

Zusammenstellung von immissionsklimatischen Erkenntnissen in der Umgebung von Alpentransitachsen: Brenner, San Bernardino, Gotthard

OEKOSCIENCE AG: Dr. Franziska Siegrist & Dr. Jürg Thudium
Werkstrasse 2, CH-7000 Chur, Tel. +41 81 250 33 10

Im Auftrag der Tiroler Landesregierung (Landesbaudirektion, Abt. Gesamtverkehrsplanung)

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse des gleichnamigen Berichts vom 15.09.2002
(OEKOSCIENCE AG: Siegrist & Thudium,
im Auftrag der Tiroler Landesregierung; des Landesamtes für Luft und Lärm, Südtirol,
und des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL, CH).

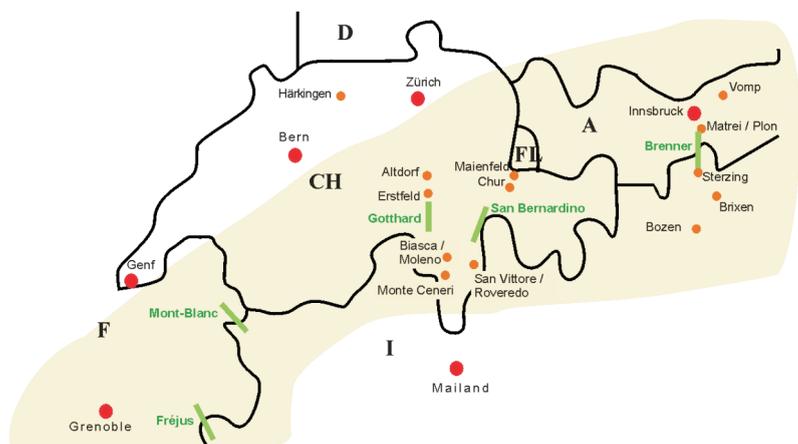
29.11.2002

Einleitung und Ziele

Für diesen Bericht wurden mehrere Alpentäler auf einer internationalen Ebene im Hinblick auf die luft-hygienischen Auswirkungen des Alpentransitverkehrs untersucht. Dabei wurde deutlich, dass alpine Regionen mit besonderen Problemen konfrontiert sind. Die Schadstoffbelastung der Luft wird verstärkt durch die enge Topografie und durch die meteorologische Situation mit häufigen Inversionslagen, welche einen Austausch der Luftmassen verhindern. Auf der Grundlage bisheriger Studien von Oekoscience AG werden die angewendeten Methoden beschrieben und die bisherigen Erkenntnisse zu den Auswirkungen des alpenquerenden Strassenverkehrs, insbesondere des Güterverkehrs, zusammengestellt. Das Ziel ist die vergleichende Betrachtung der Verkehrssituation und der lufthygienischen Bedingungen in den einzelnen Alpentälern. Der Bericht liefert Erkenntnisse für zukünftige Planungsstrategien für den alpenquerenden Verkehr. Er dient als Diskussionsgrundlage für die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Regionen. Im Originalbericht findet sich ein ausführliches Literaturverzeichnis inklusive einer Zusammenstellung der früheren Studien von Oekoscience AG zu dieser Thematik.

Untersuchungsgebiete

Der gesamte innere Alpenbogen (zwischen Fréjus und Brenner) ist Gegenstand dieser Studie. Allerdings werden vorwiegend Untersuchungen aus der zentralen und östlichen Region einbezogen. Für die französischen Alpenpässe (Mont-Blanc und Fréjus) stehen nur wenig Daten und kaum Grundlagenstudien zur Verfügung. Nebenstehende Abbildung gibt einen Überblick über die ganze Region und die wichtigsten Ortsnamen und Messstationen, welche im Originalbericht erwähnt werden. Die wichtigen Alpenpässe und Strassentunnels sind grün dargestellt.



