

# 25 JAHRE LUFTREINHALTUNG GRAUBÜNDEN



Amt für Natur und Umwelt  
Uffizi per la natira e l'ambient  
Ufficio per la natura e l'ambiente

25 Jahre

Luftreinhalte Graubünden

# Inhalt



## Standpunkte

### Meinungen

Gute Luft lohnt sich ..... 4

### Interview mit Remo Fehr, Vorsteher des Amtes für Natur und Umwelt

«Wir haben viel erreicht»..... 34

## Praxisbeispiele

### Busbetriebe und Bergbahnen

Endstation für Diesellruss ..... 14

### Plusenergiehotel Muottas Muragl

Berghaus ohne Kamin..... 18

### Kehrichtverbrennung

Gefilterte Abgase ..... 23

### Lösungsmittel

Alkoholarms gedruckt..... 26

### Luftkurort Davos

Keim-, nicht sorgenfrei ..... 29



## Fachinformation

### Schadstoffquelle Verkehr

Geringere Emissionen..... 40

### Feinstaub

Klein, aber schädlich..... 46

### Luftverschmutzung und Gesundheit

Krankheitsbilder erkannt ..... 52

### Massnahmenplan Lufthygiene

Alle Quellen im Blick..... 58

### Öl-, Gas- und Holzheizungen

Gezähmtes Feuer ..... 62

## Übersicht

### Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung

Guter Luft auf der Spur..... 7

Literatur ..... 67

# Gute Luft lohnt sich



«Die Luft im Kanton Graubünden ist besser geworden. Das ist der umweltbewussten Bevölkerung zu verdanken. Es ist zudem das Verdienst des ANU, das seit 25 Jahren Lufthygiene-Massnahmen umsetzt. Inskünftig sind vermehrt die Treibhausgase zu reduzieren, weil der globale Klimawandel lokales Handeln erfordert. Ich danke für diese Broschüre und die Einblicke in die Welt der Teilchen unserer Atemluft.»

**Martin Jäger, Regierungsrat  
Kanton Graubünden**



«Es freut uns, dass wir im Bergkanton Graubünden tätig sein und seit über 75 Jahren dazu beitragen dürfen, die Qualität der Luft zu erhalten und zu verbessern. Seit 25 Jahren fördert die Luftreinhalte-Verordnung einen nachhaltigen Umgang mit der Luft und schafft die Voraussetzungen, dass in unserem Kanton Industrie, Gewerbe und Tourismus erfolgreich nebeneinander gedeihen.»

**Ludwig Locher, Direktor  
der EMS-CHEMIE,  
Domat/Ems**



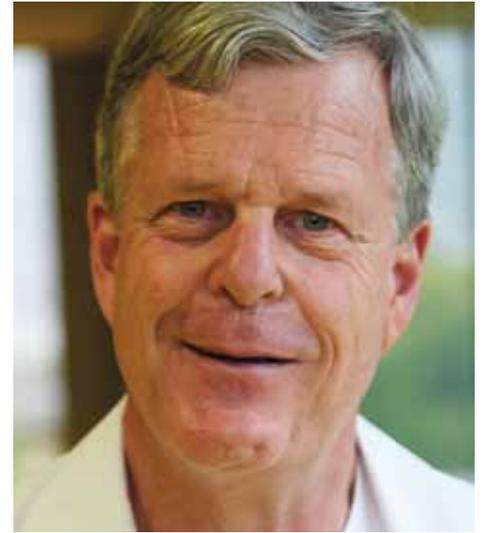
«Al nostro territorio tipicamente alpino, che offre una biodiversità straordinaria e paesaggi mozzafiato, appartiene un'aria salubre e pulita. Il Comune di Poschiavo, molto attento alle tematiche ambientali, sta varando una legge che, attraverso la promozione di nuove tecnologie orientate a una maggiore efficienza energetica nell'ambito delle economie domestiche, contribuisca a ridurre sostanzialmente le emissioni di CO<sub>2</sub>.»

**Alessandro Della Vedova, Gemeindepresident Poschiavo**



«Sco mamma è la sanadad per mai il bain il pli prezios che mes uffants han retschavì en lur vita. Perquai èsi impurtant per mai da pudair viver cun els en in ambient pli u main intact, nua che nus pudain giudair aria schubra. Sco famiglia empruvain nus da donnegiar l'ambient aschi pauc sco pussaivel. Cun quità observesch'jau sco nus ans essan svilupads universalmain en ina societad da sfarlattim e consum.»

**Isabella Wieland, mamma e moderatura RTR**



«10 000 Liter Luft müssen täglich im Ruhezustand durch unsere Lungen geatmet werden. Verunreinigte Luft enthält eine grosse Zahl von Schadstoffen. Saubere Luft verbessert unsere Gesundheit und damit unsere Lebensqualität. Das Amt für Natur und Umwelt hilft, die Vorschriften der Eidgenössischen Luftreinhalte-Verordnung einzuhalten. Denn gut atmen, heisst gut leben.»

**Max Kuhn, Leitender Arzt für Lungenkrankheiten, Kantonsspital Graubünden**



# Guter Luft auf der Spur

## **Von Almens bis Zuoz, auf der Greina und am Kornplatz mitten in Chur ist die Luft zum Atmen praktisch gleich:**

Zu vier Fünfteln wird Stickstoff eingeschneuft. Ein Fünftel besteht aus Sauerstoff, 0,9% Argon und 0,04% Kohlendioxid machen den durchschnittlichen Inhalt eines Atemzugs komplett. Erst die noch geringeren Spuren verraten, wo wir uns im Kanton Graubünden genau befinden. Vor allem im Rheintal und in den Südtälern ist die Luftbelastung erhöht, weil der Verkehr auf der Autobahn A13 Abgase und insbesondere Stickoxide ausstösst. Auch entlang der Zufahrten zu den Tourismusorten reichern sich die Verkehrsabgase in der Luft übermässig an. Feinstaub aus den Holzfeuerungen nebelt dagegen die Dörfer des Misox und Puschlav im Winter häufig ein. Und im Misox steigen jeweils auch die sommerlichen Ozonwerte an. In den übrigen Tälern stimmt aber, was die Tourismuspromotoren erfreut und wovon die Sommer- und Wintergäste gerne zehren: Die Bündner Luft ist – mit dem Unterland verglichen – überdurchschnittlich gut.

## **Einzigartige Langzeitstudie**

Letztes Jahr wurden in Graubünden 3200 Tonnen Stickoxide, fast 700 Tonnen Feinstaub, davon 90 Tonnen Russpartikel, rund 2000 Tonnen Ammoniak sowie über 4000 Tonnen flüchtige organische Verbindungen in die Luft ausgestossen. Diese Schadstoffe stammen aus dem Verkehr, aus der Abluft von Gebäudeheizun-

gen, aus der Nutztierhaltung sowie aus den Abgasen von Gewerbe und Industrie – und hinterlassen in der Luft eine chronisch oder akut beunruhigende Spur. Stickoxide, Feinstaub und Ozon können für die menschlichen Atmungsorgane gefährlich sein. Russpartikel und Benzole, wovon auch in der Luft über Graubünden hohe Anteile mitschweben, erregen sogar Krebs. Dass solche Risiken nicht aus der Luft gegriffen sind, beweist eine einzigartige Langzeitstudie Sapaldia, an der auch die Bevölkerung von Davos teilnehmen darf. Darin fiel die Bündner Luft ihrer vergleichsweise guten Qualität wegen abermals positiv auf: In Genf und Lugano ist der Anteil der Bewohner mit verminderter Lungenfunktion doppelt so gross wie in Davos. Die Sapaldia-Studie zeichnet seit über 20 Jahren die gesundheitlichen Folgen der anhaltend hohen Luftbelastung auf. Vor sechs Jahren rüttelte der Befund erstmals auf: «Feinstaub macht krank». «Drei Millionen Menschen in der Schweiz atmen zu viele feine Partikel ein», warnte deshalb das Bundesamt für Umwelt (BAFU).

## **Keine Grenzen für Verkehrsabgase**

Die hohe Feinstaubbelastung macht jedoch nicht vor Graubünden Halt. Beispielhaft dafür keucht der Gütertransportverkehr über den San Bernardino und stösst dabei eine Menge Dieselmotoren aus.

**Darin fiel die Bündner Luft abermals ihrer guten Qualität wegen positiv auf.**

Gut für die Luft und für die Gesundheit der Bündnerinnen und Bündner: Die Schadstoffeinträge nehmen weiterhin ab (Davos, Berghotel Schatzalp).

## Der Vollzug der Luftreinhalte- Verordnung ist eben erst erwachsen geworden. Und hat schon Vorweisbares erreicht.

Die schweren Lastwagen und die ausländischen Nummerschilder dürfen allerdings nicht trügen: Einen Teil der Verkehrsabgase – neben Dieseleruss sind vor allem die Stickoxide gemeint – verursachen auch die mobilen Bündnerinnen und Bündner. Sowohl auf der A13

als auch auf den anderen kantonalen Hauptachsenrollen immer mehr Autos und Lastwagen. Und neben den hinlänglich bekannten Wochen-

endstaus im Prättigau und Oberland hat der stockende Feierabendverkehr durch Chur ebenso Bestand. Weitere bedeutende Feinstaubquellen, die ebenfalls auf Kantonsgebiet zu lokalisieren sind, stellen die vielen kleinen Holzheizungen dar. Wissenschaftlich untersucht und als erwiesen gilt: Die Schadstoffeinträge durch Holzfeuerungen können im Winter in der Summe diejenigen des Verkehrs übertreffen, hat das Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden (ANU) herausgefunden. Die Messkampagne fand in verschiedenen Gemeinden im Misox statt.

### Stickoxide deutlich reduziert

Gut 25 Jahre nach Einführung der nationalen Luftreinhalte-Verordnung (LRV) haben die Umweltbehörden jedoch nicht nur verfeinerte Messmethoden, sondern auch lufthygienisch Vorweisbares erreicht: Das Waldsterben und der saure Regen haben ihre damals dramatische Wirkung verloren. Tatsächlich ist der Ausstoss von anfänglich beunruhigenden Schadstoffkategorien, darunter die Schwefeloxide und das Kohlenmonoxid, wirksam eingedämmt worden. Ebenso wurden die Einträge von Blei weitgehend eliminiert. Und in den letzten Jahren haben die Massnahmen zur Reduk-

tion der Stickoxidbelastung ( $\text{NO}_x$ ) grosse Wirkung gezeigt. Umso mehr konnten die Schadstoffkonzentrationen auch im dünnst besiedelten Kanton der Schweiz verringert werden. Die  $\text{NO}_2$ -Grenzwerte sind in Graubünden meistens eingehalten worden; seit 1995 sind die Emissionen der Stickoxide beinahe auf die Hälfte gesunken. Das weiter steigende Verkehrsaufkommen hat die Reduktionswirkung von sauberer Abgastechnik – Katalysatoren und Dieselpartikelfilter – teilweise jedoch wett gemacht.

### Bergklima als wichtiger Faktor

Der kleine Wermutstropfen ist das Ozon: Im Misox wurde das erlaubte Stundenniveau im Sommer 2012 an 80 Tagen übertroffen. Aufgrund der sonnenreichen Lage werden hier – ebenso wie im Tessin – die jeweils höchsten Werte in der Schweiz gemessen. Und in Nordbünden ist die durchschnittliche Ozonbelastung ähnlich hoch wie im Schweizer Mittelland, obwohl weit geringere Mengen der Vorläufersubstanzen Stickoxide und Kohlenwasserstoffe ausgestossen werden. Ozon wird mit dem Wind über grosse Distanzen verfrachtet; die erhöhte Luftbelastung ist deshalb nicht nur ein kantonales Problem. In Graubünden ist das Bergklima aber auch gut für die Luft: Kühle Temperaturen in erhöhten Lagen dämpfen die Ozonbildung, und die Luftschadstoffe verteilen sich rasch. Meistens wirken sich die meteorologischen und topografischen Einflüsse allerdings negativ auf die Schadstoffwerte in den engen Bündner Tälern aus. Oft fehlt die Durchlüftung; und in der kalten Jahreszeit bilden sich zudem Kaltluftseen, die den Austausch mit darüberliegenden Schichten unterbinden. Die Luft bleibt im Talboden gefangen, und die einmal ausgestossenen Schadstoffe reichern sich bei solchen wind- und wetterbedingten Inversionslagen an.

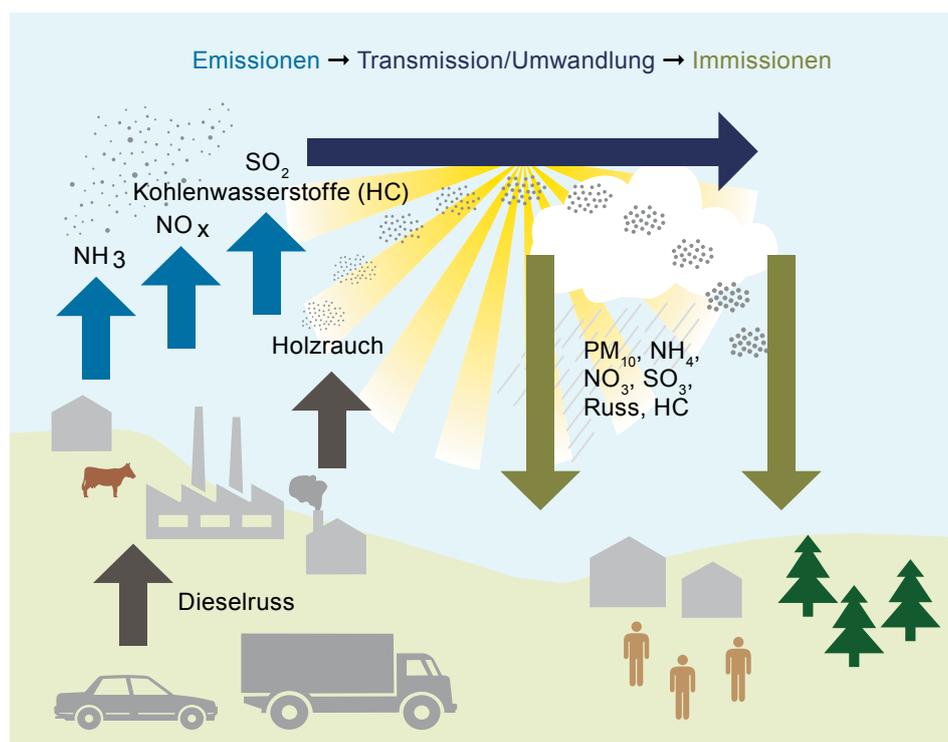
## Netz aus 15 Messstationen

Wesentlich zur Verbesserung der Lufthygiene in Graubünden hat das kantonale Amt für Natur und Umwelt (ANU) beigetragen. Seit 25 Jahren ist es für den Vollzug der nationalen und kantonalen Vorschriften zuständig. Und gleich zu Beginn wurden in Chur und Davos die ersten Luftmessstationen aufgestellt. Seither sind weitere Standorte in Arosa, Castaneda, Chur, Mesocco, Rothenbrunnen, Roveredo, St. Moritz und San Vittore dazugekommen. Anfänglich wurden nur Stickoxide und Ozon erhoben; inzwischen werden auch die Feinstaubwerte kontinuierlich gemessen. Letzterer hat die Stickoxide nämlich als Leitsubstanz für die Beurteilung der Luftverschmutzung abgelöst, was den Erkenntnissen Anfang des 21. Jahrhunderts zu verdanken ist: Standen zuvor die erreichten Erfolge – geringere Schwefel- und Stickoxidwerte – im Vordergrund, brachten die medizinischen Feinstaubdiagnosen ein neues, bisher unbekanntes Problem ans Licht: Die Anzahl chronisch hustender Kinder und älterer Menschen hat nachweisbar mit der

Feinstaub angereicherten Luft am Wohnort zu tun. Da der Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung eben erst erwachsen geworden ist, dürfen solche Aha-Effekte, die durch das Entdecken bislang unbekannter Auswirkungen ausgelöst werden, kaum erstaunen. Das Wissen, welche Schadstoffe der Gesundheit des Menschen und dem Ökosystem gefährlich werden, hinkt meistens hinterher, bis sich die Folgen bei Mensch und Natur zeigen. Bei der Analyse der Umweltqualität wird zudem häufig nur gefunden, wonach bekanntermassen gesucht wird, respektive welche Schadstoffspuren die Messtechnik überhaupt entdecken kann.

## Grenzüberschreitendes Beobachten

Doch beim Aufdecken der relevanten Luftprobleme haben die Behörden Wichtiges gelernt: So wenig die Kantons-grenzen das Ausbreiten der Schadstoffe behindern, so selbstverständlich ist die grenzüberschreitende Zusammenarbeit bei der Luftmessung geworden. Das ANU betreibt mit den Fachstellen der Ostschweizer Kantone inklusive Zürich



Die Quellen und die Ausbreitung inklusive Umwandlung derjenigen Schadstoffe, die die Luftbelastung verursachen. Letztere gefährdet die Gesundheit der Menschen und beeinträchtigt die Umwelt und Natur (Grafik: Ostluft).

und dem Fürstentum Liechtenstein ein gemeinsames Messnetz, das die charakteristischen Belastungsstandorte zwischen Schaffhausen und Chur abdecken kann. Der interkantonale Verbund «Ostluft» dient dazu, die Bevölkerung aktuell und einheitlich zu informieren. So sind auf [www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch) die Messwerte und Belastungsstufen in Echtzeit abrufbar. Unter [www.umwelt.gr.ch](http://www.umwelt.gr.ch) finden sich zusätzli-

che Luftdaten aus dem Kanton. Und auch was auf der San-Bernardino-Route passiert, verfolgt die ANU-Abteilung «Luft, Lärm und Strahlung» gemeinsam mit anderen Kantonen. Das nationale Umweltmonitoring «alpenquerender Güterverkehr» auf den beiden 40-Tönnner-Transitkorridoren ist ein Teamwork von Graubünden, Basel, Luzern, Uri und Tessin, unter Leitung des Bundesamts für Umwelt.

Der Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung im Kanton Graubünden seit 25 Jahren sowie frühere Ereignisse im Zeitraffer; Textbox von 1890 bis 1975, Zeitband von 1983 bis heute (Legende rechte Seite).

Für eine Übersicht über die aktuellen Projekte siehe hintere Umschlagsinnenseite.

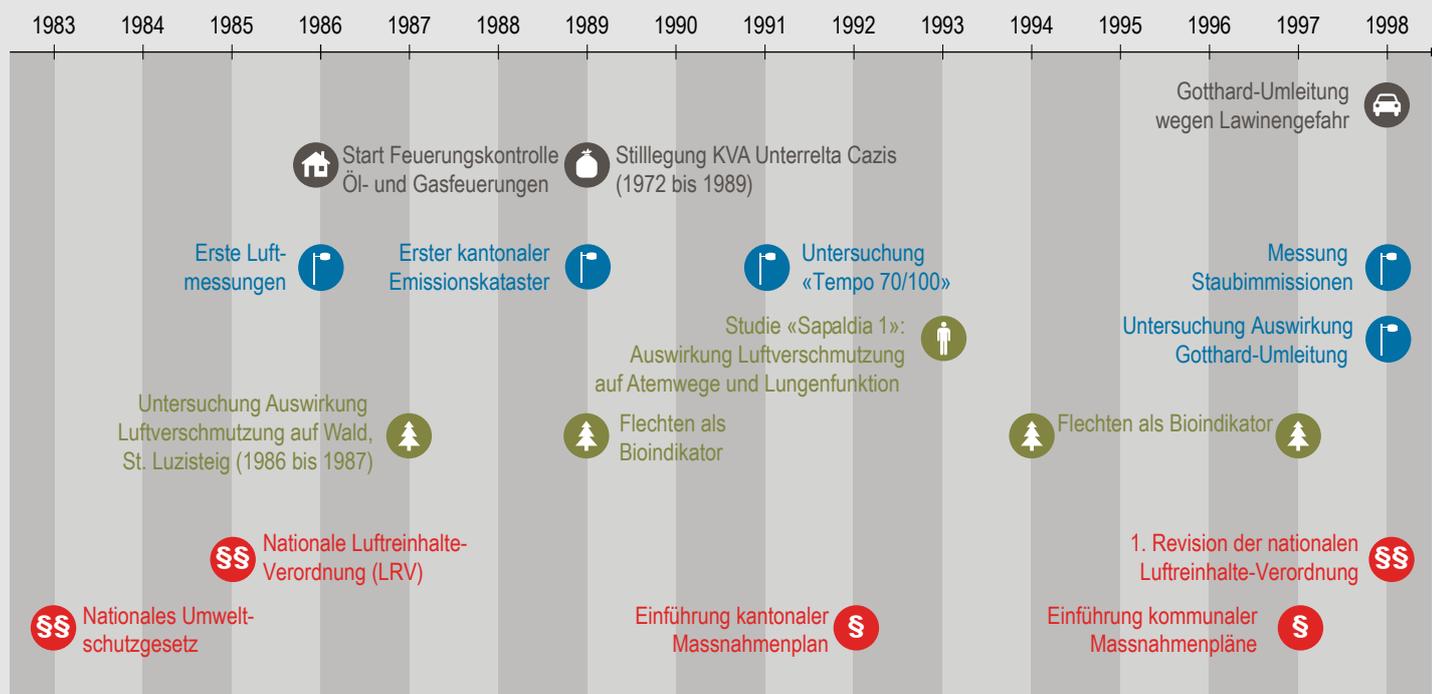
#### Wichtige Ereignisse vor 1980

-  1890: Eröffnung Eisenbahnlinie Landquart-Davos
-  1925: Aufhebung allgemeines Fahrverbot für Autos
-  1960: Eröffnung San-Bernardino-Tunnel
-  1950: Ozon-Messungen Arosa
-  1969: Stilllegung KVA Davos (1914 bis 1969)
-  1975: Eröffnung KVA Trimmis

#### Mithilfe aller gesucht

Die Broschüre «25 Jahre Luftreinhalte im Kanton Graubünden» gibt beispielhafte Einblicke in die Vollzugspraxis und stellt den Stand des Wissens über die wichtigsten Schadstoffquellen und die Auswirkungen der Luftbelastung dar. Auf den Anspruch der Vollständigkeit wird verzichtet, weil das reichhaltige Pflichtenheft der vier ANU-Mitarbeiter aus dem Bereich Luft den Rahmen dieser Publikation sprengt. So gäbe es zusätzlich zu berichten, dass die über 20 000 Feuerungsanlagen in Privathaushalten

#### Wichtige Ereignisse und der Vollzug im Zeitraffer



und Gewerbebetrieben periodisch zu kontrollieren sind. Ausserdem werden Firmen regelmässig besucht, um den Kataster für Schadstoffemissionen nachzuführen. Denn gemäss dem kantonalen Massnahmenplan Lufthygiene, vor 20 Jahren erstmals eingeführt und vor fünf Jahren überarbeitet, gibt es noch Einiges zu tun: Die Ziele sind erst erreicht, wenn die Emissionen einzelner Schadstoffe teilweise auf die Hälfte gesunken sind. In Zukunft gilt es auch, das Eindämmen der Treibhausgase voranzutreiben. Doch Politik und Verwaltung können das nicht alleine leisten. Vielmehr ist die Mithilfe der Bewohner, der Tourismusverantwortlichen, der Gewerbetreibenden, der Bauern sowie auch der willkommenen Gäste gefragt, die Luftreinhaltungsmassnahmen zu beachten und der Umwelt Sorge zu tragen. Denn die Luft von Maienfeld bis ins Bergell und vom Tujetsch bis ins Val Müstair soll dereinst wieder flächendeckend, wohltuend und möglichst ohne Schadstoffe einzuatmen sein.

