

NO₂-Passivsammler

**Auswertungen des ersten
OSTLUFT-Messzyklus 2002 - 2004 und
Trendbeurteilung 1994 - 2004**



Impressum:

Kurztitel: NO₂-Passivsammler, Auswertungen 2005
Oktober 2005

Herausgeber: OSTLUFT

Bezug: Download unter www.ostluft.ch
oder Bestellung bei
OSTLUFT, Geschäftsleitung, Stampfenbachstr. 12, Postfach, 8090 Zürich
Tel. 043 259 30 18, Fax. 043 259 51 78, E-Mail: bestellungen@ostluft.ch

Copyright: Abdruck mit Quellenangabe erwünscht

Inhaltsverzeichnis

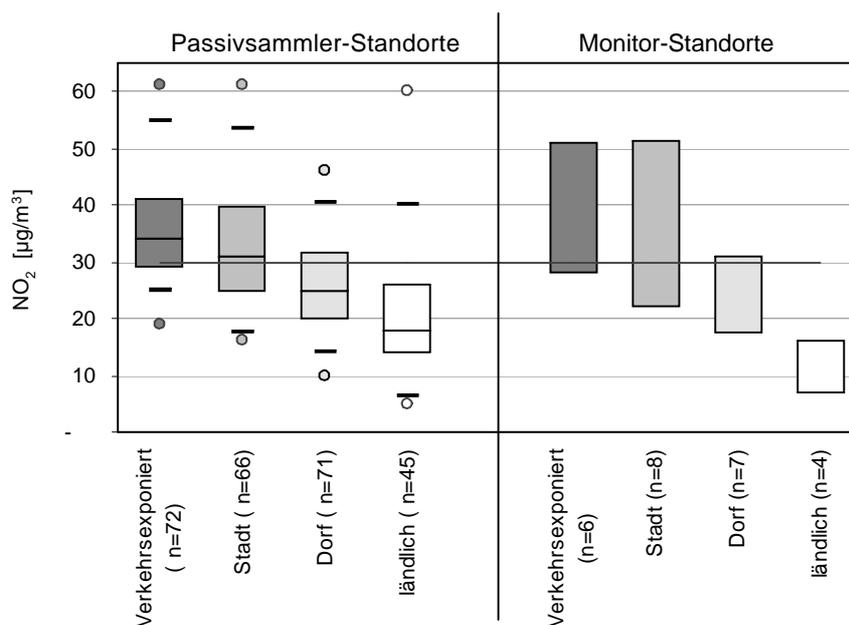
Zusammenfassung	2
NO ₂ -Belastung in den verschiedenen Standortklassen und Regionen (Zeitraum 2002-2004)	4
Belastungsbereiche und Grenzwertbezug	5
"Hintergrundbelastung"	5
Differenzierte Verkehrsklassierung	6
Fazit	12
Entwicklung der Belastung seit 1994	13
Auswahl der Zeitreihen	13
Trend in den verschiedenen Standortklassen	13
Trend an den automatischen Messstationen	15
Fazit	16
Vergleich der NO ₂ -Belastung mit Verkehrszahlen	17
Fazit	19
Anhänge:	
Standorte mit langjährigen Messreihen für Trendbeurteilung	Anhang A
Standorte mit verfügbaren Verkehrsmessstellen	Anhang B
Typisierungsschema OSTLUFT	Anhang C
Erklärung der Piktogramme und OSTLUFT-Karte mit Messregionen	Anhang D

Die vollständigen Listen der NO₂-Passivsammlermessungen sind in den OSTLUFT Berichten "Luftqualität 2001ff" und unter www.ostluft.ch (Messwerte – NO₂-Passivsammler) veröffentlicht.

Zusammenfassung

Im Gebiet von OSTLUFT wird, als ein Element des Luftqualitäts-Monitorings, ein NO₂-Passivsammlernetz betrieben mit 103 Dauermessstandorten und 159 Verdichtungsstandorten, die im Dreijahres-Rhythmus gemessen werden. Ein bedeutender Anteil der Standorte wurde in der Zeit vor OSTLUFT bereits durch die Kantone beprobt. Die kantonalen Daten der langjährigen Messreihen wurden durch Reihenüberführungen homogenisiert und in die OSTLUFT-Datenbank übernommen. Damit stehen neben aktuellen Messwerten einige über 11-jährige Messreihen für Trendbeurteilungen zur Verfügung. Nach dem ersten dreijährigen Messzyklus wurden die Ergebnisse der NO₂-Passivsammlermessungen ausgewertet.

NO₂-Belastungssituation 2002 bis 2004



Vergleich der Wertebereiche der Passivsammlerstandorte (Median, Minimum, Maximum sowie 5, 25, 75 und 95%-Werte) mit den der automatischen Messstationen (nur Minimum, Maximum) (Beispiel 2003)

Mit dem Passivsammlernetz kann die grosse Spannweite der NO₂-Belastung im OSTLUFT-Raum sicherer erfasst werden als mit dem kleinen Kollektiv der automatischen Stationen. Insbesondere wird aufgrund der Messresultate der automatischen Stationen die NO₂-Belastung in den dörflichen Gebieten deutlich unterschätzt. Mit den NO₂-Passivsammler werden 23 Standorte in Dörfern (20-30% der Standorte dieser Kategorie) ausgewiesen, bei denen der NO₂-Jahresmittelgrenzwert zwischen 2002 und 2004 mindestens einmal überschritten wurde. Das Passivsammlernetz liefert durch die breite geografische Verteilung insbesondere für nicht direkt verkehrsdominierte Standorte in den verschiedenen Siedlungsklassen besser gesicherte "Hintergrundbelastungen". Die Hintergrundbelastungen unterscheiden sich zwischen Grosstadt (Zürich, Median 28 µg/m³), Stadt / Dorf (Median 20 µg/m³) und ländlichen Standorten (Median unter 700m ü.M bei 17 µg/m³ respektive 9 µg/m³ über 700m ü.M.).

Bei der Gruppierung nach Standortklassen überlappen sich die Belastungsbereiche stark. Im Gesamtbild sind die Einflussgrössen "Verkehr" und "Siedlung" aber klar erkennbar. Die NO₂-Belastung steigt mit zunehmendem Verkehrseinfluss an und - etwas schwächer - auch mit zunehmendem Siedlungseinfluss.

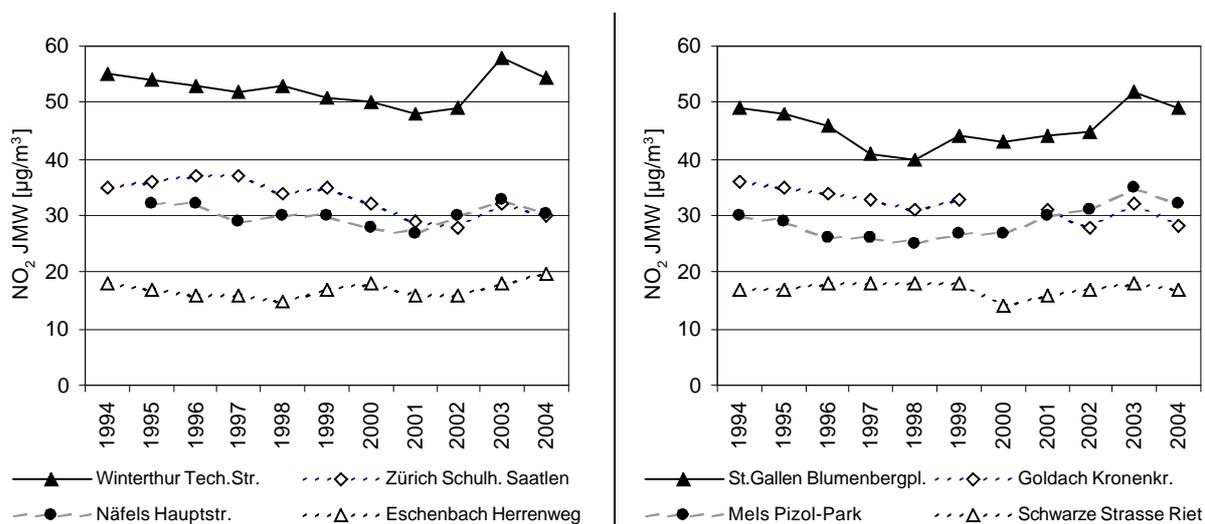
Während die NO₂-Belastungen aller städtischer Standorte an Hauptverkehrsachsen klar über dem Jahresmittel-Grenzwert liegen, erlaubt der Standorttyp beim Grossteil der andern siedlungs- respektive verkehrsbeeinflussten Standorte keine eindeutige Aussage im Bezug zum Grenzwert.

Für die Belastung an einem Standort ist nicht die Regionen- oder Kantonszuordnung entscheidend sondern konkrete Standorteinflüsse. Dabei spielen auch eine Vielzahl von mit dem Typisierungssystem nicht erfassbaren Standortfaktoren eine wesentliche Rolle. Bei der gegenwärtigen Datenlage lässt sich mit kantonalen Verkehrszählungen die NO₂-Belastung und deren Entwicklung am entsprechenden Standort nicht wesentlich besser erklären.

NO₂-Belastungsentwicklung 1994 bis 2004

Das Datenkollektiv der NO₂-Passivsammler im OSTLUFT-Gebiet beinhaltet 61 mindestens elfjährige Zeitreihen (1994 bis 2004). Für Trendbeurteilungen eignen sich nur durchgängige Messreihen. Bei einem von Jahr zu Jahr sich ändernden Standortkollektiv werden die statistischen Kenngrößen zu stark von dessen Zusammensetzung in den einzelnen Messjahren beeinflusst.

Schweizweit sind an langjährigen Messreihen, für die bereits vor und zu Beginn der 90er Jahre verlässliche Daten vorliegen, klar abnehmende Trends bei den NO₂-Jahresmittelwerten erkennbar (vgl. BUWAL, Grafik "Entwicklung seit 1988"¹). In der zweiten Hälfte der 90er Jahre verflachen sich diese Trends und werden in den meisten BUWAL-Standortkategorien durch jährliche Schwankungen überlagert.



Beispiele von Zeitreihen unterschiedlich belasteter Standorte (NO₂-Jahresmittelwerte in µg/m³)

Entsprechend dieser Grundentwicklung der NO₂-Belastung sind Trendsignale im Zeitfenster 1994-2004 auch im OSTLUFT-Kollektiv der NO₂-Passivsammler schwach. Diese Beobachtung deckt sich weitgehend mit den Messergebnissen an automatischen Messstationen.

Nach Abnahmen anfangs der 90er Jahre sind die NO₂-Belastungen in den Jahren 2003 und 2004 an den verkehrsbelasteten Standorten wieder auf vergleichbarem Niveau wie zu Beginn der elfjährigen Betrachtungsperiode. Noch nicht gesichert ist, wieweit dies als witterungsbedingte Schwankungen oder als Stagnation respektive Trendumkehr aufzufassen ist.

Einzelne Standorte weichen im Verlauf teils deutlich vom Datenkollektiv der entsprechenden Standortklassen ab. Die Ursachen lassen sich teils durch bekannte Änderungen im Umfeld erklären; viele Änderungen sind aber in den verfügbaren Standortinformationen nicht dokumentiert.

Wegen meteorologischen Einflüssen braucht es grosse Änderungen bei den Emissionen (wie z.B. die Einführung des Katalysators) um in den Messreihen eine klar erkennbare Belastungsänderung zu bewirken.

Als Erfolgskontrolle ist es wichtig, bestehende Messreihen zu erhalten und weiterzuführen.

¹ Quelle www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fq_luft/luftbelastung/blick_zurueck/seit1988/ oder Status-Bericht der EKL "Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz", Schriftenreihe Umwelt Nr. 384, BUWAL 2005.

