



# Wie die Flechten – so die Luft



**Flechten machen Luftverschmutzung sichtbar**

**Ergebnis der Flechtenuntersuchung 2000**

|  |    |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis                                       |    |
| Ziel: Saubere Luft .....                                 | 1  |
| Positive Bilanz der Flechtenuntersuchung 2000 .....      | 1  |
| aber.....  | 1  |
| Flechten, die unscheinbaren Begleiter.....               | 1  |
| Flechten machen Luftverschmutzung sichtbar .....         | 2  |
| Wie steht's heute um die Appenzeller Luftqualität ?..... | 3  |
| Gesamtbelastung.....                                     | 3  |
| Elementbelastung der Luft.....                           | 4  |
| Schwermetallbelastung im Vergleich zu früher .....       | 4  |
| Wichtige Verursacher .....                               | 4  |
| Massnahmen zeigen Wirkung.....                           | 5  |
| Verminderter Schadstoffausstoss.....                     | 5  |
| Der Vergleich 2000/1990.....                             | 5  |
| Regionale Entwicklung.....                               | 8  |
| Element-Belastung macht Quellen sichtbar .....           | 8  |
| Einzelregionen.....                                      | 8  |
| 1. Herisau .....   | 8  |
| Zentrum und zentrumsnahe Gebiete.....                    | 9  |
| Industrie.....   | 9  |
| Wilten, Mooshalden und angrenzende Hanglagen.....        | 9  |
| 2. Der Raum Teufen - Bühler - Gais und Speicher .....    | 10 |
| 3. Das Gebiet von Urnäsch .....                          | 11 |
| 4. Heiden und Umgebung .....                             | 11 |
| Wie weiter?.....   | 12 |
| Tradition .....  | 13 |

**Karten der Luftgüte 1990 und 2000 nach Belastungszonen ..... 6/7**

Impressum:

Amt für Umweltschutz Appenzell A.Rh.  
 Kasernenstrasse 17  
 9102 Herisau  
 afu@afu.ar.ch

[www.appenzellerland.ch/afu](http://www.appenzellerland.ch/afu)

Fotos: - Amt für Umweltschutz  
 - Dr. Rolf Herzig, AGB, Bern / WWF Lehrerservice

November 2002

**Privater Personenverkehr:**

|  | läuft | verstärken |
|--|-------|------------|
| Verkehrsberuhigung und Verkehrsverflüssigung                           | ×     | ×          |
| Anregung von Fahrgemeinschaften, Mobility-Sharing                      | ×     | ×          |
| Abgasarme Dieselfahrzeuge mit Partikelfiltern und Entstickungssystemen |       | ×          |

**Landwirtschaft:**

|  |   |   |
|--|---|---|
| Minderung der Ammoniak-Verluste:   |   |   |
| • Unterstützung der emissionsarmen Lagerung;<br>Verzicht auf offene Güllelager | × | × |
| • Förderung von emissionsarmer<br>Gülleausbringtechniken (bodennaher Austrag)  | × | × |



**Tradition**

Saubere Luft hat Tradition im Appenzellerland. Tradition ist ein wichtiges Anliegen in unserer Tourismusregion. Bewahren wir die Traditionen und halten Sorge zu unserer Atem-Luft.

## Wie weiter?

Eine Fortführung und Optimierung von Massnahmen ist insbesondere für die folgenden Quellengruppen angezeigt:

### Allgemeine Feuerungstechnik

|   | läuft | verstärken |
|---|-------|------------|
| Minderung des Energiebedarfs (MINERGIE-Standard)                          | ×     |            |
| Konsequenter Einsatz von emissionsarmen Feuerungen                        | ×     |            |
| Förderung erneuerbarer Energien (kantonale und kommunale Förderprogramme) | ×     |            |
| Systematische Überprüfung der Holzfeuerungen                              |       | ×          |
| Bekämpfung der illegalen Abfallverbrennung                                |       | ×          |

### Industrie/Gewerbe:

|  |   |   |
|--|---|---|
| Fortführung der Prozessoptimierung                             | × |   |
| Lenkungsabgabe auf Lösungsmittel (VOC)                         | × |   |
| Emissionsarme Technologien und Partikelfilter für Baumaschinen |   | × |

### Güterverkehr:

|  |     |   |
|--|-----|---|
| Leerfahrten minimieren, Auslastung verbessern                    | ×   | × |
| Abgasarme Lastwagen mit Partikelfiltern und Entstickungssystemen | (×) | × |