### Schadstoffquellen

-  Verkehr
-  Industrie
-  Haushalte
-  KVA
-  Landwirtschaft

### Schadstoffe

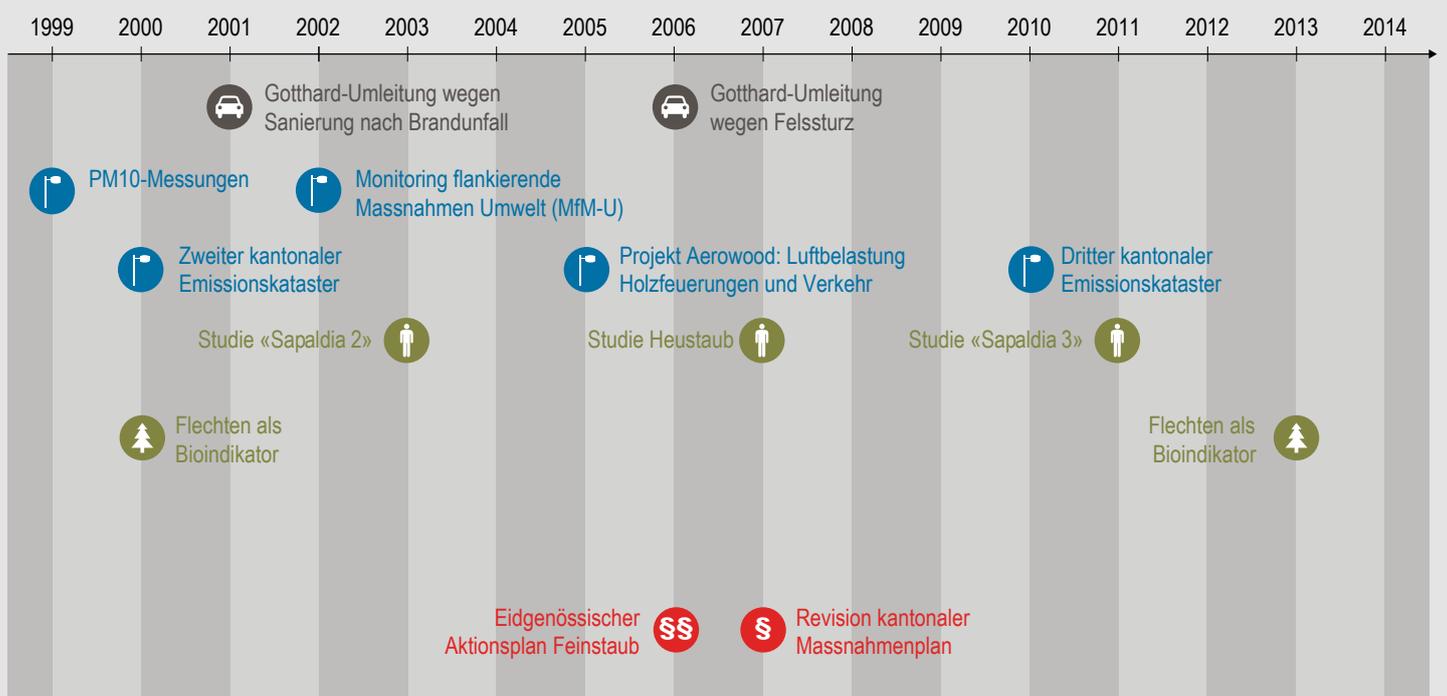
-  Emissionen und Immissionen

### Auswirkungen auf Mensch und Natur

-  Bioindikation
-  Gesundheit

### Massnahmen und Gesetze

-  Eidgenössisches Gesetz
-  Kantonales oder kommunales Gesetz



### **Grischun: la via a la buna aria**

En la gronda part da las valladas grischunas datti quai, ch'ils giasts da stad e d'enviern aman: L'aria dal Grischun è – cumparegliada cun la Bassa – fitg buna. Ma da la Val dal Rain fin en la Tumulastga e per lung da las vias d'access als centers turistics procuran oravant tut las svapurs dal traffic per valurs d'oxid da nitrogen pli autas. In'ulteriura crusch èn ils stgaudaments cun laina. Cunzunt en ils vitgs da la Val Mesauc e dal Puschlav chaschuna la pulvra fina da stgaudaments cun laina vegls l'enviern aria contaminada. Bundant 25 onns suenter l'introduziun da las prescripziuns legalas davart la protecziun da l'aria pon las autoritads per l'ambient però preschentar tscherts success: La svapur da substanzas nuschaivlas sco diossid sulfuric e monoxid carbonic ch'è stada l'emprim inquietanta ha pudì vegnir reducida. E

dapi l'onn 1995 èn las emissiuns dals oxids da nitrogen quasi sa smesadas. Problematica resta la gronda impestaziun cun ozon. La sostanza directiva actuala per giuditgar l'impestaziun da l'aria è però la pulvra fina. Cun agid da la populaziun da Tavau vegn realisà il studi naziunal da sanadad «Sapaldia» che cumprova, che malsognas da las vias respiratoricas daventan cronicas en cas da valurs autas da pulvra fina e che mussa la situaziun privilegiada da la populaziun grischuna grazia a la meglra aria da montagna. Gidà considerablamain a meglrar l'igièna da l'aria ha l'uffizi chantunal per la natira e l'ambient (UNA) – ed el vegn a far quai er en l'avegnir – cun exequir il plan da mesiras chantunal e cun controllar las mesiras. Mesiras, cun las qualas i na vegnan betg mo reducidas las substanzas nuschaivlas en l'aria, mabain er ils gas cun effect da serra.

### **Grigioni: alla ricerca dell'aria pulita**

Nella maggior parte delle valli del Cantone dei Grigioni si trova ciò che gli ospiti, d'estate come d'inverno, si aspettano: rispetto a quella dell'Altopiano, l'aria dei Grigioni è considerevolmente migliore. Tuttavia, dalla Valle del Reno alla Domugliasca e lungo le strade che conducono ai centri turistici sono soprattutto i gas di scarico dei veicoli la causa degli elevati valori di ossido d'azoto. Destano preoccupazione anche i riscaldamenti a legna. Soprattutto nel Moesano e nella Valposchiavo, d'inverno le polveri fini prodotte da vecchi riscaldamenti a legna avvolgono sovente i villaggi. A oltre 25 anni dall'introduzione delle direttive legislative relative alla qualità dell'aria, le autorità ambientali hanno tuttavia raggiunto successi considerevoli: l'emissione di inquinanti che inizialmente destavano preoccupazione, quali il diossido di

zolfo e il monossido di carbonio, è stata arginata. Rispetto al 1995, le emissioni degli ossidi d'azoto sono state quasi dimezzate. Rimane problematico l'elevato carico di ozono. Attualmente, la sostanza principale per valutare l'inquinamento dell'aria sono tuttavia le polveri fini. Con la partecipazione della popolazione di Davos, viene svolto lo studio nazionale Sapaldia, che dimostra la correlazione tra elevati valori di polveri fini e malattie croniche delle vie respiratorie, nonché la situazione privilegiata della popolazione grigionese grazie alla migliore aria di montagna. L'UNA ha contribuito in modo sostanziale al miglioramento della qualità dell'aria e lo farà anche in futuro mettendo in atto il piano di misure cantonale e verificando l'efficacia di queste misure, con le quali vengono arginati non solo gli inquinanti atmosferici, bensì anche i gas a effetto serra.

Die Luft wird nicht von alleine sauber: Die meisten Ferienorte in Graubünden sind mit dem schadstoffarmen öffentlichen Verkehr bequem erreichbar.



Gleis

2

Arosa

# Endstation für Dieseleruss

**Der Engadiner Skimarathon ist zwar 42,195 Kilometer lang und dauert mehrere Stunden.** Auf der Strecke zwischen Maloja und S-chanf wird allerdings um minimale Raum- und Zeiteinheiten gerungen: Der diesjährige Sieger brachte

eine halbe Skilänge oder 0,4 Sekunden Vorsprung ins Ziel. Und gar mancher der dahinter liegenden 10 000

Langläufer hat eine ebenso kleine Lücke – beim Warten auf den Pendelbus oder auf der Rennstrecke – genutzt, um sich möglichst weit nach vorne zu schlängeln. An der grössten Skisportveranstaltung der Schweiz zählen scheinbar nichtige Details aber auch neben der Loipe: Am Engadiner werden nur Pendelbusse eingesetzt, die höchstens 25 Milligramm Feinstaub pro Kilometer ausstossen. Vor drei Jahren wurde der abgasarme Shuttlebusdienst am Marathonsonntag sogar mit einem Ökopreis honoriert. «Wir wollen ein Vorzeigeunternehmen sein», erklärt Jakob Kessler, Betriebsleiter der Stadtbus Chur AG das Motiv, warum «dr Bus vu Chur» sowohl im Engadin als auch im Kantonshauptort umweltschonend verkehrt. Für die jeweils aufgegebenen Niederflrigelenkbusse aus dem Zürcher Oberland, der Zentralschweiz und dem Rheintal gilt eine Partikelfilterpflicht, und inzwischen ist die Engadiner Busflotte auch im regulären Fahrplanbetrieb nur noch gefiltert und schadstoffarm unterwegs.

Zwar gilt bis heute: Linienbusse fahren auch ohne Partikelfilter gesetzeskonform. Doch der Busbetrieb, der den Liniendienst in Chur und im Oberengadin organisiert, wollte nicht auf neue Vorschriften warten, sondern ist frühzeitig und freiwillig aktiv geworden. «Wir haben die ersten Fahrzeuge bereits vor Jahren mit einem Dieselpartikelfilter nachgerüstet», weist Betriebsleiter Kessler stolz auf den ökologischen Leistungsausweis des Unternehmens hin.

Das Engagement kommt zur richtigen Zeit. Der öffentliche Personenverkehr ist ein durchaus ernst zu nehmender Luftverschmutzer. Analysen des Bundesamts für Umwelt (BAFU) zeigen, dass die Linienbusse in der Schweiz beinahe halb so viel Feinstaub ausstossen wie die Personenwagen mit Dieselmotor. Technisch hat der öffentliche Busverkehr jedoch die Nase vorn: Ältere Modelle sind längst aus dem Verkehr gezogen. Und die Busse der neusten Generation sind überdurchschnittlich abgasarm und werden schon ab Werk mit einem Keramikfilter ausgerüstet, der die Endstation für unerwünschten Dieseleruss bildet. Bis zu 99 Prozent der Kleinstpartikel bleiben an den porösen Wänden hängen. Zudem baut die CRT-Technik (Continuous Regenerating Trap) auch Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe ab. Weil die meisten Dieseleruss schwefelarmen Treibstoff verbrennen, wird die Gesundheit vieler Strassenanwohner inzwischen spürbar geschont («Klein, aber schädlich», Seite

Auch im regulären Fahrplan ist die Engadiner Busflotte nun gefiltert unterwegs.

Abgas- und emissionsarme Linienbusse sind nicht nur in Chur, sondern auf dem gesamten öffentlichen Busnetz in Graubünden selbstverständlich geworden.



9 13:00 LENZERHEIDE-DÄVOS

11 12:58 FLIMS-LARX (REGIO) via DOMATZENS

8

10

12

13



Weltpremiere: Die ersten Pistenfahrzeuge mit Partikelfilter sind in den Bündner Skidestinationen unterwegs.

46). In Chur verkehren neuerdings sogar Hybrid- und Elektrobusse. «Der Treibstoffverbrauch dieser Fahrzeuggeneration ist etwa einen Fünftel kleiner», freut sich Betriebsleiter Kessler, dass sich die «abgasarme Motorentechnik somit auch in Franken und Rappen auszahlen wird». Ein wirtschaftliches Verkehrssystem und bezahlbare Verbindungen sind im weit verzweigten Graubünden ein Muss. Ohne Busse wären viele Täler faktisch von der Aussenwelt abgeschnitten. Und auch Tourismusorte schätzen sehr, wie bequem und spektakulär sie dank Postauto und der Rhätischen Bahn erreichbar sind. Omnipräsenz und die Vorreiterrolle in Sachen Luftreinhaltung sind daher die Leistungsmerkmale des öffentlichen

Verkehrs im Bündnerland. Diese Einsicht hat sich auch in Davos durchgesetzt: Vor über zehn Jahren hat der gemeindeeigene Busbetrieb – als einer der ersten in der Schweiz – selber Partikelfilter in die Fahrzeuge eingebaut und seither nur noch umweltfreundliche Modelle mit Abgasfilter beschafft. «Wir haben ein besonderes Verhältnis zur Luft und wollen dafür Zeichen setzen», erklärt Gian Paul Calonder, Umweltschutzbeauftragter von Davos. Das Engagement trägt im Landwassertal bereits neue Früchte; auch Kehrichtfahrzeug und Schneeschleuder sind mit Russfilter und Katalysator unterwegs. «Wir stossen 80 bis 90 Prozent weniger Schadstoffe aus», weist Calonder in der Ökobilanz der öffentlichen Verwaltung

nach. Nicht weniger freut Fred d'Alberti, Betriebsleiter beim Verkehrsbetrieb der Landschaft Davos (VBD), dass Passagiere den «sauberen Busverkehr schätzen», wie der letzten Fahrgastbefragung zu entnehmen ist. Aus unternehmerischer Sicht scheint sich der ökologische Effort zu lohnen. Ohne finanzielle Unterstützung der öffentlichen Hand geht es trotzdem nicht. Die Gemeinde Davos, der Kanton Graubünden und der Bund haben beim Nachrüsten der Busse in die Tasche gegriffen. Für die Rückerstattung der Treibstoffzölle sind Filtersysteme inzwischen jedoch Pflicht. Der Anteil der Linienbusse und Postautos mit Filter ist im ganzen Kanton auf über 80 Prozent gestiegen. Auch die Rhätische Bahn beschafft dieselbetriebenes Rollmaterial nur noch mit sauberer Antriebstechnik. Und neuerdings achten sogar Bergbahnbetreiber darauf, möglichst wenig Dieselmotoren auszustossen. Oberhalb von Celerina fand vor sechs Jahren die Weltpremiere für Pistenfahrzeuge mit Partikelfilter statt. Die damaligen Tests haben Hersteller und Anwender von der neuen Umwelttechnik überzeugt: Feinstaubarme Pisten-

fahrzeuge sind nun serienmässig ab Werk erhältlich. Und die Verantwortlichen in St. Moritz haben beschlossen, die gesamte Pistenfahrzeugflotte mit Filtersystem auszurüsten. Für Markus Meili, Geschäftsführer der Engadin St. Moritz Mountains AG, gehört Umweltschutz zum Tourismus: «Als Bergbahnbetreiber leben wir von und in der Natur. Deshalb versuchen wir, die Belastung so gering als möglich zu halten – und möglichst schonungsvoll mit unserem Arbeitgeber umzugehen.»

Bereits sind weitere Skidestinationen dem Beispiel gefolgt und beschaffen neue Maschinen für den russarmen Pistendienst. Etwa ein Viertel der Bündner Pistenbullys ist bereits mit Partikelfiltern bestückt und zusätzlich werden die meisten Fahrzeuge mit schwefelarmem Diesel betankt. Bergbahn- und Busbetriebe haben offensichtlich erkannt, auf welchen scheinbar nebensächlichen Details das Wohl ihrer Gäste beruht.

**Omnipräsenz und Vorreiterrolle in Sachen Luftreinhaltung sind die Leistungsmerkmale des öffentlichen Verkehrs im Bündnerland.**

#### **Staziun finala per il fulin da diesel**

Sin las vias da Tavau, da Cuira e da l'Engadin'ota sco er sin las pistas sur San Murezzan circuleschan vehichels cun paucas emissiuns da pulvra fina. Bus publics, autos da posta e maschinas da far pista vegnan equipads adina pli savens cun in filter cunter particlas da diesel per reducir la concentraziun da fulin en las svapurs. Las interpresas da transport public ed ils gestiunaris da telefericas en il Grischun tutgan ultra da quai tar ils pioniers nazionals. Ditg avant che las prescripziuns da svapur han effectivmain pretendi quai, han els empruvà la nova tecnica da filters cunter particlas vi da lur agens vehichels.

#### **La fine della fuliggine emessa dai motori diesel**

Sulle strade di Davos, Coira e dell'Engadina Alta, nonché sulle piste di St. Moritz circolano veicoli a basse emissioni di polveri fini. I bus di linea dei servizi pubblici, gli autopostali e i battipista vengono sempre più spesso muniti di un filtro antiparticolato per ridurre il contenuto di fuliggine dei gas di scarico. Inoltre, le aziende dei trasporti pubblici e i gestori di impianti di risalita nel Cantone dei Grigioni fanno parte dei pionieri nazionali. Molto prima che le prescrizioni sui gas di scarico lo richiedessero, hanno testato la nuova tecnica dei filtri antiparticolato sui propri veicoli.

# Berghaus ohne Kamin

Wo alle zur Sonne wollen,  
werden Räume eng, und  
die Luftqualität leidet.

**Der Freitag, der 13. September 1850, brachte dem Bündner Forstinspektor Johann Wilhelm Fortunat Coaz und seinen zwei Gefährten das wohlverdiente Glück:** Nach 20 stündigem Gekraxel über zerklüftete Gletscher und schmale Felsgrate hatten sie um sechs Uhr

abends den Piz Bernina erreicht. Die Erstbesteigung fiel zuerst in Pontresina auf; beim Blick durchs Fernrohr hatten Einheimische die Schweizer Fahne auf dem einzigen 4000er in Graubünden entdeckt. Das erfolgreiche Trio hat weitere waghalsige Alpinisten zum Gipfelsturm animiert. Kurze Zeit später haben jedoch auch hartnäckige Ingenieure den Ruf der Berge erhört. Und abermals stand das Oberengadin im Zentrum des Geschehens. Gegen den Widerstand lokaler Naturschützer liess der Basler Jos Englert vor über hundert Jahren eine Schneise in den Wald ob Pontresina schlagen und eine Schiene hoch zum Muottas Muragl legen. Auch diese Aussichtsterrasse wurde an einem Freitag erobert: Am 9. August 1907 war Jungfernfahrt; danach ging die zweite Standseilbahn in Graubünden nach derjenigen von Davos auf die Schatzalp in Betrieb. Das Engadin wurde fast zeitgleich ans eidgenössische Bahn- und Strassennetz angeschlossen; der Weg für eine Masseneroberung der höchsten Bündner Berge war frei. Seither ist in den einst wilden Al-

pen fast ebenso viel aus dem Lot geraten wie in einer dicht besiedelten städtischen Agglomeration: Wo alle zur Sonne wollen, werden Räume eng, und die Luftqualität leidet. Ein gutes Jahrhundert nach den alpinen Pioniertaten ist jedoch das Bewusstsein, die ökologische Belastung in der fragilen Bergwelt zu mindern, gestiegen. Abermals ist der Aussichtsberg Muottas Muragl Schauplatz einer nachahmenswerten Leistung geworden: Am Samstag, dem 18. Dezember 2010, wurde das erste Plusenergiehotel der Alpen im Oberengadin eröffnet. Das historische Berghotel Muottas Muragl, das auf Gemeindeboden von Samedan steht, ist seit dem Umbau ein Gebäude ohne Kamin. Zuvor schleppte die Standseilbahn nicht nur Gäste, sondern bis vor einem Jahr auch schwere Heizöltanks hoch; oben am Berg wurden 40 000 Tonnen des fossilen Brennstoffs verbrannt und 120 Tonnen CO<sub>2</sub> sowie schädliche Schwefel- und Stickoxide produziert. Nun ist der Restaurations- und Beherbergungsbetrieb genauso sauber wie die umliegende Bergluft und bedient sich dazu dem Energiereservoir vor Ort. Für wärmende Strahlen ist der «kleine Hügel», 2456 Meter über Meer, bei den Besuchern auf der Hotelterrasse seit jeher bekannt. Mit 2400 Stunden pro Jahr rangiert Muottas Muragl sogar auf Platz zwei der Schweizer Sonnenplätze – weit vor dem Tessin. Die Technik zur Sonnenenergienutzung ist fast nicht zu sehen: Auf dem Dach der angrenzenden Bahnstation liegen die mattschwarzen



Sonnenkollektoren; und im Gebäudesockel angebracht sind Vakuumröhren, die die Strahlung einfangen und sich bis auf 90 Grad aufheizen lassen. Die Kraft der Sonne reicht daher aus, heisses oder warmes Wasser für die Grossküche, Toiletten und Lavabos in den Hotelzimmern zur Verfügung zu stellen.

Deutlich mehr Energie wird jedoch benötigt, um die Räume warm zu halten. Denn beheizt werden muss das Hotel hoch über der Baumgrenze – mit Ausnahme einiger Sommertage – fast das ganze Jahr. Dafür bietet sich der Berg selber als unerschöpf-

#### Zahlen und Fakten des Plusenergiehotels

- Nutzfläche: 2510 m<sup>2</sup> (vorher: 1670 m<sup>2</sup>)
- Emissionen: 0 kg CO<sub>2</sub> (vorher: 120 000 kg CO<sub>2</sub>)
- Energieverbrauch vorher: 436 000 kWh/a (40 000 Liter Heizöl)
- Verbrauch aktuell (Wärme und Strom): 292 500 kWh/a
- Heizwärme: 148 300 kWh/a
- Warmwasser: 57 800 kWh/a
- Wärmepumpe (Strom): 86 400 kWh/a
- Produktion Erdwärme: 156 000 kWh/a
- Produktion Solarwärme: 51 800 kWh/a
- Produktion Solarstrom: ca. 90 000 kWh/a

Die Sonne scheint fast jeden Tag: Das erste Plusenergiehotel der Alpen auf Muottas Muragl schöpft das natürliche Energiereservoir vor Ort aus und wird – sauber wie die Bergluft – emissionsfrei betrieben.