NO₂-Belastung in den verschiedenen Standortklassen und Regionen (Zeitraum 2002-2004)

Die Zeitperiode 2002-2004 umfasst den ersten dreijährigen Messzyklus von OSTLUFT in dem in allen Regionen das Kollektiv der Dauermessstandorte mit Zusatzstandorten verdichtet wurde. In diesem Zyklus werden die Einflüsse der verschiedenen Begleitfaktoren (Verkehrs- und Siedlungsklassierung, Region, Messjahr sowie Messrhythmus) auf die NO₂-Belastung untersucht.

Das Kollektiv ist geprägt von einer sehr unterschiedlichen Anzahl Standorte pro Kategorien-Kombination sowohl bei den Dauermessstandorten wie auch bei den Verdichtungsstandorten. Statistische Auswertungen sind aufgrund der Datenbasis in einzelnen Kombinationen kritisch.

Belastungsbereiche und Grenzwertbezug

Die Standortklassierung widerspiegelt in unterschiedlichem Mass die NO₂-Belastung. Die Spanne innerhalb der Klassen ist sehr gross und die Bereiche überlappen stark. Im Allgemeinen steigt die NO₂-Belastung mit zunehmendem Verkehrseinfluss und schwächer mit zunehmendem Siedlungseinfluss (Abb. 1 und Abb. 5) an.

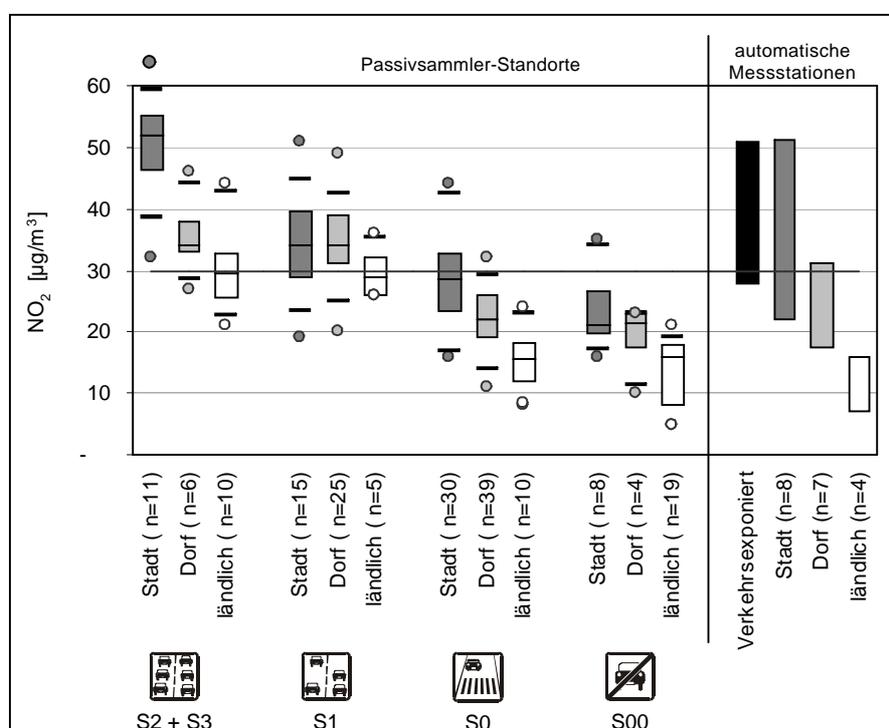


Abb. 1: Wertebereiche der NO₂-JMW [µg/m³] gegliedert nach vereinfachter Standortklassierung (vergl. OSTLUFT Luftgüte 2003) und Vergleich der Wertebereiche der Passivsammlerstandorte mit den der automatischen Messstationen (Beispiel Messjahr 2003)



Die Spannweite der NO₂-Belastung im OSTLUFT-Gebiet wird durch das Passivsammlernetz besser abgebildet als durch das relativ beschränkte Netz der automatischen Messstationen. Das Kollektiv der NO₂-Passivsammler-Standorte zeigt höhere Maximalbelastungen und breitere Spannweiten innerhalb der einzelnen Klassen als das Kollektiv der automatischen Messstationen.

Insbesondere sind in der Siedlungsklasse "Dorf" (H1) entsprechend den NO₂-Passivsammlern mit häufigen Grenzwertüberschreitungen zu rechnen. Die automatischen Messstationen in dieser Klasse halten den Jahresmittel-Grenzwert meist ein. Mit den NO₂-Passivsammlern werden an mehreren Standorten NO₂-Belastungen im Bereich der automatischen Messstation Zürich Schimmelstrasse und auch darüber erfasst. Bezüglich Jahresmittel-Grenzwert können die folgenden verallgemeinernden Feststellungen gemacht werden:

	 S00	 S0	 S1	 S2	 S3
 H00				>50%	keine PS-Werte
 H0			>25%	keine PS-Werte	keine PS-Werte
 H1			75%	75%	50%
 H2		<25%	>50%		keine PS-Werte
 H3	>25%	>25%			keine PS-Werte

Jahresmittel-Grenzwert

eingehalten

teilweise überschritten
(mit Anteil Überschreitungen)

überschritten

Tab. 1: Wahrscheinlichkeit von Überschreitungen des Jahresmittel-Grenzwerte für die verschiedenen Standortklassen.
(Die Aussage zu S3H3 wird mit den Messungen der automatischen Station Zürich Schwamendingen belegt)

"Hintergrundbelastung"

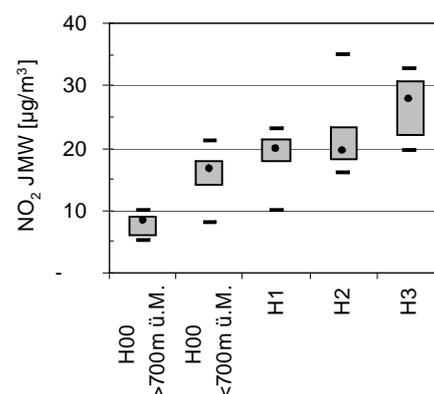
Die NO₂-Belastung verkehrsfreier Standorte (S00; = "Hintergrundbelastung") steigt bei wachsender Siedlungsgrösse an. Bei den effektiven Hintergrundstandorten ausserhalb den Siedlungen kann zwischen Höhenlagen (>700m ü.M.) und den Tieflagen (<700m ü.M.) unterschieden werden.

Auffälligkeiten in den einzelnen Klassen sind (Tab. 2 und Abb. 2):

- In der Klasse H00 <700m ü.M. weisen die höhergelegenen Standorte in Schaffhausen unterdurchschnittliche Werte um 10 µg/m³ auf.
- Der Minimalwert von 10 µg/m³ in der Klasse H1 ist von Schwellbrunn einem Standort auf 960m ü.M. .
- Der Maximalwert in der Klasse H2 von 35 µg/m³ wurde 2003 in der Fussgängerzone St.Gallen am Bärenplatz gemessen. Er übersteigt den Belastungsbereich der Grossstadt (H3, Zürich).

Als Hintergrundbelastungen in den verschiedenen Siedlungsklassen ergeben sich aus dem Datenkollektiv von 2002 bis 2004 folgende Werte:

Siedlungsklassen		Median [µg/m ³]	25%- Wert [µg/m ³]	75%- Wert [µg/m ³]	Stand- orte [Anzahl]	Mess- werte [Anzahl]
ländlich >700m ü.M. (H00)		8	6	9	6	10
ländlich <700m ü.M. (H00)		17	14	18	21	41
dörfliche Siedlungen (H1)		21	18	22	6	9
städtische Siedlungen (H2)		20	18	24	7	15
Grossstadt (H3)		28	22	31	7	11

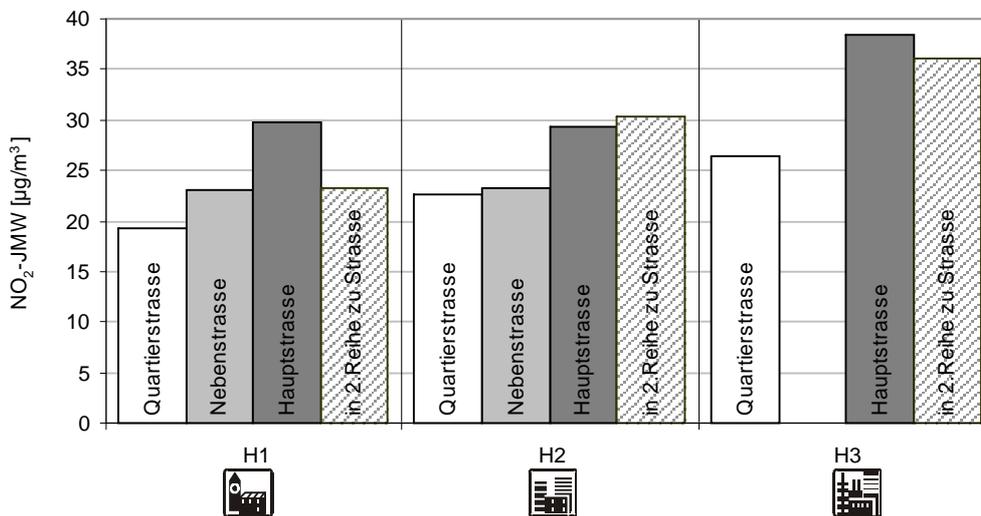


Tab. 2 und Abb. 2: NO₂-Belastung verkehrsfreier Standorte (= "Hintergrundbelastung") für die verschiedenen Siedlungsklassen (Jahresmittelwert in µg/m³).

Differenzierte Verkehrsklassierung

Die Verkehrsklasse S0 "mässiger Verkehr" umfasst Standorte mit sehr unterschiedlichem Verkehrsaufkommen (DTVs von 1-10'000) und entsprechend unterschiedlichem Verkehrsregime. In diese Klassen fallen auch Standorte, die innerhalb des Siedlungsgebietes mehr als 50 Meter von grossen Strassen entfernt und häufig durch Häuserzeilen abgeschirmt sind.

Eine weitere empirische Unterteilung dieser Verkehrsklasse zeigt, dass mit differenzierteren Verkehrsangaben die Belastungen besser aufgeteilt werden könnte. Die statistische Aufteilung dieser Verkehrsklasse (S0) ist aufgrund der grossen Zahl der Standorte in dieser Klasse möglich, es fehlen aber verlässliche Zuweisungskriterien.



Anzahl Standorte, n= 14 14 1 1 7 3 3 3 2 1 3

Abb. 3: Klassenmittelwerte nach Aufspaltung der Verkehrsklasse S0 zeigen den Einfluss des Strassentyps (Durchschnittswerte der Dauerstandorte 2002 bis 2004)

Weitere Differenzierungen

Das Messkonzept von OSTLUFT basiert auf einem Kollektiv von Dauermessstandorten (ca. 50) und Verdichtungsstandorten (ca. 150), die im 3-Jahres-Rhythmus gemessen werden, verteilt auf acht sogenannte Messregionen.

Abb. 4 zeigt die Häufigkeitsverteilung der NO₂-Werte der ersten 3-Jahresperioden aufgeteilt nach den Regionen. Die unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen in den verschiedenen Regionen resultieren vor allem aus den unterschiedlichen Siedlungs- und Verkehrsstrukturen und den unterschiedlicher Verteilung der Messstandorte. Die Region "Säntis" weist mit der grossen Variabilität von Standorten (Stadt St.Gallen bis Kronberg) auch die breiteste Verteilung bei der NO₂-Belastung auf.

