

Diskussionsbeitrag Lastwagenlawine am Gotthard, Oktober bis Dezember 2001 Auswirkungen auf die OSTLUFT

1. Zusammenfassung

Die Sperrung des Gotthard-Strassentunnels vom 24. Oktober bis 21. Dezember 2001 verursachte eine Verkehrsverlagerung auf die Autobahnen A13 und A3 in der Ostschweiz. Dies führte im südöstlichen Teil des OSTLUFT - Gebietes zu einer klar messbaren Erhöhung der Luftverschmutzung. Vom Anstieg der Immissionen war das Bündner Rheintal, das Sarganserland sowie das Walensee- und Linthgebiet direkt betroffen. Von den kontinuierlich messenden Stationen im OSTLUFT - Gebiet standen die Daten der Schadstoffe Stickoxide (NO_2 , NO_x) und Feinstaub (PM10) für Untersuchungen zur Verfügung.

Ein Vergleich der Luftschadstoffe in den betroffenen Gebieten zwischen 2 Zeiträumen vor bzw. nach der Schliessung des Gotthard zeigt folgende Ergebnisse:

- Zwischen der Zeit vor und während der Sperre des Gotthard gibt es deutliche Unterschiede bei den Konzentrationen der Schadstoffe NO_x , NO_2 und PM10.
- Die Ursache dieser Unterschiede liegt beim zusätzlichen LKW-Verkehr auf der A13 bzw. A3.
- Die Abgase der zusätzlichen Fahrzeuge wirkten sich dort nicht nur in Autobahnnähe, sondern in den gesamten betroffenen Talebenen bis in Distanzen von mehr als 1 km aus.
- Die festgestellte prozentuale Zunahme der NO_x - Immissionen war praktisch unabhängig von der Distanz zur Autobahn. Der relative Anstieg der NO_x - Immissionen war etwa gleich gross wie der Anstieg der nach NO_x - Emissionsfaktoren zwischen PW und LKW gewichtete Gesamtverkehrsanstieg (Anstieg des DTV-S). Die Immissionen verhielten sich also etwa so, wie wenn die Autobahn die einzige Quelle von NO_x in den betroffenen Tälern wäre.
- In der Zeit der Sperre des Gotthard (2 Monate) waren in den betroffenen Gebieten die NO_2 - Konzentrationen im Vergleich zu nicht von der A13 bzw. A3 tangierten Gebieten um ca. $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöht. Zu Überschreitungen des Tagesgrenzwertes von NO_2 kam es während der Sperre des Gotthard nie. Die Jahresmittelwerte erfuhren durch das 2 monatige Ereignis einen Anstieg um 1 bis $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mit der Verkehrsumlagerung als Dauerzustand würde der Jahresmittel-Grenzwert von NO_2 in den betroffenen Tälern weiträumig überschritten.
- Die Konzentrationen von PM10 waren in den betroffenen Gebieten die NO_2 - Konzentrationen im Vergleich zu nicht von der A13 bzw. A3 tangierten Gebieten um etwa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erhöht. Überschreitungen des Tagesgrenzwertes traten sowohl während als auch vor und nach der Sperre des Gotthard auf. Die Jahresmittelwerte erfuhren durch das 2 monatige Ereignis einen Anstieg um 1 bis $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies ist weniger als die witterungsbedingten Schwankungen von Jahr zu Jahr. Die Verkehrsumlagerung als Dauerzustand würde in den betroffenen Tälern zu weiträumigen Überschreitungen des Jahresmittel-Grenzwert von PM10 und zu häufigeren Überschreitungen des Tagesgrenzwertes führen.

2. Anlass

Infolge eines Verkehrsunfalls im Gotthard - Strassentunnel am 24. Oktober 2001 blieb die A2 zwischen Göschenen und Airolo für jeglichen Verkehr gesperrt. Am 21. Dezember wurde der Tunnel für PW wieder ohne Einschränkungen geöffnet. Seit dem 22. Dezember können auch die LKW den Gotthard - Strassentunnel wieder passieren, allerdings mit Einschränkungen, welche die Kapazität der A2 gegenüber der Zeit vor dem 24. Oktober 2001 reduzieren. LKW dürfen den Tunnel zur Zeit alle 3 Stunden im Einbahnverkehr passieren. Zwischen 2 LKW muss ein Abstand von 150 m eingehalten werden.

Während der Zeit der vollständigen Sperre der A2 bestand für PW die Möglichkeit, auf die Gotthardpassstrasse auszuweichen. Da die Schweiz in dieser Zeit vor Schneefällen mit Ausnahme des 23. November verschont blieb, war das Ausweichen auf die Passstrasse meist ohne Probleme möglich.

Für die meisten LKW bot sich nur die A13 als Ausweichroute an. Dadurch waren Gebiete entlang der A13 und A3 wesentlich mehr mit Lärm und Luftschadstoffen belastet.

Die massiven Verkehrs- und damit auch Emissionsumlagerungen zwischen der A2 und A13 können den Lufthygiene-Fachleuten gleichzeitig als Experiment dienen, um das Ausmass und die räumliche Ausdehnung der Immissionen des Schwerverkehrs entlang der Autobahnen besser zu verstehen.

Im vorliegenden Diskussionsbeitrag werden die lufthygienischen Veränderungen an Immissionsmessstationen im OSTLUFT - Gebiet dokumentiert. Diese Messstationen werden von OSTLUFT, vom Kanton Graubünden sowie von der Stadt Zürich betrieben. Die zusätzlich in die Auswertung einbezogene Messstation Roveredo befindet sich ausserhalb des OSTLUFT - Gebietes auf der Alpensüdseite. Ihre Daten wurden zu Vergleichszwecken mitberücksichtigt, weil in Roveredo die Auswirkungen (Verkehrsänderung, Immissionsänderungen) des Ereignisses am stärksten ausgeprägt sind.

