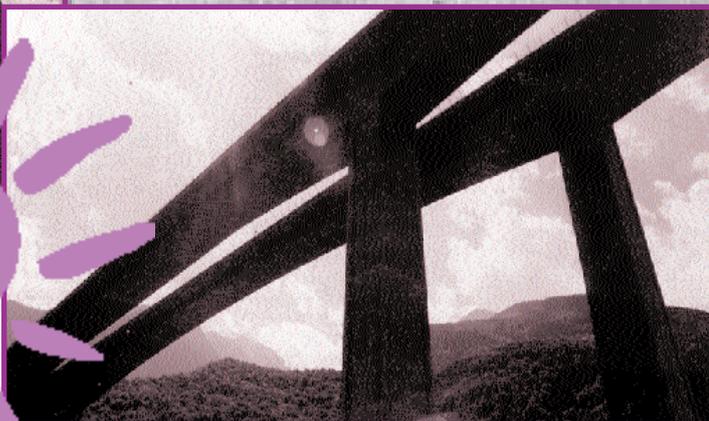
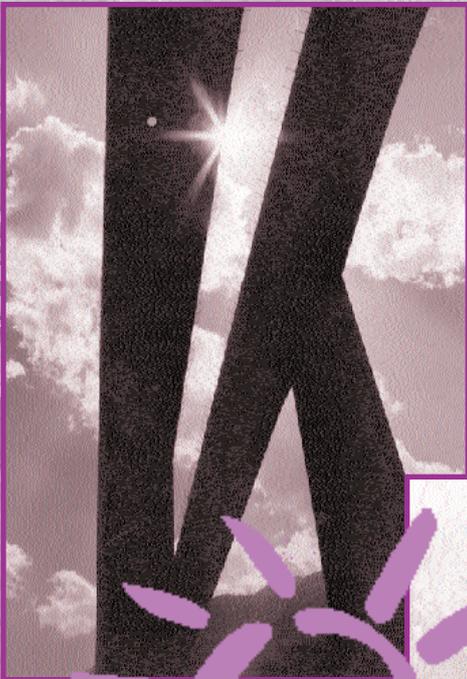


Auswirkung der
Verkehrsverlagerung
auf die Luftbelastung
entlang den Alpen-
transitachsen A2 und
A3/A13



Herausgeber: Kantonale Umweltschützämter GR,
TI und UR, sowie OSTLUFT und BAFU

Herausgeber:

Amt für Natur und Umwelt Graubünden
 Amt für Umwelt Uri
 Dipartimento dell'ambiente Ticino
 OSTLUFT
 Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Projektleitung:

Amt für Natur und Umwelt Graubünden

Auswertung, Messung und Berichterstattung:

Hp. Lötscher, ANU GR
 P. Böhler, InNET AG
 J. Thudium, ökoscience AG
 B. Broder, Emch+Berger AG
 M. Semmler, IAC-ETH

Bezugsadressen:

Amt für Natur und Umwelt GR
 Gürtelstrasse 89
 7001 Chur
 Tel.: 081 257 29 46
 Fax: 081 257 21 54
 E-Mail: info@anu.gr.ch

Amt für Umwelt Uri
 Klausenstr. 4
 6460 Altdorf
 Tel.: 041 875 24 30
 Fax: 041 875 20 88
 E-Mail: afu@ur.ch

Divisione dell'ambiente
 Viale Stefano Franscini 17
 6501 Bellinzona
 Tel.: 091 814 37 61
 Fax: 091 814 44 29
 E-Mail: dt-da@ti.ch

OSTLUFT Sekretariat (AWEL)
 Stampfenbachstr. 12
 8090 Zürich
 Tel.: 043 259 3018
 Fax.: 043 259 5178
 E-Mail: info@ostluft.ch

BAFU
 Abteilung Luftreinhaltung
 3003 Bern
 Tel.: 031 322 93 12
 Fax: 031 324 01 37
 E-Mail: luftreinhaltung@bafu.admin.ch