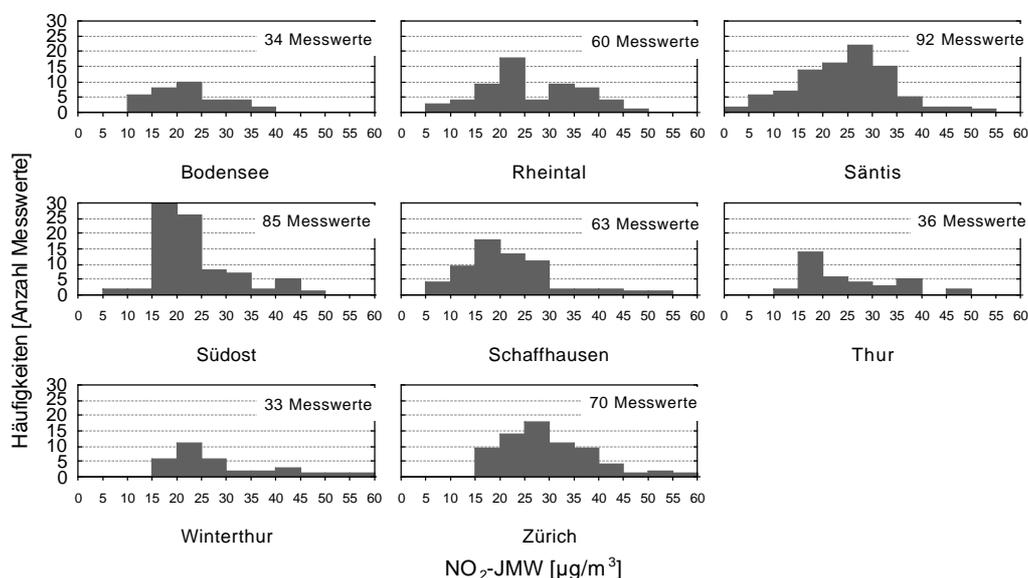


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der NO₂-Belastung nach Regionen (Messwerte 2002 bis 2004)

Die Differenzierung der Messresultate nach diesen Kriterien sowie die Verdichtungsstandorte und die Aufteilung in Regionen bringen gegenüber der Standortklassierung nach Verkehrs- und Siedlungsklassen keine ergänzenden oder differenziertere Informationen, wie die folgenden Abbildungen zeigen.

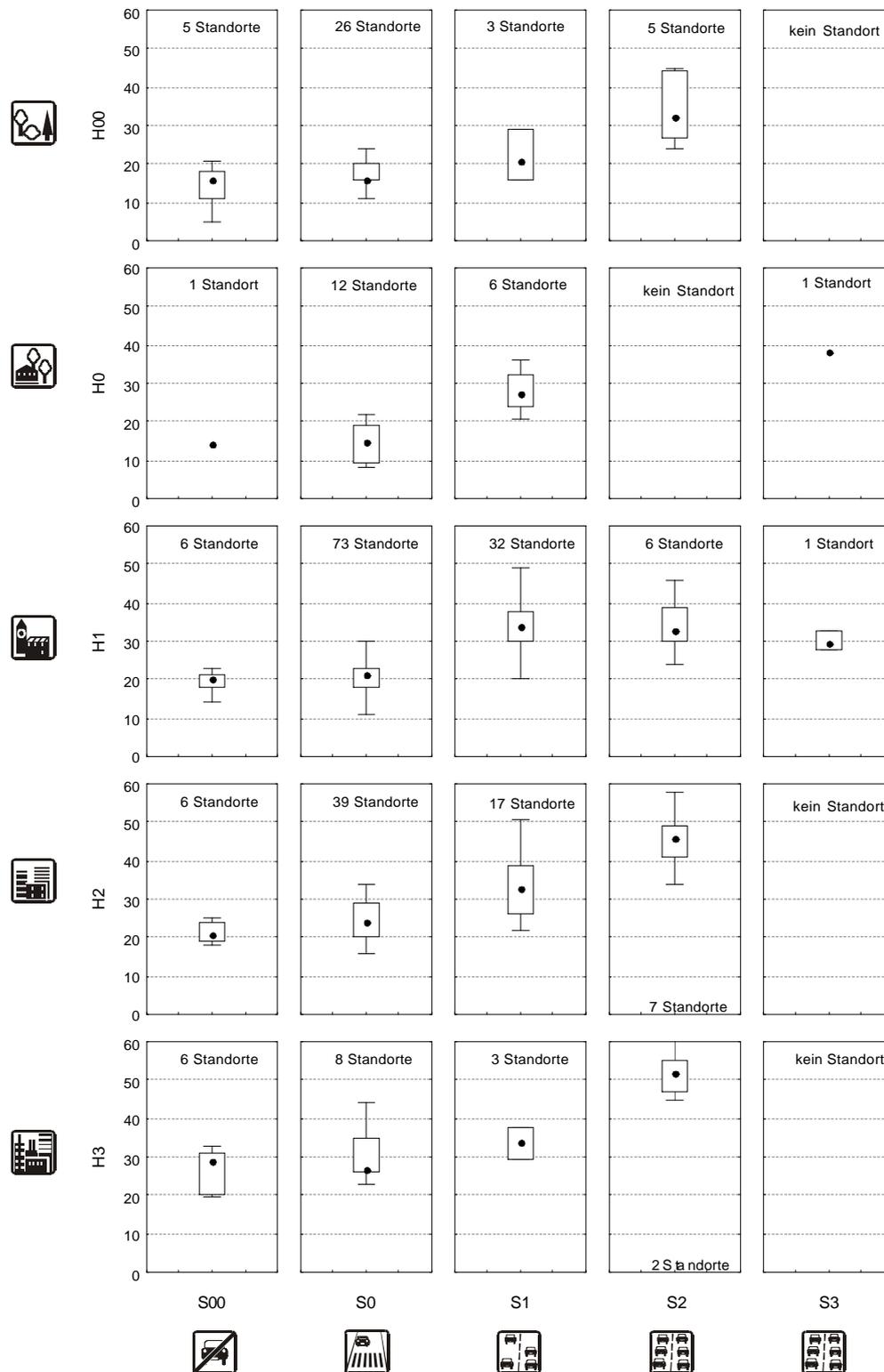


Abb. 5: Wertebereiche der NO₂-JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in den verschiedenen Standortklassen, Messwerte der Messperiode 2002 bis 2004, Gliederung auf der x-Achse nach zunehmendem Verkehr

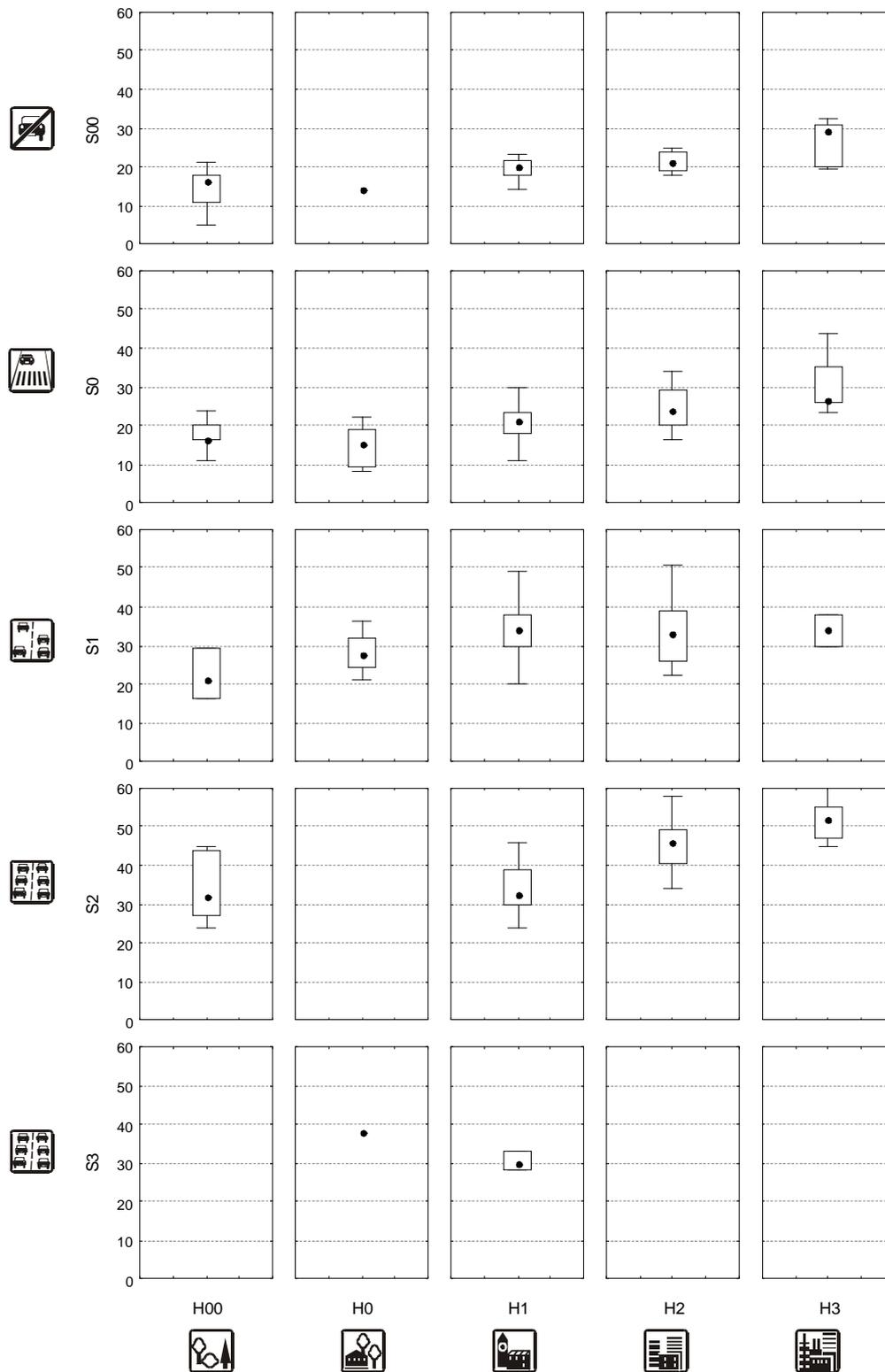


Abb. 6: Wertebereiche der NO₂-JMW [µg/m³] in den verschiedenen Standortklassen, Messwerte der Messperiode 2002 bis 2004, Gliederung auf der x-Achse nach zunehmendem Siedlungsgrösse