Die einzelnen Untersuchungsgebiete:

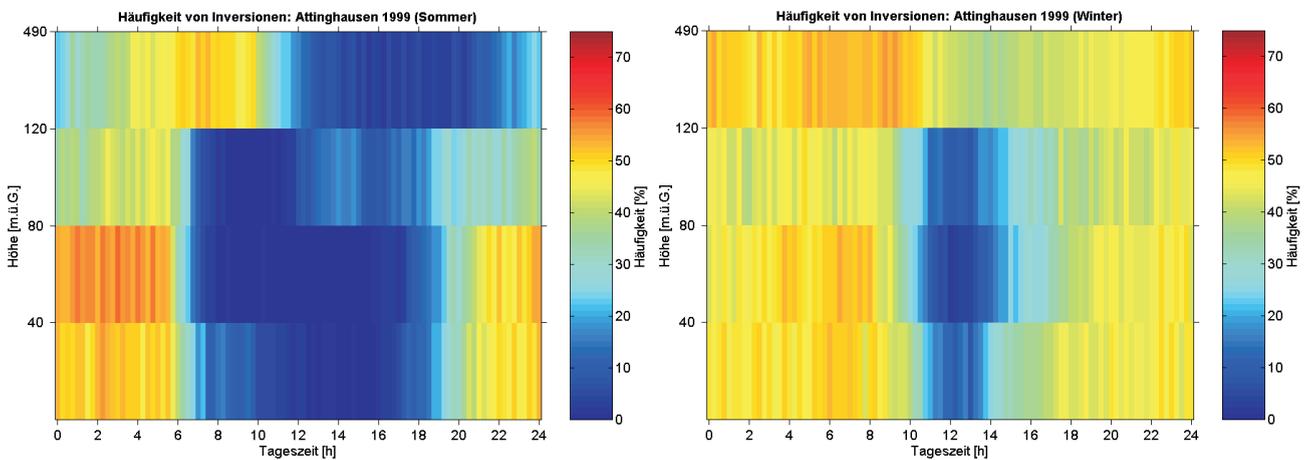
- **Unteres Inntal, Tirol / A: Inntal-Autobahn A12** von Volders bis Jenbach (nördliche Zufahrt zum Brenner)
- **Südtirol / I: Autobahn A22 (Brenner Süd)** im Eisacktal zwischen Sterzing und Bozen
- **Churer Rheintal / CH: A13 (San Bernardino Nord)** von Chur bis Maienfeld
- **Misox / CH: A13 (San Bernardino Süd)**, vor allem unterer Abschnitt in der Umgebung von Roveredo
- **Urner Reusstal / CH: A2 (Gotthard Nord)** von Amsteg bis Alt Dorf

Je nach verfügbarer Datenlage wurden einzelne Perioden zwischen Herbst 1998 und Ende 2000 als Untersuchungszeiträume gewählt.

Das Unterinntal ist von allen Untersuchungsgebieten dasjenige mit der besten Abdeckung an Messstationen, so dass Daten von 7 verschiedenen Immissionsstationen in unterschiedlicher Distanz zur Autobahn einbezogen werden konnten. In allen anderen Regionen wurden Daten von 1-3 langfristigen Stationen sowie von allfälligen mobilen Messkampagnen untersucht.

Temperaturschichtung

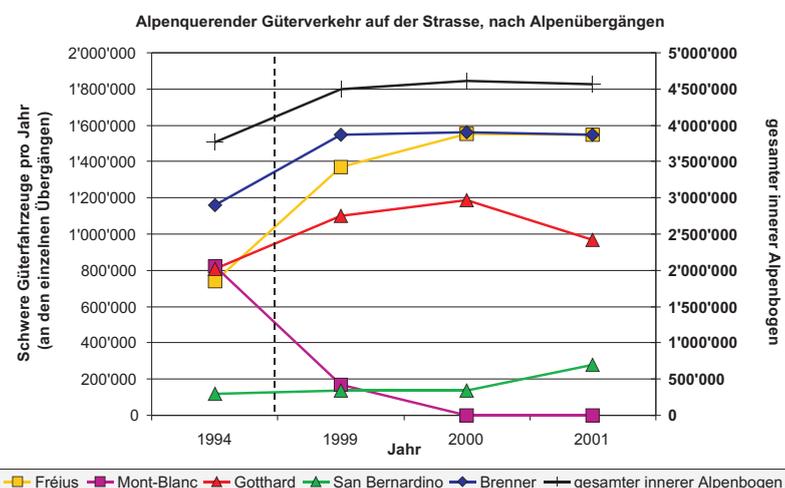
Die meteorologischen Bedingungen spielen eine wichtige Rolle bei der Ausbreitung der Schadstoffe. Neben den Windverhältnissen ist vor allem die Temperaturschichtung von Interesse. Normalerweise nimmt die Temperatur mit der Höhe ab. Die Schichtung wird als **"Inversion"** bezeichnet, wenn die Lufttemperatur gegen oben zunimmt. In solchen Situationen wird der vertikale Austausch der Luftmassen unterbunden, und die Schadstoffe sammeln sich in Bodennähe an. Durch Temperaturprofilmessungen an einem Hang wird in allen Untersuchungsgebieten (mit Ausnahme von Südtirol) die Schichtung der bodennahen Atmosphäre erfasst.