1	Zusammenfassung Riassunto	4
2	Übersicht Ergebnisse	6
3	Sperre Gotthard 2006 - Auswirkungen auf die Verkehrs- und Luftbelastung im Einflussbereich der Transitachsen Gotthard und San Bernardino (Bericht Emch+Berger AG)	10
4	Immissionen an der San Bernardino Route im Zusammenhang mit der Gotthardsperrung im Juni 2006 (Bericht: ökoscience AG)	55



Ein Felssturz bei Gurntellen (Uri) hat am 31.5.2006 die weitgehende Sperrung der A2 und der Kantonsstrasse zur Folge gehabt. Der Schwerverkehr wurde in der Folge bis am 29.6.2006 auf den San Bernardino (A13) umgeleitet. Mit dieser Verkehrsverlagerung fand eine markante Verschiebung der verkehrsbedingten Luftschadstoff- und Lärm-Belastung längs der beiden schweizerischen Alpentransitachsen A2 und A3/A13 statt.

Unter der Leitung der Umweltfachstellen der Kantone Graubünden, Uri und Tessin, sowie OSTLUFT und dem BAFU wurde die Veränderung der Luftbelastung dokumentiert. Die vorliegende Studie beschreibt die lufthygienischen Unterschiede entlang der A2 und A3/A13 im Vergleich zum Juni 2005 und während den Monaten Mai bis Juli 2006. Zudem wird die räumliche Verteilung der Partikel und des NO_2 in den betroffenen Alpentälern beschrieben und die Emissionen von Russ und Partikel auf einem flachen Autobahnstück (Tempo 100) abgeschätzt.

Verkehrsaufkommen: Den Gotthard-Strassentunnel durchquerten im Jahre 2005 5.87 Mio. Fahrzeuge, davon rund 920'000 schwere Nutzfahrzeuge (LKW > 6m; 16%). Die Frequenzen am San Bernardino waren tiefer: 2.24 Mio. Fahrzeuge, davon rund 150'000 schwere Nutzfahrzeuge (7%) ¹. Während der Sperrung der A2 verdoppelte sich das Verkehrsaufkommen auf der A13, das Schwerverkehrsaufkommen nahm dort um das 2.4-fache zu. Der Mehrverkehr führte denn auch wegen des ungünstigen Höhenprofils, den engen Kurven und der Sanierung einer Gallerie auf der Südrampe des San Bernardino regelmässig zu Verkehrsüberlastungen und langen Staus.

Immissionen Luft: Die Verkehrsverlagerung führte zu einer markanten Zunahme der Luftbelastung entlang der A13 und zu einer deutlichen Entlastung entlang der A2. Im Vergleich zum Juni 2005 hat das NO_x bei den A13-Stationen Rothenbrunnen (Domleschg) um 78% und Roveredo (Misox) um 95% und das NO_2 um 66 bzw. 72% zugenommen. Das PM_{10} hat in Roveredo um 14% und in Rothenbrunnen um 41% zugenommen. Deutliche Abnahmen wurden dagegen im Reusstal und in der Leventina festgestellt (Erstfeld: NO_x -64%; NO_2 -60% und PM_{10} -10%; Moleno: NO_x -66%; NO_2 -52% und PM_{10} -4%). Die Erhebung der räumlichen Ausdehnung der Luftschadstoffbelastung quer zu den Alpentransitachsen (Partikelgrössenverteilung und NO_2 -Belastung) zeigte, dass die Luft in der gesamten Talbreite vom Verkehr beeinflusst wurde. Im Domleschg und Misox war die NO_2 -Belastung im gesamten Querschnitt nach der Sperrung nur noch halb so hoch wie während der Sperrung. In Rothenbrunnen wurden während der Sperre sehr viele kleine Teilchen (< 250 nm, Russ- und ultrafeine Partikel, Quelle: v.a. Dieselfahrzeuge) gemessen, bis in einen Abstand von 250m quer zur A13 koagulierten diese und die Anzahl kleinster Teilchen reduzierte sich um die Hälfte. Grössere Teilchen waren in Autobahnnähe und in 250m Distanz in ähnlicher Anzahl vorhanden. Die grösste Zunahme der NO_x -Belastung und der Partikelanzahl wurde in den frühen Morgenstunden gemessen (viel Verkehr, geringe Durchmischung). Aber auch im Mittelland entlang der A3 bei Altendorf führte die Verkehrsverlagerung zu einer höheren Luftbelastung (Zunahme: NO_x : +50%, NO_2 : +25%).