Tab. 1: Angaben zu den Immissionsmess-Stationen, welche in die Auswertung einbezogen wurden (ohne NABEL – Stationen)

Station / Abkürzung	Betreiber	x-Koord	y-Koord	Höhe	Bemerkung
Roveredo (ROV)	AfU GR	730300	122040	298	Neben Autobahn A13c
Chur Industrie (CHI)	OSTLUFT	757730	191420	565	Neben Autobahn A13a
Chur Zentrum (CHU)	AfU GR	759655	191095	595	In Park im Stadtzentrum, Distanz zur A13: 2 km
Malans (MAL)	AfU GR	762620	206320	668	Erhöhte Lage, ausserorts quellenfern Distanz zur A13: 2.5 km
Grabs	OSTLUFT	752150	227830	475	Zufahrt zu Industriegebiet Werkhof, Distanz zur A13: 2.6 km
Vaduz	OSTLUFT	756740	224690	452	Freies Feld, Autobahndistanz 800 m
Zürich Schimmelstr./ Bhf. Wiedikon (ZH-Wi)	UGZ	681950	247250	413	Direkt an Strasse, erfasst nur Teilverkehr in Richtung Chur

Abb. 2: Karte des südlichen OSTLUFT – Gebietes mit den in die Auswertung einbezogenen Immissionsmess-Stationen (blaue Kreise) und dem Anteil der von der A2 verlagerten LKW (San Bernardino = 100%, entspricht ca. 2860 Fz/Tag)



3. Verkehrsaufkommen an Werktagen (Mo – Fr)

Betrachtet von Süden nach Norden den Weg, welchen die von der A2 verlagerten LKW auf dem Strassennetz im OSTLUFT - Gebiet zurücklegten, so konnte durch Vergleich der Perioden „Vor dem Unfall“ (15. bis 23. Oktober 2001) und „Nach dem Unfall“ (12. bis 23. November 2001) folgender Zusatzverkehr festgestellt werden:

Von den normalerweise ca. 5000 LKW pro Werktag im Gotthardtunnel wurden 2855 LKW (ca. 60%) auf die San Bernardino - Achse (Bellinzona – Sargans) verlagert. In Sargans bestünde grundsätzlich die Möglichkeit, den Weg gegen Norden über die A13 durch das St. Galler Rheintal fortzusetzen. Eine durch das TBA St. Gallen durchgeführte Auswertung der Daten der Zählstellen Trübbach und Kriessern zeigt, dass dieser Weg von nur einem sehr kleinen Anteil (90 täglich) eingeschlagen wurde. Der Rest der Fahrzeuge setzte die Fahrt über die A3 entlang des Walensees fort: An den Zählstellen Raischibe, Quarten und Murgwald fand das TBA St. Gallen täglich je 2500 zusätzliche LKW (Anmerkung: die Zahlen für den Zusatzverkehr im Seetal und St. Galler Rheintal zusammen sind damit etwas kleiner als die entsprechende Zahl am San Bernardino). Weiter gegen Westen, im Kanton Zürich wurde vom Tiefbauamt, Fachstelle Lärmschutz – Verkehrswesen, festgestellt, dass etwa 500 zusätzliche LKW/Tag Richtung Hirzel abzweigen, während auf der A3 bei der Zählstelle Adliswil 2100 zusätzliche LKW registriert wurden. Anmerkung: Der von der Fachstelle Lärmschutz – Verkehrswesen

publizierte Verkehrsdatenvergleich umfasst die beiden Perioden 8. bis 21. Oktober bzw. 5. bis 18. Oktober. Da für diese Perioden in den anderen Kantonen teilweise Datenlücken bestanden, wurden diese Daten auf die Verhältnisse der oben genannten Perioden umgerechnet. Die Umrechnungsfaktoren wurden aus dem Vergleich der Zählraten Weesen [von Zürich angegeben] und Murgwald [von St.Gallen angegeben] ermittelt.

Auch nach der Wiedereröffnung des Gotthard-Strassentunnels ist, verursacht durch das auch dort ebenfalls eingeführte Verkehrsmanagement, gegenüber der Zeit vor dem 24. Oktober 2001 ein Mehrverkehr von LKW im San Bernardino Tunnel zu verzeichnen. Dieser dürfte nach heutigem Kenntnisstand zwischen 500 und 600 Fahrzeugen pro Tag betragen. Ein Vergleich der Verkehrsdaten zwischen Januar 2001 und Januar 2002 lässt zudem vermuten, dass ca. 1000 LKW Fahrten pro Tag auf ausländische Alpenübergänge oder allenfalls ein Teil davon auf Bahntransporte verlagert wurden.

4. Emissionen an Werktagen

Um die an den Immissionsmessstationen registrierten Veränderungen mit einem Emissionsparameter vergleichen zu können, wurde aus dem DTV¹ und Lastwagenanteil der DTV-S² auf der Autobahn des jeweiligen Talabschnittes bestimmt. Zusätzlich wurde aufgrund der Verkehrsdaten ermittelt, um welchen Faktor sich durch die Sperrung des Gotthard-Strassentunnels der DTV-S erhöhte.

Tab. 3: Verkehrszahlen auf Autobahnabschnitten in der Nähe der Immissionsmess-Stationen vor dem 24. Oktober 2001 und Zusatzverkehr bzw. relative NO_x-Emissionserhöhung durch die von der A2 verlagerten LKW (an Werktagen)

Messstation / Talabschnitt	Zählstelle	DTV vor Unfall	LKW-Anteil vor Unfall	DTV-S vor Unfall	Zusatz LKW von der A2	DTV-S nach Unfall	Erhöhung (Faktor)
Roveredo	Roveredo	9680	6.0%	14907	2855	43457	2.92
Chur	Chur Süd	24488	8.0%	42119	2855	70669	1.68
Chur Zentrum	Chur Süd	24488	8.0%	42119	2855	70669	1.68
Malans	Maienfeld	33322	10.0%	63312	2855	91862	1.45
Grabs/Vaduz	Trübbach	28160	10.2%	54011	90	54911	1.02
Walensee	Raischibe	23398	10.5%	45509	2500	70509	1.55
Zürich Wiedikon	Kataster *)	32221	7.54%	54086	1050 **)	64586	1.19

*) Daten des Verkehrskatasters für Schimmelstrasse und Birmensdorferstrasse zusammen, mündlich mitgeteilt von J. Brunner, UGZ

***) Entspricht wegen Einbahnführung der Hälfte der an der Zählstelle Adliswil zusätzlich festgestellten 2100 LKW

Der DTV-S ist näherungsweise proportional zur Stickoxidemission pro Längeneinheit der Autobahn, da die LKW entsprechend dem etwa 10 mal höheren NO_x - Emissionsfaktor der LKW 10-fach gewichtet werden. Der DTV-S ist hingegen nicht notwendigerweise proportional zu den PM10-Emissionen des Strassenverkehrs.