Da die Betreiber das Hotel warm eingepackt haben, ist der Energieverbrauch auf fast die Hälfte geschrumpft.

liche Energiequelle an: Der felsige Untergrund in 200 Meter Tiefe ist durchwegs rund 10°C warm. Ein über drei Kilometer langes Erdsondengeflecht zapft diese Wärmequelle an; mit einer Wärmepumpe wird das Reservoir für die Gebäudeheizung nutzbar gemacht. Und anstatt die Abwärme des Bahnantriebs und der Kühlaggregate im Hotel verpuffen zu lassen, wird damit das klimafreundliche Heizsystem unterstützt. Doch das Berghotel hat sich die Auszeichnung als höchstgelegenes, ganzjährig nutzbares Gebäude mit Minergie-Zertifikat auch deswegen verdient, weil das Bauwerk selber energetisch optimiert worden ist: Die Materialien an Boden, Decke und Wand nehmen die Sonnenwärme passiv auf und speichern diese, bis es abends wieder kalt wird. Die nächtliche Wärmeabgabe ist derart gross, dass die Heizung faktisch einen Drittel der Zeit ausgeschaltet werden kann. So vermag die massive Bausubstanz des historischen Hotels Muottas Muragl einen

wesentlichen Anteil an den emissionsfreien Betrieb zu leisten. Zwar hat der zehnmonatige Umbau zur Verdoppelung der Nutzfläche geführt. Aber da die Betreiberin, die Engadin St. Moritz Mountains AG, das Berghotel warm eingepackt hat, ist der Energieverbrauch fast auf die Hälfte der früheren Heizölversion geschrumpft. Zwar geht mit dem reduzierten Wärmebedarf ein leicht steigender Stromkonsum einher. Doch auch daran wird im Plusenergiekonzept gedacht: Die elektrische Energie stammt ebenfalls aus einer eigenen, emissionsfreien Quelle: Das Bahntrasse zierte ein über 200 Meter langes, schwarz glänzendes Solarband, das Wärmepumpe, Hotelküche und Beleuchtung mit Strom versorgt. An den zahlreichen sonnenreichen Tagen wird sogar zu viel produziert. Das öffentliche Netz gleicht dagegen die Lücken an den Tagen aus, an denen auch im Oberengadin die Sonne nicht scheint. Im ersten Betriebsjahr wurde ein Stromüberschuss von 5 Prozent erzeugt. Insofern wird die Engadiner Bergwelt eineinhalb Jahrhunderte nach der Ersteroberung endlich – zugunsten der Umwelt – gewinnbringend genutzt.

#### Chamona senza chamin

Dapi sia renovaziun po l'hotel da montagna Muottas Muragl sur Puntraschigna vegnir manà senza emissions en ina moda ch'è favuraivla per il clima. El è in dals emprims manaschis d'hotellaria che correspunda al princip plusenergetic. Per il provediment d'energia vegnan duvradas funtaunas regenerablas al lieu: Pumpas da chalur retiran l'energia inexistibla da la terra. Cunquai ch'il sulegl sur l'Engiadina'ota dat tant sco quasi nagliur auter en Svizra, sa lascha sia radiazion duvra tant per stgaurar aua da diever sco er per producir electricitad.

#### Hotel di montagna senza comignolo

Dalla sua ristrutturazione, l'hotel di montagna Muottas Muragl sopra Pontresina è gestito in modo rispettoso del clima, senza emissioni. È inoltre uno dei primi alberghi delle Alpi a soddisfare il principio Plusenergie. Per l'approvvigionamento energetico vengono usate fonti rinnovabili presenti nel luogo. Le pompe termiche attingono all'inesauribile energia del sottosuolo. Siccome il sole dell'Engadina Alta splende così spesso come quasi in nessun altro posto della Svizzera, la sua radiazione permette la produzione di acqua calda sanitaria e di energia elettrica.

Bislang wurden 40 000 Liter Heizöl im Jahr den Berg hochgeschleppt und zu 120 Tonnen CO<sub>2</sub> verbrannt, nun fangen Dachkollektoren die Wärme der Sonne ein.





# Gefilterte Abgase

**Jede Bewohnerin und jeder Bewohner der Gemeinden Bonaduz, Domat/Ems und Malans produziert jährlich rund 330 kg brennbaren Abfall aus Haushalt und Gewerbe.** Dieser Kehricht wird in der Kehrichtverbrennungsanlage in Trimmis verbrannt. Ein Durchschnittsschweizer verursacht sogar 350 Kilogramm Abfall im Jahr. Im Kanton Graubünden werden seit fast hundert Jahren Abfälle kontrolliert verbrannt. Die zweite Anlage in der Schweiz nahm 1914 in Davos Laret den Betrieb auf. Das Deponieren war – im jungen Luftkurort – schon damals verpönt. Vor allem aus den Sanatorien und Kurbetrieben wurden Stimmen gegen die zunehmende Belästigung durch Geruch und Rauch nach Schwelbränden laut. Dennoch war das Sammeln und Sortieren der Abfälle anfänglich eher unbeliebt: Für das Trennen der wertvollen Rückstände und der brennbaren Anteile wurden vornehmlich Sträflinge eingesetzt.

Kehricht zu verbrennen war schon immer ein Belastungsrisiko für Luft und Gewässer. 1969 wurde die Davoser Kehrichtverbrennungsanlage geschlossen. Die steigenden lufthygienischen Anforderungen und auch der wachsende Abfallberg hatten den Betrieb zunehmend an seine Grenzen geführt. Unmittelbar zuvor war jedoch beschlossen worden, die Abfallentsorgung nicht länger gemeindeweise anzugehen. Ende der 1960er Jahre schlossen sich 33 Gemeinden aus dem Bündner Rheintal, der Lenzerheide, dem

Schanfigg, dem Prättigau und Davos zum Gemeindeverband für Abfallentsorgung in Graubünden (Gevag) zusammen. Daraus ist eine Erfolgsgeschichte und das Rückgrat der Bündner Abfallentsorgung geworden: Der Gevag nahm 1975 in Trimmis eine neue Kehrichtverbrennungsanlage in Betrieb. Seither sind der Abfallbewirtschaftungsverband Mittelbünden (AVM) und der Gemeindeverband aus dem Unterengadin (Pro Engadina Bassa) dazugestossen. Rund 40 000 Tonnen Abfälle aus Bündner Haushalten werden in der Gevag-Anlage pro Jahr verbrannt. Ab 2013 werden auch diejenigen aus der Surselva angenommen.

Noch vor Trimmis nahm eine kleine Anlage in Cazis den Betrieb auf. Doch die begrenzte umwelttechnische Leistungsfähigkeit brachte bereits 1989 das vorzeitige Aus. Das Reinigen der KVA-Abluft hatte aber auch in Trimmis Priorität: Anfänglich ging es nur darum, die Rauchgase zu entstauben. Da die Komponenten schon bald Korrosionsschäden zeigten, wurde der Elimination von sauren und aggressiven Abgasen aus der Kunststoffverbrennung höhere Beachtung geschenkt. Ein bedeutender Fortschritt in den 1990er Jahren brachte die Katalysatortechnik. Damit gelang es erstmals, Stickoxide aus der KVA-Abluft abzuscheiden. Inzwischen werden die Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung um ein Vielfaches unterschritten. Und verursachte der Kunststoffanteil in vielen Verbrennungsanlagen früher ein

Die Kehrichtverbrennungsanlage Trimmis wird bald aus dem ganzen Kanton beliefert.

Abgasproblem, ist diese Abfallkategorie inzwischen überaus erwünscht. Neuerdings ist nämlich die Nutzung der KVA-Abwärme, als klimafreundliche Wärmequelle, in den Vordergrund gerückt.

Die Siedlungsabfälle lösen sich immer noch nicht in Luft auf. Doch die ökologische Idee, Wertstoffe auszusortieren und nur undefinierbare Reste zu verbrennen, hat einen wichtigen Zusatz erhalten:

Kehricht wird zunehmend energetisch –

für die Strom- und

Wärmeproduktion

– genutzt. Die KVA

Trimmis ist neben

den Wasserkraft-

werken die grösste

Energieförderin

im Bündnerland. Den heissen Dampf

aus der KVA Trimmis in einem Fern-

wärmenetz oder zur Stromproduktion

weiterzuverwenden, ist lohnenswert

geworden. Die KVA ist eine der grössten

Quellen für erneuerbare Energie im

Kanton, denn die Hälfte der verbrannten

Abfälle sind biogen. Bereits vor zwanzig

Jahren wurde eine Wärmepipeline für

den Dampftransport bis zur Papierfabrik

nach Landquart gezogen. Und seit Som-

mer 2011 führt ein zusätzlicher Strang

mitten in die Stadt Chur; unter anderem

werden das Kantonsspital, die Kantons-

schule und auch private Liegenschaften

mit Energie aus der Abfallverbrennung

beheizt. Bisher hat die Fernwärmeprodu-

ktion der KVA das Verbrennen von 5

Millionen Liter Heizöl pro Jahr überflüs-

siggemacht. Die Anlage in Trimmis ist

im Jahr 1992 zudem ein Stromlieferant

geworden. Der Dampf aus der Keh-

richtverbrennung reicht auf jeden Fall

aus, um 10 000 Bündner Haushalte mit

elektrischer Energie zu versorgen. Oder

anders formuliert: Der Strombedarf für

die Bevölkerung von Bonaduz, Domat/

Ems und Malans wäre damit über ein

Jahr abgedeckt.

Einen bedeutenden Fortschritt  
in den 1990er Jahren  
brachte die Abscheidung von  
Stickoxiden.





#### **Rument en la circulaziun da chalur**

En il Grischun vegni ars dapi l'onn 1914 rument en moda controllada. L'emprim a Tavau Laret, pli tard a Cazas e dapi l'onn 1975 en il stabiliment per arder ruments (SAR) a Trimmis. Per proteger l'aria e las auas èn vegnidas applitgadas a partir dals onns 1980 proceduras per nettegiar las svapurs. Oz sutpassa la SAR a Trimmis per bler las limitas severas da l'ordinaziun davart la protecziun da l'aria. Plinavant vegn la vapur, che resulta cun arder il rument, manada en ina rait da chalur a distanza fin en la citad da Cuira. Cun gist uschè blera chalur persa producescha la SAR a Trimmis electricitad che vegn alura manada en la rait electrica.

#### **Rifiuti nei cicli del calore**

Dal 1914, nei Grigioni vengono bruciati rifiuti in modo controllato. Inizialmente a Davos Laret, poi a Cazis e dal 1975 nell'impianto di incenerimento di rifiuti urbani (IIRU) di Trimmis. Oggi l'IIRU di Trimmis riesce a rimanere considerevolmente al di sotto dei rigidi valori limite dell'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico. Inoltre, il vapore che si crea dall'incenerimento dei rifiuti viene immesso in una rete di riscaldamento che raggiunge la Città di Coira. Nell'IIRU di Trimmis, da altrettanto calore residuo viene prodotta elettricità, che viene immessa in rete.

Die neue Fernwärmezentrale der KVA Trimmis ist seit 2011 in Betrieb. Sie versorgt Teile der Stadt Chur und Einzelbezüger mit Raumwärme.

# Alkoholarms gedruckt

**Warnung des Amtes für Natur und Umwelt (ANU): «Die Produktion von Drucksachen kann die Luft verschmutzen!»** Dennoch dürfen Sie in dieser Jubiläumsschrift beruhigt weiterstören: Die beauftragte Offset-Druckerei hat «die umweltschädlichen Lösungsmittel weitgehend aus ihrem Betrieb eliminiert und den Ausstoss von flüchtigen Substanzen somit erheblich verringert», bestätigt Geschäftsführer Gerry Staudacher. Im Kleinbetrieb Staudacher Print AG in Chur West wird nur noch mit Farben gedruckt, die aus pflanzlichen Ölen – Nadelholz, Leinsamen, Soja, Raps oder Sonnenblumen hergestellt sind. Und auch die verwendeten Anteile des Zusatzmittels Isopropyl-Alkohol sind erheblich kleiner geworden. Das sind wirksame Beiträge gegen die Luftverschmutzung. Aber auch die 12 Druckerei-Mitarbeiter profitieren, wenn das Klima am Arbeitsplatz gesundheitsfördernder ist. Zum chlorfrei hergestellten Papier, das aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammt, und zum klimaneutralen Druck ist der weitgehende Verzicht auf flüchtige organische Substanzen (VOC, Volatile Organic Compounds) als weiteres Merkmal für die zeitgemässe Herstellung von Printprodukten dazu gekommen. «Wichtig ist, dass wir etwas gegen die Umweltverschmutzung tun», erklärt Staudacher sein unternehmerisches Credo, das er bei der Kundenberatung gerne unterstreicht. Das ist typisch für die Druckerzunft: Obwohl Computer und grosse Maschinen

die meiste Arbeit abnehmen, hängt die Qualität der Drucksachen weiterhin vom Menschen ab. Und neben dem enormen technischen Wandel sorgt auch die Vielfalt der Kundenwünsche dafür, dass die Druckereibranche flexibel und offen auf derartige Ansprüche oder neue Vorgaben zu reagieren weiss. «Der Kunde hat das letzte Wort», bekräftigt Gerry Staudacher stellvertretend den Qualitätsanspruch. Aber auch Umweltämter sind voll des Lobs: Viele grosse und kleine Druckereibetriebe haben beeindruckende Fortschritte gemacht. Bisweilen wird sogar mit der Etikette «VOC-arm Drucken» geworben. Auch die grösste Druckerei im Kanton, die Südostprint, hat die «schadstoffarme und ressourcenschonende Produktion» eingeführt. Der Effekt ist erfreulich positiv: Die VOC-Emissionen sind in den letzten zehn Jahren um über die Hälfte gesunken, und die Luftbelastung hat deutlich abgenommen. «Der VOC-Anteil ist um rund 75 Prozent kleiner geworden», erklärt René Müller, der beim ANU für die Emissionskontrolle in Industrie und Gewerbe zuständig ist. Neben den Druckereien sind vorab Tankstellen und Industriegrossbetriebe relevante VOC-Quellen in Graubünden. Das flüchtige organische Schadstoffgemisch ist für Mensch und Umwelt unmittelbar schädlich. Ebenso trägt es zur Bildung von bodennahem Ozon und Feinstaub bei. Doch inzwischen gilt: Was bislang nur bei wenigen Schadstoffen erreicht werden konnte, zeichnet die flüch-



tigen organischen Verbindungen aus. Der Ausstoss durch Gewerbe und Industrie hat in den letzten Jahren massiv abgenommen, ebenso wie die Belastung der Bündner Luft.

Der Kanton weiss seit dem Jahr 2000 ziemlich genau, welche Betriebe wie viele Lösungsmittel freisetzen. Der damals erstellte Erhebungskataster wird laufend aktualisiert. Doch mindestens so sehr wie die amtliche Kontrolle hat die Einführung des Verursacherprinzips die Drucktechnik verbessert und zum Emissionsrückgang verholfen. Die Luftrein-

halte-Verordnung schreibt in den meisten Fällen verbindliche Grenzwerte vor; die Luft wird von den flüchtigen organischen Substanzen dagegen mit einem marktwirtschaftlichen Anreizsystem befreit. Eine Lenkungsabgabe spornt die Betriebe an, den VOC-Ausstoss auch aus finanziellen Überlegungen zu senken: Pro Kilogramm verwendetes Lösungsmittel sind bis zu 3 Franken zu bezahlen. Das Geld wird von der Eidgenössischen Oberzoll-direktion einkassiert und an die Schweizer Bevölkerung verteilt: Derzeit wird das Geld an die Krankenkassen überwiesen,

Viele Offset-Druckereien haben lösungsmittelhaltige Farben durch Produkte auf Basis pflanzlicher Öle ersetzt.

um die Versicherungsprämien zu reduzieren. Auf den jährlich ausgestellten Krankenkassenpolicen werden die Beträge jeweils ausgewiesen.

Können kontrollierte Betriebe beweisen, dass die verwendeten VOC nicht oder nur teilweise in die Umwelt gelangen, erhalten sie Geld zurück. Einen Teil der Lenkungsabgabe kann sich die Druckerei Staudacher zudem sparen, seit sie Ökofarben einsetzt. «Die Farbtechnologie ist in den letzten 5 Jahren gewaltig verbessert worden», an-

## Nicht zuletzt profitieren auch die 12 Druckerei-Mitarbeiter davon, wenn die Luft am Arbeitsplatz sauberer wird.

erkennt Geschäftsführer Staudacher den Fortschritt der Industrie. Denn die meisten Kleinbetriebe sind auf die Standards der Hersteller und Zulieferer angewiesen. Es gibt zwar Offsetdruckmaschinen, deren Druckplatten nicht mehr mit farbabweisenden Lösungsmitteln bespritzt werden müssen, sondern mit Silikon beschichtet sind. Doch diese sind teurer; ein vorzeitiger Anlageersatz rentiert vor Ablauf der 20-jährigen Lebensdauer kaum. «Wir setzen daher auf

ein ständiges Optimieren im Betrieb», erklärt Staudacher. Unter anderem sind die Waschmittel für die Druckrollen 100%-VOC-frei. Und auch der Alkoholgehalt im Feuchtmittel, das jeweils mit der Farbe vermischt wird, ist auf die Hälfte reduziert und beträgt noch zwischen 3 bis 5 Prozent. Wichtigste Voraussetzung für die internen Anpassungen aber bleibt: Die Qualität des Drucks und die Farbwiedergabe leiden nicht.

Was übrig bleibt, wird sachgerecht entsorgt: Die Druckplatten aus Aluminium können jeweils nur einmal belichtet werden. Da an diesen Farbrückstände kleben, werden sie – ebenso wie die Farbresten – fachgerecht entsorgt, «was eine Spezialfirma übernimmt», so Staudacher. Denn auch bei diesem Schritt geht es darum, dass möglichst wenig VOC unkontrolliert in die Luft gelangen kann. Insofern liegt es nun an den Leserinnen und Lesern, die Umweltbilanz dieser Jubiläumsbroschüre weiter zu optimieren: Sollte dieses Heft seinen Dienst dereinst geleistet haben und endgültig zur Seite gelegt werden, landet es hoffentlich im Altpapier – und nicht im Ofen.

### Stampar cun paucs dissolvents

La stamparia Staudacher, che ha stampà questa brochura, mussa gist a maun da quest exempel, co ch'ina branscha po s'adattar en moda flexibla a la protezzion da l'ambient. Per reducir l'emissiun da cumposiziuns organicas svapurantas (COS) vegnan applitgadas colurs e substanzas supplementaras che cuntengnan paucs dissolvents. La contaminaziun da l'aria tras questas substanzas nuschaivlas è sa reducida per 75% ils ultims ventg onns. Las COS èn cunresponsablas per la furmaziun d'ozon. L'uffizi per la natura e l'ambient controllescha mintgamai la bilantscha d'emissiun da tut ils manaschis relevants.

### Stampare con un basso tasso di solvente

La tipografia Staudacher, che ha stampato questo opuscolo, dimostra in modo esemplare come un settore può adeguarsi in modo flessibile alle esigenze di salvaguardia dell'ambiente. Per ridurre le emissioni di composti organici volatili (COV), vengono utilizzati colori a basso contenuto di solventi e additivi. L'inquinamento atmosferico dovuto a queste sostanze nocive è diminuito del 75% negli ultimi 20 anni. I COV contribuiscono alla formazione dell'ozono. L'Ufficio per la natura e l'ambiente controlla ogni volta il bilancio delle emissioni di tutte le aziende rilevanti.

# Keim-, nicht sorgenfrei

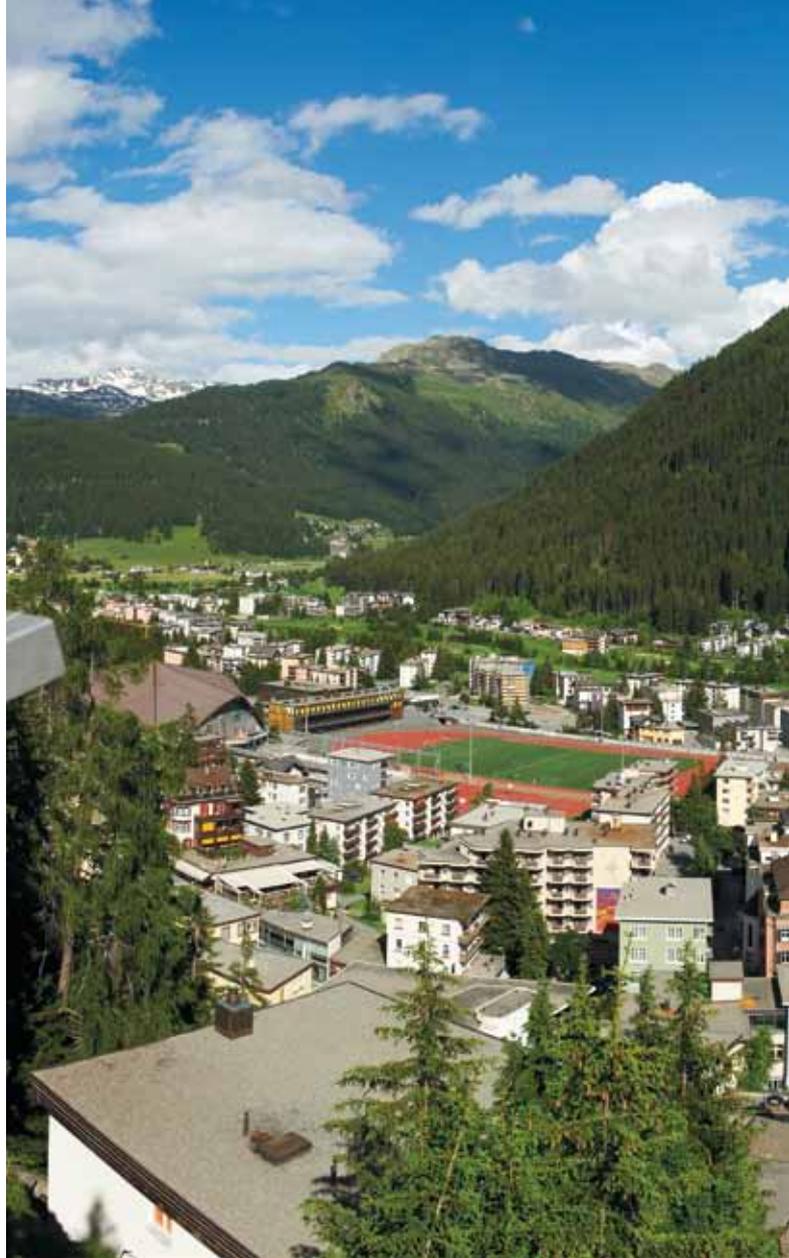
**Berlin und die höchstgelegene Stadt Europas, Davos, sind für ihre Luft gleichermaßen berühmt.** Ersterer wird in einer Operette besungen; von den klimatischen Bedingungen im Landwassertal schwärmen vor allem Mediziner: Die Luft auf über 1500 m.ü.M. sei besonders trocken und rein, allergen- und keimarm sowie milbenfrei. Die Präsenz des Schweizerischen Instituts für Allergie- und Asthmaforschung sowie des Weltstrahlungszentrums zeugen davon. Allerdings haben sich auch die Davoser wiederholte Male Sorgen um die Belastung ihrer Umwelt gemacht. Bereits Ende des 19. Jahrhunderts drohte der junge Kurort über seine rasante Entwicklung zu stolpern. Immer mehr Kamine spuckten Abgase aus; schlechtes Heizmaterial drohte die Luft zu vergiften. Ebenso qualmten damals Kalköfen und Kehrlichtdeponien. Und ab 1890 verrussten die Dampflokotiven das Bergtal. Linderung brachten schliesslich 1906 die Eröffnung des Gaswerks und ab 1914 der Bau einer Kehrlichtverbrennungsanlage. Vor rund 30 Jahren geriet die Davoser Luft abermals in die Schlagzeilen, weil ihr Zustand kritisch beurteilt worden war: Eine wissenschaftliche Untersuchung im Rahmen des Unesco-Projekts «Man and Biosphere» hatte in den 1980er Jahren kontroverse Diskussionen über die Lufthygiene im Hochgebirgskurort ausgelöst. Erstmals lagen handfeste und zeitgemäss erhobene Luftmesswerte aus einer alpinen Topdestination vor. Sie

machten darauf aufmerksam, dass die Alpenstadt Davos inzwischen mit genau so hohen Schadstoffwerten zu kämpfen hat wie Städte im Schweizer Mittelland. Im Vergleich zu früher war die Luftverschmutzung allerdings fast unsichtbar und nur im Extremfall über den Geruchssinn wahrnehmbar. Die Akzeptanz, die Belastung durch zusätzliche Messkampagnen offen zu legen, war anfänglich gering, zumal die Verschmutzung grösstenteils hausgemacht war. Wo das idyllische und werbewirksame Bild der reinen Bergluft visuell kaum gefährdet war, sollten keine schlafenden Hunde geweckt werden. Rückblickend ist das internationale Messprogramm, das über ein Jahr dauerte, jedoch zum Glücksfall für Davos geworden. Denn aus diesen Daten konnten wichtige Erkenntnisse zur zeitlichen und räumlichen Luftbelastung sowie über die meteorologischen Einflüsse gewonnen werden. Sie bilden bis heute gültige Grundlagen, die laufend erweitert werden können.