Ein Mehrverkehr von 1'000 LKW pro Tag hat in den Alpentälern (Erstfeld und Roveredo) im Sommer eine Zu- bzw. Abnahme von 7 ppb NO_x und 4-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 zur Folge gehabt (Vergleich Okt. - Dez. 2001: NO_x : 18-33 ppb, NO_2 : 5-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Schlussfolgerung: Die temporäre Änderung des Verkehrsaufkommens hat die Luftbelastung wesentlich beeinflusst. Die Zu- bzw. Abnahme der Luftbelastung entlang der A13 und A2 verdeutlicht den bedeutenden Einfluss der Luftschadstoffe des Verkehrs in den engen Alpentälern auf die empfindlichen Ökosysteme und die darin lebende Bevölkerung. Die gewonnenen Erkenntnisse sind für die Abschätzung der lufthygienischen Auswirkung künftiger Verkehrsentwicklungen wichtig. Zudem hat sich der Nutzen des Monitoring der Luft- und Lärmbelastung längs der beiden Transitachsen A2 und A13 (MfM-U: Monitoring flankierende Massnahmen - Bereich Umwelt) gezeigt. Dank der temporären OSTLUFT-Station Altendorf konnte der Einfluss der Verkehrsverlagerung auch an der A3 dokumentiert werden.

¹ Quelle: ASTRA (provisorische Daten)

Il 31 maggio 2006 una caduta di massi a Gurtellen (Canton Uri) ha provocato la chiusura di un importante tratto della A2 e della strada cantonale. Fino al 29 giugno 2006 il traffico pesante è stato quindi deviato lungo l'asse del San Bernardino (A13). A causa di questo trasferimento del traffico, vi è stato, lungo entrambi i tratti alpini svizzeri A2 e A3/A13, un mutamento marcato dei carichi fonici e di inquinanti atmosferici influenzati dal traffico.

Le variazioni nell'andamento dell'inquinamento atmosferico sono state documentate in questo rapporto sotto la direzione degli uffici cantonali dell'ambiente Grigioni, Uri e Ticino, come pure OSTLUFT e UFAM. Questo studio descrive le differenze nella qualità dell'aria lungo la A2 e la A3/A13 in confronto al 2005 e durante i mesi di maggio, giugno e luglio 2006. E' descritta inoltre la distribuzione spaziale delle particelle e di NO_2 nelle valli alpine considerate e vengono stimate le emissioni di fuliggine e particelle lungo un tratto di autostrada pianeggiante (a velocità 100 km/h).

Traffico: Durante il 2005 5.87 milioni di veicoli, di cui 920'000 veicoli pesanti (veicoli pesanti VP > 6m; 16%), hanno attraversato il tunnel del S. Gottardo. I passaggi lungo il S. Bernardino sono stati minori: 2.24 milioni di veicoli, di cui circa 150'000 veicoli pesanti (7%). Durante la chiusura della A2 il traffico lungo la A13 è raddoppiato, mentre i passaggi di veicoli pesanti sono aumentati di 2.4 volte. L'aumento di traffico ha regolarmente causato sovraccarichi e situazioni di code anche a causa del forte dislivello, delle curve strette e del risanamento di una galleria a sud del S. Bernardino.