Mit der Verlagerung der LKW von der A2 auf die A13 erhöhte sich der DTV-S bei Roveredo etwa um den Faktor 3, bei Chur um den Faktor 1.7, bei Malans um den Faktor 1.4, Im Sarganserland / Walensee / Linthgebiet etwa um den Faktor 1.5 und bei Zürich noch um den Faktor 1.2. Damit liegen die prozentualen Emissionserhöhungen in einer Grössenordnung, welche in den Daten der Immissionsmess-Stationen erkennbar sein sollte.

¹ DTV = Durchschnittlicher täglicher Verkehr, angegeben in Fahrzeugen pro 24 h

² Beim DTV-S wird der Verkehr in „PW-Gleichwerten“ angegeben, indem die LKW 10-fach gezählt werden. Ein DTV von 10'000 mit 10% LKW Anteil entspricht einem DTV-S von 9'000 (PW)+ 1'000 (LKW)*10=19'000.

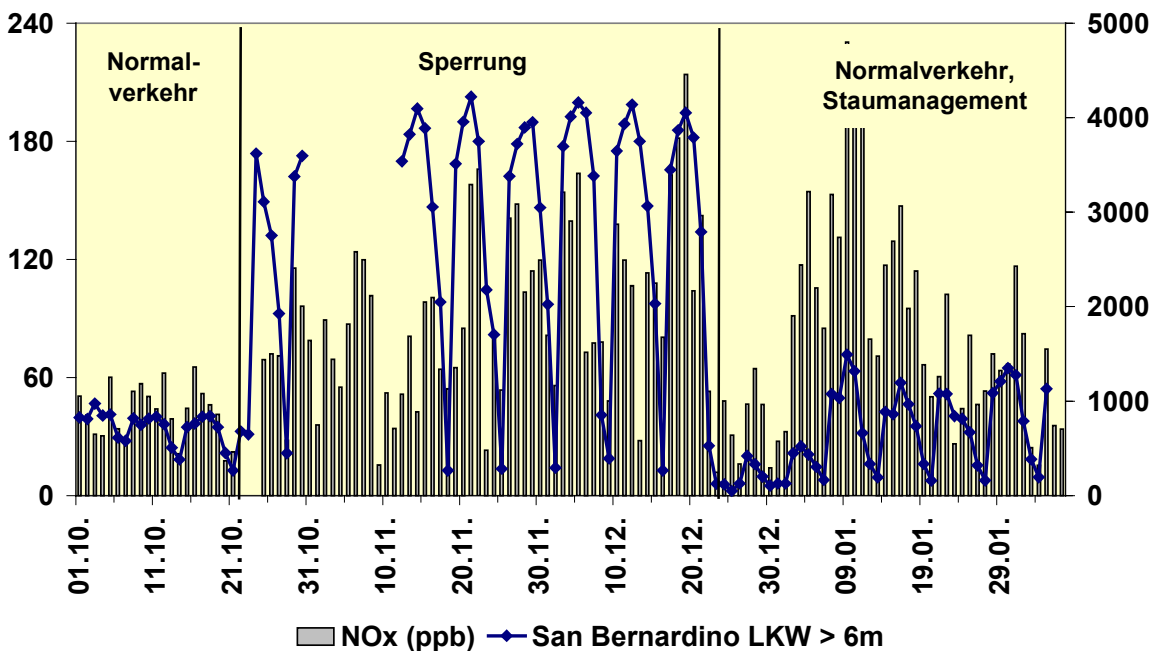
5. Immissionen

5.1 Zeitlicher Verlauf der NO_x – Tagesmittelwerte (alle Wochentage)

Der Verlauf der Tagesmittelwerte von NO_x an der Messstation Chur – Industrie zeigt einen deutlichen Anstieg am 24. Oktober 2001. Der Zusammenhang mit der Zahl der LKW ist offensichtlich. Den NO_x – Verläufen aller betrachteten Messstationen gemeinsam ist der Wochengang, der jeweils an Sonntagen Minimalwerte annimmt.

Abb. 4: NO_x – Tagesmittelwerte (Balken) der Messstation Chur Industrie und Anzahl LKW im San Bernardino Tunnel (Kurve). Für die Immissionsdaten wurden keine Meteorokorrekturen vorgenommen.

Luftbelastung Chur Industrie



Am 3./4. Januar setzte eine langandauernde winterliche Inversionslage ein, welche mit ihren tiefen Temperaturen zum Zufrieren von Seen im Mittelland führte. Die in dieser Zeit festgestellten hohen NO_x- Immissionen sind nicht auf Verkehrsemissionen, sondern auf die schlechten Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen.