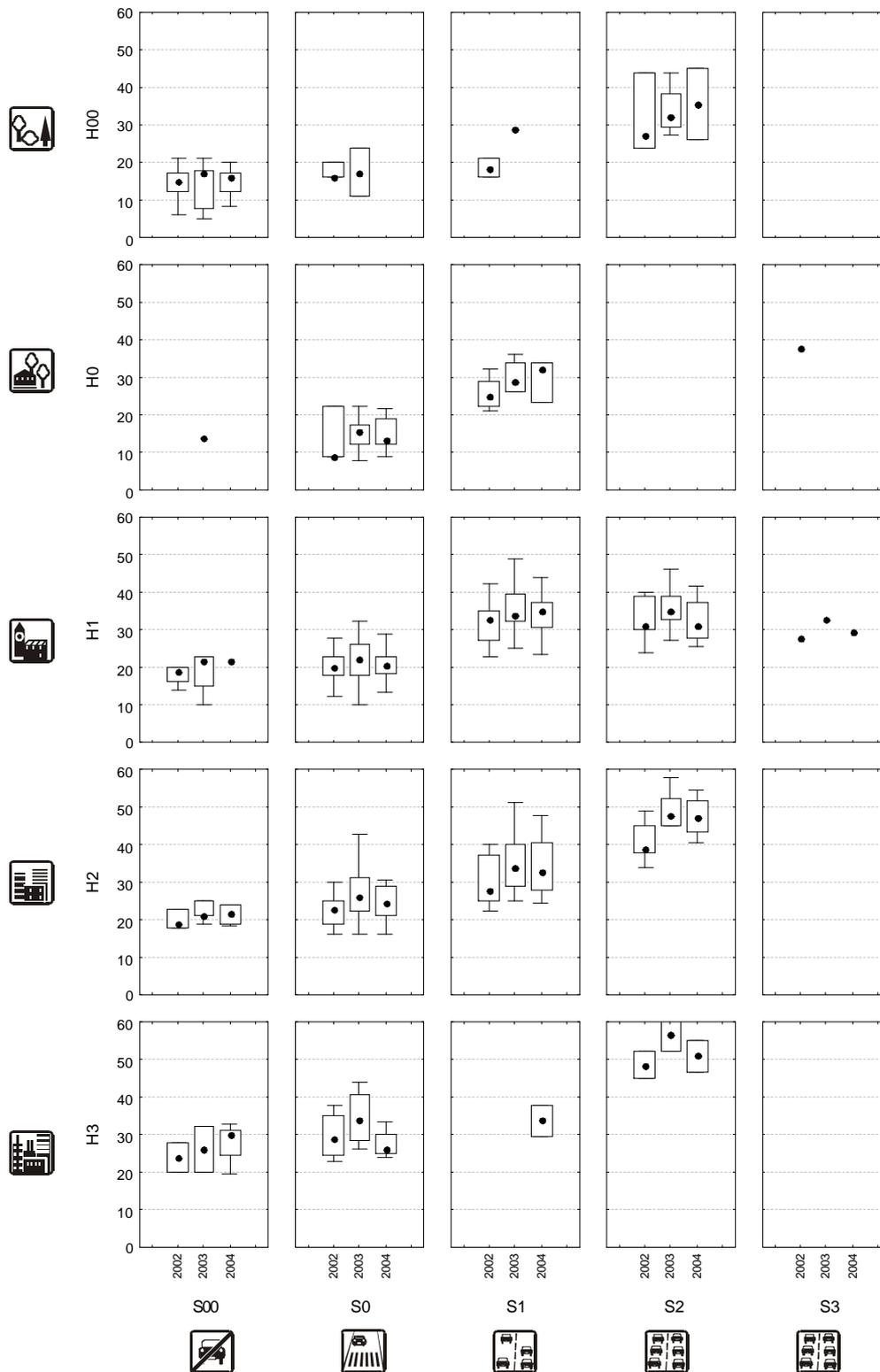


Abb. 7: Wertebereiche der NO₂-JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in den verschiedenen Standortklassen und Messjahren, 2002 bis 2004

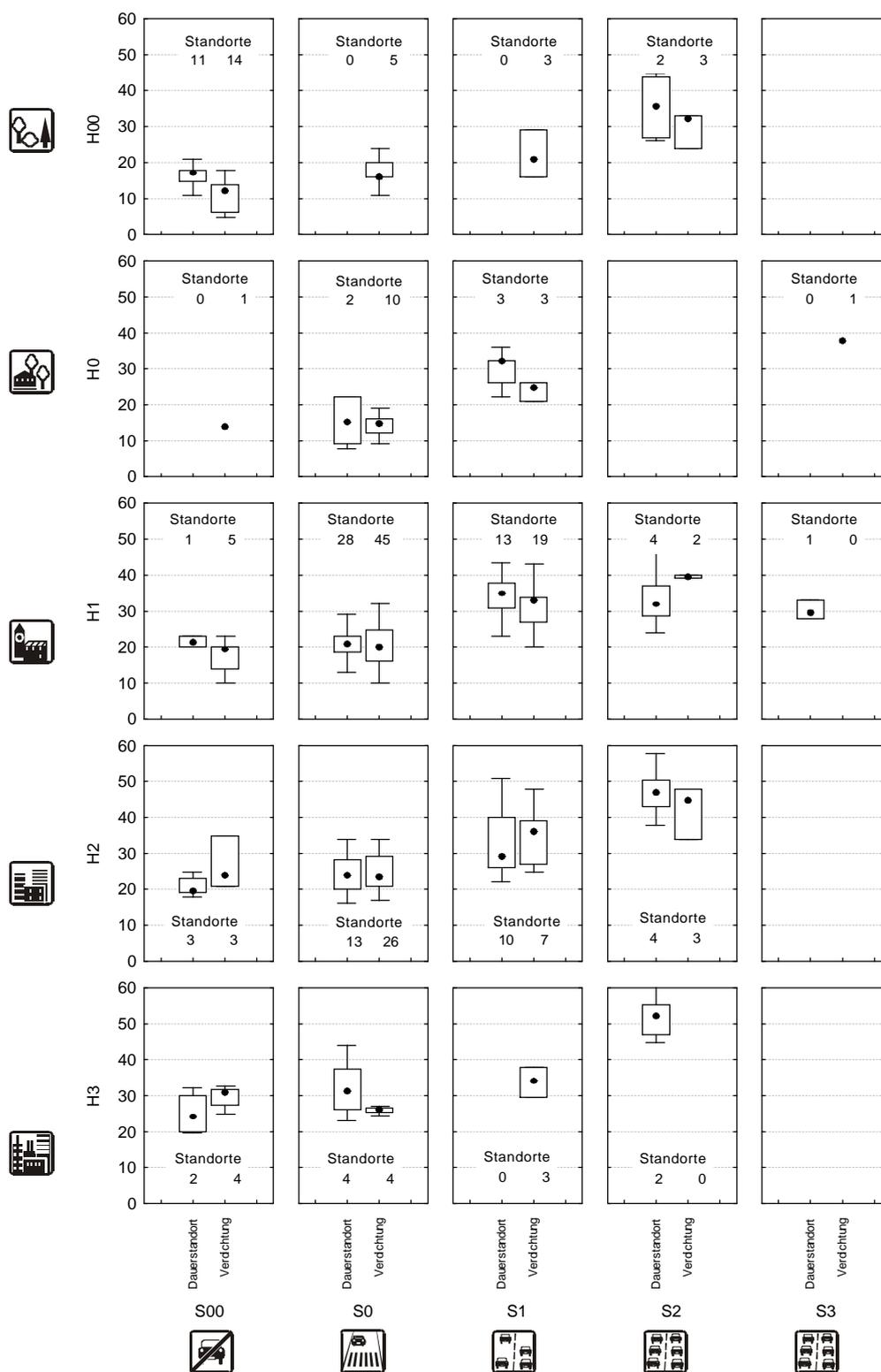


Abb. 8: Wertebereiche der NO₂-JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in den verschiedenen Standortklassen, aufgeteilt nach Dauermess- und Verdichtungs-Standorte (Messwerte der Messperiode 2002 bis 2004)

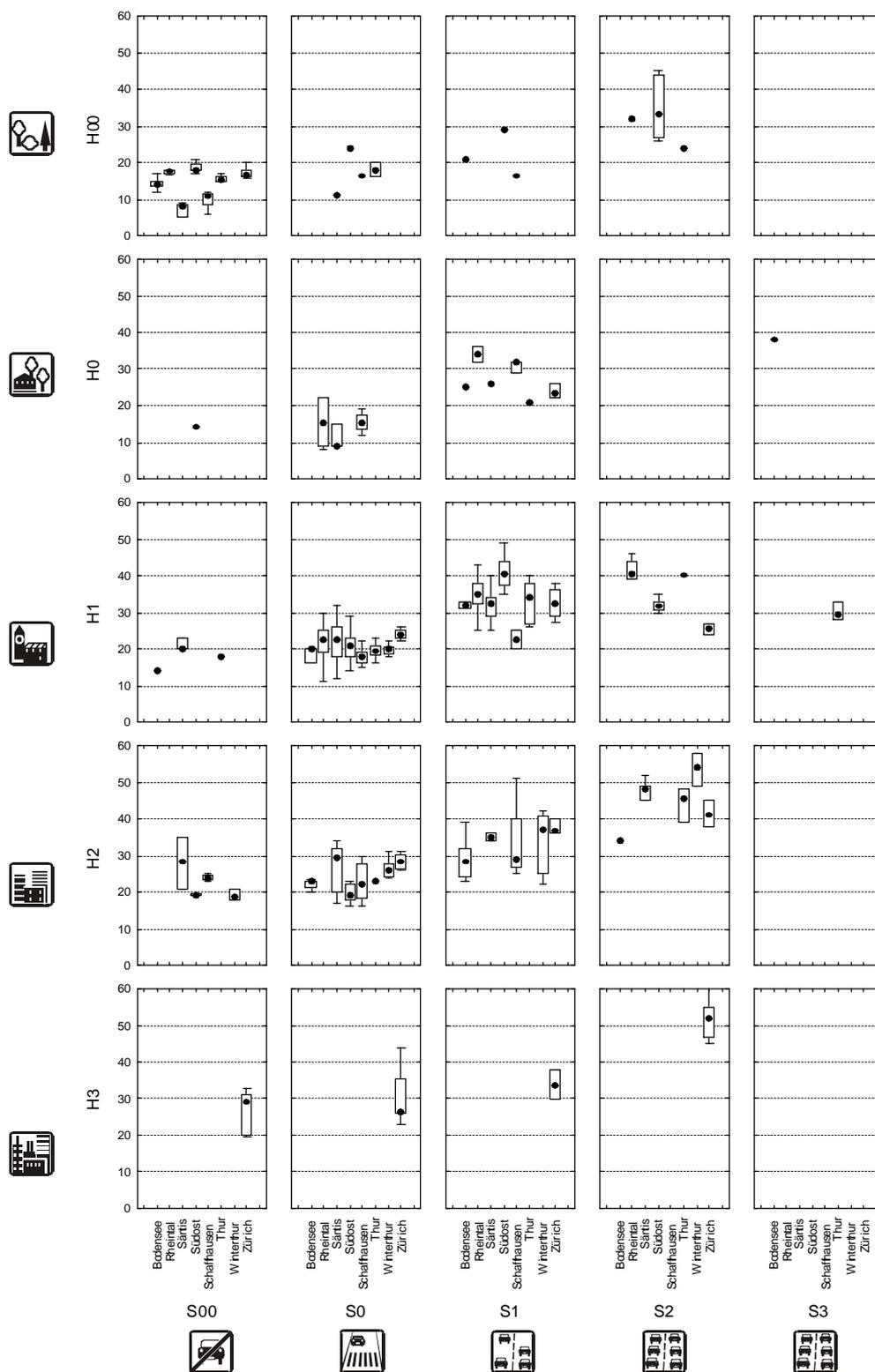


Abb. 9: Wertebereiche der NO₂-JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in den verschiedenen Standortklassen und Regionen (Messwerte der Messperiode 2002 bis 2004, Karte mit den Regioneneinteilung im Anhang D)

Fazit:

zur Belastung

- Die Spanne der NO₂-Werte innerhalb der Standortklassen ist gross und die Belastungsbereiche überlappen stark. Trotzdem sind im Gesamtbild die Einflussgrössen "Verkehr" und "Siedlung" klar erkennbar.
- Die NO₂-Belastung steigt mit zunehmendem Verkehrseinfluss und - etwas schwächer - mit zunehmendem Siedlungseinfluss an.
- Die NO₂-Belastung der Standorte an Hauptverkehrsachsen in städtischen Gebieten liegen über dem Grenzwert.
- Die NO₂-Belastung an verkehrsfreien Standorten ("Hintergrundstandorte") nimmt mit zunehmendem Siedlungseinfluss zu. Höhenstandorte (>700m ü.M.) und erhöht gelegene Standorte (z.B. Kuppenlagen) haben eine tiefere Hintergrundbelastung als die Flachlandstandorte.
- "Regionale Belastungsunterschiede" resultieren vor allem auf der ungleichen Verteilung der Standorte auf die Standortklassen.

zum Messkonzept

- Passivsammler bilden die Spannweite der NO₂-Belastung besser ab als das kleine Kollektiv der automatischen Messstationen.
Das Kollektiv der NO₂-Passivsammler-Standorte zeigt höhere Maximalbelastungen und eine breitere Streuung innerhalb der einzelnen Klassen als man aufgrund der Werte des Kollektivs der automatischen Messstationen erwarten würde.
- Eine Vielzahl mit dem Typisierungssystem nicht erfassbare Standortfaktoren beeinflussen die Messwerte wesentlich. Die Zahl der verfügbaren Standorte erlaubt aber die Schätzungen des Belastungsbereiches der Standortklassen, insbesondere bezüglich der Hintergrundbelastung.
- Für die Belastung eines konkreten Standortes ist nicht dessen geografische Lage (Region bzw. Kantonszugehörigkeit) entscheidend sondern die konkreten Standorteinflüsse.