Immissioni atmosferiche: Il trasferimento del traffico ha portato ad un aumento marcato dell'inquinamento atmosferico lungo la A13 e ad una chiara diminuzione lungo la A2. In confronto al 2005 le concentrazioni di NO_x misurate a Rothenbrunnen (Domleschg) sono aumentate del 78% e del 95% a Roveredo (Mesolcina), mentre quelle di NO_2 sono incrementate di 66% a Rothenbrunnen, rispettivamente del 72% a Roveredo. Le PM10 sono aumentate a Roveredo del 14% e a Rothenbrunnen del 41%. Diminuzioni marcate sono invece state misurate nella Valle della Reuss e in Leventina (Erstfeld: NO_x -64%; NO_2 -60% e PM10 -10%; Moleno: NO_x -66%, NO_2 -52% e PM10 -4%). Il rilevamento dell'estensione spaziale degli inquinanti atmosferici (dimensione delle polveri e immissioni di NO_2) trasversalmente agli assi alpini di transito, ha mostrato che la qualità dell'aria è influenzata dal traffico su tutta la larghezza della valle. Dopo la riapertura della A2 nel Domleschg e in Mesolcina le concentrazioni di NO_2 lungo tutta la sezione erano la metà di quelle misurate durante la chiusura. A Rothenbrunnen durante la chiusura il numero di particelle piccole (< 250 nm, fuliggine e polveri ultrasottili, fonte: soprattutto veicoli diesel) misurato nei pressi della A13 era il doppio di quello rilevato a 250 m di distanza, a causa dei processi aggregativi. Particelle più grandi sono state riscontrate vicino all'autostrada e a 250 m di distanza in quantità simili. L'aumento maggiore di NO_x e del numero di particelle è stato misurato nelle prime ore del mattino (molto traffico, cattivo rimescolamento dell'aria). Il trasferimento del traffico ha portato anche sull'Altipiano, lungo la A3 presso Altendorf, ad un aumento dell'inquinamento atmosferico (aumento NO_x : +50%, NO_2 : +25%).