### Öffentlicher Personenverkehr:

|   |   |   |
|---|---|---|
| Fortführung der Attraktivitätssteigerung des ÖV: <ul style="list-style-type: none"> <li>• verbilligte Pendler-Abos</li> <li>• günstige Abos für Schüler/Studenten und Lehrlinge</li> <li>• Weitere Harmonisierung von Fahrplänen</li> </ul> | × | × |
| Ausbau von Buslinien in die Agglomeration, Querverbindungen schaffen  |   | × |

## Ziel: Saubere Luft

**Die Wiederholung der Luftqualitätsüberprüfung mit Flechten dokumentiert den aktuellen Zustand unserer Luft und macht die Veränderung über die letzten 10 Jahre erkennbar. Sie weist auf Belastungen hin, welche die Luftgüte beeinträchtigen und die Schutzmassnahmen erfordern.**

### Positive Bilanz der Flechtenuntersuchung 2000

Die Flechtenuntersuchung im Jahr 2000 liefert eine positive Bilanz und bestätigt die mit dem kantonalen Massnahmenplan von 1994 eingeleitete Luftreinhaltepolitik im vergangenen Jahrzehnt.

Erfreulicherweise zeigen heute gegenüber der ersten Flechtenuntersuchung von 1990 knapp 80% der Untersuchungsflächen eine verbesserte Luftqualität auf. Auch die Belastung mit Schwermetallen hat sich in 9 von 12 Teilgebieten verringert.

### aber...

Bei allem Erreichten sollten die Erfolge dennoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass im Kanton Appenzell A.Rh. immer noch übermässig belastete Gebiete bestehen. Zum Erhalten der heutigen Luftqualität und erst recht zur weiteren Verbesserung der Situation besteht auch künftig ein bedeutender Handlungsbedarf.

### Flechten, die unscheinbaren Begleiter

Eigentlich gibt es sie häufig - und doch beachten wir sie kaum - Flechten. Sie sind sensible Lebensgemeinschaften aus Pilzen und Algen. Oft sind sie unscheinbar grün-grau, manchmal auffallend gelb oder orange. Manche sind schorfig, zeigen blattähnliche Lappen oder hängen in langen Bärten von den Ästen. In der Schweiz sind etwa 2000 verschiedene Arten bekannt.



Flechten leben fast überall; auf Mauern, Dächern, Steinen oder eben auf Bäumen. Kaum ein anderes Lebewesen kann sich kargen Lebensbedingungen so gut anpassen. Ihre Lebensgrundlagen, Wasser und Nährstoffe, beziehen sie aus der Luft.

Flechten sind unschädlich für die Trägerbäume.

## Flechten machen Luftverschmutzung sichtbar

Flechten sind genügsam. Doch sie stellen hohe Ansprüche an die Qualität der Luft. Sie haben kein spezielles Abwehrsystem gegen giftige oder schädliche Stoffe. Daher nehmen sie Nähr- und Schadstoffe aus der Luft gleichermassen auf.



Flechten reagieren rasch auf Veränderungen der Luftgüte. Auch werden Flechten früher als andere Pflanzen durch geringe chronische Belastung geschädigt. Das Verschwinden von Flechten ist ein Frühwarnsignal für den Zustand der Luft und für die menschliche Gesundheit. Sie sind lebende Messgeräte. Ihre Vielfalt und ihr Gesundheitszustand widerspiegelt die Qualität der Luft.

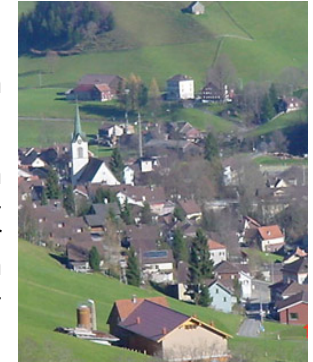
Aus diesem Grund wurden im Kanton Flechten als Luftgüteanzeiger untersucht.

## 3. Das Gebiet von Urnäsch

In Urnäsch wird heute eine geringe Gesamtbelastung nachgewiesen. An den westlichen Hanglagen, welche vor 10 Jahren noch zur Zone mit sehr geringer Belastung zählten, hat sich die Luftqualität jedoch verschlechtert.

Deutlich zugenommen, allerdings auf einem noch relativ tiefen Belastungsniveau, hat auch die Schwermetall-Gesamtbelastung.