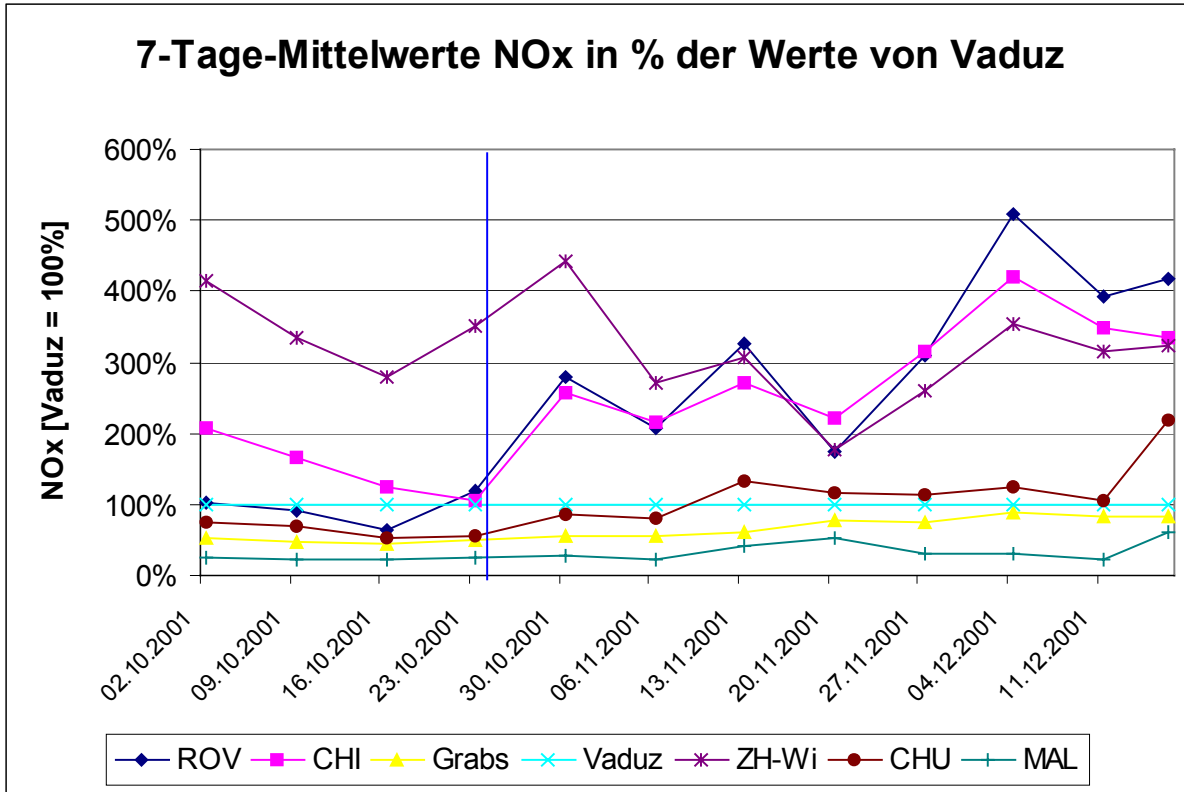
5.2 Witterungsbereinigter Verlauf der NO_x – Wochenmittelwerte (alle Wochentage)

In Abb. 5 wird für verschiedene Stationen der Verlauf der NO_x - Wochenmittelwerte dividiert durch den entsprechenden Wert der Station Vaduz in % dargestellt. Dieser Darstellung liegt die Überlegung zugrunde, dass die Station Vaduz klimatisch ähnliche Verhältnisse aufweist wie übrige Standorte in der Südostschweiz, jedoch weniger dem Einfluss des zusätzlichen LKW-Verkehrs unterliegt. Wenn die Immissionen in Relation zu den Werten der Station Vaduz angegeben werden, so wird die Auswirkung des zusätzlichen LKW Verkehrs eher unterschätzt, nämlich dann, wenn die Immissionen von Vaduz ebenfalls mit dem Zusatzverkehr ansteigen sollten.

Bei den autobahnnahen Messstationen Roveredo und Chur Industrie ist der sprunghafte Anstieg der relativen NO_x – Immissionen ab dem 24. Oktober 2001 nicht zu übersehen. Die Konzentrationen von Roveredo, welche sich vor dem 24. Oktober zwischen den Werten von Grabs und Vaduz bewegten,

stiegen etwa auf das 3-fache und erreichten das Niveau der Station Zürich-Wiedikon. Ebenfalls klar ist der Anstieg der NO_x – Tagesmittel bei der Station Chur-Industrie um den Faktor 2. Bei den Stationen Vaduz und Zürich Wiedikon ist aus den Verläufen von NO_x kein klarer Unterschied erkennbar.

Abb. 5: Verlauf der 7-Tage-Mittelwerte (jeweils Mi - Di) aller in die Auswertung einbezogenen Immissionsmessstationen im Verhältnis zu den Werten der Station Vaduz.



5.3 Vergleich zwischen zwischen Werktagen vor und nach dem 24.10. 2001

Um die Betriebszustände vor dem 24.10.2001 und nach dem 24.10.2001 miteinander vergleichen zu können, wurden die Mittelwerte über die Werktagen der folgenden Zeitperioden gebildet.

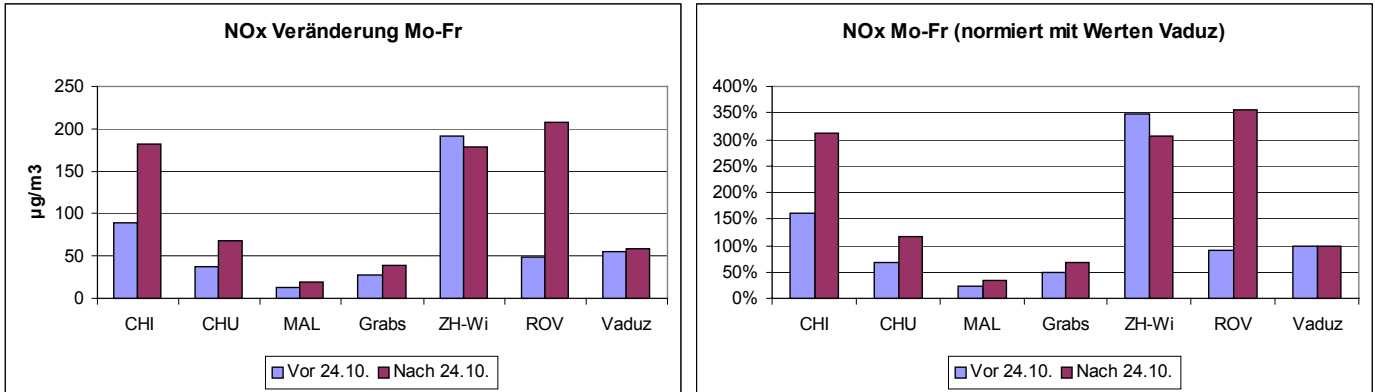
Tab. 6: Zeitlicher Umfang der betrachteten Perioden

Bezeichnung	Zeitungsumfang
„Vor 24.10.“	22.9.2001 bis 23.10.2001
„Nach 24.10.“	24.10.2001 bis 14.12.2001

Diese Zeitperioden umfassen knapp 1 bzw. knapp 2 Monate Dauer. Mit dieser Mittelungsdauer wird beabsichtigt, dass sich bei der Mittelbildung die Einflüsse extremer meteorologischer Bedingungen nicht mehr stark bemerkbar machen. Andererseits sollten diese Perioden noch kurz genug sein, damit nicht durch den Einbezug von eindeutig sommerlichen bzw. winterlichen Phasen jahreszeitlich völlig verschiedene Bedingungen vorliegen. Ob diese Erwartungen erfüllt sind, muss zuerst anhand von wenig beeinflussten Messstationen kontrolliert werden. Im Anhang 1 sind die Auswertungen getrennt für Wochentage, Samstage und Sonntage dokumentiert. Da sich die Emissionen des vom Gotthard auf den San Bernardino verlagerten LKW-Verkehrs bei den Emissionen vor allem an Werktagen (Mo-Fr) und beispielsweise nicht an Sonntagen auswirken, wurden für die folgenden Untersuchungen ausschliesslich Werktagen zugelassen.