Die Abbildungen zeigen **Inversionshäufigkeiten** im Tagesgang im Sommer (links, Mai bis Aug. 1999) und im Winter (rechts, Jan., Feb., Nov., Dez. 1999) für das Temperaturprofil in Attinghausen (Reusstal). Auf der x-Achse ist die Tageszeit dargestellt, auf der y-Achse die Höhe über Grund. Somit kann das Auftreten der Inversionen nach Höhenschichten unterschieden werden. Tiefe Inversionen wirken sich besonders verhängnisvoll auf die Luftqualität aus, weil sich die Schadstoffe in einem begrenzten Luftvolumen in Bodennähe ansammeln. Die Farbe gibt die Häufigkeit der Inversionen an. Während sich im Sommer die Inversionen tagsüber in allen Schichten praktisch immer auflösen, bleiben im Winter Inversionen in Bodennähe an 20% aller Tage durchgehend erhalten. Auch an den übrigen Tagen lösen sie sich nur für wenige Stunden auf. In beiden Jahreszeiten wird deutlich, dass Inversionen besonders nachts auftreten.

Verkehrszahlen

An allen wichtigen Alpentransitstrassen werden offizielle Verkehrszählungen durchgeführt, z.T. durch permanente automatische Zählstellen, z.T. während speziellen Zählkampagnen. Die durchschnittliche tägliche Gesamtverkehrszahl (DTV) hat in den letzten Jahren überall kontinuierlich zugenommen. Der Brenner weist von den untersuchten Alpenübergängen die höchsten Verkehrszahlen auf. Der regionale Anteil am Güter- und Personenverkehr ist in den einzelnen Tälern sehr unterschiedlich. Neben den Gesamtverkehrszahlen ist auch die Unterscheidung nach Fahrzeugkategorien sehr wichtig. Denn die schweren Güterfahrzeuge verursachen den grössten Teil der Luftbelastung, auch wenn ihre Gesamtzahl deutlich kleiner ist als jene der Personenwagen.



Quelle: Bundesamt für Raumentwicklung, Bern (2002): Alpinfo 2001.
Alpenquerender Güterverkehr auf Strasse und Schiene.

Die nebenstehende Abbildung zeigt die Entwicklung des **Güterverkehrs** (Lkws, Last- und Sattelzüge >3.5 t Gesamtgewicht) von 1994 bis 2001 auf den bedeutendsten Alpentransit-Autobahnen im inneren Alpenbogen. Während der gesamte alpenquerende Güterverkehr auf der Strasse in dieser Alpenregion (inklusive einige kleinere Übergänge) von 1994 bis 2000 von 3.8 auf 4.6 Millionen Fahrzeuge pro Jahr zugenommen hat, ist im Jahr 2001 eine Stagnation zu verzeichnen. Die Tunnelsperrungen am Mont-Blanc (ab 24.3.1999) und am Gotthard (24.10.-21.12.2001) sind deutlich erkennbar. Während auf diesen Achsen der Güterverkehr drastisch sinkt, nimmt er gleichzeitig am Fréjus respektive am San Bernardino zu.