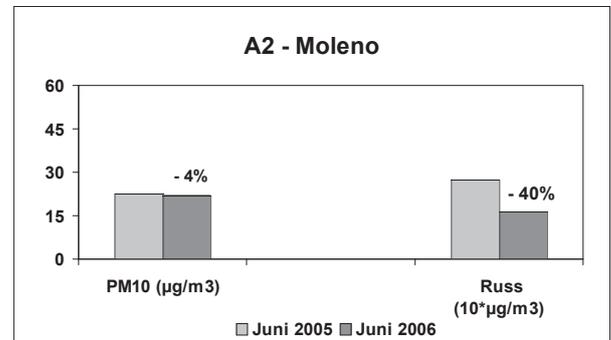
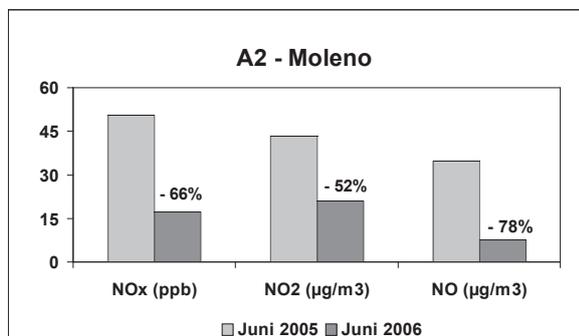
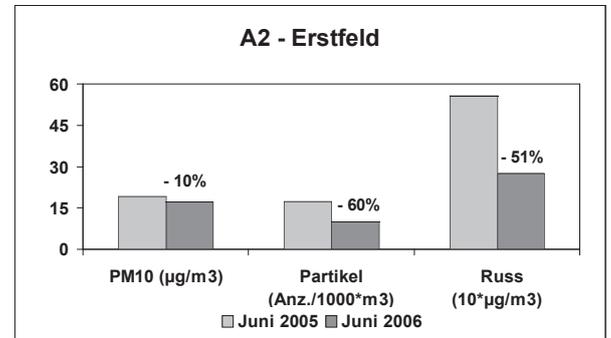
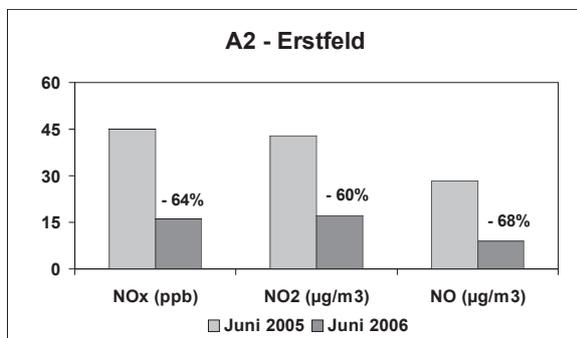
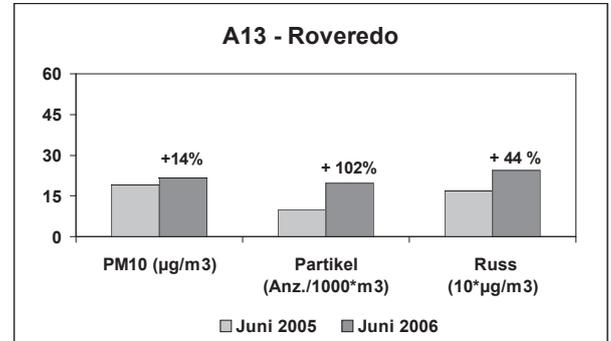
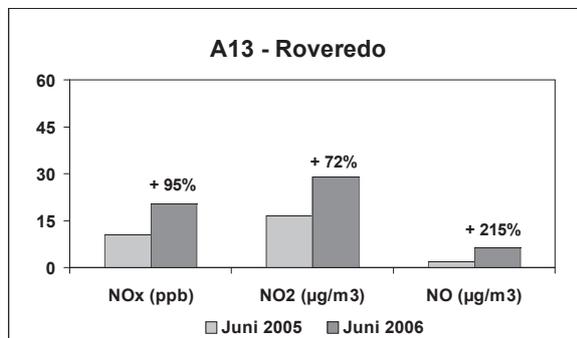
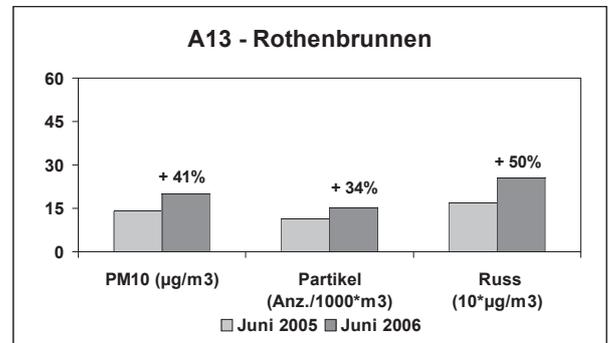
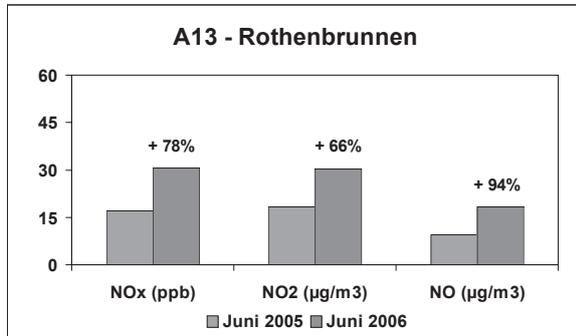
In estate, nelle valli alpine, la variazione del passaggio di 1'000 veicoli pesanti al giorno ha avuto come conseguenza un aumento, rispettivamente una diminuzione di 7 ppb di NO_x e 4-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_2 (confronto ottobre - dicembre 2001: NO_x 18-33 ppb, NO_2 5-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Conclusioni: Il mutamento temporaneo dei passaggi veicolari ha influito in maniera importante sulla qualità dell'aria. L'aumento o la diminuzione dell'inquinamento atmosferico lungo la A13 e la A2 evidenzia l'influsso delle emissioni del traffico sugli ecosistemi sensibili e la popolazione residente in strette valli alpine.

I dati osservati sono importanti per la valutazione degli effetti del traffico futuro sullo stato dell'aria. E' stata dimostrata, inoltre, l'utilità del monitoraggio del carico atmosferico e fonico lungo i due assi A2 e A13 (MfM-U: Monitoring flankierende Massnahmen - Bereich Umwelt). Grazie alla stazione di misura di OSTLUFT posta temporaneamente ad Altendorf, si è potuto documentare l'influsso del trasferimento del traffico anche lungo la A3.