Die negativen Meldungen über die Luftqualität im Kurort haben jedoch die Lokalpolitik aufgeweckt. Unmittelbare Folgen waren die laufende Veröffentlichung von Messdaten der Luftstation Davos sowie der Aufbau einer kommunalen Umweltschutzkommission. Ausserdem wurde die Stelle eines Umweltbeauftragten der Gemeinde geschaffen. Seit 1997 hat Davos sogar ein eigenes Luftprogramm, wie es in Graubünden sonst nur drei weitere Gemeinden kennen. Ziel ist es, den

lokalen Handlungsspielraum auszuschöpfen und die Schadstoffemissionen weiter einzudämmen. So werden die Busse auf innerstädtischen Parkplätzen im Winter stationär elektrisch aufgeheizt. Die Tankstelle des Verkehrsbetriebs Davos (VBD) wurde auf schwefelarmen Diesel umgestellt, und die VBD-Fahrzeuge sind mit Dieselpartikelfiltern ausgerüstet. Doch damit nicht genug: Die Emissionskontrolle bei den Ölfeuerungen in Privathaushalten finden alljährlich statt, anstelle des zweijährigen Rhythmus der Luftreinhalteverordnung (LRV). Und für dieselbetriebene Blockheizkraftwerke, womit beispielsweise die Zürcher Höhenklinik in Davos Clavadel versorgt wird, gelten ebenfalls strengere Abgasvorschriften als im Gesetz. Bereits 1999 gab die Gemeinde ein Merkblatt heraus, um die Abgasentwicklung offener Feuer einzudämmen. Viele Massnahmen sind auf übergeordneter Ebene inzwischen gesetzliche Pflicht.

Wo das werbewirksame Bild der reinen Bergluft visuell kaum gefährdet war, sollten keine schlafenden Hunde geweckt werden.



#### Tavau sco lieu da cura climatic

Malgrà la buna reputaziun: A Tavau n'è l'aria betg adina stada buna, e fin oz vegn ella engrevgiada tras autas concentraziuns da substanzas nuschaivlas. En general resulta dentant in effect positiv tras las mesiras che la vischnanca ha preni per reducir la contaminaziun da l'aria. Latiers tutgan per exempel indrizzs electric per stgaurar ils bus, bus da lingia cun filters cunter particlas ed in sistem da «park and ride» a chaschun d'occurenzas grondas. Cun promover l'utilisaziun da l'energia geotermica e solara sco er cun installar ina corporaziun da chalur vegnan spargnads carburants fossils e vegn reducida la contaminaziun da l'aria.

#### Davos come stazione climatica

Nonostante la buona reputazione, la qualità dell'aria a Davos non è sempre stata buona e ancora oggi viene compromessa dai carichi inquinanti talvolta anche alti. In generale però, le misure adottate dal Comune per la riduzione dell'inquinamento atmosferico hanno effetto positivo. Queste misure comprendono impianti elettrici per il preriscaldamento dei bus, bus di linea con filtri antiparticolato e un sistema park-and-ride in occasione di grandi manifestazioni. Con la promozione dell'utilizzo di riscaldamenti geotermici e dell'energia solare, nonché con lo sviluppo di una rete di teleriscaldamento, si risparmiano combustibili fossili.



Inzwischen hat sich die Lufthygiene in Davos nachweislich gebessert. Dazu beigetragen haben die laufend angepassten Energievorschriften für Gebäude sowie verkehrsplanerische Massnahmen wie die flächendeckende Parkplatzbewirtschaftung, Park and Ride bei Grossveranstaltungen und der Ausbau von Tempo 30 und des Langsamverkehrs auf Stadtgebiet. Hohe Belastungswerte werden jedoch weiterhin an zentralen Lagen im Winter gemessen, wenn (Fremden-) Verkehr und Heizungen für mehr Schadstoffe sorgen. Ausserhalb bewohnter Zonen ist die Luft dagegen ausgesprochen rein. Die Luftreinhaltepolitik ist Teil der kommunalen Energie- und Klimapolitik und wird mit der Reduktion fossiler Energieträger

sowie der Förderung der Energieeffizienz und von erneuerbarer, emissionsarmer Energie verknüpft. Die CO<sub>2</sub>-Bilanzstudie 2006 liefert der Gemeinde wichtige Entscheidungsgrundlagen. Weitere Meilensteine sind die Förderung der Erdwärmennutzung sowie eine Erkundungsbohrung auf 400 Metern Tiefe. Ein Solarkataster soll den Gebäudeeigentümern zudem aufzeigen, wo sich die Erzeugung von Solarenergie lohnt. Und beim Bau des Erlebnisbads Eau-là-là im Jahr 2009 wurde auch ein ökologischer Wärmeverbund realisiert: Das Badewasser wird seither mit Abwärme aus der Kunsteisbahn aufgeheizt. Um den guten Ruf der Davoser Luft zu wahren, wird die Arbeit jedoch auch in Zukunft kaum ausgehen.

Keimarme und besonders trockene Höhenluft im Landwassertal. Mediziner haben die Lebensqualität in Davos vor langem erkannt.

CHUR



- San Bernardino
- Arosa
- Transit
- Lindenquai Arcas P





Links: Mehr Verkehr  
(Stadtmitte Chur)  
dämpft die Erfolge in  
der Abgastechnik.

Was die Kuh  
nicht weiss: Beim  
Ausbringen von  
Hofdünger belastet  
Ammoniak die Luft.

## «Wir haben viel erreicht»

Remo Fehr hat vor 25 Jahren die ersten Luftschadstoffmessungen im Kanton Graubünden durchgeführt. Und auch die Diskussionen über das Waldsterben, den Sommer- und Wintersmog und die Lastwagenlawinen am San Bernardino hat Fehr als damaliger Sachverständiger miterlebt. Die Luftreinhaltung in Graubünden sei eine Erfolgsgeschichte; dennoch sieht der Amtsvorsteher Handlungsbedarf und Verbesserungspotenzial.

**Das nationale Umweltschutzgesetz ist 1983 in Kraft getreten. 3 Jahre später folgte die Luftreinhalte-Verordnung. Warum war es damals so wichtig, die Luftreinhaltung gesetzlich zu regeln?**

Wichtiger Auslöser für die Einführung der Luftreinhalte-Verordnung war das Waldsterben, worüber sich Bevölkerung, Medien und Behörden grosse Sorgen gemacht haben. Das Thema war in der Medienberichterstattung allgegenwärtig

und wurde in politischen Gremien intensiv diskutiert. Diese Kombination hat geholfen, die Akzeptanz von

Massnahmen zur Verbesserung der Luftqualität zu erhöhen. Dennoch ist bis heute viel Überzeugungsarbeit zu leisten, etwa um das Verbot zum Verbrennen von Grünabfall im Freien umzusetzen oder um auf das korrekte Betreiben von Holzfeuerungen hinzuweisen.

**Sie haben die bisherigen Bemühungen der Behörde um eine bessere Luft selber miterlebt. Was hat sich im Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung seit 25 Jahren verändert?**

Die Luftreinhalte-Verordnung hat sich zu einer Erfolgsgeschichte entwickelt, weil die Belastung mit Stickoxiden, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid deutlich abgenommen hat. Leider lässt sich dies nicht von allen Luftschadstoffen sagen: Bis heute belasten Ozon, Feinstaub und Russ die Luft übermässig. Zudem beeinflusst nicht mehr nur die Verschmutzung der Atemluft, sondern auch die Klimaveränderung unsere Arbeit.

**Welches waren prägende Ereignisse im Vollzug der Luftreinhaltung?**

Für die Lufthygiene war vor allem die Smogbildung im Hitzesommer 2003 und im trockenen Winter 2006 von grosser Bedeutung. Ausserdem zeigte im Herbst 2001 die Gotthardsperre, wie sehr der Transitverkehr durch die Alpen die Bevölkerung entlang der A13 belastet. Damals vervierfachte sich die Frequenz der Lastwagen und die Luftverschmutzung stieg auf das Doppelte an. Der Kanton hat besonders im Winter 2006 mit anderen Kantonen, dem Bund und den Medien zusammengearbeitet. Des Weiteren brachten uns die wissenschaftlichen Untersuchungen zur Feinstaubbelastung im Misox schweizweite Anerkennung. Diese zeigen auf, dass Holzfeuerungen wesentlich zur Feinstaubbelastung beitragen.

Im Umweltschutz müssen immer wieder unpopuläre Entscheide getroffen werden.



**Die Messtechnik hat grosse Fortschritte gemacht. Wie viel besser sind die Luftmessungen heute geworden?**

Heute lassen sich die Luftmessgeräte und die Messdaten national vergleichen. Die Daten sind genauer und jederzeit verfügbar. Sie werden stündlich veröffentlicht und können von der Bevölkerung eingesehen werden. Die Messstationen werden heute via Internet überprüft, und der Arbeitsaufwand hat sich deutlich verringert. Modernste Analysemethoden erlauben zudem eine zuverlässige Abschätzung, welche Anteile die einzelnen Schadstoffquellen zur Luftbelastung beitragen. Massnahmen zur Verbesserung der Luftqualität lassen sich daher gezielt bei den relevanten Verursachergruppen ansetzen. So zeigen unsere Analysen der Feinstaubemissionen, dass es bei Holzfeuerungen noch einiges zu tun gibt.

**Hat das Amt für Natur und Umwelt aus lufthygienischen Gründen unpopuläre Entscheidungen treffen müssen und beispielsweise das Schliessen einer Fabrik angeordnet?**

Im Umweltschutz müssen immer wieder unpopuläre Entscheidungen getroffen werden. Es geht zwar darum, natürliche Ressourcen vor zu grosser Belastung zu schützen, was im Grundsatz breit akzeptiert ist. Aber im konkreten Fall werden die Schutzbestimmungen oft als zu weitgehend empfunden. Dennoch hat der Vollzug der Luftreinhaltung bisher vor allem von der tollen Kooperation mit Anlagebetreibern profitiert. Es ist meistens geglückt, den Handlungsbedarf aufzuzeigen und dadurch Sanierungsvorschläge einzuholen. Nur wenige Male waren wir gezwungen, eine Sanierungsverfügung zu erlassen. Bei einigen Tankstellen half erst

Remo Fehr ist Vorsteher des Amtes für Natur und Umwelt (ANU) und Pionier der Luftreinhaltung in Graubünden.

die Androhung einer Betriebsschliessung, dass Systeme zur Reduktion von flüchtigen organischen Substanzen installiert worden sind. Die Schliessungsverfügung gegen das Spanplattenwerk Fideris in den späten 1980er Jahren ist hingegen die Ausnahme geblieben.

### **Welche Quellen belasten die Luft in Graubünden aktuell und was macht der Kanton dagegen?**

Als Schadstoffquelle sehr bedeutend ist der Verkehr. Zwar sind die Fahrzeugmotoren grundsätzlich verbrauchsärmer geworden und zudem werden bleifreies Benzin, Katalysatoren und Dieselpartikelfilter eingesetzt. Aber diese Fortschritte werden vom Verkehrswachstum geschmälert. Die Forst- und die Landwirtschaft tragen

ebenfalls zur Luftverschmutzung bei. Die Luftbelastung im Kanton Graubünden besitzt jedoch vielfältige Gründe. Zusätzlich zu den Schadstoffquellen tragen

auch regionale Gegebenheiten und die Jahreszeiten dazu bei. So verursacht im Winter eine Mischung aus Verkehrsabgasen, der Abluft von Heizungen und von Industrie- und Gewerbebetrieben die hohe Luftbelastung. Im Sommer fördern dagegen warme Temperaturen und die starke Sonneneinstrahlung die Ozonbildung in der Luft.

### **Inwiefern kann die regelmässig geforderte, dauerhafte Temporeduktion auf Autobahnen zusätzliche Besserung für die Luftqualität bringen?**

Vor zwanzig Jahren, als die Technik noch nicht so weit war, hat diese Massnahme eine spürbar geringere Luftbelastung gebracht. Heute sind Temporeduktionen

auf der Autobahn nur mehr temporär vorgesehen, um gegen ausserordentlichen Smog im Sommer oder Winter zu intervenieren. Das ist zwar nicht viel mehr als ein Tropfen auf den heissen Stein, bringt aber immerhin eine kurzfristige Linderung. Situationsbezogene Temporeduktionen sind in der Bevölkerung besser akzeptiert als die permanente Beschränkung, die rasch als Schikane wahrgenommen wird. Zudem steigt dadurch das Bewusstsein in der Bevölkerung, dass die Luftbelastung immer noch eine Gefährdung für die Gesundheit darstellt. Der Kanton Graubünden hat zusätzliche Massnahmen beim Verkehr eingeleitet, darunter etwa die Förderung des öffentlichen Verkehrs oder die steuerliche Bevorzugung von Fahrzeugen mit geringem CO<sub>2</sub>-Ausstoss.

### **Zur Luftbelastung trägt nicht nur der Verkehr bei. Welche Massnahmen werden bei den anderen Luftverschmutzungsquellen getroffen?**

Ein besonderes Augenmerk richtet der Kanton Graubünden auf die Holz- und Altholzfeuerungen, da es viele alte Anlagen gibt. Der Kaminfeger übt wichtige Beratungs- und Kontrollfunktionen aus und gibt den Betreibern beispielsweise Ratschläge zum richtigen Betrieb einer Holzfeuerung. Unter anderem gilt es die Freisetzung von toxischen Stoffen bei der Verbrennung unerlaubter Materialien in Holzfeuerungen zu verhindern. Bei grossen Feuerungsanlagen wird die Abluft aber von unserem Amt gemessen, weil es Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung zu beachten gilt. Weiter achten wir auf die Grünabfallverbrennung im Freien. Obwohl dies grundsätzlich verboten ist, dürfen Bauern und Förster in Ausnahmefällen eine Bewilligung einholen, etwa wenn Holz von Schädlingen befallen ist oder ein Abtransport unverhältnismässig aufwändig wäre. In der

Für die Zukunft bin ich überzeugt, dass noch einiges auf uns zukommt. Ein neues, derzeit nicht bekanntes Problemfeld ist beispielsweise die Nanotechnologie.

Landwirtschaft werden Verfahren zum Gülleaustrag gefördert, die möglichst wenig Ammoniak ausstossen. Zudem sollen dieselbetriebene Maschinen und Fahrzeuge mit Partikelfilter ausgerüstet werden. Bei Kieswerken und auf Baustellen wird in Zusammenarbeit mit den Betreibern ausserdem versucht, das Aufwirbeln von Staub zu minimieren.

### **Können Sie ein Zwischenfazit ziehen, was bisher für die Luftreinhaltung im Kanton Graubünden erreicht werden konnte?**

Wir haben zwar viel erreicht, doch die Luftbelastung muss nochmals bedeutend gesenkt werden, um die Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung für alle Schadstoffe einzuhalten. Dazu sind aber nicht nur kantonale, sondern auch nationale und internationale Anstrengungen erforderlich. Für die Zukunft bin ich überzeugt, dass noch einiges auf uns zukommt: sowohl neue, derzeit nicht bekannte Problemfelder wie beispielsweise die Nanotechnologie, als auch technische Fortschritte zur Verminderung der Umweltbelastung. Die Innovationen im so-

genannten Cleantech-Bereich verbessern aber nicht nur die Umweltqualität; sie bieten auch ökonomische Chancen.

### **Lokale Emissionsquellen spielen beim Vollzug der Luftreinhaltung eine wichtige Rolle. Der Klimawandel ist derweil eher global geprägt. Welcher Handlungsbedarf ergibt sich für den Kanton Graubünden?**

Massnahmen, welche für die Luftreinhaltung angeordnet werden, können gleichzeitig einen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase leisten. Wenn wir Verbrennungsprozesse im Verkehr oder in Gebäuden technisch verbessern und dadurch den Ausstoss der Luftschadstoffe reduzieren, geht dies sehr oft mit der Reduktion von Treibhausgasemissionen einher. Das gilt für CO<sub>2</sub>; aber auch Ozon und Russ sind klimarelevante Luftschadstoffe. Deshalb sollte sich der Einsatz von öffentlichen Fördergeldern im Energiebereich auf Massnahmen konzentrieren, die sowohl das Klima als auch die Luftqualität schützen. Wir müssen auf jeden Fall sparsam mit fossilen Ressourcen umgehen.

#### **Ina istorgia da success**

Remo Fehr è il manader da l'uffizi per la natira e l'ambient ed ha passentà sez avant 25 onns las emprimas mesiraziuns da substanzas nuschaivlas en l'aria. El sa regorda er da las discussiuns en connex cun la mort dal guaud e davart il smog da stad e d'enviern u a las lavinias da camiuns sin il San Bernardin durant las bloccadas dal tunnel dal Gottard. Las stentas en connex cun il mantegniment da l'aria pura èn per el ina istorgia da success; tutina datti per Remo Fehr in basegn d'agir tar differentas substanzas nuschaivlas en l'aria e tar lur funtaunas, per reducir l'impestaziun da l'aria ed er per contri buir a franar la stgaudada dal clima.

#### **Una storia di successo**

Remo Fehr è direttore dell'UNA e 25 anni fa ha partecipato direttamente alle prime misurazioni degli inquinanti atmosferici. Si ricorda anche delle discussioni sulla moria dei boschi e sullo smog, oppure delle valanghe di TIR lungo l'asse del San Bernardino in occasione delle chiusure della galleria del San Gottardo. Egli definisce gli sforzi intrapresi nella lotta all'inquinamento atmosferico come la storia di un successo. Ciononostante, Fehr riconosce una necessità di agire riguardo a diversi inquinanti atmosferici e alle loro fonti, per ridurre l'inquinamento atmosferico e per contribuire alla lotta contro il riscaldamento climatico.



Den Vorschriften und den Filtern sei Dank: Grossindustriebetriebe sind nicht zwangsläufig grosse Luftverschmutzer.

Rechts: Energiesparhäuser verpuffen weniger Brennstoffe und schonen dadurch die Luft (Minergie-P-Eco-Siedlung der Wohnbaugenossenschaft «in buona compagnia» in Bonaduz).



# Geringere Emissionen

**Auf der San-Bernardino-Route rollt ein wesentlicher Anteil des Gütertransits zwischen Nord und Süd. Und die Zufahrtswege zu den Bündner Tourismusregionen sind gut frequentiert. Obwohl das Verkehrsaufkommen auf den Strassen in und durch Graubünden zunimmt, sind die Stickoxid- und Feinstaubgehalte in der Luft gesunken. Für die Luftreinhaltung im Kanton Graubünden ist die weitere Entwicklung des Schwerverkehrs massgebend.**

Der Strassenverkehr ist eine bedeutende Quelle für Luftschadstoffe und Treibhausgase. Aus den Abgasen bilden sich jeweils hohe Anteile an den einzelnen Immissionen. Und beim Fahren werden die Pneus abgerieben, was zur Anreicherung von feinen Staubteilchen in der Luft führt. Gesamthaft stammen 13% der Russ- und Feinstaubpartikel (PM10), 38% der Stickoxide (NO<sub>x</sub>) sowie 25% des Kohlendioxidausstosses (CO<sub>2</sub>) von Autos, Lastwagen und Bussen auf Bündner Strassen. Zudem belasten die Abgase die Luft mit Kohlenwasserstoffen (HC) und tragen somit zur Ozonbildung im Sommerhalbjahr bei. Mit der Einführung von Turbolader, Katalysator und Dieselpartikelfilter sind die vom motorisierten Verkehr verursachten NO<sub>x</sub>- und HC-Emissionen allerdings zurückgegangen. Weil abgasärmere Motoren sowie schwefelarme Treibstoffe – ausgelöst durch strengere Abgasvorschriften – star-

ke Verbreitung gefunden haben, ist der Ausstoss von Kohlenmonoxid (CO) und Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) in der Zwischenzeit unbedenklich geworden. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss des Strassenverkehrs ist jedoch kaum gesunken.

## **Stickoxidwerte gesunken**

Die Grenzwerte für Stickoxidimmissionen werden im Kanton Graubünden seit einigen Jahren fast durchwegs eingehalten, bestätigen die Messungen des Amts für Natur und Umwelt (ANU) sowohl an verkehrsreichen Standorten als auch abseits der stark befahrenen Verkehrsachsen. So sind die NO<sub>x</sub>-Werte entlang der San-Bernardino-Route A13 seit den 1990er Jahren auf die Hälfte gesunken. Und in Chur hat die NO<sub>x</sub>-Belastung um einen Drittel abgenommen. Die Messstation an der A13 bei Rothenbrunnen zeigt jedoch, dass schwere Nutzfahrzeuge an Werktagen weiterhin einen grossen Teil der Luftbelastung verursachen: Obwohl sie nur 5% bis 10% an das Gesamtverkehrsaufkommen beitragen, sind die Lastwagen und Busse für rund 40% der gemessenen NO<sub>x</sub>- und Russimmissionen verantwortlich. Und zwischen Bonaduz und Bellinzona können die Hälfte der NO<sub>x</sub>-Emissionen und ein Viertel des CO<sub>2</sub> dem Schwerverkehr zugeordnet werden. Zwar hat die bessere Motorentechnologie die Luftbelastung in den letzten Jahrzehnten reduziert. Doch die Zunahme des Transitverkehrs hat diesen positiven Effekt teilweise kompensiert.