Entwicklung der NO₂-Belastung seit 1994

Gesamtes Kollektiv

Beim Einbezug aller verfügbaren Messstandorte ist in der statistischen Sichtung und Auswertung der Zeitreihen zwischen 1994 und 2004 kein Trend erkennbar. Unter anderem sticht das Jahr 2003 beim Gros der Messstandorte aus Zeitreihen heraus.

Zudem werden die statistischen Kenngrössen der einzelnen Jahre durch das von Jahr zu Jahr ändernde Standortkollektiv bestimmt. Das vorliegende Standortkollektiv entspricht nicht einer Zufallsstichprobe. Die einzelnen Kantone haben nach unterschiedlichen Konzepten gemessen. Je nach Messjahr sind dadurch bestimmte Standortkategorien oder Belastungsklassen übervertreten.

Auswahl der Zeitreihen

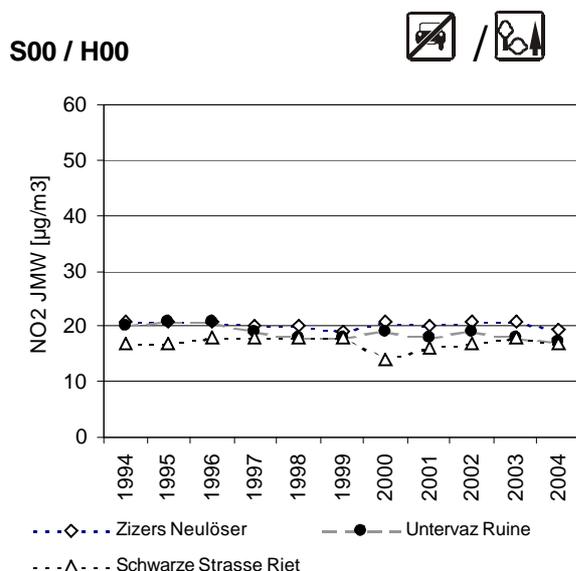
Für die Trendbetrachtung werden nur Standorte mit durchgehenden Messreihen verwendet (mind. 9 gültige Jahreswerte pro Dekade). Von der Trendbeurteilung ausgeschlossen werden Reihen mit systematischer Abweichung nach dem Systemwechsel Kanton zu OSTLUFT (siehe Reihenüberführung).

Durch die Selektion reduziert sich die Anzahl Standorte so stark, dass die Siedlungs- und Verkehrsklassen für die Trendbetrachtung aggregiert werden müssen.

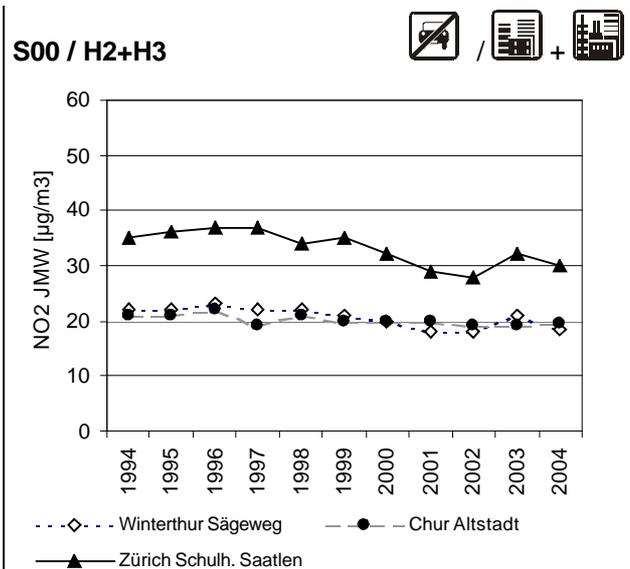
Aufgrund der Erkenntnisse aus 2003 wäre eine Witterungsbereinigung der Daten notwendig. Der Witterungseinfluss könnte auch vermindert werden mittels gleitender Mittelwerte z.B. über 3 Jahre. Damit reduziert sich aber die verfügbare Anzahl Beurteilungsjahre. Dieser Ansatz sollte bei einer nächsten Auswertung mit ausreichend Messjahren angewandt werden. Bei den vorliegenden 11 Messjahren bringt der gleitende Mittelwert (nur noch 9 Werte) keine klaren Tendaussagen.

Trend in den verschiedenen Standortklassen

Die verwendeten Zeitreihen und die Verteilung der Reihen auf die verschiedenen Standortklassen sind in Anhang A zusammengefasst.

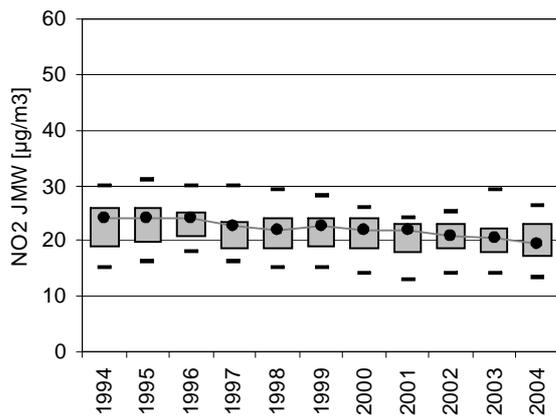


An den ländlichen Hintergrundstandorten kein Trend erkennbar
(Standorte nur Rheintal und Linthebene, n=3).



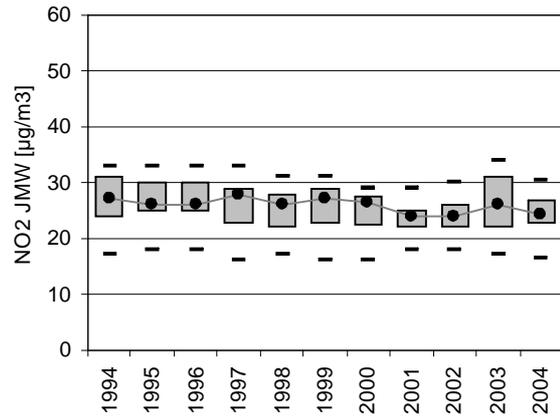
Bei den städtischen Hintergrundstandorten ist eine markante Abnahme in Zürich Saatlen ($-5\mu\text{g}/\text{m}^3$), eine schwache in Chur Altstadt und Winterthur Sägeweg beobachtbar (n=3).

S0 / H1



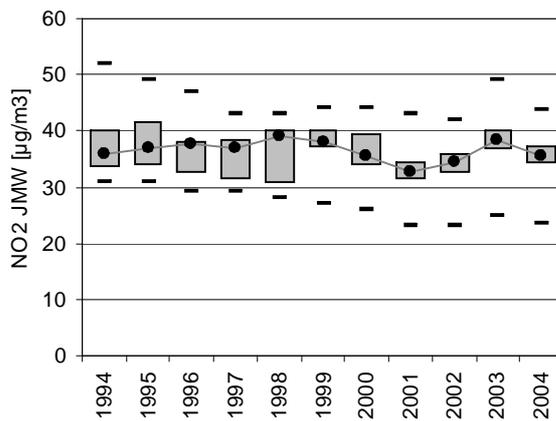
Abnehmender Trend (Median $-4\mu\text{g}/\text{m}^3$, $n=13$)

S0 / H2+H3



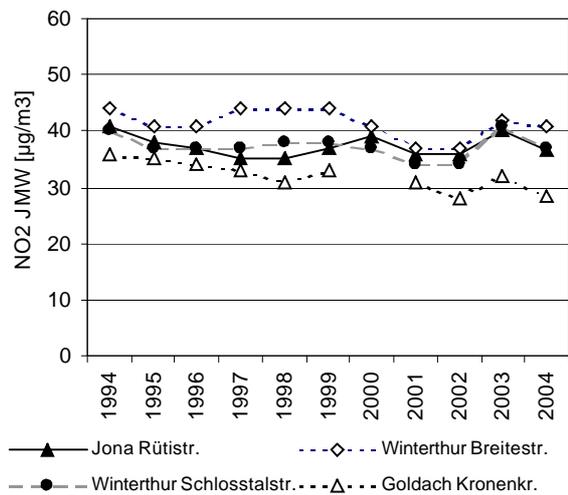
Schwacher leicht abnehmender Trend (Median $-2\mu\text{g}/\text{m}^3$, $n=12$)

S1 / H1



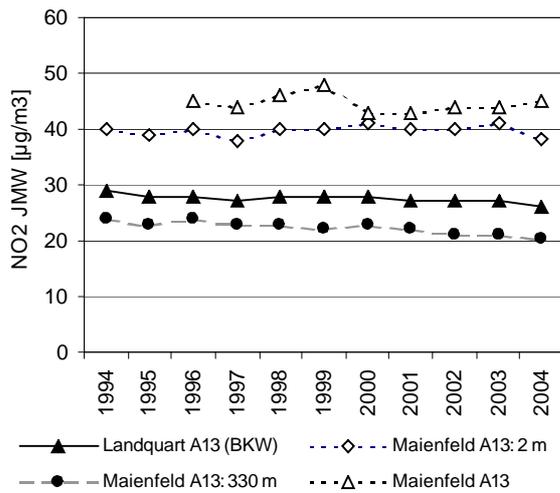
Stark schwankend ($n=8$), einzelne Stationen mit deutlicher Abnahme (Balzers Gagotz) andere mit Zunahmen (Triesen Landstrasse, Uzwil Flawilerstr.).

S1 / H2+H3



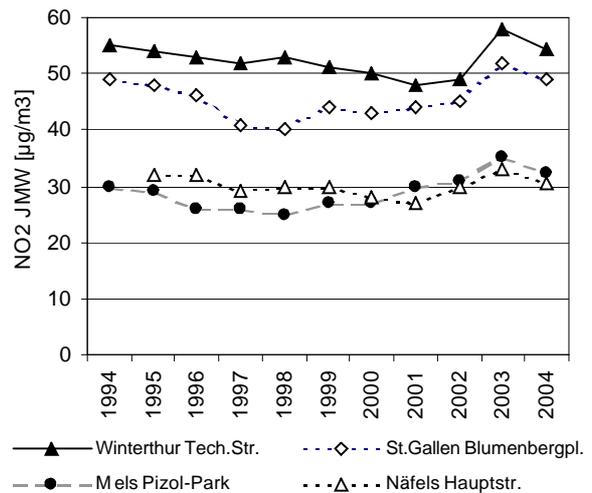
Stark schwankende Reihen ohne klaren Trend (Median $-3\mu\text{g}/\text{m}^3$, $n=4$).

S2 / H00



Abstandsversuch von GR, keine Abnahme im Nahbereich der A13 (um 40 und 45 µg/m³), uneinheitlicher zeitlicher Verlauf innerhalb des Transektes.

S2 / H0-H3



Sowohl an den dörflichen wie städtischen Standorten leichte Abnahme in erster Hälfte der 90er Jahre, 2003 und 2004 Werte wieder auf dem Niveau von 1994 (n=4).