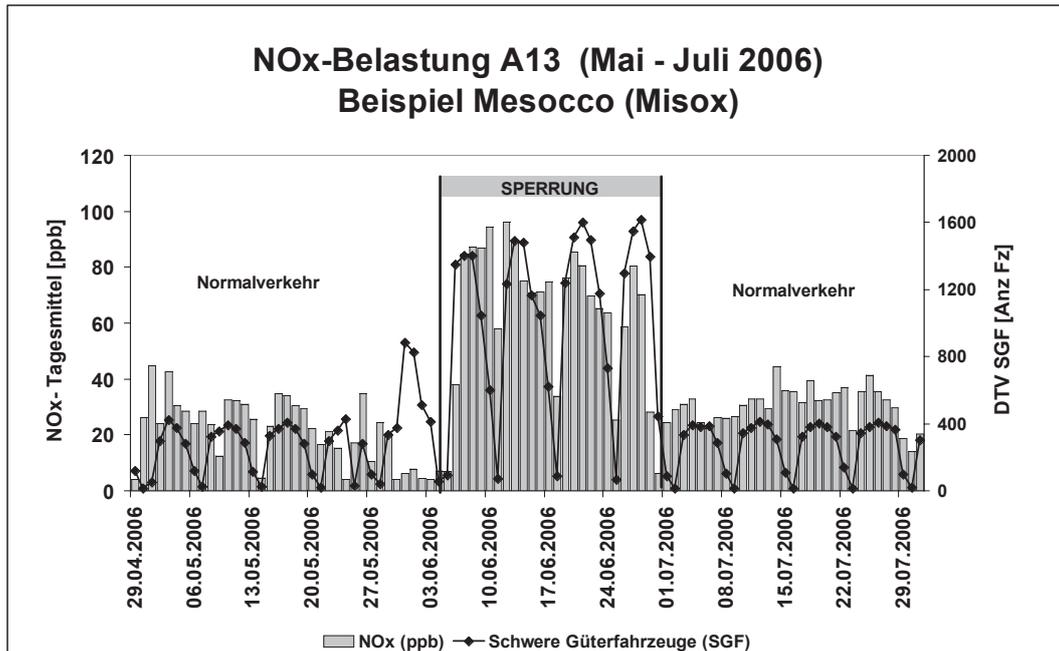
1 Fonte: USTRA (dati provvisori)

Auswirkung der Gotthardsperrung auf die Luftbelastung



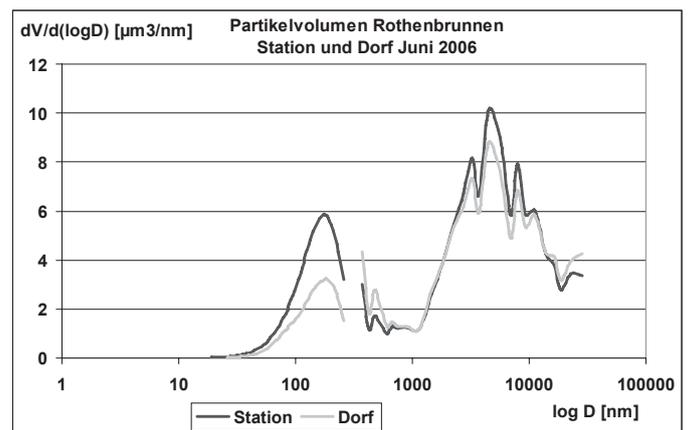
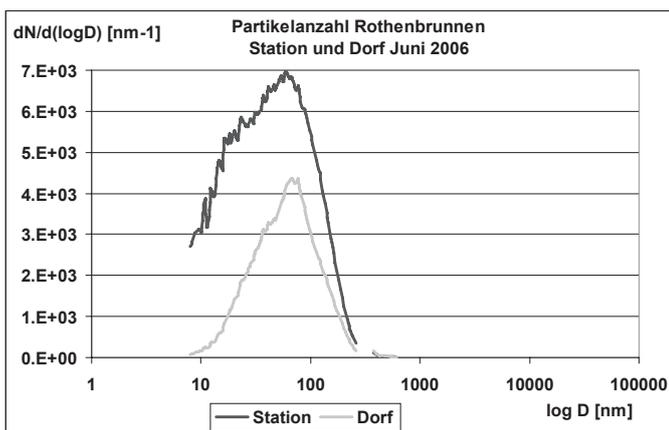
Diejenigen Luftschadstoffe, die in besonderem Masse von Diesel-Fahrzeugen ausgestossen werden (Stickoxide, Partikelanzahl, Russ), haben deutlich zu- bzw. abgenommen. Die Stickoxid-Belastung an der Station Rothenbrunnen an der A13 nahm um rund 70 % zu, während sie bei Erstfeld an der A2 um gut 60 % abnahm. An den gleichen Stationen nahm die Russ-Belastung um 50 % zu bzw. ab. Auch bei der gemessenen Partikelanzahl ist eine deutliche Zu- respektive Abnahme zu erkennen. Vergleicht man hingegen die Grösse PM10, ist die Zunahme bei Rothenbrunnen deutlich, die entsprechende Abnahme bei Erstfeld aber wesentlich geringer. ¹⁾ Quelle: ANU GR.