Emissionen

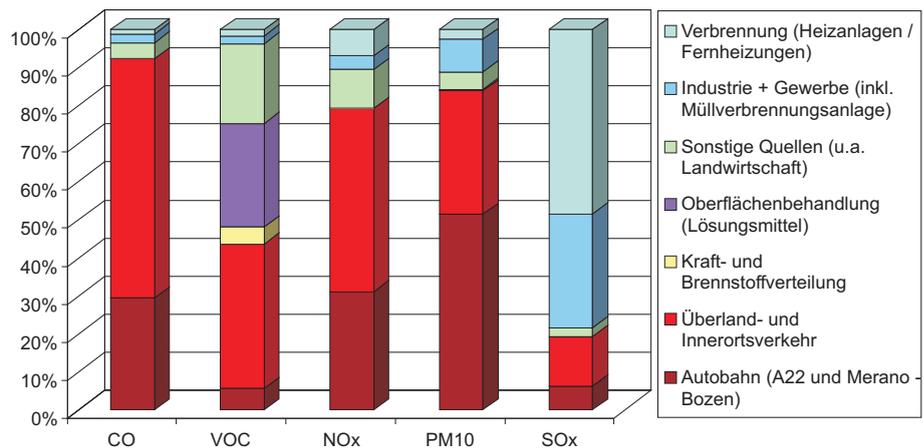
In allen Untersuchungsregionen ist die Autobahn die dominierende Quelle von Luftschadstoffen. Aufgrund der Verkehrszählungen und der offiziellen Emissionsfaktoren für die verschiedenen Fahrzeugkategorien wurden die Emissionen für jede Region berechnet.

Aus dem **Emissionskataster** für das Südtirol (nebenstehende Abbildung) geht hervor, dass der Verkehr (rot) die Hauptquelle für CO, NOx und PM10 in ganz Südtirol darstellt. Der Einfluss der Autobahn A22 ist für die gesamte Region sehr dominant.

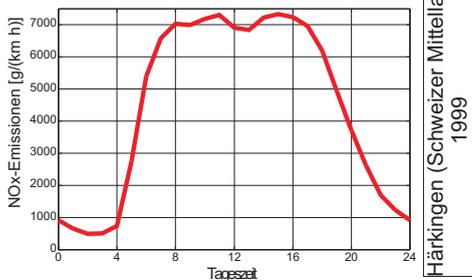
Das Emissionskataster zeigt, dass den Heizungen und Industrieanlagen eine deutlich geringere Bedeutung beim Ausstoss von Stickoxiden, Feinstaub und Kohlenmonoxid zukommt als dem Verkehr.

In diversen Untersuchungen wurde der schwere Güterverkehr als Hauptverursacher der Verkehrsemissionen und besonders des Feinstaubes PM10 identifiziert. Für die Inntal- und die Brennerautobahn wurden aufgrund der geschätzten Verkehrsentwicklung die zu erwartenden NO_x-Emissionen bis zum Jahr 2010 berechnet. Trotz verbesserter Motoren werden diese nur geringfügig abnehmen oder während einiger Zeit sogar eher noch zunehmen. Dies ist auf die starke Zunahme des schweren Güterverkehrs zurückzuführen. Bei ungebremster Verkehrsentwicklung ist somit in naher Zukunft keine wesentliche Verbesserung der Luftqualität zu erwarten. Diese Erkenntnisse gelten auch für alle anderen untersuchten Alpentäler.

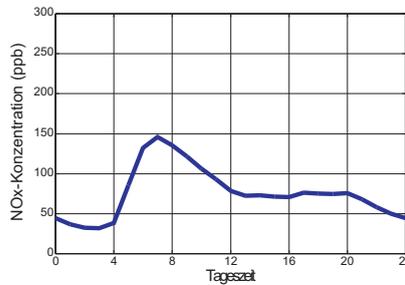
Emissionen nach Schadstoffquellen in Südtirol, Jahr 2000



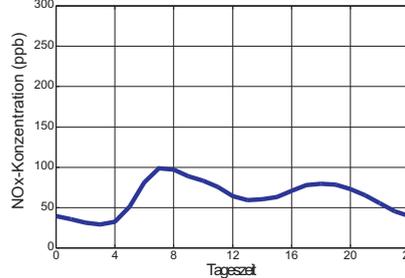
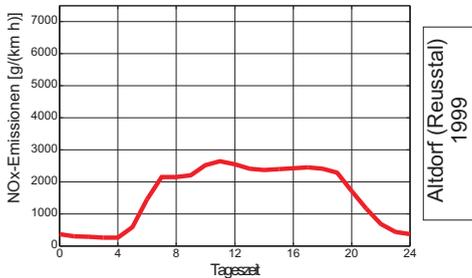
Emissionen (mittlerer jährlicher Tagesgang)