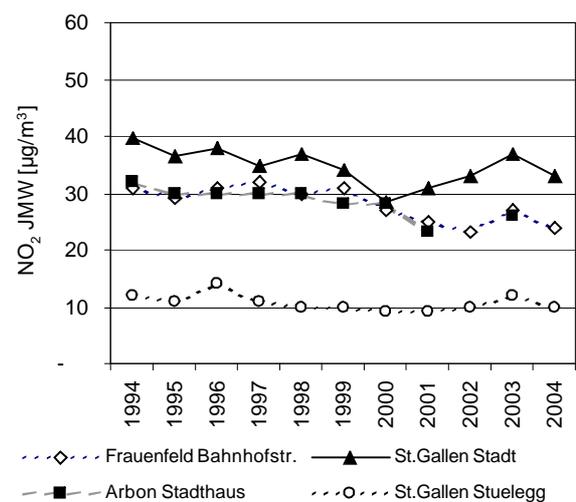
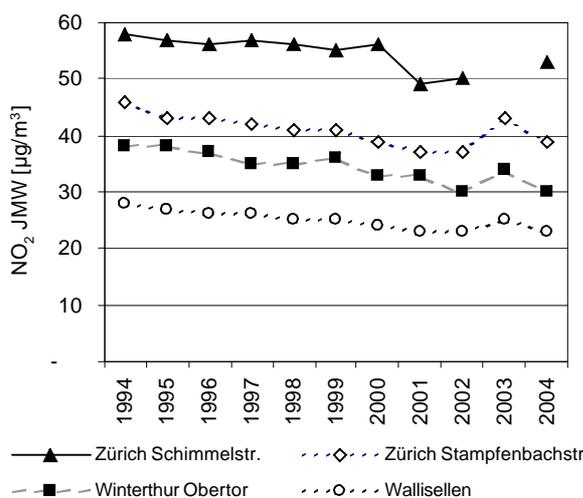
S3

Nur ein Standort (Wil Wilerstr. über A1 (H1)), sinusartiger Verlauf zwischen 31 und 27 µg/m³, Niveau verhältnismässig tief (Abschirmung durch Brücke, Distanz 65 m Luftlinie).

Trends an den automatischen Messstationen

Zum Vergleich der Trends mit den automatischen Messstationen sind im folgenden noch die Messreihen der sieben automatischen Messstandorte mit langjährigen Reihen (+ St.Gallen Stadt als Zusammenzug von Volksbadstr. und Rorschacher Str.) dargestellt. Die Abnahmen in der ersten Hälfte der 90er Jahre werden auch bei verschiedenen Messstationen durch die Messwerte von 2003 und 2004 relativiert.

Zeitreihen der automatischen Messstationen



Fazit:

zur Belastung

- Der Rückgang der NO_x-Immissionen widerspiegelt sich nicht in eindeutig und einheitlich Trends in den elfjährigen NO₂-Zeitreihen. Dieses Resultat deckt sich mit den Beobachtungen an den automatischen Messstationen.
- Bei den verkehrsbelasteten Standorten (S1-S3) sind nach den Abnahmen anfangs der 90er die NO₂-Belastungen in den Jahren 2003 und 2004 wieder auf vergleichbares Niveau wie zu Beginn der 11jährigen Betrachtungsperiode zurückgefallen.
- Ein schwacher (nicht gesicherter) Trend zu tieferen Werten ist an den verkehrsarmen Standorten (S0) in dörflichen Siedlungsstrukturen (H1) erkennbar.
- Einzelne Standorte weichen im Verlauf teils deutlich vom Kollektiv ab.

zum Messkonzept

- Für Trendbeurteilungen ist es wichtig, dass alle vollständigen Reihen erhalten bleiben und weitergeführt werden. Für die langjährigen Messreihen sind auch vorhandene Daten vor 1992 in die OSTLUFT-Datenbank aufzunehmen.
- Für die Trendbeurteilung nach den verschiedenen Standortklassen ist die Anzahl der Standorte ungenügend, eine regionale Beurteilung der Belastungsbereiche und der Belastungsentwicklung ist nicht möglich.
- Verdichtungsstandorte, die nur alle 3 Jahre gemessen werden, konnten in die Trendbeurteilung nicht einbezogen werden.
- Gleitende Mittelwerte (z.B. über 3 Jahre) können die Witterungseinflüsse auf die Messreihen reduzieren, wenn genügend Messjahre vorliegen.

Vergleich der NO₂-Belastung mit Verkehrszahlen

Zum Vergleich der NO₂-Jahresmittelwerte mit reellen Verkehrszahlen wurden zu den NO₂-Passivsammlerstandorten zugehörige permanente Verkehrsmessstellen gesucht und die entsprechenden Verläufe und die Korrelation untersucht. Die Liste der Standorte ist in Anhang B zusammengestellt.

Es bestehen nur wenige Standorte mit reellen, für den Passivsammlerstandort relevanten Verkehrsmessungen. NO₂-PS-Standorte sind häufig an Verkehrsknoten (Kreuzungen, Hotspots), die Verkehrszahlen hingegen beziehen sich immer auf Achsen. Die Beschreibung des emissionsrelevanten Gesamtverkehrsaufkommens in einem Knoten ist problematisch. Dazu sind die Verkehrsmodelle besser geeignet. Diese werden aber normalerweise nicht jährlich aktualisiert.

Die Verkehrsmessstellen sind unterschiedlich ausgestattet. Die Ausstattung wurde durch die zuständigen Fachstellen nach den Bedürfnissen der Verkehrs- und Strassenplanung wiederholt angepasst. Es bestehen kaum langjährige Messreihen mit Schwerverkehrszahlen.

Aus den Verläufen der Messreihen und aus den direkten Korrelationen der NO₂-Belastungen und den Verkehrsaufkommen lassen sich keine einheitlichen Schlüsse ableiten. An einzelnen Standorten entwickelt sich die NO₂-Belastung parallel zum Verkehrsaufkommen, an anderen Standorten laufen die beiden Entwicklungen gegenläufig. Wie bereits im vorgängigen Kapitel aufgezeigt, beeinflussen nicht ausreichend erfasste Einflüsse (Abstand zum Hauptverkehrsstrom, Topografie, relevante Bebauung, Verkehrsverflüssigungsmassnahmen) die gemessenen NO₂-Belastungen wesentlich mit.

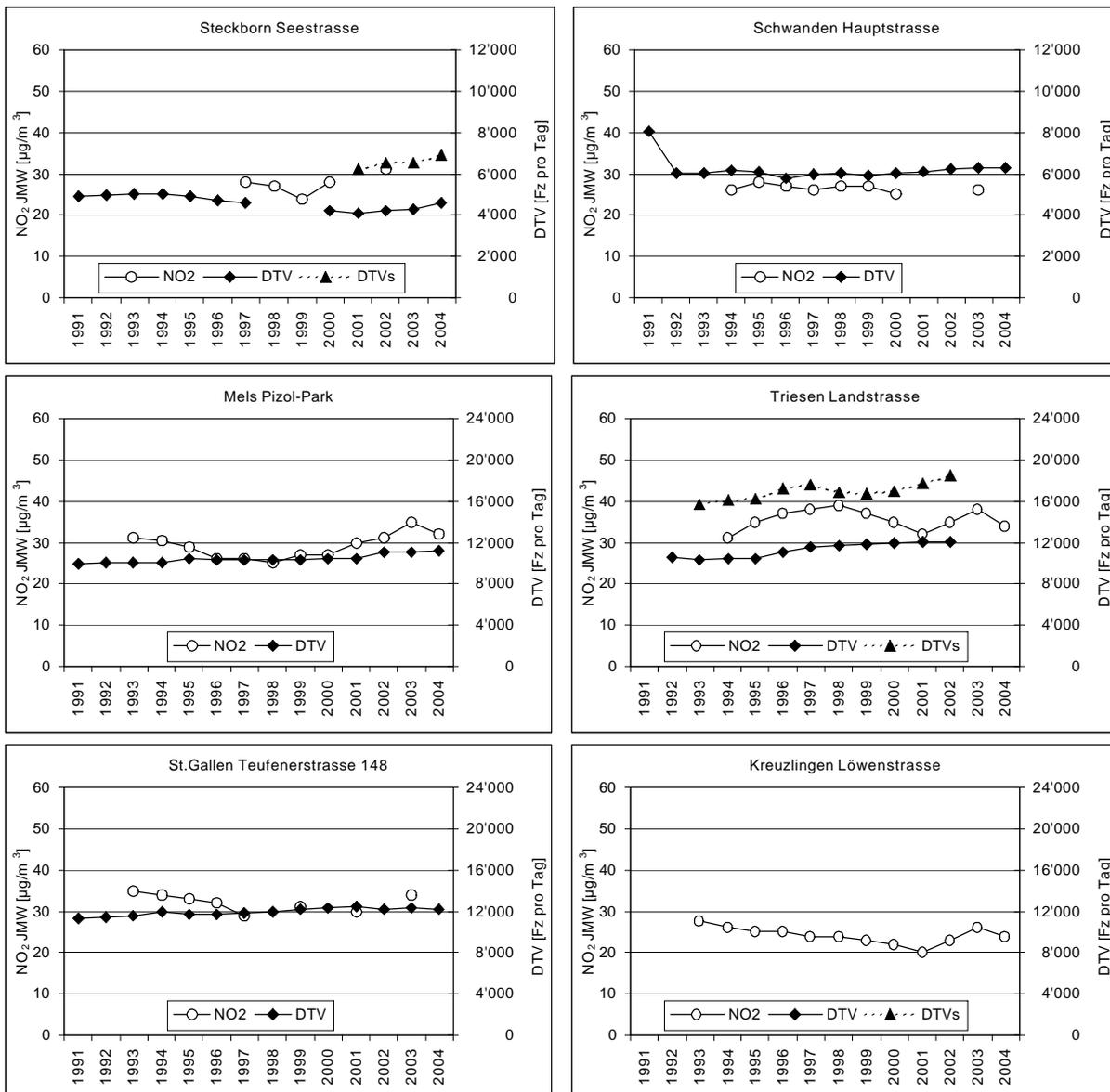


Abb. 10a: Verlauf der NO₂-Belastung (JMW) und des Verkehrsaufkommen (DTV) an Standorten mit zuordbaren Verkehrsmessstellen

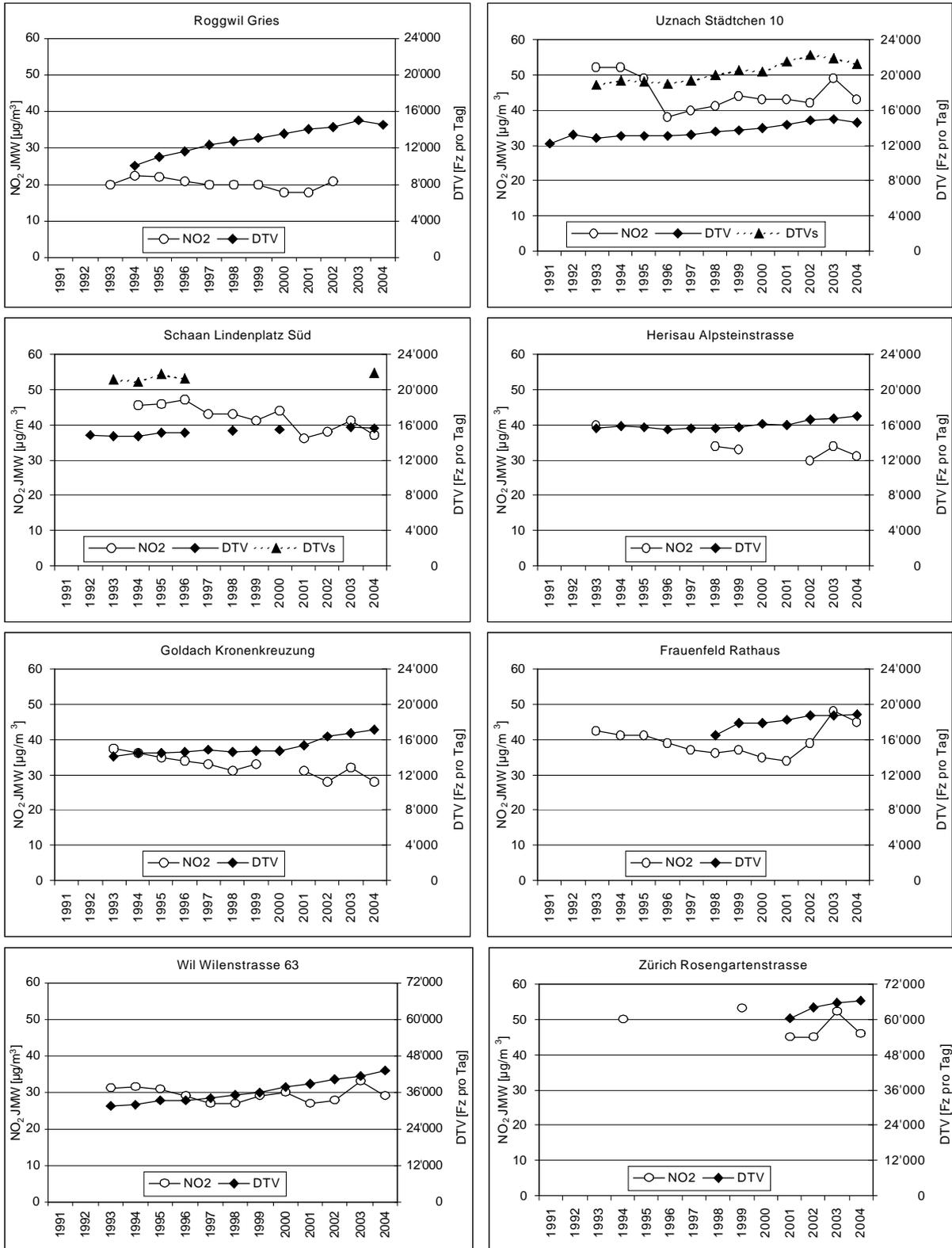


Abb. 10b: Verlauf der NO₂-Belastung (JMW) und des Verkehrsaufkommen (DTV) an Standorten mit zuordbaren Verkehrsmessstellen