Wie auch an anderen Standorten sind in Urnäsch die Hangzonen von hohen sommerlichen Ozonbelastungen betroffen. Im Winter führt die nebelbedingte Anreicherung von Schadstoffen in den Hangzonen zu einer zusätzlichen Belastung.

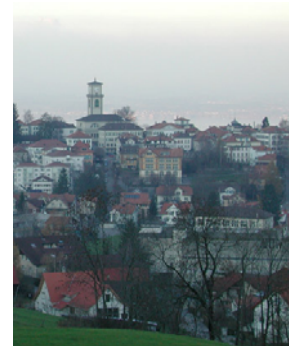


## 4. Heiden und Umgebung

Heiden und Umgebung weisen heute eine geringe Gesamtbelastung auf. Auch im Ortszentrum hat sich die Luftgesamtbelastung seit 1990 verbessert.

Dieses Ergebnis ist erfreulich für den Kur- und Tourismusort Heiden.

Am Standort Heiden erstaunt die immer noch sehr hohe Schwermetall-Belastung. Kupfer, Zink, Arsen und Gesamtschwefel weisen eine Belastungszunahme auf. Diese Elemente sind auch verantwortlich für die punktuelle Belastungszunahme in den anderen Gebieten. Das Belastungsbild ist ein deutlicher Hinweis auf illegale Abfallverbrennung.



## 2. Der Raum Teufen - Bühler - Gais und Speicher

Im Mittelland konnte die deutlichste Verbesserung der Luftqualität festgestellt werden. Auch die Schwermetall-Gesamtbelastung ist deutlich rückläufig.

Am Standort Teufen Lustmühle verminderte sich die Belastung von Gesamtstickstoff. Stärkere Zunahmen zeigen erneut Schwefel und Kupfer.



Auch am Standort Teufen Zentrum weist der Grossteil aller Schwermetalle eine Reduktion auf. Modernisierte Ölfeuerungen und die Abgasreduktion beim Motorfahrzeug-Verkehr sind massgeblich an dieser Entlastung beteiligt. Trotz dichtem Strassennetz und teilweise intensivem Verkehr fallen die Stickstoffdioxid-Gehalte relativ tief aus und weisen eine sinkende Tendenz auf. Dagegen sind geringe Mehrbelastungen an Zink, Kupfer, Arsen und Schwefel zu verzeichnen.

In Bühler und Gais hat sich die Luftqualität ebenfalls verbessert. Dies kann hauptsächlich auf erfolgreiche Sanierungen von Feuerungs- und Prozessanlagen in Gais und Bühler zurückgeführt werden.



## Wie steht's heute um die Appenzeller Luftqualität ?

### Gesamtbelastung

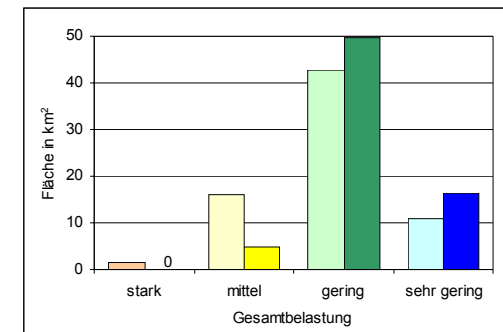
Im Vergleich mit der Untersuchung von 1990 ist die Entwicklung über die letzten 10 Jahre nachvollziehbar, obwohl bei der aktuellen Erhebung nur noch 61% der ursprünglichen Fläche untersucht worden sind.

Die räumliche Darstellung der Gesamtbelastung im Kanton ist auf den Luftgütekarten 1990 und 2000 in der Heftmitte zu finden.

Eine Verbesserung der Luftqualität wurde vor allem in den am stärksten belasteten Gebieten erreicht. Die Luftgütezonen mit starker Gesamtbelastung (orange) treten im Kanton heute nicht mehr auf.

Die gelben Zonen mit mittlerer Gesamtbelastung finden sich heute fast ausschliesslich noch in den zentrumsnahen Lagen von Herisau und Teufen und entlang der Hauptverkehrsachsen.

In einzelnen Gebieten im Kanton hat sich die Luftgüte aber verschlechtert. Diese liegen auffällig häufig in höher gelegenen, siedlungsnahen Gebieten um Herisau, Gais, Trogen und Heiden. Diese Gebiete sind im Frühjahr und Sommer häufig erhöhten Ozonbelastungen ausgesetzt.