5.3.1 Vergleich der NO_x - Immissionen

Abb. 7: Vergleich der Periodenmittel NO_x in µg/m³ und normiert mit NO_x Vaduz

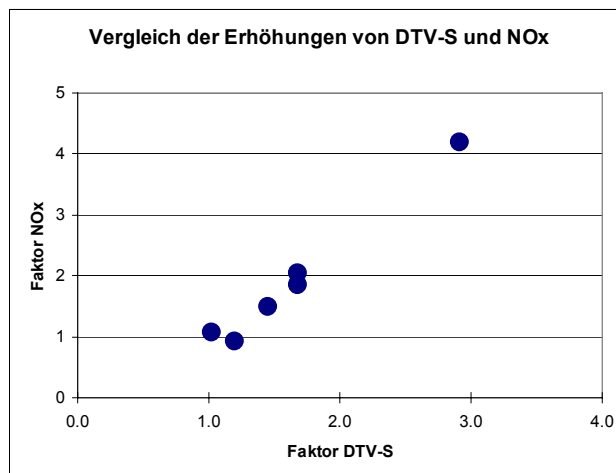


Die Tatsache, dass sich die Periodenmittelwerte an der nicht quellenexponierten Station Vaduz nur um 6% unterscheiden, bestätigt die Erwartung, dass die meteorologischen Ausbreitungsverhältnisse während der beiden betrachteten Perioden sich nur unwesentlich unterscheiden. Während die Stationen Vaduz und Zürich Wiedikon keine statistisch signifikanten (t-Test) Unterschiede zwischen den beiden Perioden zeigen, sind diese im Fall von Chur Industrie und Roveredo mit einer Verdoppelung bzw. einer Vervielfachung erwartungsgemäss sehr stark ausgeprägt (99.9% Signifikanz). Überraschend gross und ebenfalls statistisch klar signifikant (99.9%) ist der Anstieg an den Station Chur Zentrum mit ebenfalls einer knappen Verdoppelung. Bei den Stationen Grabs und Malans fallen die Unterschiede zwar schwächer, aber immer noch signifikant (95% bzw. 99%) aus.

Die mit den Daten der Station Vaduz normierten Periodenmittelwerte von NO_x zeigen, dass in Chur die NO_x – Konzentrationen durch den zusätzlichen Verkehr (und nicht etwa durch Veränderung der meteorologischen Verhältnisse) etwa eine Verdoppelung erfuhren.

Ein erstaunliches Resultat der vorgenommenen Auswertung besteht darin, dass die relative Erhöhung der NO_x-Immissionen recht gut mit der relativen Erhöhung des DTV-S korreliert, und zwar praktisch unabhängig von der Distanz der Messstation zur Autobahn. Stellt man die Faktoren („nach 24.10.“ zu „vor 24.10.“) für NO_x und den DTV-S der Autobahn im jeweiligen Talabschnitt einander im x-y-Diagramm gegenüber, so ergibt sich folgendes Bild:

Abb. 8: Vergleich zwischen der relativen Änderung der NO_x – Mittelwerte (vertikale Achse) und der relativen Änderung des DTV-S auf den in der Nähe verlaufenden Autobahnabschnitten (horizontale Achse).