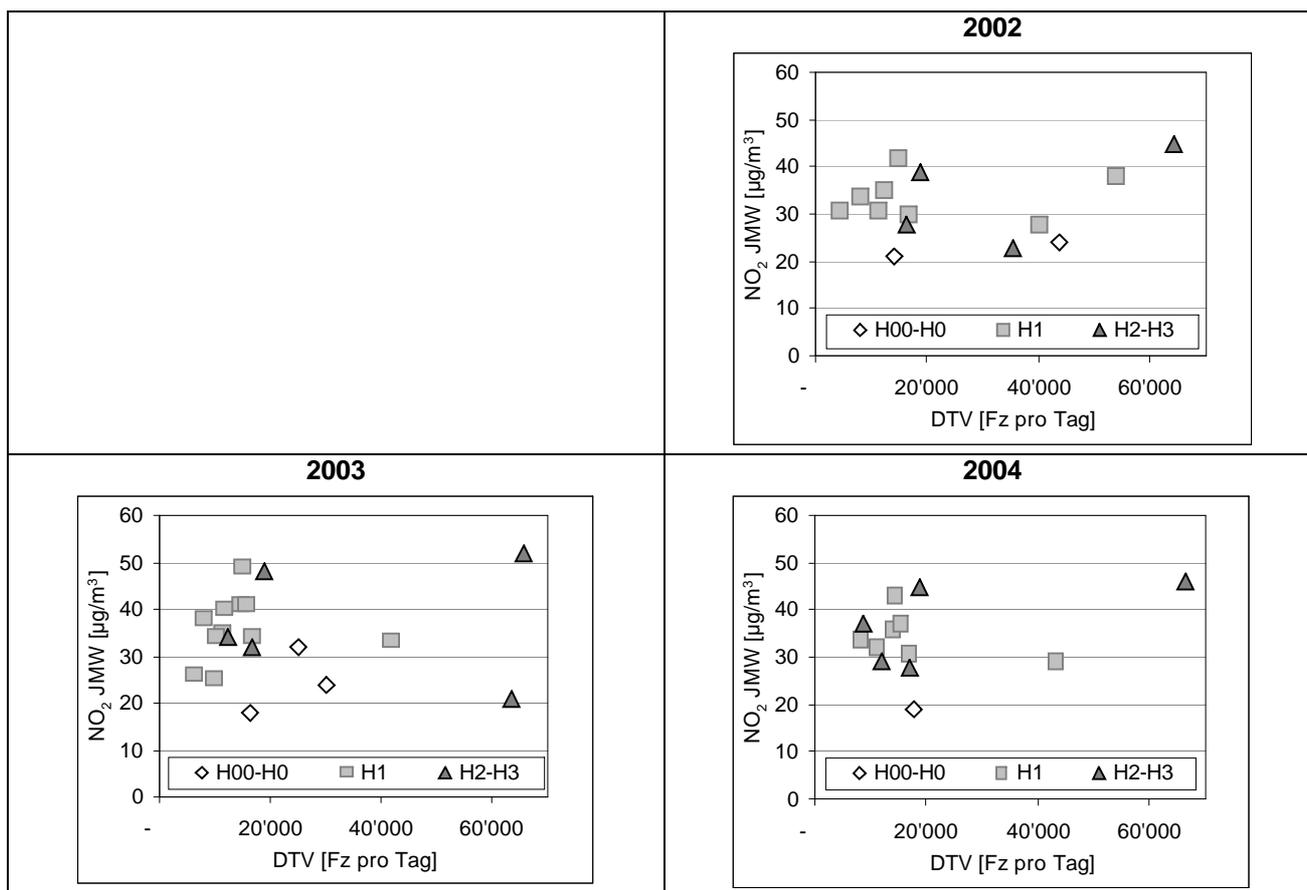


Abb. 11: Beziehung zwischen der NO₂-Belastung (JMW) und dem Verkehrsaufkommen (DTV) an Standorten mit zuordbaren Verkehrsmessstellen für die Messjahre 2002 bis 2004

Fazit:

zur Belastung

- Verkehrstrend und NO₂-Belastungstrends laufen vielfach entgegengesetzt (Verkehr ↑, NO₂ ↓) oder unkorreliert.
- Der Verkehrseinfluss auf die gemessene NO₂-Belastung wird von verschiedenen, dem genutzten Klassierungssystem nicht erfassten Einflüssen überlagert.

zum Messkonzept

- Nur für wenige Passivsammler-Standorte sind reelle und aussagekräftige Verkehrszahlen verfügbar.
- Differenzierte Verkehrszahlen mit Längenerfassung oder nach dem Swiss10-Standard werden erst an einem Teil der Standorte erhoben.
- Für die Messnetzplanung und die Standortklassierung sind die Verkehrsmodelldaten, die auch der Immissionskarte zu Grunde liegen hilfreich.

Liste der Standorte mit langjährigen Messreihen für die Trendbeurteilung

KT	Ort	Ortsteil	Verkehr	Siedlung	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
FL	Balzers	Gagotz	S11	H11			33	31	29	29	28	27	26	23	23	25	23
FL	Bendern	Eschner Strasse	S11	H0			41	41	40	40	39	37	36	31	32	36	34
FL	Malbun	Jöraboden	S0	H0			9	10	11	10	9	10	8	9	9	8	9
FL	Ruggell	Landstrasse	S0	H12			30	31	30	30	29	28	26	23	25	29	26
FL	Schaan	Lindenplatz Süd	S13	H13			46	46	47	43	43	41	44	36	38	41	37
FL	Schaanwald	Grenzübergang	S13	H0			50	50	49	47	48	46	46	47	52	60	58
FL	Schellenberg	im Dorf	S0	H0			23	23	24	24	23	22	22	21	22	22	21
FL	Schwarze Strasse	Riet	S00	H00			17	17	18	18	18	18	14	16	17	18	17
FL	Triesen	Landstrasse	S12	H13			31	35	37	38	39	37	35	32	35	38	35
FL	Triesenberg	Zentrum	S13	H13			37	38	38	37	40	38	38	30	31	33	33
FL	Vaduz	Fürst-Johannes-Str.	S0	H11			15	16	18	18	15	15	14	13	14	14	13
GL	Glarus	Hauptstrasse	S13	H13		39	38	40	38	37	39	38	36	34	35	39	37
GL	Näfels	Hauptstrasse	S22	H13			32	32	29	30	30	28	27	30	33	30	30
GR	Chur	Altstadt	S00	H23		21	21	21	22	19	21	20	20	20	19	19	19
GR	Chur	Baumgarten	S0	H22		24	24	26	25	24	22	23	23	22	22	22	23
GR	Chur	Kantonsspital	S0	H21		18	17	18	18	16	17	16	16	18	18	17	16
GR	Chur	Kornquader	S0	H22		23	22	20	23	22	21	21	21	18	19	19	21
GR	Chur	RhB-Gebäude	S0	H23		24	24	25	25	23	25	24	24	24	24	23	24
GR	Ems	Tuma Caste	S0	H12			26	27	27	25	25	25	24	24	23	22	23
GR	Ems	Via Calundis	S0	H11		18	17	18	19	16	18	17	18	18	17	17	17
GR	Fläsch	Dorf	S0	H13		19	19	19	21	19	19	19	19	18	19	18	17
GR	Igis	Dorf	S0	H13		19	19	20	21	18	19	19	18	18	18	18	17
GR	Landquart	A13 (BKW)	S21	H00		29	29	28	28	27	28	28	28	27	27	27	26
GR	Landquart	Bahnhofstrasse	S0	H13		26	25	25	25	24	24	24	24	23	23	22	22
GR	Landquart	RhB-Depot	S0	H13		25	24	24	25	23	24	24	24	23	23	23	23
GR	Maienfeld	Dorf	S0	H13		26	26	26	25	22	22	22	22	22	21	18	19
GR	Maienfeld	Querprofil A13: 2 m	S21	H00			40	39	40	38	40	40	41	40	40	41	38
GR	Maienfeld	Querprofil A13: 330 m	S21	H00			24	23	24	23	23	22	23	22	21	21	20
GR	Untervaz	Horn	S00	H00		20	20	20	21	20	20	20	21	20	20	19	18
GR	Untervaz	Ruine	S00	H00		20	20	21	21	19	18	18	19	18	19	18	17
GR	Zizers	Neulöser	S00	H00		22	21	21	21	20	20	19	21	20	21	21	19

	 S00	 S0	 S1	 S2	 S3	Total
 H00	5			4		9
 H0		12	8	2	1	23
 H1	6	12	4	2		24
 H2	3	2				5
 H3	5			4		9
Total	14	26	12	8	1	61

Verteilung der Reihen auf die einzelnen Standortklassen

KT	Ort	Ortsteil	Verkehr	Siedlung	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
GR	Zizers	Zentrum	S0	H13		25	24	24	24	23	23	23	22	22	21	21	20
SG*	Buchs	Alvierstrasse 8	S0	H13	29	27	26	26	24	23	22	24	23	23	24	27	24
SG	Eschenbach	Herrenweg	S00	H00		18	18	17	16	16	15	17	18	16	16	18	20
SG	Gaiserwald	Bildstrasse	S12	H11	36	35	35	36	33	32	31		34	33	34	38	35
SG*	Goldach	Ankerweg	S0	H23	29	27	27	26	25	24	23	25		24	23	26	24
SG*	Goldach	Kronenkreuzung	S12	H22	39	36	36	35	34	33	31	33		31	28	32	28
SG*	Gossau	Multstrasse 16	S0	H12	23	21	21	21	20	19	18	19	19	19	19	20	18
SG*	Jona	Rütistrasse 68	S12	H21	43	40	41	38	37	35	35	37	39	36	36	40	36
SG*	Mels	Pizol-Park	S22	H11	32	30	30	29	26	26	25	27	27	30	31	35	32
SG*	St.Gallen	Blumenbergplatz	S23	H23	52	50	49	48	46	41	40	44	43	44	45	52	49
SG	St.Gallen	Ludwigstrasse	S0	H22	23	21	21	21	22	18	17	19	18	18	19	20	18
SG*	St.Gallen	St.Georgen-Strasse	S0	H22	33	31	31	30	29	28	26	29	27	28	29	33	30
SG*	St.Gallen	Volksbadstrasse	S0	H22	34	32	33	32	30	29	28	30	29	29	30	34	30
SG	Uznach	Städtchen 10	S13	H13	54	51	52	49	38	40	41	44	43	43	42	49	43
SG*	Uzwil	Flawilerstrasse	S12	H12	36	35	34	32	31	30	30		34	32	33	40	36
SG*	Will	Wilenstrasse 63	S31	H11	32	30	31	31	29	27	27	29	30	27	28	33	29
ZH	Winterthur	Breitestrasse 148	S12	H21		41	44	41	41	44	44	44	41	37	37	42	41
ZH	Winterthur	Güterstrasse 1	S0	H21		29	28	28	28	28	27	28	27	24	24	26	25
ZH	Winterthur	Sägeweg	S00	H21			22	22	23	22	22	21	20	18	18	21	19
ZH	Winterthur	Schlosstalstrasse	S12	H21		39	40	37	37	37	38	38	37	34	34	41	37
ZH	Winterthur	Schulhaus Hohfurri	S0	H21		31	31	31	30	30	28	28	27	24	25	27	27
ZH	Winterthur	Schulhaus Langwiesen	S0	H21		30	29	29	30	30	30	31	29	27	30	31	28
ZH	Winterthur	Schulhaus Rychenberg	S0	H21		27	26	25	26	28	27	27	26	24	24	26	24
ZH	Winterthur	Technikumstrasse 79	S23	H23		53	55	54	53	52	53	51	50	48	49	58	54
ZH	Zürich	Gerhardstrasse	S0	H33			45	46	47	46	45	45	45	38	38	44	40
ZH	Zürich	Schulhaus Saatlen	S00	H32			35	36	37	37	34	35	32	29	28	32	30
ZH	Zürich	Wachtelstrasse	S0	H32			32	33	33	33	31	31	29	25	26	31	26