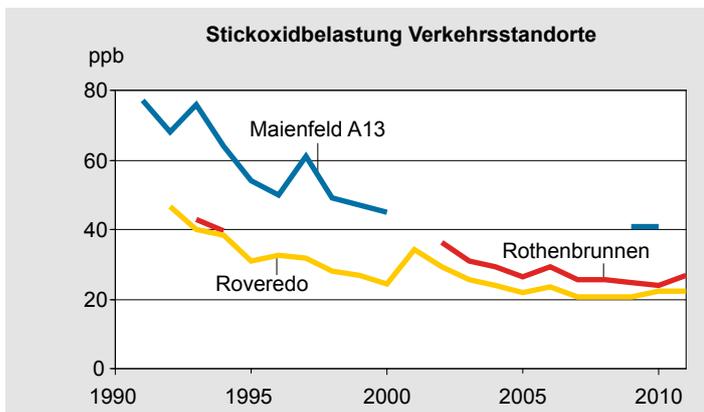
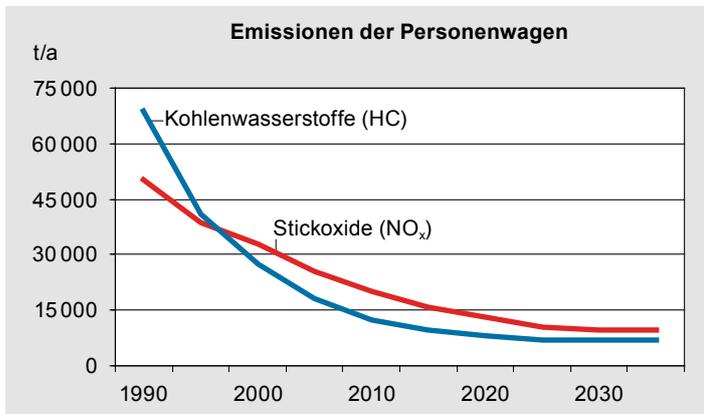
Rund 15% des nationalen Gütertransits rollen über die San-Bernardino-Route.



### Bedeutsamer Transitverkehr

Die San-Bernardino-Route ist die am zweithäufigsten befahrene Nord-Südachse in der Schweiz und erste Ausweichvariante zur Gotthardautobahn. Ist die Hauptachse A2 zwischen Uri und dem Tessin unterbrochen oder gesperrt, schnellert der Lastwagenanteil auf der A13 jeweils nach oben. Bei Normalverkehr quert jeder sechste Lastwagen den Schweizer Alpenkamm auf der Ostroute; im Herbst 2001 stieg die Frequenz des Transitschwerverkehrs allerdings auf das Fünffache an. Nach einem Unfall war der Gotthard-Strassentunnel zwei Monate unpassierbar. Der Schwerverkehr wurde stattdessen über die A13 umgeleitet, was nicht ohne Folgen für die Luftqualität in Graubünden blieb. Die Feinstaubbelastung nahm um einen Drittel zu, und die Stickoxidwerte haben sich sogar verdoppelt. Dasselbe Immissionsmuster entlang der Bündner Transitsachse konnte

Die Luftbelastung durch Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) und andere Abgase wie Kohlenwasserstoffe (HC) haben als Folge strenger Abgasvorschriften bei den Fahrzeugen deutlich abgenommen (Quelle: BAFU und ANU).



auch während der Sperrung der A2 im Frühsommer 2006 aufgezeichnet werden. Weil ein Felssturz den Durchgang im Kanton Uri blockierte, verdreifachte sich der Schwerverkehr auf der A13, um über 1000 Lastwagen mehr pro Tag. Der Vergleich zum Vorjahr zeigt abermals, was das für die Luftbelastung heisst: Die  $\text{NO}_x$ -Belastung im Misox hat sich verdoppelt und die Feinstaubbelastung ist an derselben Stelle um über 10% angestiegen. Die grösseren Schadstofffrachten haben sich zudem räumlich derart weit verteilt, dass lokale Hauptquellen wie Holzfeuerungen vom Transitverkehr temporär übertroffen worden sind («Klein, aber schädlich», Seite 46).

### Ungünstige Wetterlagen

Die meist kesselförmige Topografie sowie spezielle Wetterlagen machen den Luftraum über den Bündner Tälern besonders anfällig für einen Anstieg der Schadstoffkonzentration. Verglichen mit dem Schweizer Mittelland verursacht ein Motorfahrzeug im engen Tal den dreifachen Schadstoffgehalt. Und in der kalten Jahreszeit entsteht oft ein Kaltluftsee, was den Austausch mit den wärmeren oberen Schichten jeweils unterbinden kann. Derartige Inversionslagen lassen Schadstoffkonzentrationen bei identischem Verkehrsaufkommen auf den sechsfachen Wert ansteigen. «Sitzende», tief liegende Rauchschwaden an einem sonnigen, kalten Wintertag sind daher typische Erscheinungen für Standorte mit viel Verkehr und zahlreichen Holzfeuerungen geworden.

### Hausgemachter Verkehr

Zur hohen Luftbelastung trägt der Mobilitätsbedarf der Bündner Bevölkerung ihren eigenen Anteil bei: Jeden Tag legt die Bevölkerung rund 8 Mio. Kilometer motorisiert zurück, die Strecken im In- und Ausland mitgezählt. Über 80% der

Haushalte besitzen mindestens ein Auto, und die Bewohner sind damit meistens alleine oder zu zweit unterwegs. Das Verkehrsaufkommen auf dem Kantonsstrassennetz ist zudem deutlich gestiegen: Sind 1990 täglich 17 000 Fahrzeuge über die A13 gefahren, werden heute fast doppelt so viele gezählt. Aber auch die Anfahrtswege zu den Tourismusregionen sind immer häufiger verstopft. Die Entwicklung in den letzten 160 Jahren war rasant: 1860 war zum Beispiel die erste Talstrasse von Landquart nach Davos offen. Zwischen 1900 und 1925 wurde das Automobil durch das kantonale Fahrverbot von der Strasse verbannt. Seither hat es den Kampf um die freie Fahrt gewonnen und ist in vielen Dörfern wegen Stau, Lärm und Abgas allerdings zum Ärgernis geworden. Umfahrungsstrassen sind daher ein beliebtes Gegenmittel, um den Verkehr und seine Auswirkungen unmittelbar aus den bewohnten Zentren her-

auszuhalten. 1993 ist die Umfahrung von Promotogno eröffnet worden, diejenige von Trin folgte 1994. Flims kann seit 2007 und Saas seit 2011 umfahren werden. Bis 2016 sollen weitere Umfahrungsprojekte in Roveredo, Küblis und Silvaplana realisiert werden. Die positive Wirkung auf die Anwohnerschaft und die Luftqualität ist erwiesen: Das ANU hat gemessen, dass die Luftbelastung in Klosters seit Eröffnung der Umfahrung ab 2005 deutlich abgenommen hat und innerorts die Schadstoffquellen Zubringerverkehr und Feuerungsanlagen verbleiben.

### **Güterverkehr auf die Schiene**

Um die Bündner Transitachse A13 zu entlasten, wird auf die nationale Verlagerungspolitik gesetzt. Der Alpenschutzartikel verlangt seit 1994, den Güterverkehr durch die Schweiz weitgehend auf der Schiene abzuwickeln. Doch die erhoffte Wirkung bleibt vorläufig aus:



Im Winter bildet sich ein Kaltluftsee am Talboden. Der Luftaustausch wird unterbunden und die Schadstoffe reichern sich an. (San Vittore und Roveredo im Misox; PSI).

Das Zwischenziel für 2011 – 1 Million alpenquerende Lastwagenfahrten – wurde um einen Drittel übertroffen. Dennoch ist einer Reihe verkehrspolitischer Massnahmen wie der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA), der Modernisierung der Bahninfrastruktur, der Liberalisierung des Güterverkehrsmarktes auf der Schiene (Bahnreform) sowie dem Landverkehrsabkommen mit der EU eine Entlastung der Alpentäler um mindestens 600 000 Lastwagen zu verdanken. Im nationalen Projekt «Monitoring flankierende Massnahmen – Bereich Umwelt (MFM-U)» erhebt das ANU gemeinsam mit den Lufthygienefachstellen der Kantone Tessin, Uri, Luzern und Basel-Landschaft sowie dem BAFU die Luftbelastung entlang der Alpenstrassenachsen. An der A13-Messstation bei Rothenbrunnen wird das ANU zudem analysieren, wie sich der Ausweichverkehr auf den Kanton Graubünden auswirken wird, falls der Gotthard-Strassentunnel mittelfristig saniert und gesperrt werden muss.

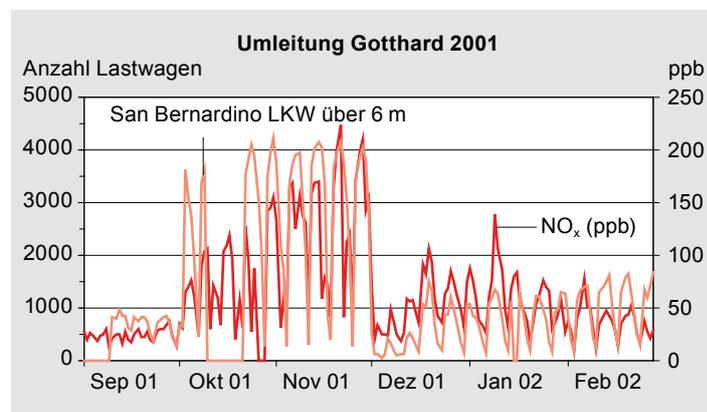
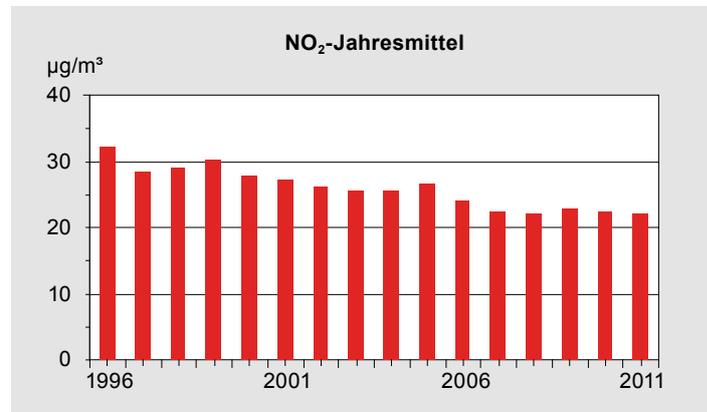
### Neue Abgasnormen

Technisch verbesserte Motoren sollen die Luftschadstoffemissionen zusätzlich reduzieren. Im Fokus stehen neue Verfahren zur Abgasnachbehandlung, bei denen die Verbrennungsgase mechanisch, katalytisch oder chemisch gereinigt werden. Der Russ aus Dieselmotoren bleibt beispielsweise an den Partikelfiltern aus porösem Keramik kleben und wird danach verbrannt. Strengere Euro-Normen geben dabei den Takt vor, wie viel Kohlendioxid, Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoffe oder Feinpartikel ein Motorfahrzeug mit den Abgasen ausstossen darf. Die Grenzwerte sind differenziert und werden nach Antriebsart, Benzin- oder Dieselmotor, und nach Fahrzeugkategorie Personenwagen, Lastwagen oder Busse unterschieden. Seit 2011 ist für Autohersteller die Euro-5-Norm bindend; ab

2014 wird Euro-6 verlangt, was bei Dieselfahrzeugen zur weiteren Reduktion des Feinstaubes und der Stickoxide führen soll. Neu zugelassene Lastwagen haben die verschärften Abgasnormen bereits ab Januar 2013 einzuhalten. Die Schweiz passt ihre Zulassungsvorschriften jeweils den europäischen Richtlinien an. Um die Ziele der Luftreinhaltung zu erreichen, sind jedoch zusätzliche nationale und kantonale Anstrengungen erforderlich. Entsprechendes sieht der Massnahmenplan Lufthygiene für Graubünden («Alle Quellen im Blick», Seite 58) bereits vor: Seit 2009 werden umweltfreundliche Autos steuerlich begünstigt und das Velowegnetz wird weiter ausgebaut. Daneben gilt es, Änderungen im Mobilitätsverhalten der Bevölkerung anzustreben und den umweltfreundlichen öffentlichen Verkehr sowie den schadstoffarmen Langsamverkehr – mit dem Velo oder zu Fuss – zu fördern.

2005 wurde die Umfahrung Klosters mit der Sunnibergbrücke und dem Gotschnatunnel dem Verkehr übergeben. Der Verkehr in Klosters nahm um die Hälfte ab, die Luftbelastung nahm ebenfalls deutlich ab (ANU).

Während der Sperrung der Gotthardachse erhöht der Ausweichverkehr die Luftbelastung entlang der San-Bernardino-Route, zum Beispiel im Herbst 2001 (ANU).



### **Il traffic sco funtauna da substanzas nuschaivlas**

L'augment dal traffic en il transit tras las Alps ed en las regiuns turisticas influenzescha l'impestaziun da l'aria en il chantun Grischun. Malgrà che las immissiuns per lung da las vias da traffic èn sa reducidas considerablmain ils ultims onns e malgrà ch'ils vehichels emettan main svapurs, è il traffic anc adina ina funtauna impurtanta da substanzas nuschaivlas en l'aria sco ils oxidis da nitrogen e la pulvra fina. Ils vitgs situads a las vias d'access per las regiuns turisticas han la tendenza da construir vias da sviament sco distgargia. L'effect positiv per la qualitat da l'aria ha l'uffizi per la natira e l'ambient (UNA) mussà a maun da pliras retschertgas. En connex cun il traffic da transit è il UNA ultra da quai responsabel per observar l'effect dal transferiment dal traffic sco er

l'impestaziun da l'aria sin la ruta dal San Bernardin e d'infurmar la populaziun davart la qualitat da l'aria. Cumpareglia cun il volumen dal traffic pesant chaschuna quel surproporzionalmain bleras emissiuns da substanzas nuschaivlas. Midadas da l'urden dal traffic dal transit tras las Alps influenzeschan perquai directamain l'aria per lung da la A13, en la Val dal Rain, en la Tumblestga ed en il Mesauc. Actualmain circuleschan bunamain 200 000 camiuns per onn sin la via tras il chantun Grischun che collia il nord cun il sid. La confederaziun è dentant obligada da transferir il traffic da rauba da transit sur las Alps da la via sin la viafier. Igl è dentant necessarias ulteriuras mesiras tecnicas per tractar las svapurs e per ils motors per reducir l'impestaziun da l'aria per la populaziun dal chantun Grischun.

### **Il traffico come fonte di sostanze inquinanti**

L'aumento del traffico di transito attraverso le Alpi e nelle regioni turistiche determina l'inquinamento atmosferico nel Cantone dei Grigioni. Sebbene negli ultimi anni le immissioni lungo gli assi di traffico siano nettamente diminuite e i veicoli emettano meno gas di scarico, il traffico rimane una fonte significativa di agenti inquinanti dell'aria come ossidi d'azoto e polveri fini. I paesi lungo le strade d'accesso alle regioni turistiche tendono a costruire circonvallazioni per decongestionare il traffico. Basandosi su vari studi, l'Ufficio per la natura e l'ambiente (UNA) ha dimostrato l'effetto positivo sulla qualità dell'aria. Nell'ambito del traffico di transito, spetta inoltre all'UNA osservare l'effetto dello spostamento del traffico e l'inquinamento atmosferico lungo la strada del San

Bernardino, nonché informare la popolazione riguardo alla qualità dell'aria. Le emissioni di sostanze inquinanti dovute al traffico pesante sono proporzionalmente maggiori rispetto a quelle degli altri veicoli. Perciò le modifiche nel regime di traffico di transito alpino influenzano direttamente la qualità dell'aria lungo la A13, nella Valle del Reno, nella Domigliasca e in Mesolcina. Attualmente, quasi 200 000 camion all'anno percorrono l'asse nord-sud attraverso il Cantone dei Grigioni. È tuttavia obbligo della Confederazione trasferire dalla strada alla ferrovia il trasporto merci attraverso le Alpi. Per diminuire l'inquinamento atmosferico per la popolazione nel Cantone dei Grigioni sono tuttavia necessari ulteriori provvedimenti tecnici per il trattamento dei gas di scarico e nella tecnica del motore.

# Klein, aber schädlich

**Feinstaub fasst das Gemisch an luftgetragenen Partikeln zusammen, das die Atmungsorgane von Menschen gefährden kann. Die durchschnittliche Feinstaubbelastung in der Luft nimmt allerdings ab. Im Kanton Graubünden sind der Verkehr und die Holzfeuerungen die hauptsächlichen Emissionsquellen. Sie verursachen selbst in abgelegenen Tälern hohe Feinstaubkonzentrationen.**

Feinstaub ist ein komplexes Gemisch aus Russ-, Schwermetall- und Abriebpartikeln, die teilweise direkt vom Verkehr, der Industrie und den Haushalten in die Luft ausgestossen werden. Ein grosser Anteil dieser primären Partikel entsteht – als unerwünschtes Nebenprodukt – bei unvollständiger Verbrennung von Heizöl, Benzin, Diesel und Holz. Weitere Quellen des primären Feinstaubes sind mechanische Prozesse wie Schleifen, Sägen und der Bremsabrieb. Teilweise werden die Staubteilchen aber auch natürlich via Bodenerosion, Gischt von Wasserwellen und Sandstürme in die Luft gewirbelt. Die kleinen Partikel sind für das menschliche Auge unsichtbar und nur 10 Mikrometer gross, was etwa  $\frac{1}{10}$  des Durchmessers eines Menschenhaares entspricht. Feinstaub wird auch indirekt (sekundär) aus «Vorläufersubstanzen» gebildet, die vorwiegend aus zivilisatorischen und teilweise aus natürlichen Quellen stammen. So sind etwa Schwefeldioxid, Stickoxide, Ammoniak und flüchtige organische Verbindungen

die Ausgangsstoffe, die durch chemische Reaktionen und physikalische Prozesse in der Atmosphäre in Sulfate, Nitrate, Ammonium, Chloride und organisches Material umgewandelt werden. Weil die Feinstaubpartikel in einem ähnlichen Ausmass primär oder sekundär gebildet werden, haben Reduktionsmassnahmen an Emissionen aus beiden Quellen anzusetzen.

## Gesundheitliche Gefährdung

Das Feinstaubgemisch ist nach Grössenklassen unterteilt: grobe Staubteilchen sind bis 10  $\mu\text{m}$  Durchmesser gross (PM10), feine bis 2,5  $\mu\text{m}$  (PM2,5) und ultrafeine unter 0,1  $\mu\text{m}$  (PM0,1). Alle Teilchen können über die Atemwege in den menschlichen Organismus eindringen und die Gesundheit beeinträchtigen. PM10 tritt in die Lunge ein, und auch kleinere Partikel werden weder von den Schleimhäuten im Rachen noch von den Nasenhärchen wesentlich zurückgehalten. Die aller kleinsten Partikel nimmt das Blut sogar direkt auf («Krankheitsbilder erkannt», Seite 52). Aus Messungen der Grössenverteilung der Partikel und der Inhaltstoffe von Feinstaub lassen sich Rückschlüsse auf die Quellen ziehen.

## Belastung in Graubünden

Die Luft im Kanton Graubünden ist vor allem in den dicht besiedelten Gebieten und entlang stark befahrener Verkehrsachsen wie der Autobahn A13 durch das Rheintal und im Misox stark mit Feinstaub belastet. Die Immissionsdaten aus

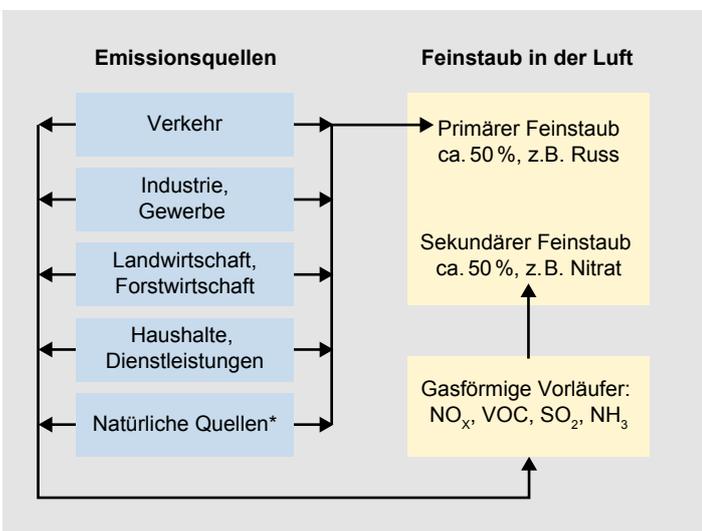
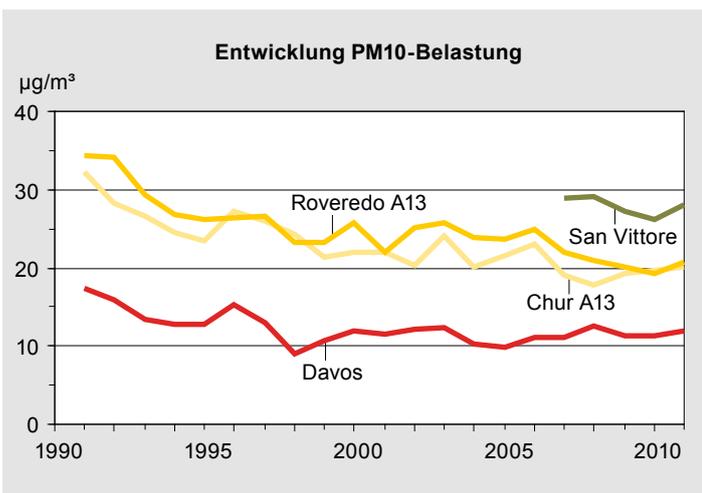
Neben dem Verkehr und den Holzfeuerungen entsteht viel Staub auf Baustellen und bei industriellen oder gewerblichen Arbeiten. Im Bild: Bauarbeiten für die Umfahrung Saas im Prättigau.



dem kantonalen Messnetz zeigen aber, dass die Mittelwerte in den Südtälern, sowohl in San Vittore als auch in Poschiavo, das zulässige Mass der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) übertreffen. In Nordbünden, in Chur und Rothenbrunnen wird der Jahresmittelgrenzwert dagegen nicht überschritten. Davos und höhere alpine Lagen weisen eine noch geringere Belastung auf. Dennoch wird der Feinstaub-Tagesmittelgrenzwert überall mindestens einmal pro Jahr überschritten. Die Gründe dafür sind vielfältig: Holzfeuerungen im Winter, Silvester-Feuerwerke in den Wintersportorten, ausgeprägtes Winterhochdruckwetter, verbunden mit Inversionslagen sowie Naturereignisse wie Sandfrachten aus der Sahara. Die Messdaten

Oben: Feinstaub-Jahresmittel für ausgewählte Messstationen im Kanton Graubünden 1991 bis 2011. Die Feinstaubbelastung hat in den letzten Jahren abgenommen.

Unten: Quellen und Arten von Feinstaub, BAFU (2011)  
\*z.B. Pollen



der Periode 1991 bis 2011 bestätigen die abnehmende Tendenz.