Veränderung der Flächenanteile der vier Belastungszonen "stark", "mittel", "gering" und "sehr gering" zwischen 1990 (hellere Säule, links) und 2000 (dunklere Säule, rechts)

## Elementbelastung der Luft

Neben der Untersuchung der Gesamtluftbelastung erfolgte zusätzlich an 12 ausgewählten Standorten die Erhebung der Elementbelastung von Lindenflechten. Die Standorte wurden bereits 1991 untersucht und decken die verschiedenen Strukturen und Verkehrsaufkommen im Kanton ab.

Auf Grund der Anreicherung von Schwermetall und Nährstoffen kann die Elementbelastung der Flechten gemessen werden. Ein wichtiges Resultat dieser Untersuchung ist der Schwermetallbelastungs-Index. Dieser gibt Aufschluss über die spezifische Schwermetallbelastung einzelner Standorte, aber auch von Einzelbäumen. Zum Schwermetallbelastungs-Index zählen Zink, Kupfer, Eisen, Molybdän, Blei, Kadmium, Chrom, Kobalt, Nickel, Vanadium, Arsen, Zinn und Antimon.

## Schwermetallbelastung im Vergleich zu früher

Bei 9 der 12 untersuchten Standorten konnte ein Rückgang der Schwermetallbelastung festgestellt werden. Allerdings zeigen die drei Standorte Waldstatt, Speicher und Urnäsch, welche 1991 noch am geringsten belastet waren, eine überraschende Zunahme.

## Wichtige Verursacher

Proben entlang der Verkehrsachsen zeigen einen deutlichen Rückgang der Bleigehalte. Diese Entwicklung ist die Folge des Verzichts auf bleihaltige Benzinzusätze seit der Einführung von Abgaskatalysatoren. Trotz dieser erfreulichen Entlastung ist der Bleigehalt in verschiedenen Proben über den ganzen Kanton verteilt angestiegen. Diese Belastungsentwicklung, oft noch begleitet durch eine Mehrbelastung mit weiteren Schadstoffen, ist ein Hinweis auf zusätzliche Schadstoffquellen.

Die Zusammensetzung dieser Belastungen erhärtet den Verdacht der illegalen Abfallverbrennung in Feststoff-Feuerungen und im Freien, welche rasch zu hohen Schadstoffbelastungen führen kann. Durch das Abfallverbrennen werden viele Bemühungen zur Luftqualitätsverbesserung zunichte gemacht. Das Verbrennen von Abbruchholz und Siedlungsabfällen kann in der nahen Umgebung Bleibelastungen verursachen, die den früheren Belastungen an Hauptverkehrsachsen entsprechen.

Alle drei Untersuchungsgebiete zeigen einen vergleichbar grossen Belastungsrückgang, was darauf hindeutet, dass Emissionsreduktionen aller Quellengruppen (Motorfahrzeug-Verkehr, Feuerungen, Industrie / Gewerbe) an der erzielten Belastungsreduktion beteiligt sind.



### Zentrum und zentrumsnahe Gebiete

Das Zentrum von Herisau weist einen ausgeprägten Rückgang in der Luftgesamtbelastung auf. Auch die Schwermetall-Gesamtbelastung hat sich zurückgebildet.

### Industrie

Eine deutliche Verbesserung in der Gesamtluftbelastung zeigt sich auch im westlich gelegenen Industriezentrum von Herisau.

In den letzten 10 Jahren konnten dort mehrere bedeutende Sanierungen realisiert werden, besonders in den Betrieben der

Textilveredelung und Kunststoffbranche. Diese Betriebe haben u.a. ihre Feuerungsanlagen von stark belastendem Heizöl "schwer" auf Heizöl "extra leicht" oder auf das noch emissionsärmere Erdgas umgestellt.

Daneben wurden bei der Oberflächenbehandlung prozesstechnische Verbesserungen realisiert, die entlastend wirken, z.B. geschlossene Kreisläufe, Umstellung auf Wasserlacke und andere lösungsmittelarme Verfahren. Mit diesen Optimierungs-, Sanierungs- und Substitutionsprojekten haben Herisauer Unternehmen den Schadstoffausstoss von Schwefeldioxid, Stickoxid, Schwermetallen und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) substanziell verringert.