Thurgauer Zeitreihen mit Trendbruch nach Umstellung auf OSTLUFT Passivsammer (siehe Anhang C Reihenüberführungen)

TG*	Frauenfeld	Rathaus	S23	H23		42	41	41	39	37	36	37	35	34	39	48	46
TG*	Kreuzlingen	Konradstrasse	S0	H22		23	23	22	22	21	20	20	19	18	20	23	21
TG*	Kreuzlingen	Löwenstrasse	S12	H23		27	26	25	25	24	24	23	22	20	23	26	24
TG*	Weinfelden	Nollenstrasse	S0	H12		21	21	21	20	19	19	18	18	16	19	22	20

Die Werte von 1992 und 1993 wurden nicht in die Trendbetrachtungen aufgenommen, weil nur ein Teilkollektiv über diese Werte verfügt.

* St.Gallen und Thurgau haben Messreihen, die teilweise bis 1989 (SG) respektive 1990 (TG) zurückgehen; die Daten vor 1992 sind aber nicht in die OSTLUFT Datenbank überführt worden.

Liste der Standorte mit zugeordneter Verkehrszählstelle

NO ₂ -Passivsammlerstandorte						Verkehrszählstellen						
KT	Ort	Ortsteil	X-Koord	Y-Koord	Messjahre 1993-2004	Ort	Ortsteil	X-Koord	Y-Koord	Typ (ab 2006)	Messjahre 1993-2004	ØDTV 2002-2004
SG	Diepoldsau	Unter Büchel	766'370	251'180		Kriesern	A13 Rastplatz	765'038	248'722	Swiss10	12	25'200
FL	Eschen	Essanestrasse	757'851	230'811	2	Eschen	Essanestr.	757'430	230'800	Swiss10	12	14'200
SG	Eschenbach	Herrenweg	713'725	232'740	10	Wangen	A53 Erlen	709'554	231'798	Swiss10	2	17'100
TG	Frauenfeld	Rathaus	709'810	268'220	12	Frauenfeld	BH2000 / LSA Marktplatz	709'890	268'000	Volumen	4	18'800
SG	Gaiserwald	Bildstrasse	741'400	253'440	11	Abtwil	Säntispark	741'435	253'525	Volumen	12	8'000
SG	Goldach	Kronenkreuzung	753'110	260'640	11	Goldach	Rest. Linde	753'146	260'636	Volumen	12	16'700
ZH	Hedingen	Affolternstrasse21	676'456	238'755	3	Hedingen	Zürcherstrasse	-	-	-	-	-
AR	Herisau	Alpsteinstrasse	739'125	248'700	6	Herisau	Wilen	738'980	249'190	Volumen	12	16'800
AR	Herisau	St.Gallerstrasse	738'640	250'580	1	Herisau	Flora	739'080	250'675	Volumen	7	11'500
TG	Kreuzlingen	Löwenstrasse	730'125	278'835	12	Kreuzlingen	Kreisel Löwenplatz	730'080	278'840	Volumen	-	-
SG	Mels	Pizol-Park	751'550	211'950	12	Mels	Pizolpark	751'658	211'971	Volumen	12	11'100
SG	Mörschwil	Autobahnsteig. Riederer	750'450	258'350	1	St.Gallen	A1 Bergbachviadukt	749'480	257'160	Swiss10	12	54'200
SG	Oberriet	Rathaus	760'670	243'040	1	Oberriet	Rathaus	760'635	243'055	Volumen	12	9'800
SG	Rebstein	Hauptstrasse 100	761'770	251'880	1	Rebstein	Betten	761'650	251'750	Swiss10	12	10'000
TG	Roggwil	Gries	748'625	263'100	10	Arbon	A1 Zubr.Rinderweid	748'540	263'130	Länge	11	14'600
SG	Rorschacherberg	Loch	754'280	259'170	1	Goldach	A1 Sulzweg	753'931	259'252	Volumen	12	35'500
SG	Sargans	Wildschutz	754'270	213'100	1	Trübbach	A13	754'162	212'345	Swiss10	12	30'100
FL	Schaan	Lindenplatz Süd	756'980	226'000	11	Vaduz	Mühleholzrüfe	757'120	224'620	Swiss10	8	15'600
GL	Schwanden	Hauptstrasse	724'450	206'310	8	Schwanden	N	724'500	206'725	Volumen	12	6'300
SG	St.Gallen	Hölzli	741'675	252'900	1	St.Gallen	A1 Sitterviadukt	742'165	253'505	Volumen	12	63'200
SG	St.Gallen	Teufenerstrasse 148	745'500	252'900	8	St.Gallen	Riethüsli	745'615	252'270	Volumen	12	12'200
TG	Steckborn	Seestrasse	715'950	280'875	5	Steckborn	Seestrasse Ost	716'500	280'880	Länge	10	4'400
FL	Triesen	Landstrasse	758'320	219'730	11	Vaduz	Hoal	758'330	221'040	Swiss10	10	12'100
SG	Uznach	Städchen 10	717'110	231'600		Uznach	Kirche	717'246	231'668	Länge	12	14'700
TG	Wängi	Froberg	713'925	261'155	1	Münchwilen	A1 Münchwilen-Wil	-	-	Länge	4	41'700
SG	Wil	Wilenstrasse 63	720'620	257'290	12	Münchwilen	A1 Münchwilen-Matzingen	-	-	Länge	8	45'500
ZH	Zürich	Stampfenbachstrasse	683'140	249'040	4	Zürich	Stampfenbachstrasse	-	-	Volumen	1	8'500
ZH	Zürich	Rosengartenstrasse	682'100	249'920	6	Zürich	Rosengarten	-	-	Länge	4	65'400
ZH	Zürich	Schweighofstrasse	680'340	246'660	3	Zürich	Schweighofstrasse	-	-	Volumen	1	11'800
ZH	Zürich	Schwamendingen	685'100	251'305	1	Zürich	Schöneich	-	-	Swiss10	1	103'700

Legende zu Typen der Verkehrsmessstellen:

Volumen: nur Gesamtverkehr als DTV; **Länge:** Anzahl Fahrzeuge und Zuordnung in 4 Längenklassen; **Swiss10:** Zählstellen mit automatischer Klassierung in 10 Fahrzeugklassen

Typisierungsschema OSTLUFT

Gemäss "IMKOS (Grobplanungsphase) Immissions-Kategorisierungs-System" 16.4.1999

1. Strasseneinfluss S_ _ (_ bezeichnet Leerstellen für Indizes)	
Typisierung nach Verkehrsmenge, Strassenabstand und Bebauungssituation	
Verkehrsmenge DTV_S [Fz pro Tag] massgebenden Strasse (mit) im Abstand von weniger als 50m (innerorts) bzw. 300m (ausserorts)	Bebauung im Nahbereich
<ul style="list-style-type: none"> - DTV_S ≤ 10'000 S 0 * - 10'000 < DTV_S ≤ 30'000 S 1 - 30'000 < DTV_S ≤ 100'000 S 2 - DTV_S > 100'000 S 3 	<ul style="list-style-type: none"> - hinter 1. Bebauungstiefe (innerorts) bzw. Strassenabstand > 50m (ausserorts) S 0 - (fast) keine Bebauung S _1 - halboffene bzw. lockere Bebauung S _2 - geschlossene Bebauung (Strassenschlucht) S _3
2. Siedlungseinfluss H_ _	
Typisierung nach Bevölkerungszahl, Siedlungsfläche und Lage zum Zentrum	
Siedlungsgrösse	Zentralität Z
<ul style="list-style-type: none"> - Bauzonenfläche F des Siedlungsgebietes < 0.5 km² oder einem mittleren Ortsdurchmesser < 600 m H 0 * - 0.5 km² < F ≤ 10 km² (oder ca. 1'000-20'000 Einwohner) H 1 - 10 km² < F ≤ 20 km² (oder ca. 20'000-150'000 Einwohner) H 2 - F > 20 km² (oder mehr als 150'000 Einwohner) H 3 	Zentralitätsfaktor $Z=r/R$, wobei r den Abstand zum Siedlungszentrum und R den Siedlungsradius (in gleicher Richtung) entspricht
<ul style="list-style-type: none"> - 80% < Z ≤ 110% (Siedlungsrand) H _1 - 40% < Z ≤ 80% (Übergangszone) H _2 - Z ≤ 40% (zentraler Siedlungsbereich) H _3 	
3. ausbreitungsmeteorologische Lageklassen A_	
Typisierung aufgrund unterschiedlicher Ausbreitungsbedingungen	
<ul style="list-style-type: none"> - Lagen über 1'000m ü.M. (ansonsten wie A1) A 0 - (vor)alpine Hügelzone und obere Hang- und Kuppenlagen A 1 - Tieflagen bis ca. 700m ü.M. (z.B. "Mittelland") A 2 - Tal- und Kessellagen inkl. Hangfussbereiche A 3 	Ergänzung bei Tal- und Kessellagen A 3
<ul style="list-style-type: none"> - günstige Durchlüftungssituation A 3A - schlechte Durchlüftungssituation A 3B 	

*DTV_S: Schwerverkehrsgewichteter Durchschnittlicher Täglicher Verkehr: $DTV_S = DTV + 10 * DTV_{LW}$ mit $DTV_{LW} = DTV$ des "Lastwagenanteils".*

*) Für die bessere Kommunikation und wurden die Klassen S 0 und H 0 je eine zusätzliche Klasse definiert (werden auch in dieser Auswertung angewendet):

- Standort ohne Verkehr	S 00	- Standort ohne Siedlungseinfluss	H 00
-------------------------	-------------	-----------------------------------	-------------

Legende der Piktogramme

Verkehrsklasse	S2 + S3	S1	S0	S00	
Anzahl Fahrzeuge pro Tag, LKW's gewichtet (DTV-S)	Hochleistungsstrasse  >30'000	Hauptverkehrsachse  10-30'000	mässiger Verkehr  <10'000	kein Verkehr  abseits Strasse	
	Siedlungsklasse	H3	H2	H1	H0
Bevölkerung	Grossstadt  >150'000	Stadt oder Agglomeration  20-150'000	Dörfer  1-20'000	Weiler  <1'000	ohne Siedlung  abseits Siedlungen

OSTLUFT-Karte mit Messregionen