### Abnahme in der Schweiz

Schweizweit zeigt sich ebenfalls, dass die Feinstaubbelastung abnimmt: Wurde Anfang der 1990er Jahre ein Feinstaubgehalt in der Luft zwischen 30 µg/m<sup>3</sup> und 60 µg/m<sup>3</sup> gemessen, ist die Belastung im Jahresmittel inzwischen auf 15 µg/m<sup>3</sup> bis 30 µg/m<sup>3</sup> gesunken. In dieser Zeitspanne konnten vorab die Emissionen aus dem Strassenverkehr, von Baumaschinen und Traktoren dank dem Einsatz von Partikelfiltern reduziert werden. Jeweils hohe Belastungswerte in den Winterhalbjahren 2003 und 2006 sind dagegen auf meteorologische Bedingungen zurückzuführen. Bei Inversionslagen bilden sich Kaltluftseen in den engen Tälern, aber auch im gesamten Mittelland der Schweiz, so dass sich Schadstoffe und Schwebestoffe jeweils ungehindert anreichern («Geringere Emissionen», Seite 40).

### Windfrachten und eigene Quellen

Die Hauptquellen des Feinstaubs liegen innerhalb des Kantonsgebietes. Ausgestossen wird er vom Verkehr und aus Holzfeuerungen. Weitere Anteile stammen aus Gewerbe- und Industriebetrieben, von Traktoren und Pistenfahrzeugen sowie aus dem Feuern im Freien. Russ ist ein besonders gefährlicher Bestandteil des Feinstaubs, da er krebserregende Teilchen enthält. Russ entsteht bei schlechter Verbrennung in Holzfeuerungen und wird auch von Dieselfahrzeugen ausgestossen. Letztere sind in den letzten Jahren allerdings vermehrt mit Partikelfiltern ausgerüstet worden. Die leichte Abnahme der Russbelastung in Strassennähe beweist deren Wirksamkeit.

### Holzfeuerungen dominieren

Oft können die Emissionsanteile nur unzureichend den einzelnen Feinstaub-

quellen zugeordnet werden. Doch im gesamtschweizerischen Aerowood-Projekt versucht das Paul-Scherrer-Institut, mit Beteiligung des Kantons Graubünden, die Zuordnung mit Hilfe der Datierung von Kohlenstoffisotopen ( $^{14}\text{C}$ ) zu verbessern. Die Methode erkennt, dass sich die Isotopanteile des kohlenstoffhaltigen Feinstaubes aus fossiler Herkunft von denjenigen jüngeren Datums unterscheiden. Mithilfe der Massenspektrometrie lassen sich daher die Immissionsbeiträge von Dieselmotoren und von Holzfeuerungen quantitativ bestimmen (obere Abbildung Seite 50). Analysen der an den Messstationen in Roveredo und San Vittore im Misox gesammelten Luftproben ergeben: Im Winter sind die Emissionen der Privat-

haushalte, Feinstaub aus Holzfeuerungen, jeweils dominant. Ältere Öfen und Heizanlagen, in denen keine optimale Verbrennung stattfindet, tragen wesentlich zur hausgemachten Feinstaubbelastung bei: Die Privathaushalte von Roveredo und San Vittore stossen im Winter über 80% des kohlenstoffhaltigen Feinstaubes aus. An diesen Messstandorten verursachen die Holzfeuerungen sogar vier- bis sechsmal mehr Feinstaub als der Verkehr.

### Regional bedeutende Quellen

Im Sommer verbleibt der Verkehr als grösster Feinstaubverursacher. Die Quellen sind in Bezug auf die Grössenverteilung des Feinstaubes weiter differenzierbar und zeigen deren Belastungsanteile auch



Tagesprobe eines Feinstaubfilters. Aus dem Gewicht des Staubs auf dem Filter lässt sich die Konzentration in der Aussenluft berechnen. Mit weiteren Analysen können Staubinhaltsstoffe wie Russ oder sekundäre Stoffe wie Sulfat und Nitrat bestimmt werden.

### Wie wird Feinstaub gemessen?

Die Immissionsgrenzwerte für Feinstaub in der Luftreinhalte-Verordnung beziehen sich auf sein Gewicht. Der höchst zulässige Jahresmittelwert beträgt  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und der Tagesgrenzwert  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  darf nur einmal pro Jahr überschritten werden. Um eine Übereinstimmung zu erreichen, wird mehrheitlich die Masse des gesammelten Feinstaubes erhoben. Die gravimetrische Messmethode hat allerdings den Nachteil, dass die kleinsten und leichtesten Partikel wortwörtlich kaum ins Gewicht fallen, obwohl diese besonders schädlich für die menschliche Gesundheit sind. Alternativ lassen sich Feinstaubproben optisch durch Zählen der einzelnen Partikel analysieren. Das technisch aufwändigere Mess- und Zählverfahren wird immer häufiger eingesetzt.

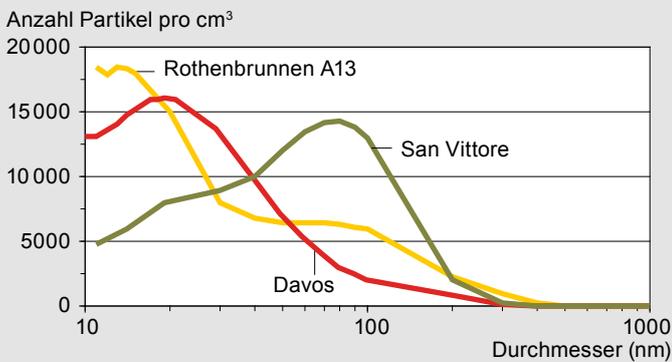
Sehr kleine Feinstaub-Teilchen (10 nm) stammen aus dem Verkehr. Russteilchen aus Holzfeuerungen haben einen Durchmesser von 100 nm. Kohlenstoffhaltige organische Teilchen (OC) und elementarer Kohlenstoff (EC) stammen aus Holzfeuerungen und von Dieselfahrzeugen. Sekundäre Teilchen wie Ammonium, Nitrat und Sulfat haben gasförmige Vorläufer-substanzen.

im Wochenverlauf. Aber auch in anderen Bündner Südtälern wie im Puschlav sind die Holzfeuerungen im Winter bedeutende Feinstaubquellen. Zusätzlich zu den Holzfeuerungen trägt das Verbrennen von Grünabfällen im Freien zur Russpartikelbelastung bei.

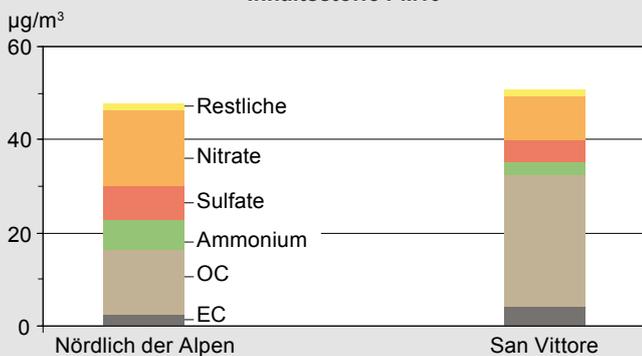
### Massnahmen zur Entlastung

Die Messungen im MisoX und Puschlav haben zu folgender Erkenntnis geführt: Holzfeuerungen sind bedeutende Emissionsquellen und tragen zur Feinstaubbelastung der Luft wesentlich bei. An den «Holzstandorten» werden sogar die höchsten Konzentrationen gemessen. Inwiefern diese Aussagen allerdings auf das übrige Kantonsgebiet übertragen werden dürfen, ist ungewiss und muss mit zusätzlichen Messstandorten nachgeprüft werden. Unbestritten ist, dass Holzfeuerungen im ganzen Kanton ähnlich stark verbreitet sind wie in den Bündner Südtälern und daher einen vergleichbaren Einfluss auf die Luftbelastung haben könnten. Der Betrieb von Holzfeuerungen ist daher örtlich für die Luftqualität äusserst relevant. Das Verbrennen von Holz verursacht insbesondere in Kaminen und kleinen Öfen viel Feinstaub; zusätzliche Effekte spielen mit, wenn der Brennstoff feucht ist und der Brennraum kalt. Eine Reihe von Massnahmen wie das Anfeuern von oben, der Einsatz von trockenem, optimal gelagertem und aufbereitetem Brennstoff, die angepasste Holzmenge und ein Regulieren der Luftzufuhr ermöglichen jedoch, die Feinstaubbelastung beträchtlich zu reduzieren. Das Potenzial, im privaten Bereich zur Luftreinhaltung beizutragen, ist gross. Daher betreibt der Kanton Graubünden zusammen mit acht weiteren Kantonen eine Informationsplattform, auf welcher der optimale Umgang mit Holzfeuerungen beschrieben ist ([www.fairfeuern.ch](http://www.fairfeuern.ch); «Gezähmtes Feuer», Seite 62).

### Grössenverteilung Partikel



### Inhaltsstoffe PM10



### **Pulvra fina e nuschaivla**

Blers lieus en il chantun Grischun han ina pitschna concentraziun da pulvra fina. En territoris rurals cun blers stgauraments da laina e per lung da las axas da traffic po la concentraziun locala s'augmentar cunzunt durant l'enviern. Ina da las funtaunas principalas è il traffic: Particlas da fulin da motors da diesel e particlas da l'isada da pneus impesteschan l'aria en aglomeraziuns fitg populadas e per lung da vias da traffic fitg frequentadas sco la ruta dal San Bernardin. En las vals dal sid derivan las substanzas en suspensiun l'enviern dentant per gronda part dals stgauraments da laina en chasas privatas. Analisis da luffizi per la natira e l'ambient (UNA) che sa refereschon al lieu mussan che l'arder laina en il Mesauc ed en il Puschlav chaschuna quatter fin sis giadas dapli pulvra fina ch'il traffic. Grazia a

la dataziun cun la metoda da 14C po l'origin da las singulas particlas vegnir determinà en moda fidada. Autas valurs d'impestaziun sa manifesteschan en stretgas valladas da muntogna savens pervia da l'aura en situaziuns d'inverssiun e sch'igl è fraid. Las particlas èn talmain pitschnas ch'ellas pon penetrar en ils organs da respiraziun e schizunt vegnir absorbadas dal sang. La pulvra fina resta privlusa per l'organissem da l'uman. La maschaida da substanzas en suspensiun deriva ultra dal traffic e dals stgauraments da laina er dal mastergn, da l'agricultura e dal sport d'enviern (maschinas da far pista). En general sa reduceschan las emissions da pulvra fina. Ils ultims onns han oravant tut ils filters cunter particlas reduci la concentraziun da pulvra fina; arder correctamain laina en las chasas privatas è in'ulteriura mesura da reducziun efficazia.

### **Polveri fini dannose**

L'inquinamento da polveri fini è scarso in molti luoghi del Cantone dei Grigioni. Specialmente in inverno, nei paesi con molti riscaldamenti a legna e lungo gli assi di traffico, l'inquinamento locale può aumentare. Una delle fonti principali è il traffico. Le particelle di fuliggine che fuoriescono dai motori diesel e che derivano dallo sfregamento dei pneumatici inquinano l'aria in agglomerati densamente popolati e lungo assi di transito molto trafficati, come la strada del San Bernardino. In inverno, a sud delle Alpi le piccole sostanze in sospensione derivano però principalmente dagli impianti di riscaldamento a legna delle case private. Da analisi sul luogo eseguite dall'UNA è emerso che la combustione di legna in Mesolcina e Valposchiavo causa emissioni di polveri fini da quattro a sei volte maggiori rispetto a quelle

del traffico. L'origine delle singole particelle può essere determinata in modo affidabile grazie alla datazione con il metodo del 14C. Nelle strette valli montane, gli alti livelli di inquinamento sono spesso dovuti alla meteorologia in caso di inversione termica e temperature rigide. Questo tipo di particelle è talmente piccolo da poter facilmente penetrare negli organi respiratori e addirittura venir assorbito dal sangue. Oltre che dagli impianti di riscaldamento a legna e dal traffico, la miscela di sostanze in sospensione deriva anche dall'artigianato, dall'agricoltura e dagli sport invernali (battipista). In generale, le emissioni di polveri fini sono in diminuzione. Negli ultimi anni, i filtri antiparticolato hanno in particolare ridotto l'inquinamento da polveri fini. La combustione corretta della legna nelle case è un'altra misura di riduzione efficace.

# Krankheitsbilder erkannt

**Der Bergluft in Graubünden wird – zu Recht – heilende Wirkung zugesprochen. Doch ebenso wahr ist: In Schadstoff belasteten Gebieten leidet die menschliche Gesundheit. Unter der Bündner Bevölkerung sind akute und chronische Schädigungen der Atemwege und des Blutkreislaufs dokumentiert.**

Ab Mitte des 19. Jahrhunderts wurde Davos als Kurort für Tuberkulose- und Asthma-Kranke entdeckt. Da die trockene Bergluft frei von Staubmilben ist, lockte dies Patienten aus ganz Europa an. Der Bau der Eisenbahnlinie ab Landquart und deren Eröffnung im Jahr 1890 beschleunigten diese Entwicklung; in der Folge begannen viele Kantone und sogar andere Länder in Davos eigene Sanatorien zu erstellen. Die Luft und das Höhenklima werden ihrer heilenden Wirkung wegen bis heute geschätzt, wenn auch in geringerem Ausmass: Von den zahlreichen Sanatorien existieren nur noch wenige, welche sich zudem in spezialisierte Mehrzweckkliniken umgewandelt haben. Eine davon ist die Hochgebirgsklinik Davos, die von einer Stiftung getragen wird, und sich nun als Fachkrankenhaus und Rehabilitationsklinik zur Behandlung von Allergien sowie von Erkrankungen der Atemwege, der Lungen, der Haut und der Augen präsentiert. Da in solchen Höhenkliniken weiterhin positive Therapieergebnisse erzielt werden, ist ein Aufenthalt in Davos auch heute

noch zu empfehlen. Dagegen zeigt sich in weiten Teilen des Kantons Graubünden, welche Folgen die allgegenwärtige Luftverschmutzung für die Gesundheit der Bevölkerung hat.

## **Hohes Risiko an der Strasse**

Entlang stark befahrener Strassen ist in Graubünden das Risiko für eine Schädigung der Gesundheit am höchsten: Schadstoffe aus Motorabgasen, darunter Feinstaubpartikel, Kohlenmonoxid und andere primäre Schadstoffe wie Stickoxide, erreichen an Verkehrsachsen hohe Konzentrationen. Die höchsten Werte werden an engen und von hohen Gebäuden gesäumten Strassen gemessen. Chemische Umwandlungsprozesse sowie die Aggregation und Verdünnung der Schadstoffe lassen deren Konzentrationen aber bereits ab 50 bis 100 Metern Entfernung von der Quelle rasch absinken. Epidemiologische Studien zeigen, dass auch die Erkrankungshäufigkeit mit zunehmender Distanz zur Schadstoffquelle abnimmt. Gravierend jedoch ist, dass die gesamte Bevölkerung der Luftverschmutzung ausgesetzt ist, vom ungeborenen Leben im Mutterleib bis hin zu Personen im hohen Alter. Zum Schutz von Mensch und Umwelt erhebt das Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden (ANU) Messdaten für spezifische Luftschadstoffe, betreibt das kantonale Luftmessnetz und beteiligt sich an nationalen, wissenschaftlichen Studien zum Thema «Gesundheit und Luftbelastung».

## Medizinische Untersuchungen

Einen starken Beleg, wie gesundheitsschädigend die Luftverschmutzung sein kann, lieferte der Winter 1952 in London. Vor 60 Jahren hatte der «Great Smog» mehrere Tausend Tote gefordert. Die Bewohner der englischen Hauptstadt litten unter einer wochenlangen Inversionswetterlage. Die Häuser wurden mit Kohle beheizt, der Rauch aus den Kaminen konnte nicht in die oberen Luftschichten abziehen. Stattdessen reicherte er sich zum Smog an. Ursache, Häufigkeit und Verteilung der darauf folgenden Erkrankungen sind seither mehrfach medizinisch untersucht worden: Zahlreiche epidemiologische Studien bestätigen, dass Luftschadstoffe die Gesundheit eines Menschen bei kurzzeitiger Exposition beeinträchtigen. In jüngerer Zeit haben weitere Studien aufgezeigt, welche Gesundheitsfolgen die langzeitliche Schadstoffexposition bewirken kann. Bis in die 1990er Jahre fokussierten sich die Untersuchungen im Wesentlichen auf die Atemwege, da sie das Eintrittstor der Schadstoffe in den menschlichen Organismus bilden. Inzwischen ist jedoch bekannt, dass sich die Luftverschmutzung auch auf das Herzkreislaufsystem auswirkt.

## Akute und chronische Wirkungen

Kleinste Staubteilchen in der Luft sind am schädlichsten: Verschiedene toxikologische und humanmedizinische Untersuchungen weisen darauf hin, dass Feinstaubteilchen (PM10) die Gesundheit wesentlich schädigen («Klein, aber schädlich», Seite 46). Besonders gefährlich ist Russ in den Abgasen von Dieselfahrzeugen und im Rauch von Holzfeuerungen. An den feinen Partikeln lagern sich jeweils hochtoxische, zum Teil krebserregende Substanzen an. Feinstaub wirkt sich direkt auf die Atemwege aus und löst Entzündungsreaktionen aus, verschlimmert bestehende Atemwegkrankungen, stört

### Kurzfristiger Anstieg von Feinstaub

- Husten, Auswurf, Atemnot
- Anfälle von Bronchitis und Asthma, gestörte Regulierung des Herzrhythmus
- Zunehmende Spitaleinweisungen wegen Lungenentzündung, Asthmaanfällen, Herzinfarkt und anderen Atemwegs- und Herzkreislauferkrankungen
- Todesfälle infolge dieser Krankheiten
- Volkswirtschaftliche Folgen (Arbeitsplatzabsenz etc.)

### Langfristig erhöhte Feinstaubbelastung

- Chronisch bronchitische Symptome
- Kinder mit vermindertem Lungenwachstum
- Herz- und Kreislauferkrankungen
- Lungenkrebs
- Todesfälle wegen Atemwegs-, Herz- und Kreislauferkrankung

Links: Gesundheitsindikatoren, für die eine Verbindung zur Luftverschmutzung mit Feinstaub (PM10) mindestens teilweise nachgewiesen werden konnte. Quelle: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz 2011.

Unten: Historisches Lavabo zur Reinigung des Taschenspucknapfes (Blauer Heinrich) im Korridor des ehemaligen Sanatoriums Schatzalp.



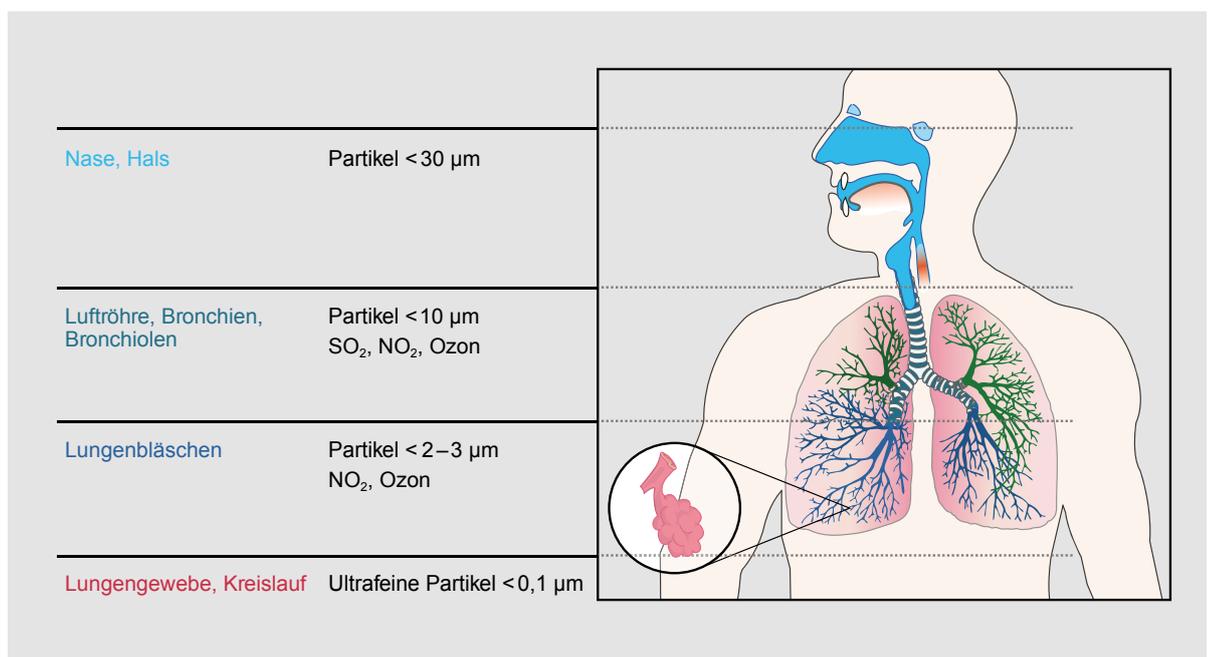
die Abwehrmechanismen der Lunge und schädigt das Herzkreislaufsystem. Das ANU unterstützt seinerseits eine Studie über den Einfluss der Feinstaubbelastung auf die Spitaleintritte in der Bündner Bevölkerung. Die gesundheitlichen Folgen zu hoher Ozonbelastung ( $O_3$ ) zeigen sich akut: durch verminderte Lungenfunktion, entzündliche Reaktionen in den Atemwegen und andere Atemwegbeschwerden. Die Wirkungen wurden für Kinder und Erwachsene – Männer und Frauen – nachgewiesen, die im Freien körperlich aktiv waren. Grundsätzlich beeinflusst die Ozonkonzentration in der Aussenluft die Zahl der betroffenen Personen; die Dauer der Belastung respektive Exposition bestimmt den Reaktionsgrad. Letzterer ist ebenso vom Atemvolumen und der Intensität der körperlichen Aktivität abhängig. Sinkt die Ozonbelastung, reduzieren sich auch die Gesundheitsbeschwerden. Die gesundheitschädigende Wirkung von Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ) tritt dagegen bei chronischer Belastung auf wie Entzündungen in den Atemwegen sowie eine Schädigung des Herzkreislaufsystems und die Schwächung des Immunsystems. Kohlenmonoxid (CO) weist eine höhere

Affinität zum Hämoglobin auf als Sauerstoff. Das Einatmen reduziert den Sauerstofftransport im Blut und kann dadurch Gehirn und Herz schädigen. Krebserrögend sind zudem Benzol, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Kadmium. Diese Luftschadstoffe stammen aus Verkehrsabgasen und sind für den Menschen in kleinsten Konzentrationen schädlich.

### Medizinische Langzeitstudien

Um den Einfluss der Luftverschmutzung auf die Gesundheit der Atemwege, auf Allergien und das Herzkreislaufsystem über eine lange Periode zu untersuchen, ist seit 20 Jahren eine nationale Langzeitstudie mit Beteiligung des Kantons Graubünden in Gang. Unter dem Namen Sapaldia – swiss study on air pollution and lung disease in adults – ist die Kohortenstudie 1991 gestartet worden. Seither wird die Gesundheit von zufällig ausgewählten Personen periodisch untersucht. Die Langzeitstudie wird an acht Standorten in der Schweiz durchgeführt, die sich klimatisch und aufgrund der Luftbelastung unterscheiden. Einer davon ist Davos: Bewohner, die bereits

Eindringwege und -tiefe von Schadstoffen in die Atemorgane des Menschen (European Respiratory Society ERS 2010).



in der ersten Untersuchung teilgenommen haben, sollen in der aktuell laufenden Projektphase wieder berücksichtigt werden. In der ersten Studienphase zwischen 1991 und 1992 sind 10 000 Personen in der ganzen Schweiz untersucht worden. 2001 erfolgte die erste Überprüfung. Und 2010 hat Sapaldia 3 begonnen, wobei Auswirkungen der Luftverschmutzung auf Herz- und Kreislauferkrankungen, darunter die Arterienverkalkung, im Vordergrund stehen.