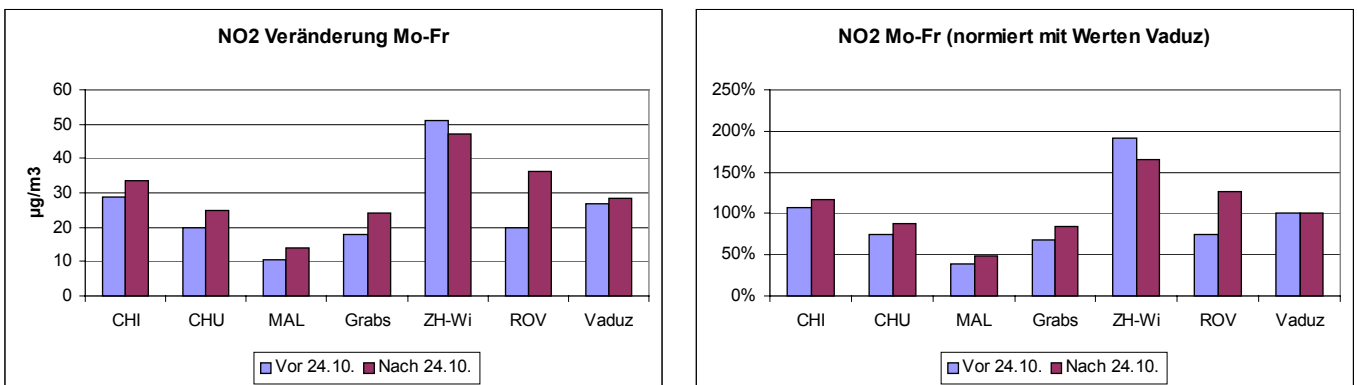


Die prozentuale Erhöhung der NO_x – Immissionen fällt damit tendenziell sogar höher aus als die prozentuale Erhöhung des DTV-S. Möglicherweise hängt diese starke Veränderung des NO_x damit zusammen, dass die zusätzlichen LKW ihre Emissionen zu einem grossen Teil in den frühen Morgenstunden bei geringen Windgeschwindigkeiten und stabiler Schichtung der Atmosphäre ausstossen oder dass die Emissionsverhältnisse zwischen LKW und PW in der Realität anders waren als aufgrund der Emissionsfaktoren gemäss Bericht BUWAL 255. **Der Witterungseinfluss ist jedenfalls für diese Veränderungen nicht ausschlaggebend, denn die NO_x – und NO₂ – Immissionen waren bei der Station Vaduz in beiden Perioden werktags fast gleich gross. Zudem wurde der Witterungseinfluss durch Normierung auf die Werte von Vaduz so gut wie möglich eliminiert.** Die an den Stationen Grabs und Vaduz gemessenen NO_x – Tagesgänge für die beiden Vergleichsperioden sind in Anhang 2 dokumentiert (für alle Wochentage). Es zeigt sich, dass die Veränderung zwischen „Vor 24.10.“ und „Nach 24.10.“ an diesen Stationen anders verlief. Die Unterschiede in Vaduz (16% für alle Wochentage) hängen wesentlich mit unterschiedlichen Verhältnissen an Wochenenden zusammen, denn für die Werktage Mo-Fr weist die Station Vaduz lediglich eine NO_x – Veränderung von 6% auf (vgl. Anhang 1).

5.3.2 Vergleich der NO₂ - Immissionen

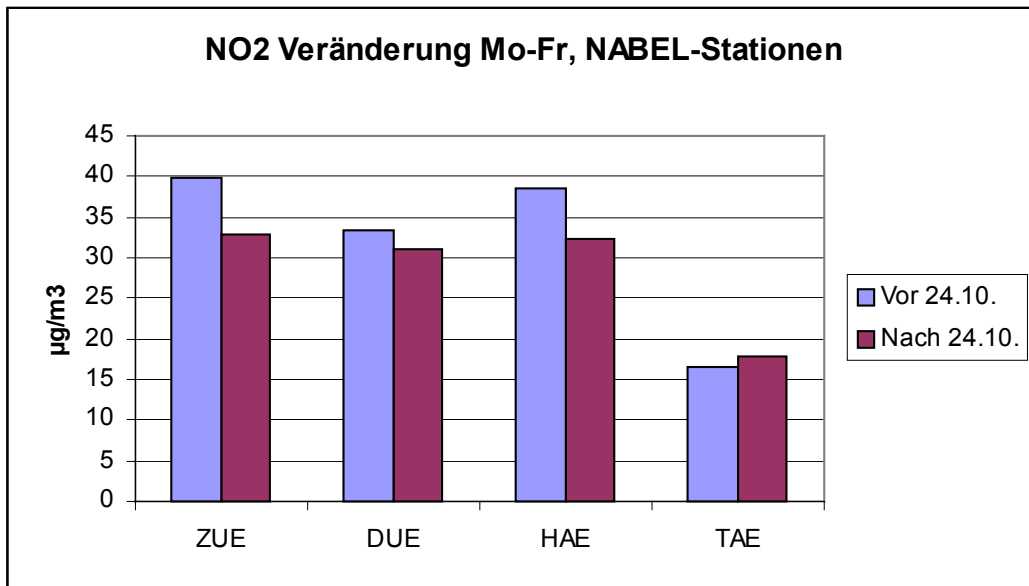
Beim NO₂ sind die Unterschiede zwischen den Periodenmittelwerten geringer. Statistisch signifikant sind sie bei Roveredo (99.9%), Chur Industrie (95%) Grabs, Chur-Zentrum und Malans (je 99%). Für Vaduz und Zürich Wiedikon bestehen keine signifikanten Unterschiede.

Abb.9: Vergleich der Periodenmittel NO₂ in µg/m³ und normiert mit NO₂ Vaduz



Ein Vergleich mit den Daten der NABEL Stationen Zürich (ZUE), Dübendorf (DUE), Härkingen (HAE, autobahnexponiert) und Tänikon (TAE, ländlich) zeigt, dass die NO₂ Immissionen an Stationen, die nicht direkt vom zusätzlichen LKW Verkehr betroffen waren, in der Periode nach dem 24. Oktober tendenziell tiefer lagen als zuvor. Ein Vergleich zwischen den Stationen ZUE (Kaserne) und Zürich Wiedikon lässt die Möglichkeit offen, dass sich bei der Station Zürich Wiedikon der grossräumige NO₂ – Rückgang um etwa 7 µg/m³ (in ZUE beobachtet) und die Erhöhung des LKW-Verkehrs in der Auswirkung teilweise kompensieren konnten.

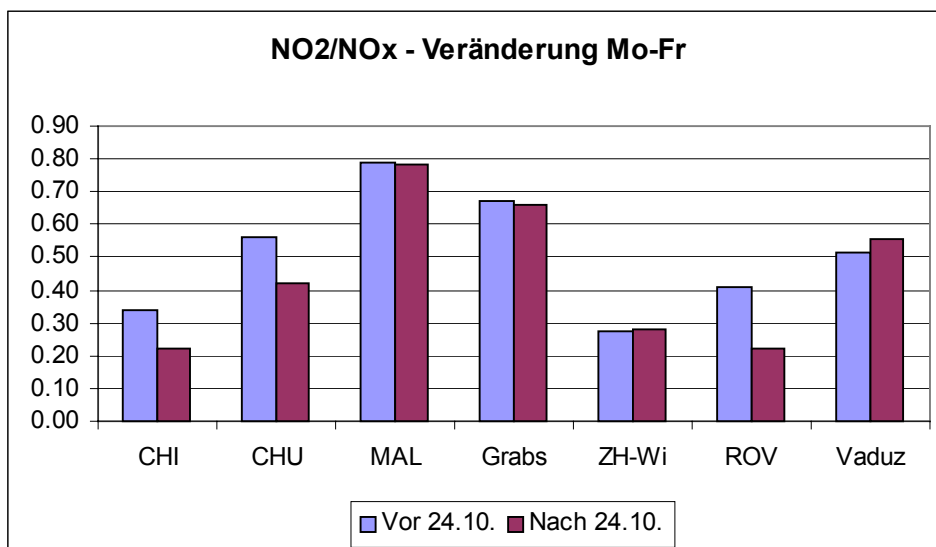
Abb.10: Vergleich der Periodenmittel für NO₂ von NABEL Stationen



5.3.3 Betrachtungen des NO₂/NO_x -Verhältnisses

Interessant ist es, den auf der Basis von Tagesmittelwerten gerechneten Kanal „Verhältnis NO₂/NO_x“ zu betrachten. Es zeigt sich, dass bei den Stationen Grabs, Vaduz, Zürich Wiedikon und Malans keine Unterschiede zwischen den Tagesmittelwerten dieser beiden Perioden feststellbar sind. An den Stationen Roveredo, Chur-Industrie und Chur-Zentrum hingegen liegt wohl infolge der Zusatzemissionen nach dem 24.10.01 dieses Verhältnis markant tiefer. Aus den Veränderungen dieses Anteils kann geschlossen werden, dass sich die Zusatzemissionen von NO_x bei diesen Stationen merklich in den Gleichgewichten der chemischen Reaktionen bemerkbar machen.