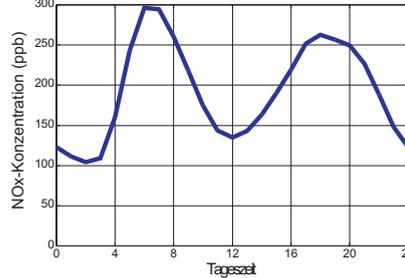
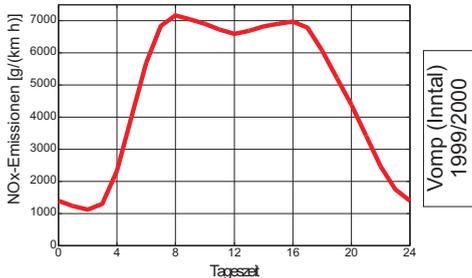
NO_x-Immissionen (mittlerer jährlicher Tagesgang)



Emissionen (mittlerer jährlicher Tagesgang)



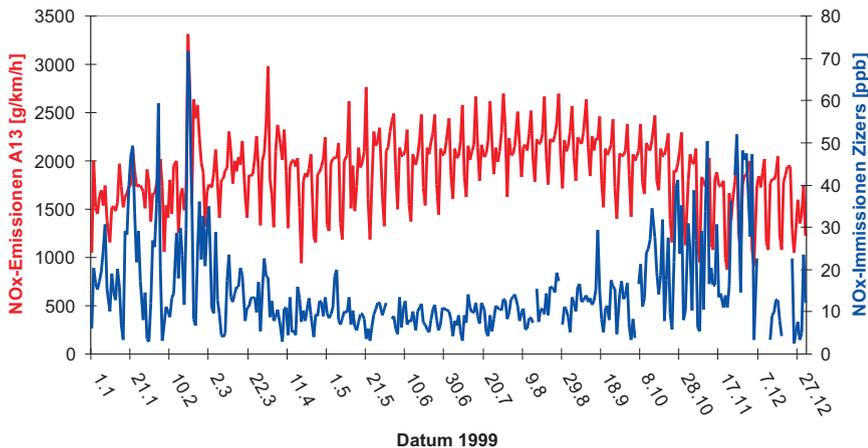
Emissionen (mittlerer jährlicher Tagesgang)



Emissionen und Immissionen

Wie die nebenstehenden Abbildungen zeigen, ist der Zusammenhang der Emissionen zu den Immissionen nicht linear. Hier sind die mittleren jährlichen Tagesgänge der Emissionen (rot) und der Immissionen (blau) an drei Standorten dargestellt: Härkingen als Beispiel für eine eher flache Region im Schweizer Mittelland und die beiden Alpentäler Urner Reusstal und unteres Inntal. Während die Emissionen im Inntal vergleichbar sind mit jenen am stark befahrenen Autobahnknotenpunkt Härkingen, zeigen die Immissionen im Inntal rund dreimal höhere Werte. Dafür bewegen sich die Immissionen in Härkingen und Altdorf in der gleichen Grössenordnung, obwohl Härkingen eine etwa dreimal so grosse Verkehrsdichte wie Altdorf aufweist. Daraus lässt sich schliessen, dass die Schadstoffbelastung bei gleicher Emission in einem Alpental rund dreimal höher ist als in einer offenen Gegend.