¹⁾ Die PM10-Belastung wurde im besonders trockenen Juni 2006 auch von Staubverfrachtungen aus angrenzenden Regionen mitbeeinflusst (z.B. durch die nahe gelegene Baustelle einer grossen Sägerei, die Sanierung der A2 und die Bauarbeiten zur NEAT im Urner Reusstal).



Mit der Zunahme des Schwerverkehrs auf der A13 hat auch die Luftbelastung deutlich zugenommen. Vergleicht man den Verlauf der Stickoxide anhand von Messungen im MisoX von Mai bis Juli 2006, steigt mit der Zunahme des schweren Güterverkehrs auch die gemessene Schadstoffkonzentration sprunghaft an. Quelle: ANU GR.

Partikelgrößenverteilung quer zur A13 (Beispiel Domleschg)



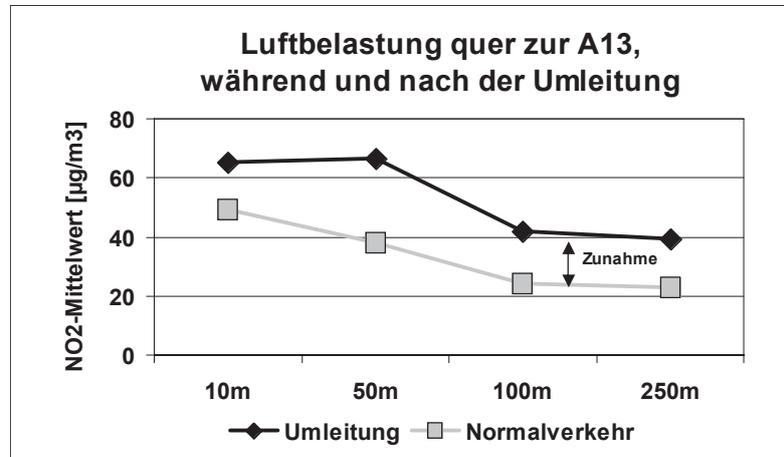
Die Partikelanzahl ist auf die kleinen Grössen konzentriert, etwa die Hälfte haben Durchmesser bis 50 nm. Das Partikelvolumen hingegen ist auf die grossen Partikel konzentriert: Partikel mit Durchmessern grösser als 1 µm machen rund zwei Drittel allen Partikelvolumens aus. Der Unterschied zwischen den Messstellen 'Station' (A13) und 'Dorf' (Abstand A13: 250m) liegt vor allem bei den sehr kleinen Teilchen < 100 nm, von denen es bei der 'Station' nahe der A13 sehr viel mehr hat. Die ganz kleinen Teilchen < 50 nm koagulieren rasch (setzen sich zu grösseren Teilchen zusammen), so dass man in 250 m Abstand deutlich weniger davon findet. Messung: InNET AG, Auswertung: ökoscience.