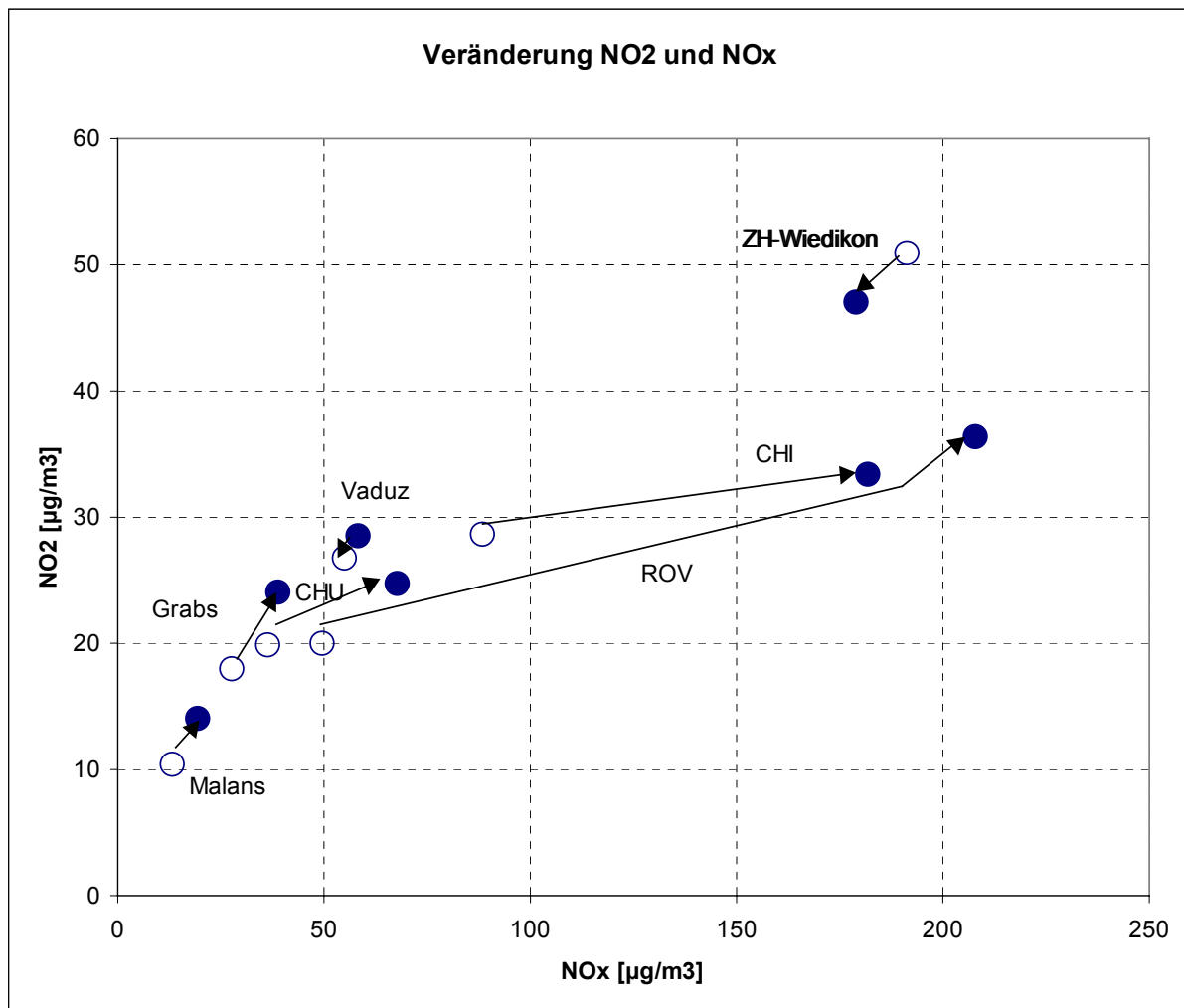
Abb. 11: Vergleich der Mittelwerte des NO₂ / NO_x-Verhältnisses (pro 24h gebildet)



In der nachfolgenden Darstellung sind die Periodenmittelwerte von NO_x und NO₂ für alle Stationen für „Vor 24.10.“ (leere Symbole) und „Nach 24.10.“ (ausgefüllte Symbole) dargestellt. Die Pfeile geben die Veränderung zwischen den beiden Perioden an. An den Messstationen Vaduz und Zürich Wiedikon

zeigen sich bei beiden Grössen keine signifikanten Unterschiede. Bei den Stationen Grabs und Malans erfolgt der Anstieg von NO_x und NO_2 nahe an der Regressionskurve, die aus Jahresmittelwerten gewonnen wurden. Die Veränderungen an den Stationen Chur Industrie, Chur Zentrum und Roveredo erfolgte in Richtung eines sehr geringen NO_2/NO_x – Verhältnisses. Für die Zeit nach dem 24. Oktober war die mittlere NO_x – Konzentration in Roveredo und Chur Industrie vergleichbar mit der von Zürich Wiedikon, während die NO_2 -Konzentration in Zürich Wiedikon um mehr als $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher lag.