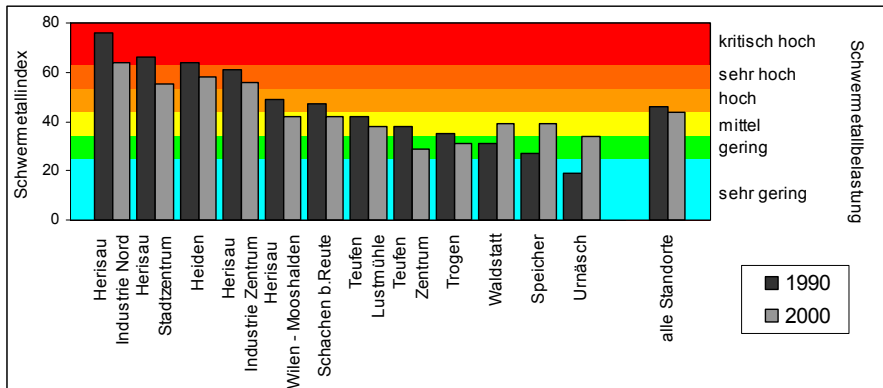
### Wilten, Mooshalden und angrenzende Hanglagen

Im verkehrsexponierten Kessel von Herisau, zwischen Wilten und Mooshalden, hat sich die Luftgesamtbelastung seit 1990 nur geringfügig verändert. Deutlicher abgenommen hat die Schwermetallbelastung. Zunahmen der Gesamtbelastung sind in den Randbereichen dieses Talkessels zu verzeichnen.

## Regionale Entwicklung

### Element-Belastung macht Quellen sichtbar

Der Schwermetallbelastungs-Index als Mass der Summen-Belastung mit Schwermetallen ergibt für drei Standorte im Siedlungsraum von Herisau, nämlich Stadtzentrum, Industrie-Zentrum und Industrie-Nord sowie für Heiden eine sehr hohe bis kritisch hohe Belastung. An den anderen ebenfalls verkehrsgeprägten Untersuchungsstandorten Herisau Wilen-Mooshalden, Teufen Lustmühle sowie in den meisten untersuchten dörflichen Siedlungsräumen Waldstatt, Urnäsch, Speicher, Teufen Zentrum, Trogen, und Schachen b. Reute wurde eine nur geringe bis mittlere Schwermetall-Gesamtbelastung nachgewiesen.



### Einzelregionen

#### 1. Herisau

Herisau ist das Hauptbelastungsgebiet im Kanton, wie bereits bei der Erstuntersuchung von 1990 festgestellt wurde.

Im vielseitig genutzten Siedlungsraum von Herisau ist eine Quellen-Zuordnung für die Luftschadstoffbelastung besonders schwierig. Eine grobe Unterteilung des Raumes Herisau in drei Teilgebiete scheint deshalb sinnvoll:

- die Kernzone mit gemischter Wohn-, Verwaltungs- und Gewerbebenutzung,
- die peripheren Industriegebiete im Westen sowie
- die besonders verkehrsgeprägten Gebiete entlang der Hauptverkehrsachsen.

## Massnahmen zeigen Wirkung

### Verminderter Schadstoffausstoss

Die breite Palette von bereits vollzogenen lufthygienischen Sanierungs- und Minderungsmaßnahmen verringerten den Schadstoffausstoss von Schwermetallen, Stickoxiden, Schwefeldioxid und flüchtigen organischen Verbindungen.

Dabei kompensierten verbesserte Technologien den steigenden Konsum von Industrieprodukten und die wachsende motorisierte Mobilität.

Der Einsatz schwefelarmer Heizöle, verbesserte Feuerungstechnik, die Substitution von Öl- durch Gasfeuerungen sowie die systematische Feuerungskontrolle bei Öl- und Gasfeuerungen haben zu einer auffälligen und klar nachweisbaren Verbesserung der Luftqualität geführt.

Auch die Anwendungsbeschränkungen von besonders umweltschädlichen Stoffen (z.B. Kadmium, Quecksilber) sowie die Umstellung auf schadstoffarme Produktionsverfahren in Industrie und Gewerbe trugen wesentlich zur Verminderung der Schadstoffe bei.