Relative Änderung schwerer Güterverkehr und Stickoxide



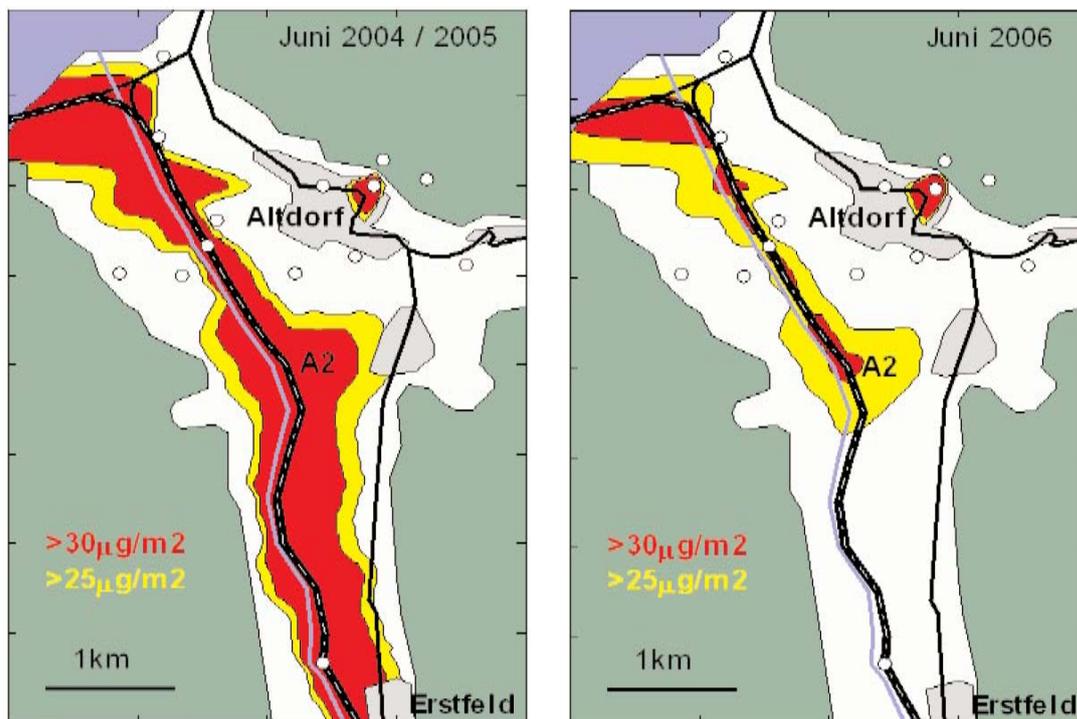
Die zwischen den Transportrouten verlagerten 1'400 schweren Nutzfahrzeuge pro Tag bedeuten für die Talschaften der Alpen eine wesentlich grössere Entlastung bzw. Zusatzbelastung als für die Gebiete des Mittellandes. So zeigt sich in Erstfeld in Bezug auf NO_x und NO_2 eine Entlastung von rund 60% und in Rothenbrunnen eine Zusatzbelastung von um 70%. Dabei bleiben - wie theoretisch auf Grund der Charakteristiken des NO_2 als sekundärem Luftschadstoff zu erwarten - die Zu- und Abnahmen beim NO_2 etwas geringer als beim NO_x . Auswertung: Emch+Berger AG.

NO₂-Belastung quer zur A13 (Domleschg)



Die Abgase des Schwerverkehrs beeinträchtigen die ganze Talsohle der engen Alpentäler. Während der Umleitung wurde bei Rothenbrunnen Messungen quer zur A13 vorgenommen. Die NO₂-Belastung hat sich in einem Abstand von 50 bis 250 m, wo der Siedlungsraum beginnt, verdoppelt. Messungen ANU GR.

NO₂-Belastung quer zur A2 (Urner Reusstal)



Bei Normalverkehr werden die Immissionsgrenzwerte für NO₂ und PM₁₀ im Urner Reusstal entlang der A2 überschritten. Die NO₂-Belastung hat sich während der Sperrung deutlich verringert. Die Umweltauswirkungen des Verkehrs auf der A2 und A13 ist von mehreren Faktoren abhängig. Einerseits ist die Verkehrszusammensetzung, die Verkehrsmenge, das Emissionsverhalten der Fahrzeuge sowie das Fahrverhalten relevant - andererseits beeinflussen äussere Faktoren wie Topografie und Meteorologie, wie stark sich die emittierten Schadstoffe in der Luft ansammeln und ausbreiten können. Modellierung: M.Semmler (IAC-ETH).