Abb.12: Veränderung der Periodenmittel für NO_2 und NO_x

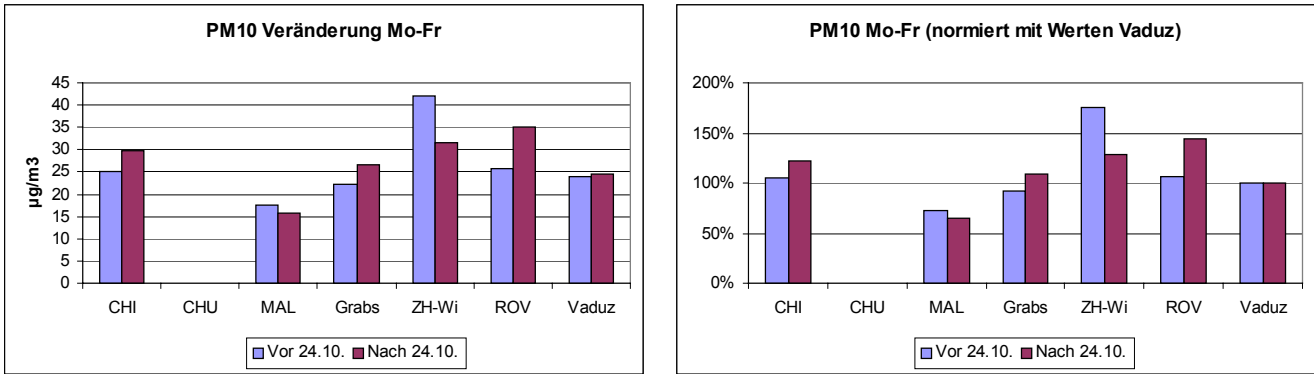


5.3.4 PM10 Immissionen

Im Gegensatz zu NO_x und NO_2 sind bei PM_{10} kaum signifikante Unterschiede zwischen den beiden Perioden auszumachen. Ausnahme bildet einzig die Station Roveredo mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5% (Signifikanz 95%). Dieses Ergebnis ist wahrscheinlich damit zu erklären, dass bei PM_{10} eine relativ hohe Hintergrundkonzentration vorhanden ist, die nicht von lokalen Schadstoffquellen beeinflusst werden kann (im Jahresmittel macht diese etwa die Hälfte des Jahresmittel-Grenzwertes aus) und dass neben dem Strassenverkehr auch andere relevante Quellen existieren. Für Feinstaub (PM_{10}) gibt es bisher aufgrund der komplizierteren Ausgangslage keine Emissionsfaktoren: Feinstaub entsteht beim Strassenverkehr ausser bei der motorischen Verbrennung (Auspuffgas, v.a. bei Dieselfahrzeugen) auch beim Abrieb (Pneu, Bremsen) und durch Aufwirbelung von bereits abgelagertem Staub.

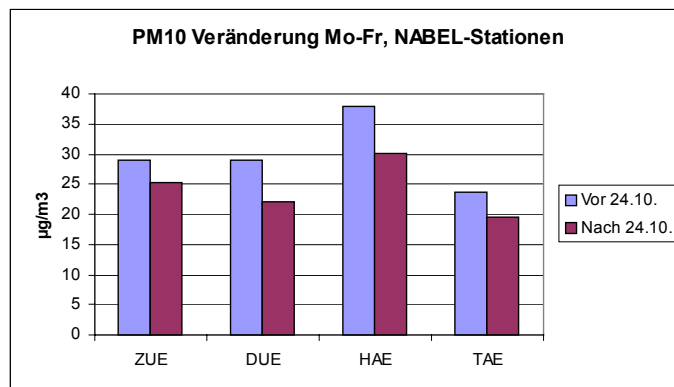
Die beobachtete relative Erhöhung der PM10-Konzentration war weniger gross als die Erhöhung bei NO_x. Trotzdem erfolgte bei Chur in Verkehrsnähe eine Immissionsdifferenz von ca. 5 µg/m³ PM10, die mit den zusätzlichen LKW in Verbindung gebracht werden muss.

Abb.13: Vergleich der Periodenmittel für PM10 in µg/m³ und normiert mit PM10 Vaduz. An der Messstelle CHU wird PM10 nicht gemessen.



Betrachtet man die Situation an den nicht durch den zusätzlichen LKW-Verkehr belasteten NABEL – Stationen, so wird klar, dass die Zeit nach dem 24. Oktober an allen Stationstypen durch eine geringere PM10 Belastung charakterisiert war als die Zeit vor dem 24. Oktober. Die Kombination zwischen der an der A13 beobachteten (relativ) geringen PM10-Erhöhung und dem Rückgang an den übrigen Stationen lässt gar befürchten, dass die zusätzliche PM10 Emission des LKW-Verkehrs bei der Station Chur Industrie zu einer Erhöhung des 2. Periodenmittels in der Grössenordnung von etwa 10 µg/m³ führte.

Abb.13: Vergleich der Periodenmittel für PM10 von NABEL - Stationen



6. Hinweis

Die Auswirkungen der Verkehrsumlagerung von Oktober bis Dezember 2001 auf Luftschadstoffe und Lärm auf der Gotthard- und San Bernardino Route sind Bestandteil weiterer Abklärungen im Rahmen eines Projektes des Bundes zusammen mit den Kantonen Graubünden, Uri und Tessin. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in einem separaten Bericht dargestellt. Dieser kann beim Amt für Umwelt Graubünden, Gürtelstrasse 89, 7001 Chur bestellt werden.

7. Dank

Der unkomplizierte Zugang zu den Daten der Messnetze von OSTLUFT (Urs Waldenmeier, AWEL)HHR, der Stadt Zürich (Susanne Schlatter und Jürg Brunner, beide UGZ) sowie des Kantons Graubünden (Hanspeter Lötscher, AfU GR) ermöglichte die vorliegenden Auswertungen.

8. Auskunft

Remo Fehr, Amt für Umwelt Graubünden, Gürtelstrasse 89, 7001 Chur
Tel. 081 257 29 52, Mail remo.fehr@afu.gr.ch

Chur, 30. April 2002

Anhang 1: Immissionen der zwei Vergleichsperioden getrennt für Wochentage Mo-Fr, Samstag, Sonntag

	NO _x	NO ₂	PM10
Mo-Fr			
Samstag			
Sonntag			

Anhang 2: Vergleich der Tagesgänge der Vergleichsperioden für die Stationen Grabs und Vaduz (Alle Wochentage, die Tagesgänge beziehen sich auf Sommerzeit (Vor 24.10.) bzw. Winterzeit (Nach 24.10.))