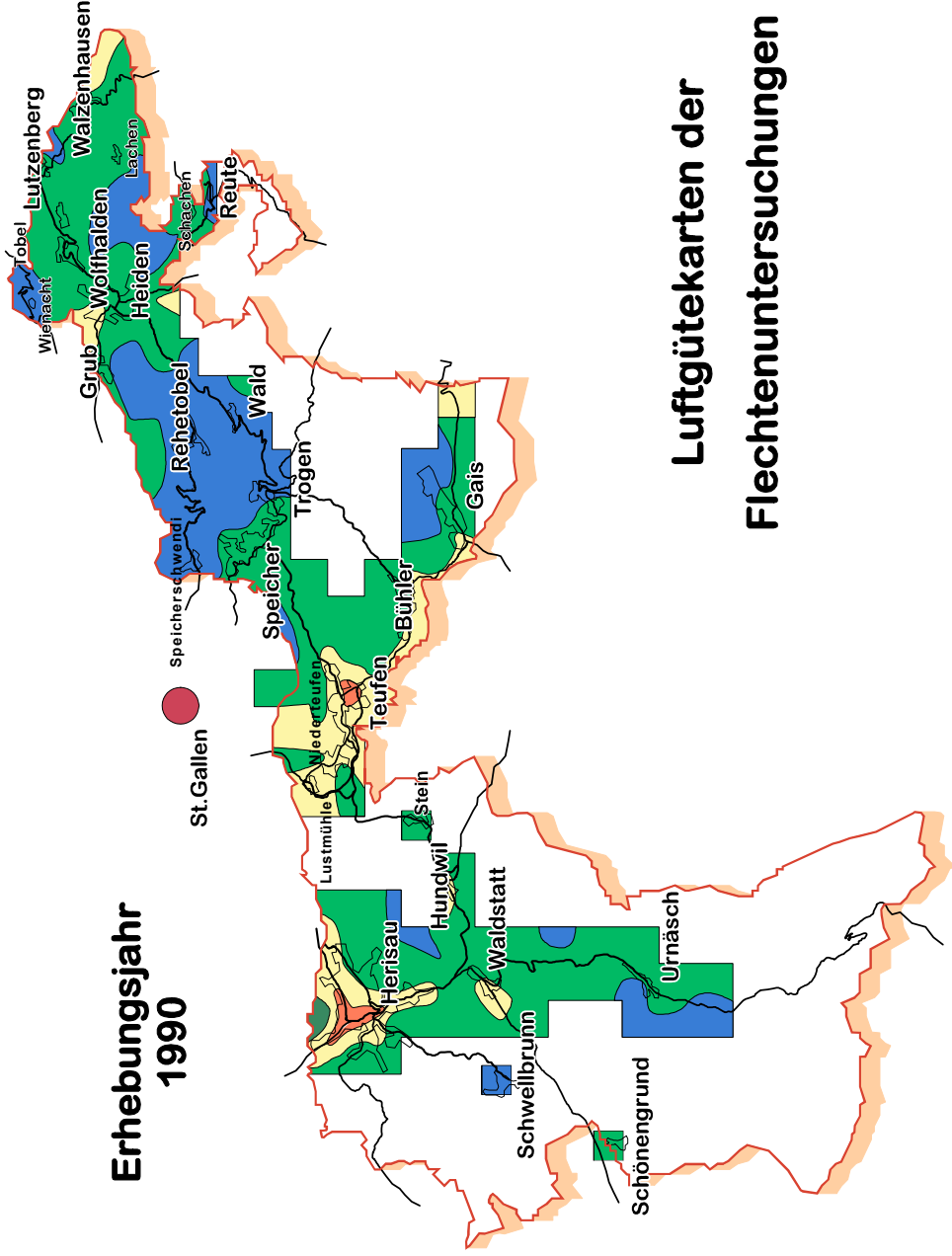
Die flächendeckende Anwendung der Katalysorteknik bei Personewagen mit Benzinmotoren hat den Ausstoss von Stickoxiden, unverbrannten Kohlenwasserstoffen und Blei deutlich reduziert. Trotzdem ist der Anteil des Verkehrs bei der Luftbelastung immer noch wesentlich. Zudem gehört der motorisierte Verkehr, neben Haus- und Industriefeuerungen zu den Hauptproduzenten von CO<sub>2</sub>. Insgesamt sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen auch heute noch deutlich vom Zielwert des CO<sub>2</sub>-Gesetzes entfernt.

Entlang der Hauptverkehrsachsen ist heute auch eine Zunahme der Platinbelastung aus den Abgaskatalysatoren feststellbar.

