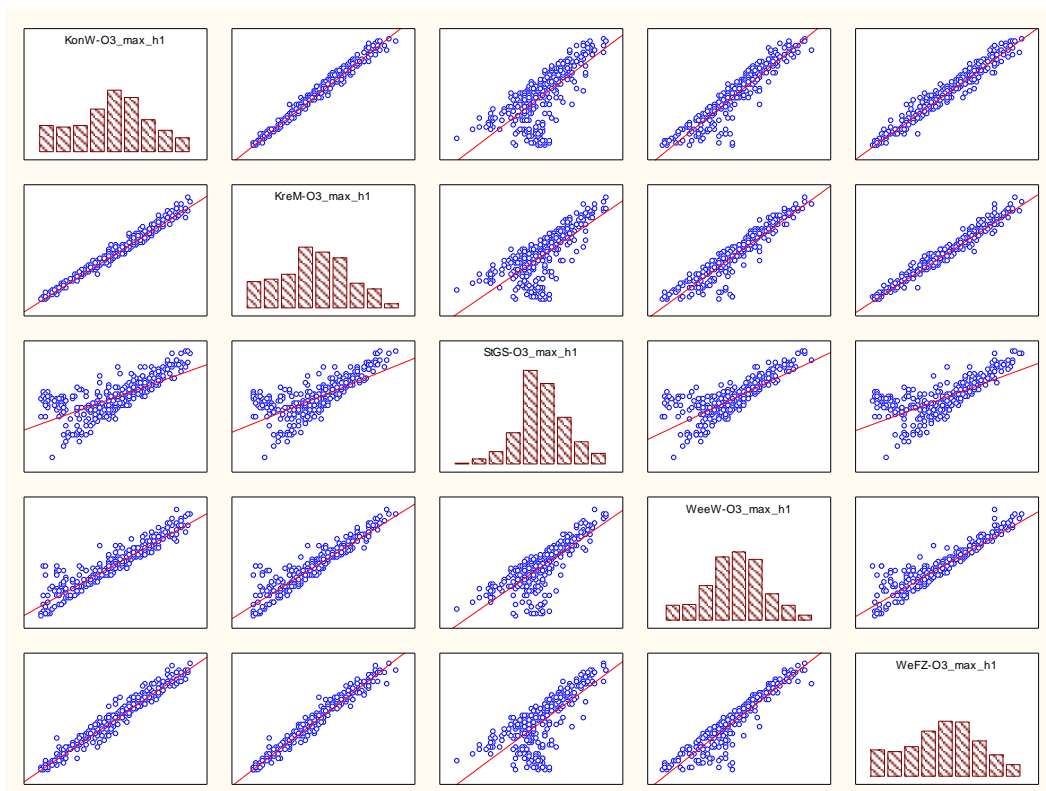


Abb. 5.5–4 Ozon (O₃) – Korrelationen max. Stundenwert pro Tag