Vergleich NOx-Emissionen und -Immissionen



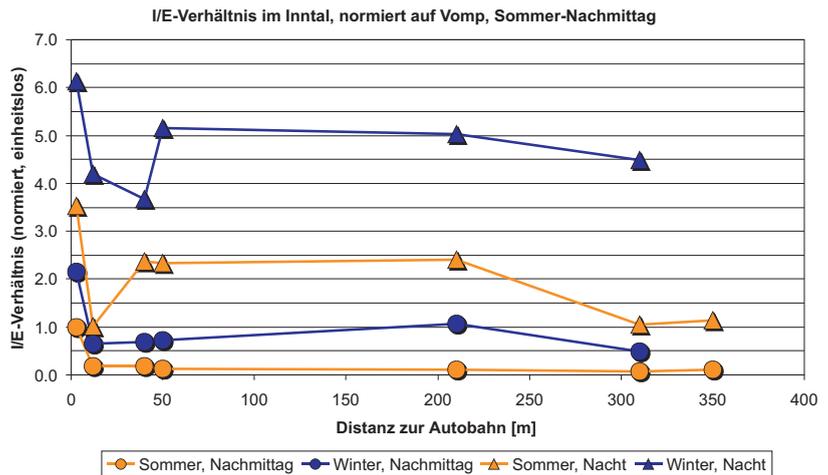
Wie die Abbildungen auf der vorangehenden Seite zeigt auch der hier dargestellte Jahresgang der Emissionen (rot) und der Immissionen in 600 m Distanz zur Autobahn (blau) im Churer Rheintal, dass kein unmittelbarer linearer Zusammenhang zwischen Immissionen und Emissionen besteht. Obwohl die mittleren Emissionen im Sommer höher sind als im Winter, werden die höchsten Immissionswerte im Winter erreicht. Die Immissionen hängen neben den Emissionen auch von weiteren Einflussfaktoren wie Topografie und meteorologischen Bedingungen ab.

Bei Inversionslagen, die vor allem nachts und im Winter auftreten, sammeln sich die emittierten Schadstoffe in Bodennähe an, während sie sich bei guten Austauschbedingungen in einem grösseren Volumen verteilen.

In flachen Regionen sind bodennahe Inversionen seltener als in engen Alpentälern. Ausserdem steht dort eine grössere horizontale Fläche für die Ausbreitung zur Verfügung.

Horizontale Ausbreitung und zeitliche Unterschiede

Um die Belastungssituation von einzelnen Standorten oder verschiedenen Zeitperioden unabhängig von der aktuellen Emission miteinander zu vergleichen, wird das Verhältnis von den NO_x-Immissionen an einer bestimmten Messstation zu den Emissionen der Autobahn gebildet. Je höher dieses Verhältnis ist, desto stärker ist ein bestimmter Standort bei gleich bleibenden Verkehrsemissionen belastet.



Die tageszeitlichen Unterschiede sind stärker ausgeprägt als die jahreszeitlichen. Somit werden die höchsten Werte in Winternächten erreicht. Auch die sommerlichen Nachtwerte sind noch höher als die Tageswerte im Winter.

Zu jeder Tages- und Jahreszeit ist direkt neben der Autobahn die NO_x-Immission im Verhältnis zur Emission höher als in grösserer Distanz. Mit zunehmender Entfernung nimmt jedoch die Abhängigkeit von den Austauschbedingungen zu. Das heisst, nachts und im Winter sind auch weiter von der Autobahn entfernte Standorte noch stark belastet. Selbst in einer Distanz von 300 m zur Autobahn ist die Luftbelastung in einer Winternacht bei gleichem Verkehrsaufkommen ca. 5 mal so gross wie im Sommer tagsüber direkt neben der Autobahn! Dies bedeutet, dass sich eine Erhöhung der Nachtfahrten besonders auf die lufthygienische Situation in Wohngebieten in einiger Distanz zur Autobahn negativ auswirken würde.

Fazit

- Alpentäler sind aufgrund ihrer topografischen Lage und der meteorologischen Bedingungen mit häufigen Inversionen besonders von der Luftbelastung durch den Verkehr betroffen. Emissionen wirken sich hier stärker auf die Immissionen aus als im Flachland.
- Am gravierendsten sind diese Auswirkungen nachts, weil dann oft stabile Bedingungen herrschen, die den Luftaustausch unterbinden. Deshalb ist eine Einschränkung des nächtlichen Güterverkehrs auch aus lufthygienischer Sicht sinnvoll.
- Die Belastung in den häufig als Wohngebiete genutzten Regionen in einigen hundert Metern Distanz zur Autobahn hängt besonders stark von den herrschenden Austauschbedingungen ab.