### Der Vergleich 2000/1990

|                     | weniger             | mehr                 |
|---------------------|---------------------|----------------------|
| Verkehr             | Stickoxid, Blei     | Platin, Kohlendioxid |
| Hausfeuerungen      | Stickoxid, Schwefel | Blei, Arsen          |
| Industriefeuerungen | Schwefel, Nickel    |                      |
| Landwirtschaft      |                     | Ammoniak             |

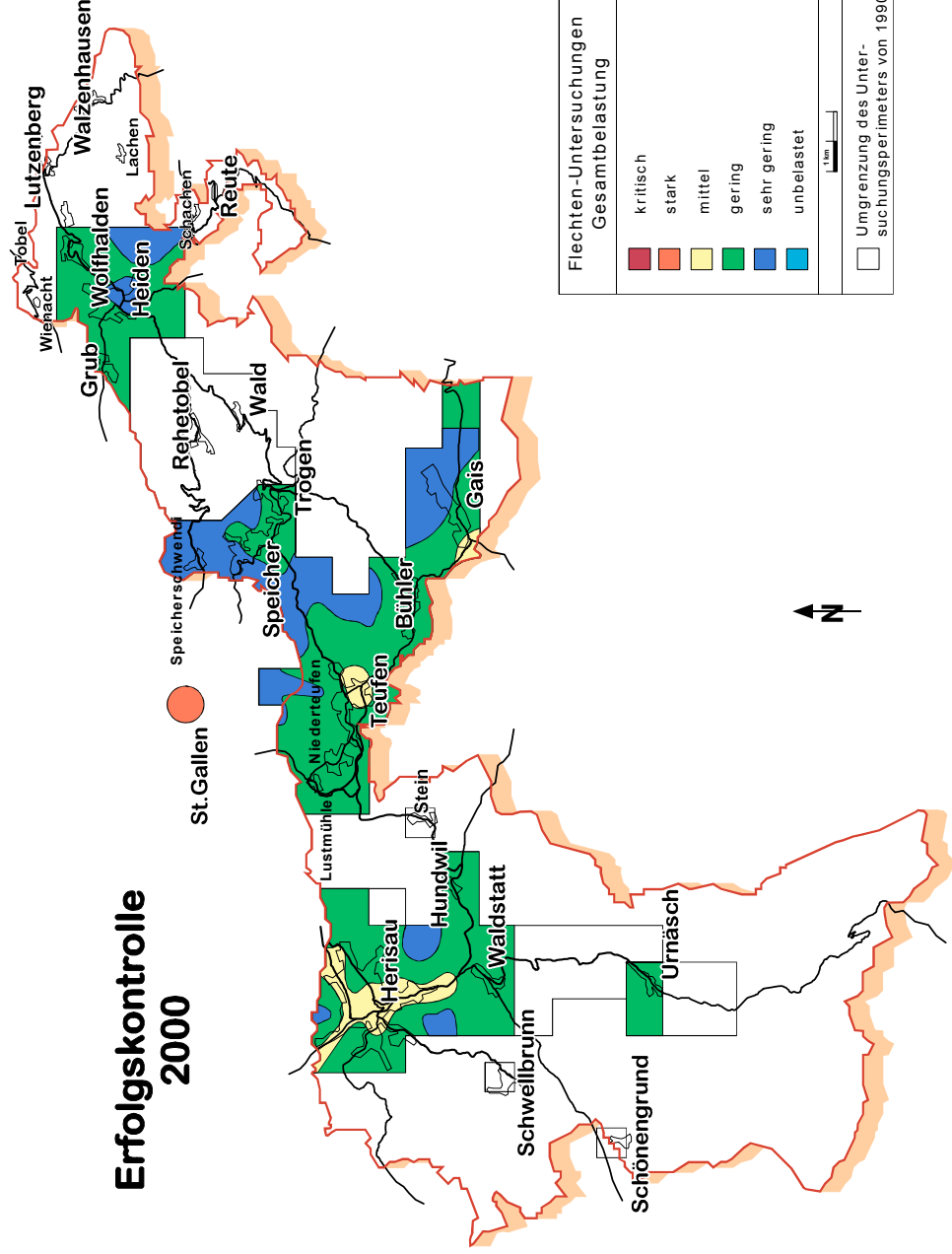
## Erhebungsjahr 1990



6

## Luftgütekarten der Flechtenuntersuchungen

## Erfolgskontrolle 2000



7