Die ersten beiden Studienphasen haben gesicherte Resultate hervorgebracht: Die bessere Luftqualität seit den 1990er Jahren ist auch an der verbesserten Gesundheit der Atmungsorgane ablesbar. Die Lungenalterung hat zum Beispiel messbar abgenommen. In der zweiten Studienphase Sapaldia 2 wurde aber erkannt, dass Feinpartikel bis in die Lungenbläschen (Alveolen) vordringen und Blutgefässe schädigen. Da die Feinstaubbelastung am Studienstandort Davos im Vergleich zu städtischen Regionen gering ist, weisen die untersuchten Einwohner einen deutlich besseren Zustand der Atemwege und eine höhere Vitalität der Lunge auf.

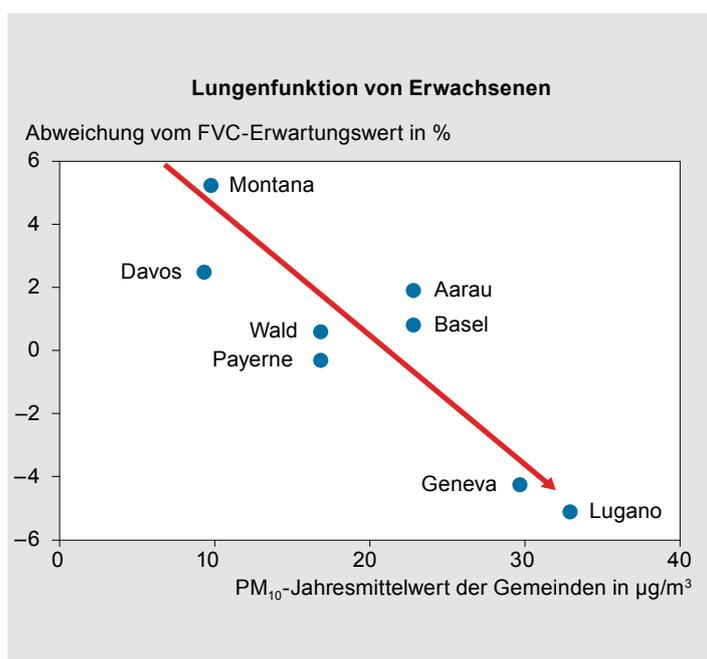
## Gefährlicher Heustaub

In den 1990er Jahren klagten Bündner Bergbauern über schwerste Lungenkrankheiten, obwohl sie nie geraucht hatten. Ihre Atemwege waren chronisch entzündet und Lungenbläschen zerstört. In der Folge wurde ein Zusammenhang mit der Heustaubbelastung vermutet: das jahrzehntelange Arbeiten umgeben von organischem Feinstaub als Ursache für die Erkrankung der Lungen. Von 2001 bis 2007 nahm das Kantonsspital Chur unter Leitung des Lungenspezialisten Max Kuhn eigene Untersuchungen dazu auf; die Lungen- und Blutparameter der betroffenen Bauern sind mit denjenigen von Probanden verglichen worden. Letztere waren nur kurzzeitig einer hohen Heustaubbelastung ausgesetzt. Das ANU hat seinerseits die Belastung mit Feinstaub vor Ort gemessen – vornehmlich in Ställen, bei denen das Heu jeweils mit einem Gebläse eingebracht worden ist. Bereits die Messresultate brachten den Zusammenhang zum Vorschein: Beim Einbringen des Heus ist die Feinstaubbelastung sehr hoch.

## Erfreuliche Abnahme

Tatsächlich verursacht die Exposition mit Heustaub eine Entzündung in den Atemwegen und Lungen sowie einen Anstieg der Entzündungsparameter und eine Störung der Gerinnung im Blut. Bereits nach wenigen Stunden konnte eine Entzündungsreaktion im Blut festgestellt werden, was Störungen in der Herzfunktion und am Kreislaufsystem begünstigt. Diese Erkenntnisse haben Erfolge gezeigt: Landwirtschaftliche Gebäude sind baulich verbessert worden, und beim Heueinbringen werden Schutzmasken konsequent getragen. Die Zahl erkrankter Personen, welche aufgrund ihrer Lungenkrankheit bislang auf eine Sauerstoffbehandlung angewiesen waren, nahm erfreulicherweise ab.

Lungenfunktion bei Erwachsenen, dargestellt als prozentuale Abweichung von der erwarteten forcierten Vitalkapazität (FVC) in Abhängigkeit von der jährlichen PM10-Durchschnittskonzentration in acht Gemeinden. Der Pfeil gibt eine niedrigere Lungenkapazität an Standorten mit hoher PM10-Belastung an. (Sapaldia 1997).



### Identifitgà sindroms

L'aria sitga da muntogna gida a guarir malsognas sco la tuberculosa e l'asma. A partir dal 19avel tshientaner è Tavau sa sviluppa al lieu preferì per construir sanatoris che vegnan per part manads fin oz sco clinics spezialas. Dal studi naziunal da lunga durada Sapaldia, ch'examinescha – cun participaziun dal chantun Grischun – il connex tranter malsognas da la respiraziun e l'impe-staziun da l'aria, è resultà supplementar-main per la regiun turistica: La contaminaziun da substanzas nuschaivlas è main auta ch'en citads, e las abitantas ed ils abitants èn perquai bler pli sauns. En lieus main preferids ed en regiuns engre-vgiadas dal traffic è l'aria dal Grischun dentant talmain impestada che la sanadad da la populaziun vegn donnegiada fermamain. La concentraziun da diffe-rentas substanzas nuschaivlas en l'aria

s'augmenta e chaschuna malsognas da la respiraziun respectivamain fan donn al sistem cardiovascular da l'uman. Spe-zialmain nuschaivels èn la pulvra fina ed il fulin. Lur effects per la sanadad èn evidents e constatables en moda acuta sco tar l'ozon. L'uffizi per la natira e l'ambient (UNA) s'engascha perquai per minimar las substanzas en l'aria da re-spirar che fan donn a la sanadad e ch'èn mintgatant schizunt cancerogenas.

Il UNA sustegna ils studis naziunals e chantunals davart il tema «Sanadad ed impestaziun da l'aria» cun mesiraziuns specificas e cun datas da la rait da mesi-razziuns permanentas da l'aria. Latiers tu-tgan spezialmain controllas medicinalas da malsognas da la respiraziun tar purs da muntogna pervia da la pulvra da fain, sco er tar fimaders passivs.

### Quadro clinico conosciuto

L'aria secca di montagna aiuta a curare malattie tubercolari e asmatiche. Dalla metà del XIX secolo, Davos si è sviluppata quale località per sanatori, che vengono in parte ancora gestiti come cliniche specializzate. Lo studio nazionale a lungo termine Sapaldia, che con la partecipazione del Cantone dei Grigioni esamina il rapporto fra malattie delle vie respiratorie e inquinamento atmosferico, giunge alla conclusione che la concentrazione di sostanze nocive nella regione turistica è inferiore a quella nelle città, e che i suoi abitanti godono quindi di una salute nettamente migliore. Tuttavia, in luoghi meno privilegiati e in regioni trafficate, l'aria grigionese è inquinata al punto che la salute della popolazione viene sensibilmente compromessa. Varie sostanze inquinanti si accumulano nell'aria e provocano malattie delle vie

respiratorie, nonché danneggiano il sistema cardiocircolatorio dell'uomo. Particolarmente dannose sono le polveri fini e la fuliggine, i cui effetti sulla salute sono acuti e accertabili, come per l'ozono. L'Ufficio per la natura e l'ambiente (UNA) si impegna perciò nel ridurre al minimo le sostanze nocive per la salute e talvolta cancerogene presenti nell'aria. L'UNA sostiene studi nazionali e cantonali che trattano il tema «salute e inquinamento atmosferico», mediante misurazioni specifiche e dati estratti dalla rete permanente di misurazione della qualità dell'aria. Ne fanno parte studi sulle malattie alle vie respiratorie di contadini di montagna causate da polvere di fieno, nonché di fumatori passivi.

Trockenes Heu ist voller Feinstaub, das die Gesundheit von Bauern gefährden kann.



# Alle Quellen im Blick

**Zwar ist die Luft im Kanton Graubünden sauberer geworden; Feinstaub und Ozon überschreiten jedoch die Grenzwerte weiterhin. Der kantonale Massnahmenplan Lufthygiene sorgt dafür, dass die gesetzlichen Vorgaben künftig eingehalten werden und die Bevölkerung bessere Luft einatmen kann.**

Das Umweltschutzgesetz (USG) und die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) verpflichten den Kanton Graubünden Massnahmen gegen die übermässige Luftbelastung zu ergreifen. 1992 hat die Regierung erstmals einen Massnahmenplan Lufthygiene beschlossen. Drei Jahre später und im Jahr 2000 wurden Fortschritt-kontrollen durchgeführt. Inzwischen ist der Massnahmenplan vollständig überarbeitet und am 15. Mai 2007 in Kraft gesetzt worden. Die Gemeinden Davos, St. Moritz, Lenzerheide und Flims haben Mitte der 1990er Jahre ergänzende Massnahmenpläne erstellt. Lokale und kantonale Massnahmenpläne schaffen die Voraussetzung zur Einhaltung der LRV-Grenzwerte. Im Fokus stehen derzeit die Verminderung der Ozonbelastung (O<sub>3</sub>) und der Feinstaub-Immission (PM<sub>10</sub>) sowie die Reduktion der Ammoniak- (NH<sub>3</sub>), der Stickoxid- (NO<sub>x</sub>) und der VOC-Belastung (flüchtige organische Verbindungen). Ebenso soll der Ausstoss von krebserregendem Russ gemindert werden. Der Massnahmenplan 2006 listet 28 Massnahmen auf, die es in den Bereichen Verkehr,

Feuerungen, Industrie und Gewerbe sowie Land- und Forstwirtschaft umzusetzen gilt. Verschiedene Anstrengungen sind mit den Ostschweizer Kantonen sowie auch mit dem Bund zu koordinieren. Massnahmen im Bereich Verkehr und Feuerungen schöpfen zudem ein grosses Synergiepotenzial zwischen Luftreinhaltung und Klimapolitik aus: Die angestrebte Reduktion von Luftschadstoffen senkt gleichzeitig die Emission des Treibhausgases CO<sub>2</sub>.

## **Fortschritte im Verkehr**

Die Massnahmen im Verkehrsbereich zählen auf den technischen Fortschritt, wobei die Marktnachfrage nach emissionsärmeren Fahrzeugen gezielt gefördert werden kann. Der Kanton reduziert die Verkehrssteuer für umweltfreundliche

### **Verhaltenstipp, wie die Luft sauber bleibt**

- Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, Bevorzugung von Velo und Fussverkehr.
- Bei Fahrzeugkauf: dieselbetriebene Personewagen mit Partikelfiltersystemen.
- Cheminée und Holzfeuerungen: nur sauberes, trockenes Stückholz verwenden. Anfeuern von oben anstatt von unten.
- Beheizen der Wohnung auf moderate Temperaturen, kurzzeitiges und kräftiges Fensterlüften in der kalten Jahreszeit.
- Verzicht auf die Verbrennung von Gartenabfällen im Freien, Grünabfälle kompostieren oder auf eine nahe Deponie bringen.
- Kauf von lokalen Produkten, Saisongemüse und Früchten.



und verbrauchsarme Modelle, wobei zusätzlich Gasfahrzeuge und Dieselfahrzeuge mit Partikelfilter begünstigt werden. Der Kanton beschafft selber emissionsarme Fahrzeuge mit niedrigem Treibstoffverbrauch und dieselbetriebene Fahrzeuge mit Partikelfilter. Dasselbe verlangt er auch von Auftragnehmern, beispielsweise im öffentlichen Verkehr («Endstation für Diesellruss», Seite 14). Angebot und Infrastruktur im öffentlichen Verkehr werden zudem weiterentwickelt. Velofahrern sollen bessere Radwege zur Verfügung stehen. Und publikumsintensive Einrichtungen wie Einkaufszentren und Freizeitanlagen sind möglichst zentral zu erstellen und ans öffentliche Verkehrsnetz gut anzubinden.

#### **Kontrolle bei Feuerungen**

Kleine und grosse Feuerungsanlagen, welche für die Heizwärmeerzeugung

oder für industrielle Prozesse eingesetzt werden, müssen sauberer werden. Bei kleinen Holzöfen und Cheminées finden seit 2008 periodische visuelle Kontrollen durch Kaminfeger oder Feuerungskontrolleure statt («Gezähmtes Feuer», Seite 62). Spanplatten und sonstiges belastetes Altholz, unter anderem auch Abfallholz aus Schreinereien, dürfen nur in Grossfeuerungen mit Filtern verbrannt werden.

#### **Vereinbarungen mit der Industrie**

Das Zementwerk in Untervaz ist die grösste Einzelquelle an Stickoxiden im Kanton. Seine  $\text{NO}_x$ -Emission ist jedoch Bestandteil einer gesamtschweizerischen Branchenvereinbarung für die Zementindustrie, die bis 2015 gültig ist. Darin wird die maximal erlaubte Ausstossmenge für Stickoxide pro Zementwerk und Jahr festgehalten. Die übrigen Luftygiene-massnahmen, die das Bündner Gewerbe

Luftmessstation in Davos: Gezielte Luftreinhaltungsmassnahmen lassen sich erst planen, wenn die gemessenen Schadstoffe ihren Quellen zugeordnet werden können.

betreffen, streben demgegenüber die Reduktion der Kohlenwasserstoffe (VOC) an. Tankstellen sind mit Gasrückführsystemen auszurüsten. Und Grossbetriebe wie Druckereien müssen aufzeigen, wie sie die VOC-Fracht halbieren («Alkoholarm gedruckt», Seite 26). Aber auch der Russausstoss ist weiter zu reduzieren. Daher werden auf kantonalen Baustellen nur Geräte und Maschinen mit Dieselpartikelfilter eingesetzt und mit Gerätebenzin betrieben.

### Land- und Forstwirtschaft

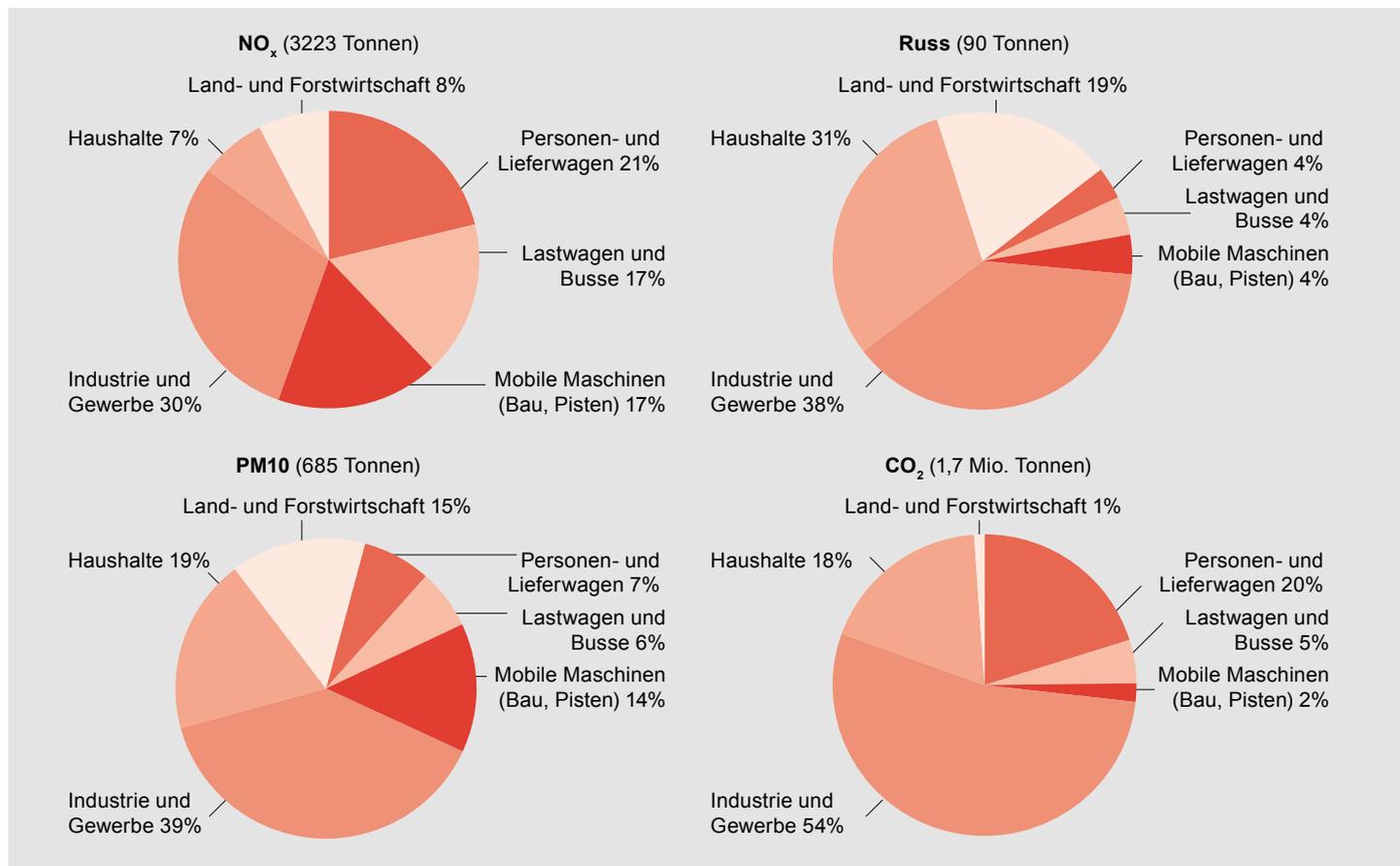
Um den hohen Ausstoss von Ammoniak in der Landwirtschaft zu senken, beteiligt sich der Kanton Graubünden am nationalen Ressourcenprogramm Ammoniak. Darin werden Massnahmen zur  $\text{NH}_3$ -Reduktion gefördert, wie der Einsatz von Schleppschlauchverteilern beim Ausbringen von Gülle und eine emissionsarme Lagerung von Gülle. Abfälle aus Wald,

Feld und Garten sollen nach Möglichkeit gehäckselt dem natürlichen Kreislauf zurückgegeben werden. Das Verbrennen von Grünabfällen im Freien ist aus gesundheitlichen, ökologischen und Sicherheitsgründen nicht sinnvoll («Klein, aber schädlich», Seite 46).

### Sofortmassnahmen

Bei sehr hohen und lang anhaltenden Belastungssituationen mit Feinstaub oder Ozon kann der Kanton Sofortmassnahmen wie die Einführung von Tempo 80 auf Autobahnen erlassen oder das Feuern im Freien verbieten. Bei Winter- oder Sommersmog wird die Bevölkerung laufend über die Belastung informiert; zudem werden Verhaltenstipps, beispielsweise über den Aufenthalt und sportliche Aktivitäten im Freien, abgegeben. Der Kanton unterstützt in solchen Fällen ein Angebot zur Gratisnutzung des öffentlichen Regionalverkehrs.

Die Anteile der wichtigsten Emissionsquellen, differenziert nach Schadstoffen (Stand 2010).



### **Mesiras da reducziun obligatoricas**

En il chantun Grischun è l'aria sa meglio. Las limitas da pulvra fina e d'ozon vegnan dentant anc adina surpassadas. Il plan da mesiras per l'igiene da l'aria 2006 cuntegna perquai 28 mesiras per reducir vinavant la concentraziun da tut las substanzas nuschaivlas en l'aria. Las mesiras cumpiglian ils secturs traffic, stgauraments, agricultura, selvicultura, industria e mastergn. Las mesiras en ils secturs traffic e stgauraments tiran a niz in grond potenzial da sinergias tranter il mantegniment da l'aria pura e la politica dal clima. En l'ovra da cement a Vaz sut – ch'è la funtauna singula la pli gronda en il chantun Grischun – vegnan las finamiras d'emissiun observadas sin basa d'ina cunvegna naziunala da branscha. Il chantun promova vehichels che chaschunan paucas emissiuns e che consumeschan pauc

carburant, tras quai ch'el reducescha la taglia da traffic per tals vehichels. Ma er il traffic public vegn sviluppà vinavant. Ils stgauraments da laina pitschens vegnan controllads periodicamain, ed a las possessuras ed als possessurs vegni mussà da duvrar lur stgaurament en ina moda che schanegia l'ambient. Laina duvrada dastga vegnir arsa mo en stgauraments gronds che disponan da filters da pulvra. Ed il chantun dat sez in bun exempel: A gens apparats e vehichels disponan da filters cunter partichas da diesel u vegnan mess en funcziun cun benzina alchilata. La promoziun d'indrizz da distribuziun cun uders guida a reducir l'emissiun d'amoniaco cun metter puschina. Mesiras immediatas a las funtaunas da substanzas nuschaivlas e reglas da cumportament duain proteger la populaziun durant periodas da smog la stad e l'enviern.

### **L'adozione di misure di riduzione è un imperativo**

La qualità dell'aria nel Cantone dei Grigioni è migliorata. I valori limite per le polveri fini e l'ozono vengono però tuttora superati. Nel piano di misure igiene dell'aria 2006 sono quindi state stabilite delle misure per ridurre ulteriormente la presenza di tutti gli inquinanti atmosferici. Le misure stabilite comprendono i settori trasporti, impianti a combustione, economia agricola e forestale, industria e artigianato. Le misure stabilite per i settori trasporti e impianti di combustione sfruttano un grande potenziale di sinergie fra igiene dell'aria e politica climatica. Il rispetto degli obiettivi delle emissioni nel cementificio di Untervaz, la più grande fonte singola del Cantone dei Grigioni, è regolamentata in un accordo settoriale nazionale. I veicoli a basse emissioni e a basso consumo ven-

gono promossi dal Cantone tramite una riduzione dell'imposta di circolazione. Ma anche il trasporto pubblico viene sviluppato. I piccoli impianti di riscaldamento a legna vengono controllati periodicamente e a chi li gestisce viene mostrato come utilizzarli in modo ecosostenibile. Il legname di scarto può venire bruciato solo in grandi impianti a combustione muniti di filtro antiparticolato. Il Cantone dà il buon esempio: gli impianti e i veicoli propri sono muniti di filtro antiparticolato oppure vengono alimentati con benzina alchilata. L'incentivazione all'utilizzo di spandiliquami a tubi flessibili ridurrà le emissioni di ammoniaca durante lo spargimento di liquami. Le misure immediate che intervengono alla fonte di sostanze nocive e le regole di comportamento sono intese a tutela della popolazione durante il periodo di smog invernale ed estivo.

# Gezähmtes Feuer

**Am Anfang war das Feuer. Und gleich darauf folgte die Luftverschmutzung: Russchichten in prähistorischen Höhlen und auch die Lunge der Gletscherleiche «Ötzi» belegen, dass bereits unsere Vorfahren schlechte Luft eingeatmet haben. Erst heute zeigt sich, dass die schadstoffarme Verbrennung tatsächlich möglich geworden ist.**

Die Beherrschung des Feuers hat den Menschen in der jungen Zivilisationsgeschichte Komfort und Macht eingebracht. Lange Zeit hat sich diese positive Wahrnehmung durchgesetzt: Rauchende Schornsteine und dampfende Eisenbahnen standen früher für Pioniergeist und Dynamik, die Fortschritt und Wohlstand versprochen. Der Kanton Graubünden nahm zwar nur zögerlich an der industriellen Revolution teil; demgegenüber profitierten die aufstrebenden Kur- und Tourismusorte von einer fossil angetriebenen Entwicklung, die vor über 100 Jahren begann. Kohle war damals der wichtigste Brennstoff. Nach dem zweiten Weltkrieg nahm auch in Graubünden das Erdöl dessen Platz ein. Das schwarze Gold war bequemer in der Handhabung und zudem äusserst billig. Für den Rohstoff wurde vor 60 Jahren nur rund ein Zehntel der aktuellen Preise bezahlt. Zur selben Zeit wurde in Graubünden die Wasserkraft zur Stromproduktion kräftig ausgebaut. Ebenso nahm die Vielfalt der fossilen Energieträger zu: Der Kon-

sum von Benzin, Diesel und Erdgas ist in wenigen Jahrzehnten sogar sprunghaft angestiegen und zum Spiegel des enormen technischen Fortschritts geworden. Der Energiebedarf hat sich auf ein Vielfaches der vorangegangenen Jahrzehnte hochgeschraubt und wird vor allem fossil gestillt. Das Verbrennen von Öl hat jedoch die Luft zunehmend verschmutzt. Russteilchen und andere teilweise krebs-erregende Schadstoffe wurden erstmals in grösseren Mengen ausgestossen; inzwischen stellt die Emission des Treibhausgases Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) die Umwelt vor ein ebenso grosses Problem. Zu den wichtigsten Schadstoffquellen gehören der Gebäudebereich, die Industrie und der Verkehr.

## **Angepasstes Kontrollprogramm**

Seit 1986 wird auf die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV) geachtet, wozu die periodische Kontrolle der Ölfeuerungen im Kanton Graubünden gehört. Die anfänglichen Kontrollgänge führten häufig zur Beanstandung, weil zu hohe Konzentrationen an Russ und nicht verbrannten Ölrückständen (Ölderivate) festgestellt wurden. Alte Ölfeuerungen fielen neben den hohen Abgasverlusten auch durch Geruchsemissionen auf. Seit den 1990er Jahren werden auch Gasfeuerungen mit einer Leistung unter 350 kW periodisch überprüft. Die Feuerungskontrolle selber hat sich verändert: Statt dem Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) wird nun das giftige

Grosse Feuerungsanlagen, die mit Holzschnitzel beschickt werden, sind umweltfreundlicher als alte Stückholzfeuerungen zu betreiben. Eine derartige Fernwärmeversorgung ist in Bündner Gemeinden daher beliebt.

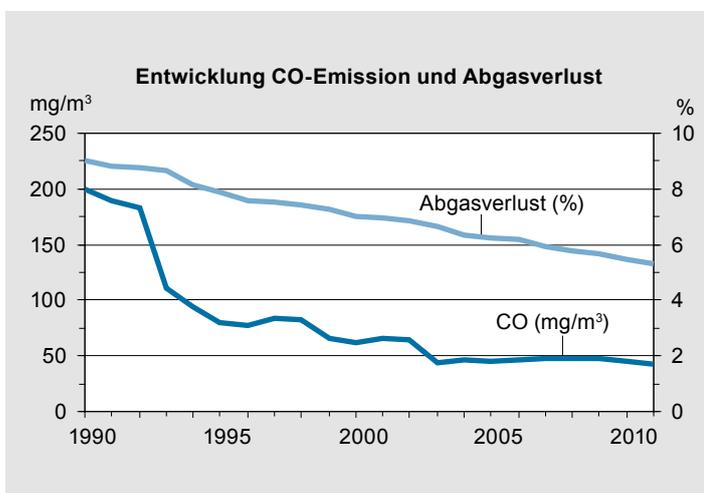


Kohlenmonoxid (CO) gemessen. Für Abgasverluste – als Mass für die Wärme, die unnötig über das Kamin entweicht – gelten strengere Grenzwerte. Und seit 2005 werden bei Feuerungen im Leistungsbereich unter 350 kW (wozu die Gebäudeheizungen gehören) die Stickoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) obligatorisch gemessen. Ebenso hat sich die Messtechnik gewandelt: Die einfachen Handgeräte haben heute elektronischen Messcomputern Platz gemacht. Und die Mitarbeiter der Gemeindeverwaltungen, die zuerst die Feuerungskontrolle durchgeführt haben, sind den Kaminfeuern gewichen, die zusätzlich zur Reinigung die Abgase messen. Feuerungskontrolleure sind fachlich bestens ausgebildet; gleichzeitig aber müssen sie beruflich unabhängig von der Heizungsbranche tätig sein.

### Positiver Einfluss

Rund 25 000 Öl- und Gasfeuerungsanlagen sind im Kanton Graubünden derzeit zu kontrollieren. Alle zwei Jahren werden sie in Bezug auf Abgasqualität und energetischen Wirkungsgrad überprüft. Bei Überschreiten der LRV-Grenzwerte ordnet der Kontrolleur Massnahmen an, beispielsweise die unverzügliche Einregulierung der Feuerung innert 30 Tagen oder eine langfristige Sanierung respektive ein Ersatz der alten Feuerungsanlage.

Die Abgase der Ölfeuerungen, beispielsweise Kohlenmonoxid CO haben seit 1986 deutlich abgenommen. Der Wärmeverlust über die Kamine ist ebenfalls markant gesunken.



Tatsächlich hat sich der Kontrollaufwand bislang positiv auf die Luftqualität in Graubünden ausgewirkt: CO in den Abgasen hat seit 1986 deutlich abgenommen. Die Feuerungsanlagen stossen heute viel weniger NO<sub>x</sub> aus als in den 1990er Jahren. Und ebenso sind die Wärmeverluste, die jeweils über den Kamin entweichen, deutlich gesunken. Darüber hinaus hat die Feuerungskontrolle wichtige Impulse für technische Weiterentwicklungen gegeben und zur Verbesserung der Abgas- und Feuerungstechnik beigetragen.

Dem aktuellen Stand der Technik entsprechen kondensierende Feuerungsanlagen, deren energetischer Wirkungsgrad besser geworden ist: Die warme Abluft – Wasserdampf und Abgase – wird über einen Wärmetauscher geführt, wodurch ein zusätzlicher Teil der Wärmeenergie in den Heizungskreislauf fliesst. Seit 2011 müssen neue Öl- und Gasfeuerungen mit dieser kondensierenden Brennwertechnik ausgerüstet sein. Zusätzlich wird empfohlen, schwefelarmes und stickstofflimitiertes Öko-Heizöl zu verwenden, um den Ausstoss von SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> weiter zu reduzieren. Die neuste Generation der Brennwertegeräte hält bei regelmässiger Wartung die bestehenden LRV-Grenzwerte problemlos ein. Dennoch ist eine weitere Verschärfung der Grenzwerte in Diskussion. Die Gewichtung verlagert sich allerdings von der Schadstoffemission zur Energieeinsparung und damit zur CO<sub>2</sub>-Reduktion. Die Feuerungskontrolle bleibt auch in Zukunft ein wichtiges Überwachungsinstrument für die Qualität der Brennwertechnik und der Brennstoffe.

### Grosse und kleine Holzfeuerungen

Die Abgasemissionen der Holzfeuerungen (über 70 kW) werden seit über 10 Jahren überwacht. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) verlangt die Messung des Gehalts von CO und der Feststoffe

(Feinstaub) im Rauchgas («Klein, aber schädlich», Seite 46). Die Grenzwerte sind jeweils auf anlagespezifische Leistungsklassen abgestimmt und werden sukzessive verschärft. Per 2012 sind die Abgasvorschriften vor allem für diejenige Kategorie der Holzfeuerungsanlagen strenger geworden, welche in Graubünden zahlenmässig am stärksten vertreten ist. Von über 200 Holzfeuerungen mit Leistungen zwischen 70 kW und 500 kW werden daher niedrigere Feinstaubwerte verlangt. Schnitzelfeuerungen ohne nachgeschalteten Filter halten diese Vorschriften allerdings kaum ein, weshalb mit einem erhöhten Sanierungsbedarf, zusätzlich zur mechanischen Alterung, zu rechnen ist. Allerdings gilt: Eine moderne zentrale Holzfeuerung funktioniert viel umweltfreundlicher als alte Stückholzfeuerungen.

Kleine Holzfeuerungen (unter 70 kW) sind zwar nicht messpflichtig. Seit 2008 werden sie aber periodisch durch die Kaminfeger kontrolliert. Der Kanton Graubünden hat die Holzfeuerungskontrolle sogar als einer der ersten in der Schweiz eingeführt. Zur Hauptsache will der Gesetzgeber damit verhindern, dass unerlaubtes Material in Kleinholzfeuerungen verbrannt wird. Denn bei der Verbrennung von Abfall entstehen über 1000-mal höhere Konzentrationen an Luftschadstoffen wie Dioxine als in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA).

### **Kontrolle und Beratung**

Feuerungskontrolleure oder Kaminfeger prüfen oder messen nicht nur, sondern geben ebenso gerne Rat: Den Hauseigentümern wird insbesondere der richtige Umgang mit Holzfeuerungen erklärt. Sowohl das korrekte Anfeuern und die Bedienung der Luftklappen als auch die Brennstoffaufbereitung und Holzlagerung sind für den emissionsarmen Betrieb einer Holzfeuerung wichtig. Mit der

Kampagne Fairfeuern ([www.fairfeuern.ch](http://www.fairfeuern.ch)) hat der Kanton Graubünden Hauseigentümer schon seit Jahren darauf aufmerksam gemacht. Aber auch die Aufklärungsarbeit durch die Kaminfeger leistet wertvolle Dienste, da die Holzfeuerungskontrolle jeweils auf einer visuellen Beurteilung beruht, was die Interpretation anspruchsvoll macht und ein kompetentes, hilfsbereites Auftreten verlangt.

### **Hersteller geben Garantie**

Die Holzfeuerungskontrolle hat sich durchaus positiv ausgewirkt: Die kleinen Anlagen haben sich vom schlechten Image befreit. Und neue Serienmodelle (Stückholz oder Pellet) sind zudem geprüft, so dass der Hersteller eine schriftliche Konformitätserklärung zur Einhaltung der LRV-Vorschriften beim CO und Feinstaub abgeben kann. Speicheröfen können zudem nach zugelassenem Berechnungsprogramm geplant, zertifiziert und einzeln angefertigt werden. Etwa 60 000 kleine Holzfeuerungen werden im Kanton Graubünden gezählt; der überwiegende Anteil ist stark überaltert und erfüllt die aktuellen LRV-Vorgaben für Neuanlagen nicht.

Spezifische Emissionsmessungen sind technisch kaum durchführbar. Gut sichtbare Russablagerungen weisen jedoch auf eine schlechte Verbrennung mit vielen Luftschadstoffen hin. Überalterte Feuerungsanlagen durch zeitgemässe zertifizierte Modelle zu ersetzen, die dem Stand der Technik entsprechen, würde die Emissionsbilanz zwar nachhaltig verbessern. Aber weil die gesetzlichen Grundlagen fehlen, sind Kleinholzfeuerungen nicht sanierungspflichtig. Dennoch hat die Beherrschung moderner Heizanlagen, insbesondere die seit 25 Jahren durchgeführte Kontrolle von Öl-, Gas- und grossen Holzfeuerungen, auch die Bergluft in Graubünden wieder sauberer gemacht.

### **Fieù dumestitgà**

Il stgauraments d'iel e da gas vegnan controllads en il Grischun dapi l'onn 1986. Var 25 000 indrizz ston vegnir examinads mintga dus onns tras ils controlladers da stgauraments. Mesirada vegn la qualitad da las svapurs, cunzunt la concentraziun da monoxid carbonic, ils oxidis da nitrogen sco er la pulvra fina. Controllà vegn er il grad d'efficacità. Quai sur il parameter «perdita da svapurs». Stgauraments da laina gronds cun ina prestaziun da passa 70 kW vegnan controllads dapi l'onn 1988. Per pudair observar las limitas da pulvra actualas ston intgins dals var 200 indrizz en il Grischun vegnir equipads cun in filter da pulvra. Per stgauraments da laina pitschens (fin 70 kW) n'exista nagina obligaziun da mesiraziun; dapi l'onn 2008 vegnan els dentant controllads visualmain tras il spazzachamin a cha-

schun da la controlla dals stgauraments da laina. A las possessuras ed als possessurs vegni mussà da duvrar l'indriz e la laina dad arder en ina moda che schanegia l'ambient. La gronda part dals var 60 000 stgauraments da laina pitschens en il Grischun è dentant fitg antiquada e na correspunda betg a las prescripziuns actualas da l'ordinaziun davart la protecciun da l'aria. En quest senn examineschan ils producents novs models che han ina pitschna prestaziun, e quests models vegnan munids cun ina cumprova correspondententa.

La controlla dals stgauraments ha gidà considerablmain a meglierar la qualitad da l'aria. Tant il monoxid carbonic sco er ils oxidis da nitrogen èn sa reducids cleramain ils ultims 25 onns en las svapurs da stgauraments d'iel, da gas u da laina.

### **Fuoco domato**

Nei Grigioni, il controllo di impianti a combustione a olio e a gas viene effettuato dal 1986. Ogni due anni, circa 25 000 impianti devono essere esaminati dai controllori degli impianti a combustione. Viene misurata la qualità dei gas di scarico, in particolare il tenore di monossido di carbonio, di ossidi di azoto, nonché di polveri fini. I riscaldamenti a legna con una potenza superiore a 70 kW sono controllati dal 1988. Per rispettare i valori limite per le polveri fini oggi vigenti, alcuni dei ca. 200 impianti dei Grigioni devono essere muniti di un filtro antiparticolato. Per contro, i piccoli riscaldamenti a legna (fino a 70 kW) non sono soggetti a misurazioni, ma, dal 2008, vengono sottoposti a un controllo visivo dallo spazzacamino in occasione del controllo dei riscaldamenti a legna. A chi gestisce questi impianti

viene mostrato come usarli in modo rispettoso dell'ambiente e come usare correttamente la legna da ardere. Nei Grigioni, la maggior parte di questi ca. 60 000 piccoli impianti di riscaldamento a legna è tuttavia ormai superata e non rispetta le attuali direttive fissate dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico per i nuovi impianti. I nuovi modelli di piccola potenza vengono esaminati in questo senso già dai produttori, che provvedono poi a una corrispondente certificazione.

Il controllo degli impianti a combustione ha contribuito in misura importante al miglioramento della qualità dell'aria. Negli ultimi 25 anni, sono diminuiti considerevolmente sia il monossido di carbonio, sia gli ossidi di azoto presenti nei gas di scarico degli impianti a combustione in cui vengono bruciati olio, gas o legna.

# Literatur

Autor	Institution, Organisation	Titel	Jahr
<b>Jahresberichte, Übersichten</b>			
Hp. Löttscher, J. Beckbüssinger	Amt für Natur und Umwelt Graubünden, Acontec AG	Luftqualität 2011 im Kanton Graubünden (seit 1988 jährlich erschienen)	1988–2011
K. Kammer, M. Andretta, H. Amacker, Hp. Löttscher	BAFU, Monitoring flankierende Massnahmen – Bereich Um- welt (MfM-U)	Umweltbelastung des alpenquerenden Güter- verkehrs, Jahresbericht 2011 (seit 2003 jährlich erschieden)	2003–2011
P. Federer, Hp. Löttscher	Ostluft, Amt für Natur und Umwelt Graubünden	Luftqualität 2011 im Ostluft-Gebiet (seit 2000 jährlich erschienen)	2000–2011
R. Fehr	Amt für Natur und Umwelt Graubünden	Jubiläumsbericht des Amtes für Umweltschutz 1969–1994	1994
<b>Feinstaub, Partikelbildung</b>			
C. Mohr, A. Prévôt, U. Baltensperger	Paul Scherrer Institut (PSI)	Partikelzusammensetzung im Rheintal und in der Stadt Zürich im Winter 2007/2008	2010
J. Thudium	Ökoscience AG	Partikel in der Bündner Luft. Eine Zusammenfas- sung bisheriger Untersuchungen	2009
S. Szidat, A. Prévôt, C. Hueglin	Paul Scherrer Institut (PSI), Empa	Primäre versus sekundäre Komponenten im Fein- staub. Übersicht über die Aerosolmassenspektro- meter-Messungen im Rahmen von Aerowood und generell in der Schweiz	2006
J. Heldstab	Infras	PM10-Vergleichsmessungen, Dokumentation aktueller schweizerischer Vergleichsmessungen	1999
<b>Ozonbelastung, Ozonbildung</b>			
J. Keller, A. Prévôt, U. Baltensperger	Paul Scherrer Institut (PSI)	Trends of Ozone in Switzerland since 1992	2008
M. Furger, A. Prévôt	Paul Scherrer Institut (PSI)	Vertical Ozone Transports in the Alps (Votalp), the Mesolcina Valley Campaign 1996	1999
Diverse Autoren	BAFU	Pollumet. Luftverschmutzung und Meteorologie in der Schweiz	1998
J. Staehelin, J. Thudium	ETH Zürich, Ökoscience AG	Trends in Surface Ozone Concentrations at Arosa (Switzerland), 1950–1990	1993
<b>Stickoxide, Kohlenwasserstoffe, Ammoniak</b>			
A. Schneider	Carbotech AG	VOC-Immissionsmessungen in der Schweiz 1991 bis 2009	2011
L. Thöni, E. Seitler	Forschungsstelle für Umwelt- beobachtung (fub)	Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2010	2011
<b>Massnahmen, Auswirkungen Verkehr</b>			
D. Ljungberg, R. Fehr, R. Müller, G. Thomann	DOL Environmental Enginee- ring and Consulting, Amt für Natur und Umwelt Graubünden	Stand der Luftreinhalte-Massnahmen im Kanton Graubünden 2006 sowie Erfolgskontrollen in den Folgejahren	2007
Hp. Löttscher, L. Colombo, P. Maly, R. Weber	Kantonale Umweltschutzämter GR, TI und UR, Ostluft, BAFU	Auswirkung der Verkehrsverlagerung auf die Luftbelastung entlang den Alpenstrassenachsen A2 und A3/A13	2006

Eine Auswahl der in  
den letzten 25 Jahren  
durch das ANU  
gemachten Unter-  
suchungen.

<b>Autor</b>	<b>Institution, Organisation</b>	<b>Titel</b>	<b>Jahr</b>
Hp. Lötcher, L. Colombo, F. Akermann, R. Weber	Kantonale Umweltschutzämter GR, TI und UR, BAFU	Auswirkung der Verkehrsverlagerung auf die Luft- und Lärmbelastung in den Kantonen Graubünden, Tessin und Uri	2001
R. Fehr	Amt für Natur und Umwelt Graubünden	Auswirkungen des Tempoversuchs 100/70 auf der A13 im Bündner Rheintal auf die Luftbelastung	1992
<b>Auswirkungen Gesundheit</b>			
E. Lardi, M. U. Kuhn, H. Brüesch	Kantonsspital Graubünden, Amt für Natur und Umwelt Graubünden	Effect of brief secondhand smoke exposure on endothelial function and circulating markers of inflammation	2010
B. Schicker, M. U. Kuhn, H. Brüesch	Kantonsspital Graubünden, Amt für Natur und Umwelt Graubünden	Acute exposure to high concentrations of inhaled rural particulate matter (PM10) induces a systemic inflammatory response and platelet activation	2008
F. Baum	Universität Basel	Analyse der Luftschadstoffdaten 1990–2002 in den Sapaldia- und Scarpol-Regionen	2004
R. L. Cathomas, M. U. Kuhn, H. Brüesch	Kantonsspital Graubünden, Amt für Natur und Umwelt Graubünden	Organic dust exposure in dairy farmers in an alpine region	2002
<b>Waldschäden, Bioindikation</b>			
R. Herzig	Arbeitsgemeinschaft für Bioindikation (AGB)	Erhebung der Luftgüte mittels Flechten im Bündner Rheintal und im Misox, 3. Erhebung 2010; 1. und 2. Erhebung 1986/91 und 1996/99, Puls AG	2012
J. Thudium	Ökoscience AG, Universität Zürich, Ambio	Untersuchungen zu den Waldschäden des Winters 1986/87 am Fläscher Berg (St. Luzisteig)	1990
<b>Sonderschauen HIGA</b>			
Hp. Lötcher, H. Brüesch, T. Derungs, R. Fehr	Amt für Natur und Umwelt Graubünden	Higa Sonderschau – Fair Feuern	2009
Hp. Lötcher, H. Brüesch, T. Derungs, R. Fehr	Amt für Natur und Umwelt Graubünden	Higa Sonderschau – Nachhaltigkeit	2000
H. Brüesch, T. Derungs, R. Balestra, R. Fehr	Amt für Natur und Umwelt Graubünden	Higa Sonderschau – Luft	1998
<b>Klimawandel</b>			
Hp. Lötcher, M. Lanfranchi, C. Wilhelm, P. Baumgartner	Amt für Natur und Umwelt Graubünden, diverse Fachstellen im Kanton Graubünden	Klima-Wandel	2009
Th. Schlegel, M. Croci-Maspoli	MeteoSchweiz	Klimaänderung in Graubünden, Arbeitsbericht Nr. 228	2009
<b>Gesetzliche Grundlagen</b>			
LRV (Luftreinhalte-Verordnung, SR 814.318.142.1, 1985) USG (Umweltschutzgesetz, SR 814.01, 1983) KUSG (Kantonales Umweltschutzgesetz, BR 820.100, 2001)			

**Der Zustand der Bündner Luft** ist besser als in den Schweizer Ballungszentren und Wohnagglomerationen. Trotzdem wird die Lufthygiene auch in der Bergregion durch Schadstoffe akut und chronisch bedroht: Holzfeuerungen, Transitverkehr und wetterbedingte Inversionslagen tragen zur stellenweise übermässigen Belastung im Kanton Graubünden bei.

**Der Überblick über 25 Jahre Vollzug** der Luftreinhaltung zeigt, welche Erfolge erreicht worden sind, und macht deutlich, wie akribisch die Luftbelastung beobachtet werden muss, um gezielte Massnahmen umsetzen zu können. Damit die Luft über Graubünden weiterhin hält, was die imposante Bergwelt für Bewohner und Gäste verspricht!